

Service de la gestion et de la planification des immeubles

Cahier des exigences du propriétaire Bâtiments municipaux

Septembre 2025



La Ville de Montréal a conçu le présent document à des fins d'information générale. Bien que la Ville de Montréal ait pris soin de compiler les renseignements qui y sont présentés avec prudence et diligence, il est possible que certains d'entre eux soient inexacts ou incomplets. La Ville de Montréal se dégage de toute responsabilité quant aux renseignements contenus dans le présent document, elle n'offre aucune garantie quant à leur fiabilité, exactitude ou mise à jour et n'est pas responsable des dommages directs, indirects ou autres liés à leur utilisation ou leur contenu.

COORDINATION ET RÉDACTION : Cette publication a été réalisée par la Division de l'expertise conseil et de la transition écologique, Direction de la gestion des actifs immobiliers (DGAI) du Service de la gestion et de la planification des immeubles (SGPI) de la Ville de Montréal, en collaboration avec la Direction de l'exploitation des bâtiments et énergie (DEBÉ), la Direction de la sécurité (DS) ainsi que la Direction de la gestion de projets immobiliers (DGPI).

REMERCIEMENTS : Le Service de la gestion et de la planification des immeubles tient à remercier le Service des grands parcs, du Mont-Royal et des sports, le Service des ressources humaines et des communications, le Service de l'eau, le Bureau de la transition écologique et de la résilience, le Service de l'expérience citoyenne et des communications, le Service de sécurité incendie ainsi que toutes les personnes qui ont contribué à l'élaboration de ce document.

Table des matières

Mot de la direction.....	v
Liste des acronymes utilisés	vi
Chapitre 1. Exigences générales.....	4
Annexe 1.1 – Définitions.....	29
Chapitre 2. Aménagement du site.....	34
Annexe 2.1 – Techniques de rétention.....	105
Annexe 2.2 – Protection des entrées - Exemple de cuvette	106
Chapitre 3. Architecture	110
Chapitre 4. Aménagements intérieurs.....	152
Chapitre 5. Structure du bâtiment	175
Chapitre 6. Mécanique du bâtiment	230
Annexe 6.1 – Gestion des points de consigne de température de pièce et d’eau	312
Annexe 6.2 – Moteurs électriques.....	317
Annexe 6.3 – Régulation – Prescriptions générales	320
Annexe 6.4 - Régulation – Contrôleurs numériques de bâtiment et centralisation.....	369
Annexe 6.5 – Régulation – Dessins typiques en contrôle des systèmes CVC	404
Annexe 6.6 – Régulation – Appareils de régulation.....	412
Chapitre 7. Électricité du bâtiment	449
Annexe 7.1 – Exigences – Raccordement des génératrices mobiles.....	479
Chapitre 8. Mesures d’urgence, sûreté et sécurité	490
Annexe 8.1 – Mesures de sûreté et sécurité par type de bâtiment.....	516
Annexe 8.2 - Obligations contractuelles de l’entrepreneur liées aux systèmes de sécurité incendie.....	550
Annexe 8.3 - Plans d’évacuation.....	567
Chapitre 9. Énergie et émissions de gaz à effet de serre.....	581
Annexe 9.1 – Exigences de mise en service	608
Chapitre 10. Patinoires réfrigérées	645
Listes de vérification.....	1036

Mot de la direction

Le Service de la gestion et de la planification des immeubles (SGPI) de la Ville de Montréal est fier de vous présenter le Cahier des exigences du propriétaire (CEP). Cet outil a été élaboré pour inspirer la créativité des équipes de conception, pour les outiller en vue de mieux répondre aux engagements de la Ville relatifs au maintien et au développement de son parc immobilier. Les solutions proposées visent à réduire les impacts environnementaux, touchant principalement les émissions de gaz à effet de serre et la gestion des matières résiduelles, ainsi qu'à favoriser la conception d'environnements sains, résilients et sécuritaires.

Le SGPI invite toutes les parties prenantes d'un projet immobilier à considérer les principes directeurs du CEP, et ce, dans un cadre évolutif et flexible pour soutenir le processus de conception et de construction visant l'amélioration de la performance des bâtiments et des milieux dans lesquels ils s'insèrent.

Les principaux objectifs du CEP sont de :

- fournir, à l'ensemble des équipes professionnelles mandatées pour la réalisation des projets, des balises de conception conformes aux politiques de la Ville de Montréal et reflétant la vision immobilière du SGPI;
- réaliser des projets immobiliers exemplaires;
- harmoniser les solutions techniques choisies dans la réalisation des projets;
- améliorer la qualité des projets;

- fournir un cadre facilitant la rédaction des documents du projet (ex. : programmes fonctionnels et techniques);
- faciliter l'exploitation immobilière.

À terme, les projets immobiliers et les bâtiments municipaux seront :

- plus sains (environnement de travail sécuritaire et ergonomique);
- plus efficaces (faible impact écologique);
- plus accessibles et mieux intégrés dans leur milieu;
- plus résilients.

Chaque projet doit être l'occasion de mobiliser les équipes de conception et celles de la Ville dans la mise en place de solutions en faveur d'une transition écologique intégrée, appliquée et opérationnelle. Le CEP sera votre guide dans cette démarche, nous vous invitons à vous l'approprier.

Cette édition du CEP a principalement été motivée par le retrait du devis normalisé du SGPI. Un exercice s'est tenu en 2024 pour extraire le contenu technique figurant dans les fascicules du devis normalisé pour l'intégrer au CEP afin de conserver les exigences essentielles à la poursuite de notre mission.



Sophie Lalonde, directrice

Liste des acronymes utilisés

Acronyme	Signification
3RV-E	Réduction à la source, réemploi, recyclage, valorisation et élimination
A	
AABC	Associated Air Balance Council
AAPQ	Association des architectes paysagistes du Québec
ACCV	Analyse du coût du cycle de vie
ACG	Analyse du coût global
ACGIH	American Conference of Governmental Industrial Hygienists
ACIT	Association canadienne de l'isolation thermique
ACTTM	Association canadienne de terrazo, tuile et marbre
ACV	Analyse du cycle de vie
ADS+	Analyse différenciée selon les sexes et intersectionnelle
AÉS	Aménagements écologiques des sites
AISC	American Institute of Steel Construction
AMCA	Air Movement and Control Association
AMCQ	Association des maîtres couvreurs du Québec
ANSI	American National Standards Institute
ASHRAE	American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers
ASSC	Système d'alimentation statique sans coupure
ASTM	American Society for Testing and Materials
ATFS	American Tree Farm System

Acronyme	Signification
B	
BACnet	Protocole de communication Building Automation and Control (BAC) networks
BCLS	British Columbia Landscape Standard
BETBG	Building Envelope Thermal Bridging Guide
BNQ	Bureau de normalisation du Québec
BOMA BEST	Building Owners and Managers Association Building Environmental Standards
BRF	Bois raméal fragmenté
BTL	BACnet Testing Laboratories
C	
C40	C40 Cities Climate Leadership Group
CARS	Coefficients d'apport par rayonnement solaire
CBDCA	Conseil du bâtiment durable du Canada
CCB	Conseil canadien du bois
CCM	Centre de contrôle moteur
CCQ	Commission de la construction du Québec
CCQ	Code de construction du Québec
CEC	Capacité d'échange cationique
Cecobois	Centre d'expertise sur la construction commerciale en bois
CEP	Cahier des exigences du propriétaire
CFC	Chlorofluorocarbures
CGVD28	Réseau de contrôle altimétrique
CH₄	Méthane
CMR	Communications Multipurpose Cable, Riser
CNB	Code national du bâtiment

Acronyme	Signification
CNÉB	Code national de l'énergie pour les bâtiments
CNESST	Commission des normes, de l'équité, de la santé et de la sécurité du travail
CNP	Contrôleur numérique programmable
CNPI	Code national de prévention des incendies
CNRC	Conseil national de recherche du Canada
CO	Monoxyde de carbone
CO₂	Dioxyde de carbone
COV	Composés organiques volatils
CRD	Construction, rénovation, démolition
CSA	Association canadienne de normalisation
CSEM	Commission des services électriques de Montréal
CSi	Computers & Structures inc.
CRP	Certified Ratings Program
CSTC	Code de sécurité pour les travaux de construction
CVCA	Système de chauffage, de ventilation et de conditionnement de l'air
CWB	Canadian Welding Bureau/Bureau canadien de soudage
CWEC	Fichiers météo canadiens pour le calcul énergétique
D	
DAUSE	Direction de l'aménagement urbain et des services aux entreprises
DDC	Direct Digital Control
DÉEU	Direction de l'épuration des eaux usées
DEL	Diode électroluminescente
DEP	Déclaration environnementale de produit
DEST	Division de l'expertise et du soutien technique

Acronyme	Signification
DGPP	Division des grands projets partenaires
DIN	Deutsches Institut Fur Normung (German Institute for Standardisation)
DL	Charges mortes
DLC	DesignLights Consortium
DN	Diamètre nominal
DRF	Degrés de résistance au feu
DRV	Débit de réfrigérant variable
DTNI	Documents techniques normalisés – Infrastructures
DTNP	Documents techniques normalisés – Parcs
E	
E	Données sismiques
ÉLTS	États limites de tenue en service
ÉLU	États limites ultimes
EMC	Moteurs à commutateur électronique
EPDM	Ethylene Propylene Diene Monomer
ERE	Essai, réglage et équilibrage
ET	Emplacement et transport
F	
f’c	Résistance en compression du béton
FABE	Formulaire d’autorisation des branchements d’eau
FEN	Facteur d’éclairage naturel
FNA	Fiches non amovibles
FSC	Forest Stewardship Council

Acronyme	Signification
G	
GBI	Green Building Initiative
GEE	(Crédit LEED) Gestion efficace de l'eau
GES	Gaz à effet de serre
GDP	Séquence de gestion de la puissance électrique
GSM	Global System for Mobile Communications
H	
HCFC	Hydrochlorofluorocarbures
HFC	Hydrofluorocarbures
HMI	Interface homme-machine
hp	horsepower
I	
IAAC	Institut d'acier d'armature du Canada
ICCA	Institut canadien de la construction en acier
ICTAB	Institut canadien de la tôle d'acier pour bâtiment
IDÉT	Intensité de la demande en énergie thermique
IÉ	Cibles d'intensité énergétique
IES	Illuminating Engineering Society
IESNA	Illuminating Engineering Society of North America
ILFI	International Living Future Institute
IRAC	Institut royal d'architecture du Canada
IRC	Indice de rendu de couleur
IRS	Indice de réflectance solaire

Acronyme	Signification
K	
kg/m³	Kilogramme par mètre cube
kN	KiloNewton
L	
L/s	Litre par seconde
LCPE	Loi canadienne sur la protection de l'environnement
LEED	Leadership in Energy and Environmental Design
LL	Charges vives
LON	Protocole de communication LON
Low-E	Pellicules à basse émissivité
M	
MCC	Ministère de la Culture et des Communications
MELCCFP	Ministère de l'Environnement, de la Lutte contre les changements climatiques, de la Faune et des Parcs
MERV	Minimum Efficiency Reporting Value
MES	Matières en suspension
mm	Millimètre
MODBUS	Protocole de communication MODBUS
MOV	Metal Oxyde Varistor
MPa	Mégapascal
MPI	Master Painter Institute
MR	Matériaux et ressources
MTQ	Ministère des Transports du Québec

Acronyme	Signification
N	
N₂O	Oxyde nitreux
NAD83scrs	Système canadien de référence spatiale
NEBB	National Environmental Balancing Bureau
NEMA	National Electrical Manufacturers Association
NRCan	Natural Resources Canada
O	
OAQ	Ordre des architectes du Québec
OIQ	Ordre des ingénieurs du Québec
OQLF	Office québécois de la langue française
P	
PCA	Portland Cement Association
PCI	Processus de conception intégrée
PCM	Pieds cubes par minute
PDU	Division du Patrimoine de la Direction de l'Urbanisme de la Ville
PEFC	Program for the Endorsement of Forest Certification
PFC	Hydrocarbures perfluorés/Perfluorocarbures
PFT	Programme fonctionnel et technique
pH	Potentiel hydrogène
pi	Pied
PICS	Protocol Implementation Conformance Statement
PIIA	Plan d'implantation et d'intégration architecturale
PMU	Plan de mesures d'urgence

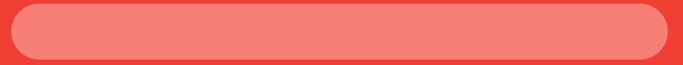
Acronyme	Signification
PPCMOI	Procédure de projets particuliers de construction, de modification ou d'occupation d'un immeuble
PPI	Plan particulier d'intervention
PPM	Pied par minute
PPU	Programme particulier d'urbanisme
PR	Priorité régionale
PRI	Période de retour sur investissement
PSI	Plan de sécurité incendie
PSI	Pound per square inch
PVC	Polychlorure de vinyle
Q	
QAI	Qualité de l'air intérieur
QEI	Qualité des environnements intérieurs
R	
R-123	Type de réfrigérant R-123
R-134A	Type de réfrigérant R-134A
R-410A	Type de réfrigérant R-410A
RBQ	Régie du bâtiment du Québec
RELi 2.0	Rating Guidelines for Resilient Design and Construction
RPRT	Règlement sur la protection et la réhabilitation des terrains
RS	Réflectance solaire
RSI (R)	Valeur de résistance thermique dans le système international (impérial)
RTU	Réseau technique urbain

Acronyme	Signification
S	
SCR	Silicon Controlled Rectifier
SF₆	Hexafluorure de soufre
SFI	Sustainable Forestry Initiative® Program
SFRS	Seismic Force-Resisting System
SGB	Système de gestion du bâtiment
SGPI	Service de la gestion et de la planification des immeubles
SIM	Service de sécurité incendie de Montréal
SIRR	Service des infrastructures du réseau routier
SMACNA	Sheet Metal and Air Conditioning Contractors' National Association
SPVM	Service de la police de la Ville de Montréal
SQP	Société québécoise de phytotechnologie
SRGE	Section réglementation de la gestion de l'eau
STI	Service des technologies de l'information
SUM	Service de l'urbanisme et de la mobilité
SWMM	Storm Water Management Model
T	
TCP/IP	Transmission Control Protocol Internet Protocol
TQC	Tel que construit
U	
ULC	Underwriters Laboratories of Canada
UNESCO	Organisation des Nations Unies pour l'éducation, la science et la culture
USGBC	U.S. Green Building Council

Acronyme	Signification
V	
VAN	Valeur actuelle nette
VAV	Volume d'air variable
VDM	Ville de Montréal
W	
W, S	Données climatiques

Chapitre 1

Exigences générales



Chapitre 1

1. Exigences générales.....	4
1.1 Introduction	4
1.1.1 Service de la gestion et de la planification des immeubles (SGPI)	4
1.1.2 Domaine d'application et limites	5
1.1.3 Définitions.....	5
1.1.4 Bâtiments d'intérêt patrimonial.....	5
1.1.5 Demandes de renseignements.....	6
1.2 Qualité de conception - principes directeurs.....	6
1.2.1 Identité.....	6
1.2.1.1 Nordicité	6
1.2.1.2 Intégration de l'art	7
1.2.1.3 Innovation	7
1.3 Transition écologique	7
1.3.1 Sobriété en carbone	8
1.3.2 Gestion des déchets.....	8
1.3.3 Résilience et adaptation aux changements climatiques	9
1.3.4 Cycle de vie	10
1.3.5 Matériaux et produits.....	11
1.3.5.1 Exigences relatives aux produits et matériaux	11
1.3.5.2 Hiérarchie des exigences de performance environnementale des produits ...	12
1.3.5.3 Aménagement intérieur et exigences pour l'utilisation du bois	12
1.3.5.4 Projets visant une certification environnementale (LEED)	12
1.3.5.5 Exigences de performance des produits	13
1.3.5.6 Gestion de fin de vie.....	16
1.3.5.7 Toxicité chimique.....	17
1.3.5.8 Déclaration des impacts environnementaux.....	17
1.3.5.9 Contenu recyclé	17
1.3.6 Principes directeurs pour la gestion des matériaux de déconstruction.....	17
1.3.7 Adaptabilité et polyvalence	18
1.3.8 Exigences obligatoires en développement durable	18
1.3.9 Crédits LEED prioritaires.....	21
1.4 Intégration	25
1.4.1 Appropriation et mieux-être.....	26
1.4.1.1 Dimension sociale	26

1.4.1.2	Fonctionnalité	27
1.4.1.3	Clarté spatiale	27
1.4.1.4	Design universel et actif.....	28
Annexe 1.1		29
1.1	Définitions.....	29



1. Exigences générales

1.1 Introduction

En décembre 2019, la Ville de Montréal a adopté l'Agenda montréalais 2030 pour la qualité et l'exemplarité en design et en architecture. Montréal vise à être exemplaire dans la planification, la conception et la réalisation de ses projets ainsi que dans la préservation de son patrimoine bâti. Pour ce faire, elle mise sur des pratiques et des processus de design qui stimulent des idées nouvelles, trouvent des solutions aux enjeux actuels et futurs, ajoutent de la valeur et favorisent la participation et l'engagement de tous. Les objectifs de la Ville en matière de transition écologique et de lutte aux changements climatiques se concrétisent dans l'Agenda et le présent Cahier des exigences du propriétaire (CEP). L'Agenda est une prise de position de la Ville de Montréal en faveur de la qualité en design et en architecture et le CEP du Service de la gestion et de la planification des immeubles (SGPI) constitue l'un des moyens d'actions.

Le CEP est divisé en chapitres regroupant les disciplines ou spécialités d'un projet immobilier. Chaque projet sous la responsabilité du SGPI de la Ville de Montréal doit être considéré comme une occasion d'améliorer les services offerts à la population et la performance énergétique des immeubles municipaux, et ce, tout en réduisant leur empreinte écologique et en privilégiant le meilleur rapport qualité-prix.

L'équipe de conception se doit de respecter l'ensemble des différents chapitres du Cahier des exigences du propriétaire (CEP), de même que les documents auxquels les exigences font référence. Tout écart ou toute inadéquation avec l'un ou l'autre de ces documents doit, dans les plus brefs délais, être signalé formellement par écrit et justifié à la Ville. À défaut d'un tel avis, les responsables devront apporter les correctifs nécessaires à leurs propres frais afin de respecter les termes de ces documents, et ils pourront être tenus responsables de tout dommage, préjudice, frais et intérêt découlant de ces mesures correctives.

L'équipe de conception doit concevoir des documents contractuels faisant en sorte que l'ensemble des exigences soit respecté (sauf les dérogations). Les plans et devis doivent être utilisés à cette fin.

1.1.1 Service de la gestion et de la planification des immeubles (SGPI)

Le parc immobilier du SGPI comprend près de 450 ouvrages en propriété ou en location. Le SGPI assure également l'entretien de près d'un millier d'actifs et d'installations d'arrondissement. De plus, le SGPI gère plusieurs programmes lui permettant de réaliser des projets pour des immeubles sous sa responsabilité. Le CEP constitue un outil permettant de soutenir le SGPI dans sa mission

d'être un leader novateur et d'offrir à ses clients des solutions immobilières performantes et écoresponsables à l'image et au bénéfice de la population.

1.1.2 Domaine d'application et limites

Les exigences du CEP doivent être utilisées intégralement pour le concept des nouveaux bâtiments et pour les travaux de rénovation majeure effectués sur les immeubles existants. Dès l'étape de conception (PFT et plans et devis), l'application des exigences doit être interprétée et adaptée au projet.

Les choix conceptuels qui ne prennent pas en considération les orientations du CEP doivent être justifiés en détail en début de projet et transmis au représentant de la Ville.

Les solutions techniques alternatives, avec leurs avantages et inconvénients, doivent faire partie des justifications de la demande de dérogation soumise pour approbation.

Le gestionnaire du projet communiquera avec l'équipe de conception pour discuter de l'acceptabilité de la proposition.

1.1.3 Définitions

Les termes utilisés sont ceux les plus couramment utilisés dans le domaine du bâtiment, de la gestion immobilière, de la construction, de la santé et de la sécurité au travail, et de la protection incendie.

Si un terme est déjà défini dans une loi ou un règlement en vigueur à Montréal, au Québec ou au Canada, c'est cette signification qui prévaudra.

L'expression « équipe de conception » désigne les professionnels responsables, en tout ou en partie, de la préparation des programmes fonctionnels et techniques (PFT) et de la conception des documents d'appel d'offres.

Les principales définitions sont présentées à l'Annexe 1.1.

1.1.4 Bâtiments d'intérêt patrimonial

Les bâtiments municipaux font tous partie intégrante du patrimoine de la Ville. Ils témoignent, chacun à sa manière, de la très grande variété des activités et des services que la Ville rend au public. Toutefois, puisque l'appareil municipal est en constante évolution pour s'ajuster aux besoins changeants de la municipalité, de nouveaux bâtiments municipaux sont construits, alors que d'autres sont transformés, vendus ou cédés, et parfois même démantelés.

Plusieurs ont une valeur architecturale déterminée par leur rareté, leur qualité de conception ou de construction, les matériaux qui les composent, ou simplement par la renommée des firmes d'architecture qui les ont conçus. D'autres présentent un intérêt particulier en vertu des fonctions

uniques qu’ils abritent, notamment les bâtiments de l’aqueduc et les stations de pompage. Bref, ces bâtiments méritent notre considération et il est important de bien réfléchir avant d’envisager leur transformation ou leur démolition.

Certains bâtiments municipaux sont classés ou cités en vertu de la Loi sur le patrimoine culturel, alors que d’autres sont identifiés au Plan d’urbanisme à titre d’immeubles de valeur exceptionnelle ou situés dans des secteurs de valeur exceptionnelle. Leur conservation doit donc être exigée, avant d’envisager leur démantèlement.

Il est requis de consulter la Division du patrimoine de la Direction de l’urbanisme du Service de l’urbanisme et de la mobilité (SUM), avant d’entreprendre tout projet de démantèlement ou de modification d’un immeuble municipal pouvant présenter un intérêt patrimonial.

Pour plus de renseignements :

[Normes et lignes directrices pour la conservation des lieux patrimoniaux au Canada](#)

[Guide concernant la gestion de projets de rénovation et de restauration d’immeubles patrimoniaux](#)

1.1.5 Demandes de renseignements

Toute demande de renseignements concernant le CEP doit être transmise à un représentant de la Ville. Dans le cas d’un projet précis, le gestionnaire de projet sera la personne contact.

1.2 Qualité de conception - principes directeurs

Les projets réalisés par le SGPI doivent être exemplaires en termes de qualité architecturale, d’ingénierie et d’empreinte écologique et être accueillis fièrement par la collectivité montréalaise.

Les propositions doivent être le fruit d’une synthèse des besoins considérés et des possibilités offertes par le lieu où se situe l’ouvrage à transformer. La solution projetée doit être fonctionnelle, technique et esthétique. La logique de la qualité doit guider toutes les décisions, de la conception du projet à l’exploitation du bâtiment.

1.2.1 Identité

1.2.1.1 Nordicité

Le concept de nordicité doit offrir une réponse sans faille aux exigences du milieu physique montréalais. Loin de nier les contraintes climatiques que posent à la fois les hivers exigeants et changeants et les étés caniculaires, ce concept doit en profiter.

Les saillies sur les façades pouvant accumuler neige et glace doivent être évitées lorsqu'elles donnent sur la voie publique ou sur des aires de circulation. Il faut éliminer les risques de chute de glace depuis le niveau du sol jusqu'au parapet des toitures.

La transparence intégrale de l'enveloppe, dans un unique but esthétique, va à l'encontre des engagements de la Ville vers la carboneutralité et doit être considérée comme un déni de la nordicité, sacrifiant la performance environnementale et énergétique.

On doit intégrer les éléments saisonniers de façon esthétique, par exemple les grilles gratte-pied, tapis d'hiver, zones tampons pour éviter de souiller les planchers, et offrir la possibilité d'entreposer les vêtements saisonniers (manteaux, bottes, etc.).

1.2.1.2 Intégration de l'art

Lorsque le programme fonctionnel et technique (PFT) l'exige, la démarche d'intégration artistique doit faire partie du processus conceptuel de l'ouvrage dès le début du projet (et non comme un simple ajout en fin de projet).

1.2.1.3 Innovation

Dans le cadre de la réalisation d'un projet pour la Ville de Montréal, plusieurs catégories d'innovation en architecture et en design sont à considérer. Celles qui sont présentées ci-dessous sont d'ailleurs nommées par l'Ordre des architectes du Québec (OAQ) et par l'Institut royal d'architecture du Canada (IRAC) dans leurs publications portant sur l'innovation.

L'innovation ne se situe pas exclusivement au niveau technologique. En effet, il est important de considérer de nouvelles manières de concevoir et même de faire évoluer les processus déjà éprouvés. Dans toute innovation, l'action visant à créer le changement implique de faire la démonstration que les bénéfices sont plus importants que les risques encourus.

En résumé, Il appartient aux firmes de professionnels d'être à la fine pointe de leur pratique et d'intégrer des solutions innovantes dans leurs propositions.

1.3 Transition écologique

« La transition écologique, c'est de revoir nos façons de consommer, de produire, de travailler, de vivre ensemble pour répondre aux grands enjeux environnementaux et sociaux. C'est transiter vers un nouveau modèle économique et social, sobre en carbone et résilient. »

– Ville de Montréal, Document de consultation, 2019.

Concrètement, les principes de la transition écologique englobent les objectifs du développement durable.

Au cours du *Global Climate Action Summit* de San Francisco en 2018, la Ville de Montréal s'est engagée dans une transition écologique pour faire face aux enjeux planétaires de réchauffement climatique. À cet égard, elle a dévoilé en décembre 2020 le Plan climat 2020-2030.

À noter que la Ville a une Politique de transition écologique et de développement durable des immeubles municipaux depuis 2009. Cette politique a été mise à jour en 2021.

Le Cahier des exigences du propriétaire (CEP) fait aussi partie des outils de transition écologique et prend en compte les priorités du Plan climat 2020-2030 en les traduisant par de nouvelles exigences ayant notamment trait aux enjeux suivants :

- sobriété en carbone;
- gestion des déchets;
- durabilité;
- résilience et adaptation aux changements climatiques.

1.3.1 Sobriété en carbone

La Ville de Montréal vise à ce que l'exploitation de ses bâtiments soit zéro carbone opérationnel d'ici à 2030.

Cet engagement de la Ville se traduit par des orientations concrètes à l'égard de la conception de ses bâtiments municipaux. Le chapitre 9 établit les exigences en matière d'énergie et d'émission de GES pour atteindre cet objectif. On y souligne l'importance de l'enveloppe et de l'architecture du bâtiment dans l'atteinte de l'objectif de sobriété en carbone.

Les immeubles doivent être sobres en carbone grâce à des conceptions et à des constructions d'enveloppes très performantes, et grâce à des systèmes électromécaniques plus petits, plus efficaces, faciles à exploiter et utilisant seulement de l'énergie renouvelable.

L'implantation du bâtiment sur le site, son orientation, sa conception et sa géométrie doivent être optimisées pour réduire les charges de chauffage et de refroidissement par des stratégies passives bioclimatiques en profitant des apports solaire, éolien et géothermique pour ainsi réduire les dépenses énergétiques.

Dans la volonté de la Ville de réduire ses émissions de GES, l'impact du carbone intrinsèque dans son bilan est crucial. Il est donc fortement recommandé d'utiliser le bois comme structure et comme matériau de finition intérieure. Le recours à l'analyse du cycle de vie (ACV) fait partie des outils qui permettent d'orienter les choix de conception.

1.3.2 Gestion des déchets

La directive de 2009 sur la gestion des matières résiduelles dans les projets de construction, rénovation et démantèlement (CRD) indique que les projets de construction doivent atteindre

un taux optimal de détournement global des sites d'enfouissement de 75 % des résidus de CRD générées sur chantier pour tous les projets, y compris les projets visant une certification.

Pour ce faire, un plan de gestion des déchets (PGD) qui définit l'ensemble des mesures à prendre pour réduire, réutiliser et recycler les matériaux générés par la construction et le démantèlement doit être mis en place et suivi tout au long du chantier.

1.3.3 Résilience et adaptation aux changements climatiques

Selon la Stratégie montréalaise pour une ville résiliente : « La résilience urbaine est la capacité des personnes, communautés, institutions, entreprises et systèmes au sein d'une ville à résister, s'adapter et se développer, quels que soient les types de stress chroniques et de chocs aigus qu'ils subissent. »

D'une part, la résilience pour la Ville se définit par la capacité de poursuivre les opérations au sein d'un bâtiment stratégique malgré des imprévus (catastrophe, aléa climatique, etc.). D'autre part, l'adaptation aux changements climatiques consiste en l'implantation de mesures d'atténuation des impacts des changements climatiques (cycles gel-dégel, surcharges de neige, pluies diluviennes, chaleurs extrêmes, etc.) sur le bâtiment et ses environs. Ces mesures contribuent aussi à la résilience urbaine (îlot de chaleur, gestion des eaux pluviales, perte de biodiversité, etc.).

Les immeubles de la Ville soutiennent la résilience urbaine. Les immeubles du Service de police de la Ville de Montréal (SPVM) et du Service de sécurité incendie de Montréal (SIM) appuient les services de sécurité civile. Certains immeubles permettent l'hébergement d'organismes communautaires offrant des services à la population ou servent de refuge dans des situations climatiques extrêmes ou à l'occasion d'une crise sanitaire.

L'équipe de conception doit mettre en place des mesures d'atténuation des impacts causés par les conditions météorologiques. Pour ce faire, elle doit identifier les éléments de l'immeuble susceptibles d'être vulnérables aux aléas climatiques potentiels en se référant aux cartes de « Vulnérabilité aux aléas climatiques de l'agglomération de Montréal ».

Parmi les principaux aléas climatiques, on retrouve :

- cycles de gel-dégel plus fréquents;
- augmentation du contenu en eau de la neige;
- pluies hivernales et tempêtes de verglas;
- canicules plus fréquentes et plus longues;
- effet accru des îlots de chaleur;
- sécheresses plus fréquentes et plus longues;
- assèchement des sols porteurs;
- hausse de l'indice humidex;

- détérioration de la qualité de l'air;
- inondations plus fréquentes;
- tempêtes destructrices plus fréquentes.

Pour chacun des aléas climatiques, l'équipe de conception doit déterminer les effets négatifs possibles sur l'immeuble et ses environs et mettre en place des mesures d'atténuation et d'adaptation.

1.3.4 Cycle de vie

Pour certains projets ciblés, et à la demande de la Ville, l'équipe de conception doit réaliser des analyses du coût du cycle de vie (ACCV) sous forme d'approche du coût global ou de la valeur actuelle nette sur une période de 60 ans minimum afin de justifier les meilleures alternatives ou meilleurs concepts en fonction du coût total de possession. Un concept peut être plus coûteux à l'achat en tenant compte des coûts de la conception et de la construction, mais procurer des économies aux étapes « utilisation » et « fin de vie ». Ces notions s'appliquent tant aux projets d'entretien, de réaménagement, de rénovation, de transformation, d'agrandissement ou de construction de bâtiments municipaux, qu'ils soient de propriété Ville ou en location.

Cette section présente deux approches sur le cycle de vie des projets immobiliers du SGPI :

- Environnemental : analyse du cycle de vie (ACV)
- Économique : analyse du coût global ou analyse du coût du cycle de vie (ACCV)

Les analyses ACV et ACCV doivent être réalisées simultanément.

Approche environnementale : analyse du cycle de vie (ACV)

L'analyse du cycle de vie (ACV) offre une vision globale des impacts environnementaux d'un projet. Le cycle de vie d'un matériau, d'un équipement ou d'un immeuble comprend plusieurs étapes :

- extraction des ressources/matières premières;
- transport à l'usine de transformation;
- fabrication des matériaux;
- transport au chantier de construction;
- travaux de construction;
- opération et entretien;
- fin de vie.

Lorsqu'une ACV est demandée, celle-ci est réalisée selon les méthodes d'évaluation normalisées ISO 14040 et ISO 14044. Cette analyse vise à déterminer le meilleur concept permettant de réduire les impacts environnementaux (étapes 1 et 3). Les points importants à intégrer (étape 1)

portent sur l'analyse des options des matériaux utilisés pour les éléments structuraux : béton, acier et bois, ainsi que pour les fenêtres. À l'étape 3, les points importants à analyser portent sur la consommation d'énergie et le remplacement des matériaux.

Lorsque le projet porte sur un immeuble existant, l'option de le conserver et de le transformer doit être considérée dans les scénarios d'ACV ainsi qu'en fonction des aspects patrimoniaux.

Approche économique : analyse du coût du cycle de vie (ACCV) ou analyse du coût global (ACG)

Lorsqu'une ACCV est demandée, l'équipe de conception doit la réaliser sous forme d'approche du coût global ou de la valeur actuelle nette selon la norme ASTM E06.81. Cette analyse vise à justifier les meilleures alternatives ou meilleurs concepts en fonction du coût total de possession.

La réduction du carbone intrinsèque des matériaux constitue une préoccupation environnementale importante pour la Ville. Dans la présente section, nous avons énoncé les points importants à considérer dans le cadre d'une analyse du cycle de vie (ACV). Lorsqu'une ACV n'est pas réalisée dans un projet, la Ville peut exiger de l'équipe de conception de justifier les matériaux choisis selon certains paramètres.

1.3.5 Matériaux et produits

Favoriser la réduction des quantités globales de matériaux au moment de la conception des espaces et de l'assemblage des composantes du bâtiment (structure, murs, toiture, etc.), et privilégier un assemblage de matériaux permettant une réduction des éléments de finition (moins de matériaux).

L'équipe de conception doit choisir les matériaux et produits selon les paramètres suivants.

1.3.5.1 Exigences relatives aux produits et matériaux

Suivre les normes générales suivantes lors de la spécification des produits, à moins d'indication contraire. Ces normes ne visent pas à restreindre ou à remplacer le jugement professionnel.

1.3.5.1.1 Carbone intrinsèque

La carboneutralité opérationnelle est un fait acquis, notre électricité étant à 99 % carboneutre, nous devons donc nous attaquer au carbone intrinsèque des matériaux. Pour ce faire l'utilisation du bois comme matériaux structuraux est recherchée en raison de son faible apport en gaz à effet de serre (GES) intrinsèque.

1.3.5.1.1.1 Exigences pour les bétons coulés sur place

Le béton utilisé pour les éléments structuraux et autres doit avoir une teneur en émission carbone de 10 % plus faible que le béton conventionnel spécifié dans le document « Déclaration Environnementale de Produit – DEP l'échelle de l'industrie pour les membres de l'Association béton Québec (ABQ) – Béton prêt à l'emploi » publié en juillet 2022.

Toutes les déclarations environnementales de produit (DEP) transmises doivent avoir été produites selon les règles des catégories de produits (RCP) NSF International pour le béton Version 2.1 (août 2021) ou plus récente. La réduction de teneur en émission carbone peut être également calculée en comparant avec une DEP antérieure valide selon le règlement des catégories de produits (RCP).

L'Entrepreneur doit fournir avec les documents d'approbation de la formule de béton, les déclarations environnementales de produit (DEP) de type III associées à l'usine et au mélange de béton. La nomenclature d'émission carbone doit être en kg CO₂/m³.

1.3.5.2 Hiérarchie des exigences de performance environnementale des produits

Contribuer à une qualité de l'air intérieur optimale, à la santé des occupants et à la réduction des impacts environnementaux des matériaux utilisés dans les projets en respectant les exigences de performance énoncées dans la partie 2 pour tous les produits applicables.

1.3.5.3 Aménagement intérieur et exigences pour l'utilisation du bois

Pour tous les projets comportant des travaux d'aménagement intérieur et des travaux comportant l'utilisation du bois (structure, intérieur et extérieur), sélectionner les produits en respectant les exigences applicables suivantes :

1. **émissions de composés organiques volatils COV;**
2. **utilisation du bois en conception et évaluation du bois composite;**
3. **gestion de fin de vie.**

1.3.5.4 Projets visant une certification environnementale (LEED)

Pour les projets visant une certification environnementale (ex. : LEED), en plus des exigences ci-dessus, **privilégier** les produits selon la hiérarchie suivante (du plus important au moins important), car la conformité à toutes les exigences serait difficile pour la majorité des produits :

1. **toxicité chimique;**
2. **déclaration des impacts environnementaux;**
3. **contenu recyclé;**
4. **approvisionnement local.**

Justification de la hiérarchie :

- Cette hiérarchie priorise **la santé et le bien-être des personnes**, en se basant sur des données actuelles vérifiées par des tiers. Prescrire des matériaux en considérant le principe de précaution permet aux concepteurs de contribuer de façon proactive à la protection du public.

- Elle encourage également **la réduction des impacts environnementaux** liés aux matériaux et incite à **la transparence du marché** en soutenant les fabricants qui mesurent et documentent les impacts de leurs produits.

1.3.5.5 Exigences de performance des produits

1.3.5.5.1 Émissions de composés organiques volatils (COV)

La présente section s'applique à tous les projets comportant des travaux d'aménagement intérieur, qu'une certification environnementale soit visée ou non.

L'intérieur du bâtiment désigne les éléments retrouvés du côté intérieur de la membrane d'étanchéité.

1.3.5.5.1.1 Exigences générales concernant les COV

Les produits de construction doivent être testés et conformes à la méthode standard du *California Department of Public Health (CDPH)*, en utilisant le scénario d'exposition applicable. Par défaut, il s'agit du scénario « bureau privé ». La déclaration de conformité par le fabricant ou une certification tierce doit indiquer le scénario utilisé.

1.3.5.5.1.2 Exigences supplémentaires pour les produits à application humide utilisés sur place (peintures, scellants, adhésifs, étanchéités)

En plus de respecter les exigences générales sur les émissions de COV, les produits à application humide utilisés sur place ne doivent pas contenir de niveaux excessifs de COV, afin de protéger la santé du personnel affecté à la construction et à l'entretien du bâtiment.

Toutes les peintures et tous les revêtements à application humide utilisés sur place doivent respecter les limites de COV définies par :

- Le **California Air Resources Board (CARB)**, Mesures de contrôle suggérées (SCM) pour revêtements architecturaux;
- Le **South Coast Air Quality Management District (SCAQMD)**, règle 1113.

Tous les adhésifs et mastics à application humide utilisés sur place doivent respecter les limites chimiques de la **SCAQMD**, règle 1168, analysées selon les méthodes spécifiées. Les dispositions de cette règle s'appliquent, à moins que la réglementation fédérale ou provinciale soit plus restrictive.

Si un produit ne peut pas être testé selon les méthodes ci-dessus, utiliser des normes alternatives comme ASTM D2369-10 ou ASTM D6886-03 ou ISO 11890 (partie 2).

Les **solvants** chlorure de méthylène et perchloroéthylène sont interdits dans les peintures, revêtements, adhésifs ou mastics.

1.3.5.5.1.3 Produits recommandés en fonction des normes

Consulter les bases de données *SCS Global Services* ou *Pharos* pour identifier des produits faiblement émissifs selon *CARB* ou *SCAQMD*. (www.scsglobalservices.com/certified-green-products-guide, www.pharosproject.net).

1.3.5.5.2 Utilisation du bois en conception et évaluation du bois composite

En cohérence avec la transition vers la carboneutralité, il importe de favoriser l'intégration d'éléments en bois dans la conception des projets. Dès cette étape, l'utilisation du bois doit être considérée en comparaison avec d'autres matériaux, comme le suggère la Charte du bois du Québec.

1.3.5.5.2.1 Pratiques de récolte et d'extraction durables du bois

Pour tous les projets, les produits en bois, y compris ceux contenant des matériaux à base de bois, doivent être certifiés selon les normes du **Forest Stewardship Council (FSC)**, ou selon toute autre norme reconnue au Canada garantissant leur provenance de forêts gérées durablement.

- Association canadienne de normalisation (CAN CSA/Z809:16 (R2021);
- *Sustainable Forestry Initiative® Program (SFI)*;
- *American Tree Farm System ATFS*;
- *Program for the Endorsement of Forest Certification PEFC*.

1.3.5.5.2.2 Bois composite : évaluation des émissions de formaldéhyde

Le produit doit répondre à l'une des conditions ou normes suivantes :

- EPA TSCA Title VI (*Formaldehyde Emission Standards for Composite Wood Products* - Normes d'émission de formaldéhyde pour les produits de bois composite) ou *California Air Resources Board (CARB) ATCM*.
 - Résines à ultra-faibles émissions de formaldéhyde (*Formaldehyde requirements for ultra-low-emitting formaldehyde (ULEF) resins*)
- ou
- Résines sans ajout de formaldéhyde (*Formaldehyde requirements for no added formaldehyde resins (NAF)*).
- Testé selon la norme EN 717-1:2014 pour les émissions de formaldéhyde et conforme à la classe d'émission E1.

1.3.5.5.2.3 Produits en bois composite structurel

Ces produits doivent :

- utiliser des adhésifs résistants à l'humidité conformes à la norme ASTM 2559;
- ne pas inclure de traitements de surface contenant des résines ou revêtements ajoutés à base d'urée-formaldéhyde;
- être certifiés selon une des normes suivantes :

Contreplaqué

Conforme aux normes :

- *Voluntary Product Standard - Structural Plywood (PS 1-09)*;
- *Voluntary Product Standard - Performance Standard for Wood-Based Structural-Use Panels (PS 2-10)*;
- ou à une norme équivalente reconnue par CARB, comme :
 - AS/NZS 2269;
 - EN 636 3S (incluant le marquage CE);
 - CSA O121 pour le contreplaqué en sapin de Douglas;
 - CSA O151 pour le contreplaqué en résineux canadien;
 - CSA O153 pour le contreplaqué en peuplier;
 - CSAO325 pour les panneaux de construction.

Panneau de lamelles orientées (OSB)

Spécifiés avec une classification de liaison *Exposure 1* ou *Exterior* selon la norme PS 2-10.

Bois de charpente composite

Conforme à la norme ASTM D 5456-13, *Standard Specification for Evaluation of Structural Composite Lumber Products*.

Bois lamellé-collé

Conforme à la norme ANSI A190.1-2012, *Structural Glued Laminated Timber*.

Solives en I

Conforme à la norme ASTM D 5055-13, *Standard Specification for Establishing and Monitoring Structural Capacities of Prefabricated Wood I-Joists*.

Bois lamellé-croisé (CLT)

Conforme à la norme PRG 320-15, *Standard for Performance-Rated Cross-Laminated Timber*.

Bois à jointage par entures multiples

Marqué *Heat Resistant Adhesive (HRA)* selon la norme DOC PS-20 2015, *American Softwood Lumber Standard*.

1.3.5.5.3 Exigences concernant le mobilier

Pour les projets nécessitant des meubles achetés hors des ententes cadres de la Ville de Montréal, le mobilier doit respecter les critères suivants :

Les meubles neufs doivent être testés selon la norme **ANSI/BIFMA M7.1–2011** et être conformes au standard de durabilité des meubles **ANSI/BIFMA e3-2011 Furniture Sustainability Standard**, Sections 7.6.1 and 7.6.2.

Les meubles usagés de plus d'un an au moment de leur utilisation sont considérés comme conformes, à condition de respecter les normes pour les produits appliqués sur site.

Produits recommandés :

Consulter les bases de données de SCS Global Services et Intertek pour identifier les meubles faiblement émissifs conformes à ANSI/BIFMA MA M7.1

- www.scsglobalservices.com/certified
- [www.intertek.com/furniture/etl-environmental-voc certified](http://www.intertek.com/furniture/etl-environmental-voc-certified)).

1.3.5.5.4 Sources intrinsèquement non émissives

Les produits qui sont des **sources intrinsèquement non émissives de COV** (pierre, céramique, métaux avec revêtement électrostatique par poudre ou anodisés, verre, béton, brique d'argile, bois massif non traité ou brut) sont considérés comme pleinement conformes **sans test sur les émissions de COV**, à condition qu'ils ne contiennent pas de revêtements, liants ou mastics organiques.

1.3.5.6 Gestion de fin de vie

Pour tous les projets, lorsque possible, sélectionner des produits provenant de fabricants proposant des **programmes de reprise** pour garantir une gestion responsable en fin de vie.

1.3.5.7 Toxicité chimique

Pour les projets visant une certification LEED, considérer les exigences ci-dessous.

Lorsque disponible localement ou régionalement, privilégier les produits intrinsèquement non nocifs pour la santé humaine, c'est-à-dire sans produits identifiés comme substances préoccupantes (SVHC) par REACH.

Pour identifier de tels produits, consulter la « Precautionary List » de la firme architecturale **Perkins and Will**.

- <https://transparency.perkinswill.com/lists/precautionary-list>

Privilégier ceux disposant de rapports sur les ingrédients conformes aux exigences suivantes les plus récentes :

- Déclaration des ingrédients de produits (HPD);
- Certification *Cradle to Cradle*;
- Certification *Product Lens*.

1.3.5.8 Déclaration des impacts environnementaux

Pour les projets visant une certification LEED, lorsque disponible, privilégier les produits disposant de Déclarations Environnementales de Produit (DEP) conformes aux exigences de la version du système LEED en vigueur pour le projet.

Les DEP spécifiques à un produit doivent être favorisées par rapport aux DEP génériques de l'industrie.

1.3.5.9 Contenu recyclé

Pour les projets visant une certification LEED, privilégier les produits contenant des matériaux recyclés, en donnant la priorité à ceux ayant un contenu post-consommation supérieur à un contenu pré-consommation.

1.3.6 Principes directeurs pour la gestion des matériaux de déconstruction

Il importe de valoriser et recycler autant que possible les matériaux issus de la déconstruction. La Ville encourage la récupération et le réemploi de matériaux encore en état pour les remettre en circulation auprès d'organismes.

Le calcul des matières résiduelles détournées (voir 1.3.2 Gestion des déchets) inclut les matières dirigées vers une filière de réutilisation, vers des recycleurs spécialisés, vers les centres de tri

à des fins de valorisation et vers toute autre destination qui n'est pas l'élimination dans un site d'enfouissement ou l'incinération sans valorisation énergétique.

Les résidus dangereux et les sols excavés doivent être traités séparément, conformément à la réglementation en vigueur. Ils ne doivent pas être inclus dans les calculs du taux de détournement.

1.3.7 Adaptabilité et polyvalence

L'adaptabilité d'un bâtiment réside dans la capacité de permettre simultanément plusieurs usages et la possibilité d'en modifier l'utilisation dans le temps. Ainsi, les bâtiments doivent être conçus en fonction d'une éventuelle mutabilité des espaces.

La conception de tout projet de construction, de rénovation ou d'agrandissement doit comprendre des structures dont la modularité et les portées des trames offriront une flexibilité d'aménagement dans le temps.

Ainsi, la conception doit permettre l'évolution du bâtiment, ce qui implique de pouvoir retirer ou remplacer des équipements mécaniques majeurs.

1.3.8 Exigences obligatoires en développement durable

Afin d'établir la transition écologique et en concordance avec la Politique de transition écologique et de développement durable des immeubles municipaux de la Ville de Montréal, l'équipe de conception doit se familiariser avec la liste des exigences obligatoires qui s'applique à tous les projets de rénovation ou construction des immeubles municipaux de la Ville de Montréal.

Cette liste décrit les performances à mettre en place au démarrage du projet. Ces objectifs doivent être accomplis par l'équipe lauréate pour tous les projets de construction et rénovations, peu importe leur superficie.

- a. L'ensemble des activités de conception doit être exécuté selon un processus intégratif multipartite qui permette à tous les professionnels d'identifier ensemble les objectifs mesurables et, à la suite de ces choix, de partager leurs besoins respectifs pour atteindre ces objectifs. La consommation d'eau et d'énergie doit être particulièrement optimisée.
- b. Des supports à vélo sécuritaires et des vestiaires avec casiers doivent être fournis à l'intérieur du bâtiment. Un minimum de quatre supports doit être fourni. Le nombre exact de supports et douches doit être calculé selon les exigences LEED-NC à jour.
- c. Créer et mettre en œuvre un plan de contrôle de l'érosion et de la sédimentation pour l'ensemble des activités de construction associées au projet, et ce, peu importe la dimension du projet. Ce plan doit identifier au minimum les actions suivantes : protection des pentes, protection et nettoyage des puisards, traitement des eaux pompées hors du site, nettoyage de la chaussée, contrôle des activités générant de la poussière, gestion des déchets/détournement

des sites d'enfouissement, gestion des matières dangereuses, protection des matériaux au chantier, contrôle du rinçage des bétonneuses, etc.

- d. Réaliser une évaluation environnementale du site, tel qu'il est indiqué sur le site du ministère de l'Environnement, de la Lutte contre les changements climatiques, de la Faune et des Parcs (MELCCFP), afin de déterminer la présence d'une contamination environnementale sur le site. Si un site est contaminé, il faut l'assainir conformément aux exigences du MELCCFP.
- e. En fonction du contexte : valider avec le Service de l'eau la méthode recommandée pour respecter le règlement 20-030 en lien avec la gestion des eaux pluviales.
- f. Toutes les toitures nouvelles ou rénovées doivent agir de façon concrète pour réduire les îlots de chaleur. Soit en introduisant une membrane avec un indice de réflectance solaire de 78 ou plus, soit en conceptualisant une toiture végétalisée selon les charges impliquées. Les surfaces asphaltées doivent être réduites au minimum.
- g. Aucun système d'arrosage automatique pour les aménagements paysagers extérieurs n'est permis.
- h. Tous les équipements de plomberie doivent permettre une réduction de consommation d'eau potable de plus de 20 % selon le code de plomberie en vigueur ou être certifiés *WaterSense*.
- i. L'installation d'un compteur d'eau principal est obligatoire. Ce compteur doit être coordonné avec l'équipe de domotique du SGPI pour assurer la lecture à distance.
- j. Une réduction de 30 % minimum de la consommation d'eau potable intérieure incluant les eaux utilisées dans les procédés doit être confirmée.
- k. Une mise en service améliorée et fondée sur la surveillance doit être mise en place pour identifier les points à mesurer et à évaluer afin de déterminer la performance des systèmes consommateurs d'énergie et d'eau.
- l. Une mise en service de l'enveloppe doit être exécutée selon les exigences du Guide standard pour la mise en service de l'enveloppe des bâtiments ASTM E2947-16 et ASTM E2813-12.
- m. La performance énergétique selon la mesure des coûts énergétiques et des émissions de gaz à effet de serre doit être vérifiée en période de garantie et atteindre une réduction en coût de 30 % minimum et en GES de 80 % minimum.
- n. Prévoir des zones réservées accessibles aux transporteurs pour la collecte et l'entreposage des matériaux recyclables, qui comprennent le papier mélangé, le carton ondulé, le verre, les plastiques et les métaux pour l'ensemble de l'immeuble.
- o. Développer et mettre en action un plan de gestion des déchets de construction et de démolition selon les exigences du paragraphe 1.3.2 Gestion des déchets.

- p. Installer des dispositifs de contrôle de l'air extérieur pour tous les systèmes de ventilation mécanique dont le débit d'entrée d'air extérieur est supérieur à 1 000 cfm (472 L/s). Le dispositif de surveillance doit être capable de mesurer le débit minimal d'entrée d'air extérieur avec une précision de $\pm 10\%$. Pour les systèmes à volume constant qui n'utilisent pas de ventilation à la demande, il faut prévoir un indicateur capable de confirmer que le registre d'admission est ouvert dans la position nécessaire pour maintenir le débit d'air extérieur minimal prévu, déterminé lors du démarrage et de l'équilibrage du système.
- q. Aucun projet ne peut avoir de zone de fumeur à moins de 9 mètres de l'enveloppe extérieure.
- r. Un plan de gestion de la qualité de l'air intérieur pendant la construction doit être développé selon les exigences du SMACNA Lignes directrices sur la QAI pour les bâtiments occupés en cours de construction, et soumis à l'entrepreneur général pour approbation et mise en pratique. L'ensemble des sous-traitants doivent adhérer à ce plan en signant une lettre d'engagement.
- s. Il est fortement recommandé d'introduire un surcoût de 5 % sur le béton coulé sur place pour que celui-ci présente une réduction d'énergie intrinsèque de 10 % plus faible que le béton conventionnel spécifié dans le document « Déclaration Environnementale de Produit – DEP l'échelle de l'industrie pour les membres de l'Association béton Québec (ABQ) – Béton prêt à l'emploi » publié en juillet 2022.

Pour les projets de 500 m² et plus, l'obtention de la certification LEED-NC version à jour est obligatoire.

Pour les nouvelles constructions, le niveau de performance à atteindre est Or.

Pour les rénovations, le niveau de performance à atteindre est Argent.

Pour ce faire, l'équipe de conception doit se familiariser avec la liste des préalables obligatoires et crédits applicables dans sa version active au moment de l'inscription au CBDCA.

Les crédits à privilégier en fonction des priorités municipales (colonne verte), ainsi que les crédits proscrits ou non souhaités (colonne rouge) sont présentés dans le tableau 1.2 Crédits LEED prioritaires.

En fonction du contexte des autres projets ne visant pas de certification, l'atteinte des exigences obligatoires mentionnées à l'article Exigences obligatoires en développement durable doit être documentée et soumise au gestionnaire de projet pour vérification.

Au démarrage du projet, l'équipe de conception doit finaliser le choix des crédits pour assurer un dépassement de quatre (4) points minimum du seuil à atteindre. Ce choix doit être validé par le gestionnaire de projet. La conception doit par la suite être réalisée selon les exigences des crédits sélectionnés.

1.3.9 Crédits LEED prioritaires

Tableau - Crédits LEED prioritaires

LEED-NC C+CB version à jour					
Crédits	Options privilégiées	Oui	Possible	Non	Priorité Régionale
Processus intégratif	<i>Exigences obligatoires - voir article 1.3.8</i>	1			
Emplacement et transport					
Emplacement dans un aménagement de quartier LEED	Emplacement dans un aménagement de quartier LEED-ND		(16)		
Protection des terres sensibles	Protection des terres sensibles Option 1 OU Option 2		1		
Site hautement prioritaire	Option 1 - Site de haute priorité - Communauté économiquement défavorisée - Assainissement des sites contaminés Option 2 - Développement équitable - Équité et bénéfices pour la communauté - Logement abordable dans les projets résidentiels ou à usage mixte		2		X
Densité environnante et utilisation diversifiée	Option 1 Densité environnante Option 2 Utilisations diverses		5		
Accès aux transports en commun de qualité	En fonction du contexte urbain		5		
Installations pour bicyclettes	<i>Exigences obligatoires - voir article 1.3.8</i>	1			
Réduction de la superficie au sol du terrain de stationnement	Option 1 - Pas de stationnement ou réduction du nombre de places de stationnement Option 2 – Auto partage Option 3 – Pas de stationnement gratuit ou subventionné aux employés	1			
Véhicules électriques	Option 1 – fournir bornes de recharges pour véhicules électriques de niveau 2 minimum Option 2 - Infrastructure prête pour les véhicules électriques		1		
Aménagement écologique des sites					
Prévention de la pollution par les activités de construction Obligatoire	<i>Exigences obligatoires - voir article 1.3.8</i>	0			
Évaluation du site	Évaluer les conditions du site avant la conception.		1		

LEED-NC C+CB version à jour					
Crédits	Options privilégiées	Oui	Possible	Non	Priorité Régionale
Protéger ou restaurer l'habitat	Option 1. Restauration sur place		2	51	
Espace ouvert	Superficie supérieure ou égale à 30 % de la superficie totale du terrain (y compris la superficie au sol du bâtiment). Au moins 25 % de ces espaces extérieurs doit être végétalisé.		1		
Gestion des eaux pluviales	<i>Exigences obligatoires - voir article 1.3.8</i>	1	2		
Réduction des îlots de chaleur	Option 1. Toitures et éléments autres Option 2. Stationnement couvert	2			
Réduction de la pollution lumineuse	Flux supérieur Option 1 - Méthode de l'indice BUG Option 2 - Méthode de calcul Intrusion de lumière Option 1 - Méthode de l'indice BUG Option 2 - Méthode de calcul	1			
Gestion efficace de l'eau					
Réduction de la consommation d'eau extérieure Obligatoire	Réduire de 30% la consommation d'eau potable à l'extérieur. <i>Exigences obligatoires - voir article 1.3.8</i>	0			
Réduction de la consommation d'eau extérieure	<i>Exigences obligatoires - voir article 1.3.8</i>	2			
Réduction de la consommation d'eau à l'intérieur Obligatoire	Réduire de 20% la consommation d'eau potable à l'intérieur. <i>Exigences obligatoires - voir article 1.3.8</i>	0			
Réduction de la consommation d'eau à l'intérieur	Réduire davantage la consommation d'eau des appareils et des accessoires par rapport au niveau de référence calculé.	2	4		X
Consommation d'eau des tours de refroidissement	Réduire la consommation d'eau potable et maximiser les cycles en respectant les concentrations limite.			2	
Comptage de l'eau	Ajout des deux sous compteurs		1		
Énergie et atmosphère					
Mise en service et vérification fondamentales Obligatoire	<i>Exigences obligatoires - voir article 1.3.8</i>	0			
Performance énergétique minimale Obligatoire	Option 1. Simulation énergétique de l'ensemble du bâtiment	0			
Comptage de l'énergie à l'échelle du bâtiment Obligatoire		0			

LEED-NC C+CB version à jour					
Crédits	Options privilégiées	Oui	Possible	Non	Priorité Régionale
Gestion fondamentale des frigorigènes Obligatoire	Ne pas utiliser de chlorofluorocarbures (CFC) ou d'hydrochlorofluorocarbures (HCFC).	0			
Mise en service et vérification	Option 1. Mise en service améliorée des systèmes Méthode 1. Mise en service améliorée Méthode 2. Mise en service améliorée et fondée sur la surveillance Option 2. Mise en service de l'enveloppe <i>Exigences obligatoires - voir article 1.3.8</i>	4 + 2			
Performance énergétique	Option 1. Simulation énergétique de l'ensemble du bâtiment Calculer l'Indice de coût de la performance (ICP), et le pourcentage d'amélioration à l'aide des paramètres de coût et d'émissions de gaz à effet de serre (GES). <i>Exigences obligatoires - voir article 1.3.8</i>	6 + 9	3		
Mesure de l'énergie avancée	Installer des compteurs d'énergie avancés pour les éléments suivants : chaque source d'énergie utilisée par le bâtiment; et toutes les utilisations finales de l'énergie qui représentent 10 % ou plus de la consommation annuelle totale du bâtiment.	1			
Intervention en fonction de la demande	Considérer la participation au programme de délestage d'Hydro-Québec.		2		
Production d'énergie renouvelable	Aucune production d'énergie n'est permise sur le site, ni achat de crédit carbone ou certificat d'électricité verte.			5	
Gestion améliorée des frigorigènes	Option 1 Aucun frigorigène ou frigorigènes écologiques OU Option 2 Calcul de l'impact des frigorigènes	1			
Matériaux et ressources					
Collecte et entreposage des matériaux recyclables Obligatoire	Prévoir des espaces réservés aux camions de collecte et aux occupants du bâtiment pour la collecte et l'entreposage des matières recyclables pour l'ensemble du bâtiment.	0			
Réduction des impacts du cycle de vie du bâtiment	Option 1 - Réutilisation des bâtiments et des matériaux Option 2 - Évaluation du cycle de vie de l'ensemble de bâtiment		5		X
Déclarations environnementales de produits	Option 1 - Déclaration environnementale de produits (DEP) OU Option 2 Optimisation du carbone intrinsèque/de l'ACV		2		

LEED-NC C+CB version à jour					
Crédits	Options privilégiées	Oui	Possible	Non	Priorité Régionale
L'approvisionnement en matières premières	Approvisionnement responsable en matières premières		2		
Ingrédients des matériaux	Option 1 - Rapport sur les ingrédients des matériaux Option 2 - Optimisation des ingrédients		2		
Gestion des déchets de construction et de démolition	Option 1 - Détournement : au moins 50 % des déchets Option 2 - Générer moins de 50 kg/m ² de déchets pour toutes les nouvelles activités de construction.	1	1		
Qualité des environnements					
Performance minimale en matière de qualité de l'air intérieur Obligatoire	Répondre aux exigences de ASHRAE Standard 62.1	0			
Contrôle de la fumée de tabac ambiante Obligatoire	Option 1. Interdiction de fumer <i>Exigences obligatoires - voir article 1.3.8</i>	0			
Stratégies d'amélioration de la qualité de l'air intérieur	Trois stratégies d'amélioration de la qualité de l'air intérieur Trois autres stratégies d'amélioration de la qualité de l'air intérieur	1	1		
Matériaux à faibles émissions	Respecter les exigences de quatre catégories de produit	3			
Plan de gestion de la qualité de l'air intérieur pour la construction	Élaborer et mettre en œuvre un programme de gestion de la qualité de l'air intérieur (QAI) pour la phase de construction et la phase préalable à l'occupation du bâtiment.	1			
Évaluation de la qualité de l'air intérieur	Option 1 - Purge, avant ou pendant l'occupation Option 2 - Analyse de l'air		2		
Confort thermique	Concevoir les systèmes de chauffage, de ventilation et de climatisation (CVCA) et l'enveloppe selon ASHRAE 55	1			
Éclairage intérieur	Respecter 1 stratégie OU Respecter 3 stratégies		2		
Lumière naturelle	Option 1 Simulation : Autonomie en lumière naturelle et exposition solaire annuelle Option 2 Simulation : Calculs de l'éclairement Option 3 Mesures		3		
Vues de qualité	Offrir une vue sur l'environnement extérieur naturel ou urbain sur 75 % de la surface de plancher régulièrement occupée.		1		

LEED-NC C+CB version à jour					
Crédits	Options privilégiées	Oui	Possible	Non	Priorité Régionale
Performance acoustique	Atteindre des niveaux de bruit de fond maximaux pour; Bruit de fond des appareils de CVCA Transmission acoustique		1		
Innovation					
Innovation	À définir par les professionnels Innovation (1-3 points) Pilote (1-3 points) Performance exemplaire (1-2 points)		5		
Professionnel agréé LEED spécialisé	PA-LEED C+CB à jour.	1			
Priorité régionale					
Priorité régionale : Performance énergétique	Obtenir 10 points et plus pour le crédit performance énergétique.	1			
Priorité régionale : Réduire les îlots de chaleur	Obtenir 2 points et plus pour Aménagement du site visant à réduire les îlots de chaleur	1			
Priorité régionale :	À définir par les professionnels		1		
Priorité régionale :	À définir par les professionnels		1		
Total	Points privilégiés (vert) et potentiels (jaune)	44	59	7	
Certifié : 40 à 49; Argent : 50 à 59 points; Or : 60 à 79; Platine 80 à 110					

1.4 Intégration

« Le patrimoine est l'une des dimensions identitaires essentielles d'une collectivité; il témoigne de son histoire, de ses façons de vivre et de ses savoir-faire. La conservation et la mise en valeur des bâtiments ou autres éléments qui composent le patrimoine assurent le maintien et la transmission de cette identité tout en constituant l'assise des formes contemporaines qu'elle prendra. L'expérience démontre que la perpétuation des valeurs par la conservation et la mise en valeur des composantes qui en témoignent, confère une plus-value aux lieux d'intérêt patrimonial. Les interventions contemporaines ainsi fondées sont plus susceptibles de s'inscrire de façon authentique dans l'affirmation de l'identité culturelle montréalaise. Tout en s'arrimant au passé des lieux, elles en poursuivent l'évolution. » (Extrait de [L'évaluation de l'intérêt patrimonial d'un lieu. Guide pour la formulation d'un énoncé de l'intérêt patrimonial. Notions, principes et boîte à outils.](#) (Janvier 2019))

Dans les cas d'intégration, les valeurs patrimoniales sont de tous ordres : paysagères, culturelles, symboliques, d'usages, archéologiques, historiques, et toutes devraient inspirer une conception contemporaine enrichissant le projet. Dans le cas où un énoncé patrimonial a été publié, ces valeurs sont affirmées, décrites et ordonnancées.

Sur les ouvrages historiques, il importe de réaliser toutes les études scientifiques, archéologiques et culturelles requises pour pouvoir proposer des principes de restauration qui conservent les assemblages existants tout en les adaptant aux nouvelles conditions. Pour ce faire, il faut :

- concevoir toute nouvelle intervention en s'inspirant des valeurs patrimoniales de l'immeuble existant et en les respectant, et s'appuyer sur la reconnaissance de ce qui fait l'intérêt patrimonial du lieu pour assurer la pertinence et la cohérence des gestes posés;
- s'insérer de façon cohérente, sobre et harmonieuse au bâti historique du quartier. Éviter le pastiche des éléments anciens dans les parties neuves. Assurer la distinction des interventions contemporaines par rapport au bâti existant;
- affecter le lieu à une utilisation (un ou plusieurs usages) qui soit compatible et respectueuse de ses caractéristiques patrimoniales;
- s'inspirer du paysage urbain dans l'implantation d'éventuels agrandissements ou parties neuves;
- répondre aux besoins en tenant compte de l'existant : considérer l'adéquation entre le service offert par le bâtiment/le projet/le programme et le besoin local réel;
- limiter au maximum les démolitions (ou déconstructions) de bâtiments ou de parties de bâtiments et aménagements paysagers;
- intégrer les nouveaux systèmes électromécaniques dans un ouvrage existant de façon réfléchie et non destructrice.

1.4.1 Appropriation et mieux-être

La réussite du projet est proportionnelle à l'appropriation avérée de la communauté dans le temps. L'appropriation et le bien-être vécus par les usagers doivent être satisfaits selon les quatre axes suivants :

- dimension sociale;
- fonctionnalité;
- clarté spatiale;
- design universel et actif.

1.4.1.1 Dimension sociale

Dès l'entrée dans le bâtiment, l'hospitalité doit être naturelle et l'accueil, manifeste. Il importe de proposer dans le design des façons de briser les barrières physiques et les fractures sociales.

L'arrivée et le parcours dans le bâtiment sont clairs et fluides pour l'ensemble des usagers. L'expression des services et des fonctions du bâtiment se révèle d'elle-même.

La perception de l'architecture sur les sens, y compris le confort thermique et acoustique, est positive et réconfortante. Il faut créer des espaces de rencontre qui incitent aux échanges inter-générationnels et ludiques. Il est essentiel de répondre aux besoins et aux aspirations des communautés et des usagers à qui l'ouvrage est destiné.

1.4.1.2 Fonctionnalité

La conception de l'ouvrage doit lui permettre de remplir sa mission d'une façon qui optimise les ressources matérielles, énergétiques et humaines. L'équipe de conception doit tenir compte du fait que l'ouvrage sur lequel elle intervient fait partie d'un parc immobilier et que sa conception a un impact sur la gestion de l'ensemble.

La Ville ne souhaite pas accueillir des ouvrages engendrant une exploitation coûteuse et complexe. L'entretien et l'exploitation ne doivent pas occasionner l'interruption des activités ni de la programmation.

L'équipe de conception doit prévoir des dégagements suffisants autour des équipements et des systèmes selon les recommandations des fabricants ainsi qu'en fonction de l'espace requis pour leur démontage et leur remplacement à terme. Il faut grouper les équipements et systèmes dans les salles mécaniques et électriques intérieures afin d'en faciliter l'accès au personnel d'entretien.

L'installation des équipements et des systèmes au toit n'est pas recommandée. En revanche, on doit assurer un accès facile aux équipements et composants installés dans l'entre-plafond ou dans les espaces techniques. De même, il faut prévoir un espace dans les locaux techniques pour y ranger et consulter les manuels et plans.

1.4.1.3 Clarté spatiale

Afin d'offrir un sentiment de sécurité, tous les espaces doivent offrir des vues claires et on doit éviter les impasses.

La signalisation révèle de façon naturelle les repères recherchés, que ce soit pour l'orientation spatiale quotidienne dans l'immeuble ou dans une situation d'urgence.

L'orientation dans l'édifice se fait de façon intuitive, peu importe l'âge, la culture ou les limites des usagers. Il en va de même pour la lecture de l'espace et le repérage des principales fonctions. Le repérage des accès aux issues est naturel.

Les abords du bâtiment offrent des liens piétons sécuritaires et directs vers les autres modes de transport.

En lien avec l'aménagement extérieur, l'aménagement de la végétation et des espèces choisies doit favoriser la clarté spatiale et le sentiment de sécurité des piétons. En ce sens, il est recommandé d'éviter la création de zones végétales où il est facile pour une personne de se dissimuler.

Le chapitre 8 – Mesures d'urgence, sûreté et sécurité offre un encadrement général visant à guider les équipes de conception dans l'établissement d'une stratégie de protection en matière de sûreté et sécurité ainsi que des mesures nécessaires à la protection des personnes et des bâtiments municipaux.

1.4.1.4 Design universel et actif

Un projet de construction ou de rénovation doit être conçu avec des objectifs d'inclusion.

Le bâtiment doit promouvoir une vie saine et active et l'on doit s'assurer que les équipements et les services qui y sont offerts puissent être utilisés par toutes et tous sans nécessiter ni adaptation ni conception spéciale.

Annexe 1.1

1.1 Définitions

Aléa climatique : Dans le cas de l'agglomération de Montréal, les aléas climatiques les plus probables sont : 1) augmentation des températures moyennes; 2) pluies abondantes; 3) vagues de chaleur; 4) tempêtes destructrices; 5) sécheresse; 6) crues causant des inondations.

Bâtiment durable : Bâtiment dont la conception, la réalisation et l'utilisation visent à satisfaire aux principes de respect à long terme des enjeux environnementaux, sociaux et économiques.

Bâtiment zéro carbone opérationnel : Bâtiment sobre en demande énergétique, approvisionné par des sources d'énergie renouvelable produite sur site ou hors site et dont le bilan annuel des émissions directes et à énergie indirecte de gaz carbonique (CO₂) est nul ou négatif.

Carboneutralité : Atteinte du point nul des émissions de GES en les réduisant, puis en compensant celles qui sont émises dans l'atmosphère.

Empreinte écologique : Mesure équivalant à la superficie des terres productives et des eaux nécessaires pour répondre aux besoins liés à la consommation humaine.

Énergies renouvelables : Sources d'énergie dont le renouvellement naturel est assez rapide pour qu'elles puissent être considérées comme inépuisables. Elles proviennent de phénomènes naturels et comprennent le transport de l'eau, le vent, la biomasse, l'énergie solaire, l'énergie géothermique et l'énergie des océans. Leur caractère renouvelable dépend, d'une part, de la vitesse à laquelle la source est consommée, et d'autre part de la vitesse à laquelle elle se régénère.

Gaz à effet de serre (GES) : Les GES incluent le dioxyde de carbone (CO₂), le méthane (CH₄), l'oxyde nitreux (N₂O), les hydrofluorocarbones (HFC), les hydrocarbures perfluorés (PFC) et l'hexafluorure de soufre (SF₆).

Intérêt patrimonial : Importance ou signification d'un lieu basée sur les valeurs que lui attribue à un moment défini une population, une génération ou un groupe donné. L'énoncé de l'intérêt patrimonial en fait la synthèse.

Matières résiduelles : Tout résidu de production, de transformation ou d'utilisation, toute substance, matériau ou produit ou, plus généralement, tout bien meuble abandonné ou que la personne qui le possède destine à l'abandon.

Mobilité durable : Approche de la mobilité axée sur la mise en œuvre de politiques d'aménagement et de gestion du territoire destinées à satisfaire les besoins de libre déplacement des membres d'une société, dans une perspective de [développement durable](#).

Transition écologique : La transition écologique propose un nouveau modèle économique et social qui respecte les limites des écosystèmes et qui réduit les émissions de GES. Pour la Ville de Montréal, la transition écologique passe d’abord par l’adaptation aux changements climatiques et la transformation radicale de notre façon de produire et de consommer des biens ainsi que de l’énergie, la protection de la biodiversité et le renforcement de la résilience de nos écosystèmes, et de notre communauté. Le tout doit être fait en s’assurant qu’aucun Montréalais et aucune Montréalaise ne soit laissé pour compte.

Résilience urbaine : Aptitude d’un système, d’une collectivité ou d’une société potentiellement exposée à des aléas à s’y adapter, en résistant ou en changeant, en vue d’établir et de maintenir des structures et un niveau de fonctionnement acceptables.



Chapitre 2

Aménagement du site

Chapitre 2

2. Aménagement du site.....	34
2.1 Principes directeurs, objectifs de conception et indicateurs de performance.....	36
2.2 Exigences obligatoires et crédits LEED prioritaires.....	37
2.2.1 Organiser l'espace selon l'implantation des composantes.....	37
2.2.2 Améliorer la résilience.....	39
2.2.2.1 Optimiser la gestion de l'eau.....	40
2.2.2.2 Améliorer le bien-être.....	42
2.2.2.3 Créer des îlots de fraîcheur.....	43
2.2.2.4 Augmenter la biodiversité.....	44
2.2.2.5 Considérer la nordicité.....	45
2.2.2.6 Assurer l'accessibilité universelle.....	46
2.2.3 Gérer les matériaux et les sols et favoriser les matières recyclées.....	48
2.2.4 Assurer l'exploitation et l'entretien du site.....	51
2.3 Intrants de conception.....	53
2.3.1 Plans de l'existant et de démolition.....	55
2.3.2 Plans de localisation des infrastructures.....	56
2.4 Services publics.....	57
2.4.1 Système d'alimentation d'eau domestique.....	57
2.4.2 Système d'alimentation pour protection incendie.....	59
2.4.3 Système d'égouts pluvial et sanitaire.....	61
2.4.4 Autres services publics.....	63
2.4.5 Services d'urgence.....	64
2.4.6 Nivellement de terrain.....	64
2.4.7 Mobilité durable.....	65
2.4.8 Chaussée.....	67
2.4.9 Marquage.....	69
2.4.10 Bordures, trottoirs et pavés.....	70
2.4.11 Rampes, escaliers et entrées.....	72
2.4.12 Ouvrages de pierre, maçonnerie et œuvres d'art.....	75
2.5 Équipements.....	76
2.5.1 Mobilier urbain.....	76
2.5.2 Clôtures et bollards.....	77
2.6 Ouvrages de gestion des eaux pluviales.....	79
2.6.1 Réglementation applicable.....	79

2.6.2	Stratégie de gestion du ruissellement	82
2.6.2.1	Réduction du volume pour les faibles pluies	83
2.6.2.2	Réduction du débit de pointe pour les pluies de récurrence de 25 ans	84
2.6.2.3	Résilience aux pluies de récurrence supérieure à 25 ans	85
2.6.3	Essais spécifiques de mise en service	87
2.7	Plantation	87
2.7.1	Stratégie végétale	88
2.7.2	Phytotechnologie et infrastructures vertes	90
2.7.3	Fosse de plantation et terreau	95
2.7.3.1	Arbre	97
2.7.4	Gazonnement	100
2.7.5	Ensemencement	101
2.7.6	Système d'irrigation	102
2.7.7	Entretien des plantations	103
Annexe 2.1	– Techniques de rétention	105
Annexe 2.2	– Protection des entrées - Exemple de cuvette	106

2. Aménagement du site

L'aménagement de site doit faire partie intégrante du projet, car c'est ce dernier qui caractérise la définition de l'espace, qui jumelle l'effet de profondeur, de perspective et de confort, qui verdit et agrmente le site. L'aménagement de site est le vecteur de communication entre l'espace public et le bâtiment : il crée la première perception des personnes qui y circulent ou le fréquentent lorsqu'il s'arrime avec l'aménagement global du quartier, tout en se démarquant à toute période de l'année.

Pour le volet génie civil, l'aménagement de site considère toute composante située à l'extérieur de 1 mètre d'un bâtiment. Pour l'architecture de paysage, l'aménagement de site se rend jusqu'au bâtiment. De façon sommaire, cela inclut les systèmes d'alimentation du bâtiment (égouts, aqueduc, autres utilités publiques), l'occupation du terrain (accès, stationnement, espaces verts et plantés) ainsi que le mobilier urbain.

Une description sommaire des responsabilités liées à l'aménagement de site est présentée ci-dessous :

- Infrastructures souterraines
 - concevoir les réseaux d'égouts pluviaux, sanitaires et d'aqueduc, etc.;
 - intégrer la coordination des besoins pour les installations électriques et souterraines (canalisation pour les raccordements électriques : éclairage, bases et canalisation pour génératrice et transformateurs);
 - effectuer les demandes de certificat en vertu de l'article 22 de la *Loi sur la qualité de l'environnement*.
- Infrastructures de surface
 - concevoir la chaussée, les trottoirs, la fondation et le nivellement de terrain.
- Gestion des sols
 - suivre les recommandations des études de caractérisation des sols et des études géotechniques applicables;
 - établir les volumes de sol et le niveau de la dalle du bâtiment;
 - s'assurer que le bâtiment soit implanté sur un point suffisamment élevé du site pour éviter qu'il ne soit inondé en cas d'accumulation d'eau.
- Gestion durable des eaux pluviales
 - concevoir des ouvrages de gestion des eaux pluviales.

- Paysagement
 - Programmation des usages extérieurs
 - procéder à une lecture sensible et systématique du lieu (biophysique et anthropique);
 - définir les usages et les objectifs avec la Ville et, s'il y a lieu, avec le comité citoyen;
 - délimiter l'espace des usages et des activités, incluant les corridors de déambulation, les lieux de rassemblement et de socialisation, les seuils d'entrée, etc.;
 - aménager des lieux sécuritaires, inclusifs et accessibles;
 - sélectionner des revêtements de sol sécuritaires et résistants au vandalisme;
 - préparer les livrables requis selon le projet :
 - préparer les concepts et le plan d'aménagement;
 - préparer des simulations 3D et des documents de présentation;
 - participer aux séances de consultation ou d'information publiques.
 - Planification des plantations
 - assurer l'intégration adéquate des espèces existantes et proposées selon les caractéristiques du site et de l'espace environnant;
 - aménager une végétation en respect de l'architecture et facilitant l'entretien du bâtiment (dégagement du bâtiment);
 - prévoir des plantations en fonction des stratégies de gestion de l'eau et des ouvrages de gestion des eaux pluviales (végétaux résistants à l'accumulation d'eau temporaire ou permanente);
 - prévoir des plantations selon l'entretien possible par les équipes d'entretien.
- Architecture
 - Implantation du bâtiment
 - respecter la réglementation en vigueur;
 - optimiser la configuration du site afin de répondre aux besoins des usages définis;
 - assurer une cohérence entre le bâtiment et les caractéristiques du site dans lequel il s'implante.
- Mobilier et équipements
 - Implantation et configuration du site
 - délimiter les zones de stationnement et les débarcadères;

- s’assurer que le nivellement du site assure l’écoulement des surfaces imperméables vers des surfaces perméables : débranchement du toit (sauf exception), emplacement du verdissement réparti uniformément sur le site.
- Définition du mobilier urbain;
- Définition des composantes de démolition.

Le tableau ci-dessous indique les responsabilités du présent chapitre qui incombent à chaque discipline :

Tableau 2.1 - Responsabilités selon les disciplines

Responsabilité	Discipline
Utilités publiques	Génie civil
Nivellement de terrain	Génie civil/Architecture de paysage
Mobilité durable	Génie civil/Architecture de paysage
Chaussée	Génie civil
Marquage	Génie civil
Bordure, trottoir et pavé	Génie civil/Architecture de paysage
Rampe, escalier et entrée	Génie civil/Architecture de paysage
Ouvrage de pierre, maçonnerie et œuvre d’art	Architecture de paysage
Équipements et mobilier	Architecture de paysage
Ouvrages de gestion des eaux pluviales	Génie civil
Plantation	Architecture de paysage
Phytotechnologie et infrastructures vertes	Génie civil/Architecture de paysage

Une section est dédiée aux ouvrages de gestion des eaux pluviales, une composante incontournable dans la conception de l’aménagement de site.

2.1 Principes directeurs, objectifs de conception et indicateurs de performance

L’équipe de conception doit intégrer des principes directeurs afin d’exprimer l’exemplarité de l’aménagement du site désiré pour un projet de la Ville. Ces principes directeurs sont dictés par une vision principale de résilience du site, d’adaptabilité aux conditions climatiques et du mieux-être des personnes.

Les principes directeurs sont principalement définis selon l'engagement de la Ville envers la transition écologique.

Les objectifs de conception doivent être atteints et les objectifs de bonification doivent être considérés en fonction des avantages qu'ils procurent ou de l'impossibilité de leur mise en place dans le cadre du projet.

La Ville a établi un système de documents normalisés destiné à toutes les unités administratives, comprenant les DTNI et les DTNP. Les DTNP sont en cours d'élaboration et certains devis techniques doivent être utilisés dans leur version la plus récente, en attendant la publication des DTNP. Ce chapitre vise à enrichir et souligner certains points clés. Toutefois, les spécifications techniques des DTNI et DTNP doivent être respectées en priorité et prévalent sur les aspects techniques de ce chapitre.

2.2 Exigences obligatoires et crédits LEED prioritaires

En accord avec l'orientation stratégique d'accélérer la transition écologique et en concordance avec la Politique de transition écologique et de développement durable des immeubles municipaux de la Ville de Montréal, l'équipe de conception doit se familiariser avec la liste des exigences obligatoires en développement durable (Chapitre 1 - 1.3.8) et celle des crédits LEED prioritaires (Chapitre 1 - 1.3.9) disponibles au chapitre 1 – Exigences générales.

Ces listes indiquent les actions obligatoires et les crédits LEED à privilégier en fonction des priorités municipales, ainsi que les crédits proscrits ou non souhaités.

La liste des exigences obligatoires en développement durable décrit les performances à mettre en place au moment du démarrage du projet. Ces objectifs doivent être accomplis par l'équipe lauréate pour tous les projets de construction et rénovations, peu importe leurs superficies.

Les crédits LEED prioritaires s'appliquent à tous les projets de 500 m² et plus pour lesquels une certification LEED à jour est exigée. Dans le cas d'un projet inférieur à 500 m², l'équipe lauréate doit quand même mettre en place, exécuter et documenter le plus de crédits LEED prioritaires possible. La documentation pour ces projets de 500 m² et moins est soumise au gestionnaire de projet.

2.2.1 Organiser l'espace selon l'implantation des composantes

L'organisation vise à maximiser l'espace disponible sur le site à partir du programme d'intervention et selon la fonction du lieu de chaque secteur concerné. Qu'il s'agisse d'un usage fonctionnel (déambulation, espace pour vélos, seuil d'entrée, etc.), d'un espace de rassemblement ou de socialisation, de contemplation ou de repos, chaque secteur à définir comporte son utilité propre. L'organisation de l'espace sur le site doit intégrer l'ensemble des éléments compris dans la présente section.

Les crédits LEED associés à ce principe directeur sont les suivants :

- AÉS – Évaluation du site
 - Étudier les conditions du site avant la conception pour évaluer les options les plus durables et en tenir compte dans la prise de décision concernant l'aménagement du site.
- AÉS – Aménagement des sites - protéger ou restaurer les habitats
 - Préserver et protéger de toute activité de développement et de construction 40 % du secteur inexploité du site et réduire la superficie au sol du terrain de stationnement.

Il importe de prendre en considération les éléments suivants permettant de bonifier les ouvrages :

- Critères généraux d'aménagement
 - Évaluer le potentiel faunique et floristique du site et envisager la conservation d'espaces naturels et l'utilisation de la flore existante dans l'aménagement du site.
 - Analyser les options de positionnement du bâtiment en fonction des dimensions du site, des bâtiments et des rues avoisinantes. Élaborer différents scénarios visant à déterminer celui qui permet de maximiser le site selon son usage.
 - Assurer l'accessibilité universelle pour l'ensemble du site.
 - Créer des conditions optimales pour l'usage passif et actif du soleil sur le bâtiment (orientation du bâtiment à déterminer en coordination avec l'architecte).
 - Créer des espaces multifonctionnels et consacrés aux rencontres, comme des aires de détente, lesquelles peuvent être inondées à l'occasion de pluies exceptionnelles (25 ans) ou hors conception (supérieures à 25 ans).
 - Situer les points bas du site hors des zones sensibles à une inondation de pluie hors conception.
 - Positionner les arbres et les plantations à des endroits stratégiques, soit pour camoufler des installations de moins grand intérêt ou, à l'inverse, créer des points d'attrait visuels.
 - Créer des jeux visuels de profondeur dans les aménagements à partir de points visuels stratégiques pour mettre en valeur l'espace et briser la monotonie.
 - Assurer l'accès des services d'urgence et prévoir une aire de rassemblement sur le site ou dans un lieu adjacent.
 - Considérer l'accessibilité aux bâtiments pour les livraisons et les collectes des déchets et du recyclage.
 - Favoriser le positionnement de sentiers piétons à l'ombre et accroître le sentiment de sécurité.

- Préparer des simulations 3D (lorsque requis) ou au minimum des perspectives visant à démontrer l'atteinte des objectifs mentionnés ci-dessus.
- Stationnement
 - Minimiser la surface de chaussée en réduisant le nombre de cases de stationnement et en optimisant les allées de circulation. Une évaluation selon l'usage du site doit être réalisée, tout en considérant la fréquence d'utilisation de l'espace. Des matériaux de chaussée tels que les pavés alvéolés peuvent être préconisés pour les espaces à faible utilisation ou plus loin de l'entrée du bâtiment, là où moins de véhicules seront portés à se stationner.
 - Respecter les exigences de l'arrondissement quant au nombre minimum et maximum de cases de stationnement.
 - Inclure des cases de stationnement pour la mobilité réduite et les véhicules électriques (se référer au Chapitre 7 – Électricité du bâtiment et au *Guide en matière d'accessibilité universelle pour les nouveaux bâtiments et pour l'agrandissement, la rénovation et l'entretien de bâtiments municipaux existants*).
 - Favoriser la localisation des stationnements à l'arrière des bâtiments mettant ainsi en valeur l'espace global et piétonnier plutôt que celui dédié aux voitures.
 - Minimiser les conflits entre les différents modes de circulation (piétons, cyclistes, automobiles, véhicules de livraison de marchandises, etc.) et s'assurer que les trajectoires offrent peu de croisement pouvant compromettre la sécurité des personnes (couloirs de circulation et protection des usagers).
 - Privilégier la plantation d'arbres à grand déploiement.
- Affichage et panneaux
 - Assurer une identification adéquate et une signalisation appropriée des traverses piétonnes :
 - se référer au *Guide des normes signalétiques – Identification et affichage des immeubles de la Ville*.

2.2.2 Améliorer la résilience

Dans le cadre de l'aménagement d'un site, la résilience vise principalement à l'adaptation du site aux changements climatiques.

Il faut mettre en place des mesures d'atténuation des impacts des conditions météorologiques. Pour ce faire, il faut identifier les éléments de l'aménagement de site susceptibles d'être vulnérables aux aléas climatiques futurs :

- Considérer les extrêmes, autant le froid et les pluies hivernales que les canicules, dans le choix des végétaux et des arbres pour assurer une résistance à des conditions extrêmes (résistance à la sécheresse et considération des durées d'exposition au soleil).

- Tenir compte des cycles de gel-dégel plus fréquents et des impacts négatifs du mouvement du sol sur les fondations des infrastructures.
- Considérer l'augmentation des épisodes de pluie en période hivernale et assurer un nivellement adéquat pour diminuer les impacts de la formation de glace sur les trottoirs et la chaussée.
- Considérer l'augmentation des pluies d'intensité élevée (grande quantité de pluie sur une courte période) et assurer la gestion adéquate de l'eau pluviale sur le site. Tenir compte du ruissellement d'une grande quantité d'eau sur les installations et assurer un nivellement permettant une inondation partielle du site sans dommages importants. Minimiser les surfaces imperméabilisées ou favoriser un écoulement des surfaces imperméables vers des surfaces perméables.
- En résumé, il importe de considérer tous les types de pluie suivants et les méthodes de résilience pour diminuer leurs impacts :
 - pluies fréquentes entraînant des surverses d'égout. Méthode : infrastructures vertes;
 - pluies exceptionnelles (25 ans). Méthode : ouvrage de rétention;
 - pluies hors conception (supérieure à 25 ans). Méthode : inondabilité du site sans entraîner de dommages irréversibles;
 - pluies hivernales.
- Considérer la récurrence des canicules. Concevoir un plan de canopée, comprenant les arbres existants et proposés sur le site, pour maximiser les zones d'ombre au-dessus des surfaces minérales au sol et sur le bâtiment et ainsi limiter les îlots de chaleur.
- Considérer les orientations des vents estivaux et hivernaux pour positionner les ouvrages, tout en tenant compte de l'augmentation de la fréquence des vents violents.

Pour chacun des aléas climatiques cités ci-dessus, l'équipe de conception doit déterminer les effets négatifs potentiels sur l'aménagement de site et ses composantes et mettre en place des mesures d'atténuation et d'adaptation. Ces mesures sont mises en place dans le cadre de l'adaptation aux changements climatiques et sont en adéquation avec les orientations du *Plan stratégique Montréal 2030* et du *Plan climat 2020-2030 de la Ville*. Les sections qui suivent précisent les composantes spécifiques à inclure dans la conception de l'aménagement de site.

2.2.2.1 Optimiser la gestion de l'eau

Les perturbations attribuables aux constructions humaines, notamment l'imperméabilisation de secteurs vierges, menacent les ressources en eau, autant potable que non potable. C'est pourquoi la construction d'un site doit être réfléchie en tenant compte des perturbations sur la consommation d'eau comme sur le comportement hydraulique de l'eau en cadre bâti. Cette ressource est précieuse et doit être jalousement préservée.

Eau potable

Les bâtiments du parc immobilier de la Ville sont alimentés par le réseau d'aqueduc municipal. La pression générée sur le réseau par la consommation d'un bâtiment est significative et des compteurs sont exigés par la Ville à l'entrée d'eau du bâtiment. La consommation d'eau potable a aussi des impacts directs sur l'exploitation des usines de filtration. La Ville a donc intégré dans sa politique de gestion des actifs l'objectif de diminuer la quantité d'eau consommée au cours des années à venir.

Il est capital de chercher à optimiser l'utilisation de l'eau et d'en limiter sa consommation aux besoins réels. Un système d'irrigation utilisant l'eau potable est à proscrire, car il existe d'autres solutions, telles que l'utilisation des eaux pluviales et le recours à des végétaux qui ne nécessitent pas d'irrigation.

Eau pluviale

L'imperméabilisation des surfaces est la première cause affectant le comportement de l'eau pluviale. Quant aux changements climatiques, ils viennent accentuer les effets de l'eau de ruissellement dans un contexte d'augmentation de la fréquence des pluies courtes et intenses. La combinaison de l'imperméabilisation et des effets des changements climatiques engendre alors l'augmentation du risque d'inondation, et ce particulièrement en milieu urbain. Il est à noter que les inondations du cadre bâti représentent la catastrophe naturelle la plus coûteuse au Canada.

Il est nécessaire de concevoir des projets minimisant les quantités d'eau pluviale se déversant dans le réseau municipal, en favorisant l'infiltration, l'évapotranspiration et la réutilisation. Ceci peut se faire notamment en appliquant les principes suivants :

- Favoriser l'écoulement des surfaces imperméables vers des surfaces perméables, sur de courtes distances, permettant la gestion d'un volume appréciable, et ce, pour les pluies de faible intensité (la majorité).
- Encourager la mise en place d'ouvrages multifonctionnels de gestion des eaux pluviales en surface permettant d'emmagasiner temporairement l'eau de pluie sur le site et de protéger ainsi le réseau municipal d'une surcharge.
- Privilégier les volumes disponibles en chaussée afin de pouvoir recevoir, durant les pluies hors conception, des quantités d'eau importantes et une inondation sans dommage majeur.

Selon le principe de réutilisation, l'eau pluviale captée par les toitures peut être mise à profit dans différentes installations internes du bâtiment. Cette approche favorise une diminution de la consommation d'eau potable et fait partie intégrante d'un projet LEED.

Il est possible d'aller plus loin et d'utiliser les eaux pluviales à des fins esthétiques, voire ludiques, par une mise en lumière et une intégration dans l'aménagement du site. Cette approche permet de faire vivre le cycle de l'eau et de démontrer ses bienfaits à la population.

2.2.2.2 Améliorer le bien-être

Pour assurer que l'aménagement de site intègre les interventions liées au bien-être, il importe de prendre en considération les éléments suivants :

- Le maintien d'une relation visuelle avec la rue peut assurer la sécurité des personnes.
- La convivialité de l'espace est assurée par l'intégration d'un mobilier urbain inclusif, attribué aux aires de repos, de socialisation ou de contemplation.
- L'intégration des aspects éducatifs et de sensibilisation sur le site.
- La délimitation d'une zone pour fumeurs, dans le respect des exigences de la *Loi concernant la lutte contre le tabagisme* du gouvernement du Québec.
- Le contact de l'humain avec la nature.
- L'amélioration de la qualité de l'air par la plantation d'arbres.
- Lorsque des sources externes génèrent un potentiel élevé de décibels et de vibrations, la réalisation d'une étude des bruits environnants présents et la mise en place de mesures de réduction appropriées.
- Le choix préférentiel de matériaux inoffensifs dans la composition des rocailles et des aménagements extérieurs.
- L'utilisation de matériaux ayant une résistance accrue au vandalisme.
- Le positionnement des luminaires extérieurs et l'analyse du potentiel d'éblouissement par l'éclairage pour les usagers du bâtiment et des bâtiments avoisinants.

Les crédits LEED associés à ce principe directeur sont les suivants :

- AÉS – Espaces verts
 - espaces verts encourageant l'interaction avec l'environnement, l'interaction sociale, la récréation passive et les activités physiques;
 - objectif de favoriser le bien-être et la productivité;
 - superficie extérieure minimale de 30 % de la superficie totale du terrain, dont au moins 25 % végétalisés (à l'exclusion du gazon).
- QEI – Vues de qualité
 - orientation du bâtiment vers des aménagements extérieurs esthétiques, d'intérêt et mettant en valeur la végétation;
 - maintien de la liaison avec les repères environnementaux (impacts sur la santé).

Bien que le crédit LEED suivant ne soit pas applicable aux bâtiments municipaux, certains concepts peuvent tout de même être utilisés dans la conception :

- AÉS – Lieu de répit
 - fournir des lieux de répit aux personnes fréquentant le bâtiment, lieux qui favorisent l'attrait de l'extérieur et les pauses saines pour maximiser l'efficacité au travail, diminuer l'anxiété et les émotions négatives;
 - favoriser un aménagement végétalisé avec des points visuels d'intérêt;
 - localiser les lieux de répit dans des milieux ombragés et à l'abri des vents dominants;
 - favoriser un espace à l'air libre et offrant une vue dégagée du ciel.

2.2.2.3 Créer des îlots de fraîcheur

Selon les saisons et la course du soleil, l'ombre projetée des immeubles est un facteur s'additionnant à la canopée des arbres pour apporter de la fraîcheur. Il ne faut toutefois pas oublier que, le printemps et l'automne, certaines personnes recherchent davantage le réconfort du soleil. Conséquemment, selon l'analyse de l'orientation de l'immeuble par rapport à la course du soleil, il y a avantage à aménager l'îlot de fraîcheur à la rencontre de deux façades de bâtiment afin de donner la possibilité, selon les saisons, de choisir de se réchauffer au soleil ou bien de s'en prémunir. Dans d'autres cas de figure, il est impossible de miser sur l'ombre projetée de l'immeuble. L'ombre projetée de l'arbre devient alors la source principale de fraîcheur sur le site.

Pour s'assurer de la performance des îlots de fraîcheur, il importe de prendre en considération les éléments suivants :

- Préserver les arbres en bon état et de gros calibre sur le site.
- Augmenter la canopée en favorisant les espèces d'arbres au port étalé, voire pyramidal, et au feuillage opaque (espace ouvert), ou à petit développement, pour les espaces exigus, en combinaison avec un couvert végétal horizontal participant à l'organisation spatiale du site ainsi qu'à la fraîcheur des lieux (arbustes, vivaces, graminées et plantes annuelles).
- Valoriser les surfaces végétales (en remplacement du gazon en plaque), par des végétaux favorisant la biodiversité, ceux-ci contribuant à la rétention de l'eau de ruissellement de surface et à la fraîcheur du site.
- Valoriser les jardins de pluie et les bassins de biorétention.
- Favoriser des matériaux possédant un indice de réflectance solaire (IRS) élevé (surface en béton, pavés de béton de tonalité pâle, surface granulaire stabilisée pâle, etc.).
- Idéalement, réaliser une analyse de site afin de proscrire les enrobés bitumineux aux endroits non couverts par la végétation (à moins de les conjuguer à un revêtement acrylique de couleur pâle). Par exemple, un sentier asphalté sous une grande canopée n'est pas une source d'îlot de chaleur direct.

- Incorporer, selon la fonction du lieu et l'usage anticipé, des jeux d'eau ou des fontaines d'eau. Une analyse gain/coût peut être réalisée afin de statuer sur l'opportunité de réaliser un système de recyclage des eaux pour alimenter une fontaine.

Les crédits LEED associés à ce principe directeur sont les suivants :

- AÉS – Espaces verts
 - espaces verts permettant la réduction de l'effet d'îlot de chaleur et l'inclusion de la canopée;
 - superficie extérieure minimale de 30 % de la superficie totale du terrain, dont au moins 25 % végétalisés (exclusion du gazon).
- AÉS – Gestion des eaux pluviales
 - infrastructures vertes participant à la création d'îlots de fraîcheur.
- AÉS et PR – Réduction des îlots de chaleur
 - préservation de l'ombre générée par la végétation existante ou ajout de nouvelles plantations sur les surfaces à faible réflectance solaire;
 - considération de la canopée des arbres;
 - analyse des superficies et des matériaux utilisés;
 - analyse de l'indice de réflectance solaire (IRS) et de la réflectance solaire (RS);
 - considération des matériaux de pavage utilisés.

2.2.2.4 Augmenter la biodiversité

La biodiversité est « la diversité du vivant », c'est-à-dire l'ensemble des espèces animales ou végétales, ainsi que leur diversité au sein même de chaque espèce. Conséquemment, il faut favoriser la polyculture plutôt que la monoculture.

Pour contribuer à la biodiversité, il importe de mettre en application les bonnes pratiques suivantes :

- Prévoir des arbres résistants aux maladies et insectes ravageurs (ex. : maladie hollandaise de l'orme et agrile du frêne).
- Protéger des secteurs d'intérêt faunique et floristique de toute construction et adapter le choix de végétaux en fonction de ces secteurs :
 - une politique de protection s'applique dans l'éventualité où le site comporte un milieu naturel répertorié. Se référer à la carte des milieux naturels disponible sur le site Internet de la Ville (montreal.ca);

- lorsque des arbres sont déjà présents sur le site à aménager, une étude doit être réalisée pour établir leur état de santé, l'indice de croissance et le patrimoine arboricole. On doit considérer les recommandations de conservation des arbres pour l'implantation, ainsi que les recommandations d'abattage;
- un plan de protection des milieux naturels et des arbres doit être établi;
- respecter les dispositions du *Règlement sur les oiseaux migrants*.
- Favoriser l'utilisation d'espèces indigènes, mais aussi de plantes bien adaptées à notre climat, au milieu d'implantation, aux conditions extrêmes (sécheresse et pluie abondante, associées au vent), donc plus rustiques.
- Favoriser la diversité dans le choix des arbres, arbustes, vivaces et graminées.
- Favoriser les plantes mellifères et aromatiques :
 - elles attirent les abeilles et les papillons, qui contribuent à leur survie, et leur permettent de butiner plus de plantes;
 - les abeilles permettent d'accroître la production de fleurs et d'améliorer ainsi les cycles de l'abondance et de la vie.
- Favoriser les bonnes associations de cultures, dans un principe de permaculture, afin de mieux protéger les végétaux des maladies.

Les crédits LEED associés à ce principe directeur sont les suivants :

- AÉS – Espaces verts
 - objectif de favoriser la création d'habitats et de corridors d'habitats pour la faune.
- AÉS – Protéger ou restaurer les habitats naturels
 - préserver et protéger de toute activité de développement et de construction 40 % du secteur inexploité du site (si le potentiel est présent).

2.2.2.5 Considérer la nordicité

Au Québec, le climat hivernal est un élément prédominant dans les composantes de conception.

Il est important d'en tirer le meilleur parti durant la conception afin de garantir une utilisation maximale du site, et ce, à longueur d'année.

On doit aussi mettre en place des mesures d'atténuation visant à contrer les impacts associés à la nordicité. Pour ce faire, il faut déterminer les composantes de l'aménagement de site susceptibles d'être affectées par la nordicité :

- Concevoir des aménagements extérieurs adéquats ayant pour effet d'améliorer la fréquentation du site en toute saison.

- Évaluer le potentiel d'installation d'équipements (mobilier) permettant de se prémunir contre les conditions météorologiques.
- Évaluer le potentiel d'aménagement récréatif, contemplatif ou de rencontre quatre saisons.
- Évaluer les façades à risque (chute de neige ou de glace) et s'assurer de la protection des usagers à cet égard.
- Évaluer les méthodes de déneigement en considérant le potentiel de gestion sur place et de réutilisation de la neige à des fins récréatives (ex. : création de buttes de neige dédiées à la glissade).
- Évaluer les méthodes de déglçage : sélectionner les matériaux de déglçage en collaboration avec les équipes d'entretien. Préconiser les sables et les criblures de gravier aux matériaux de déglçage dont la concentration en sel est élevée.
- S'assurer que tous les ouvrages soient protégés contre le gel. Il est recommandé d'établir une liste des composantes de l'aménagement en y intégrant les méthodes de mitigation contre les cycles de gel/dégel.
- Valoriser les changements de saison dans le choix des arbres et des végétaux, car il en résulte un bénéfice esthétique s'étalant sur toute l'année. À titre d'exemple, on peut inclure des conifères et maintenir la hauteur des graminées pour leur beauté hivernale avant de procéder à une tonte printanière.

2.2.2.6 Assurer l'accessibilité universelle

Afin d'assurer l'accessibilité universelle sur l'ensemble de ses sites et propriétés, la Ville a pris divers engagements. À cet effet, le SGPI a adopté le *Guide en matière d'accessibilité universelle pour les nouveaux bâtiments et pour l'agrandissement, la rénovation et l'entretien de bâtiments municipaux existants*. Il vient redéfinir le *Guide sur l'accessibilité des bâtiments* de la Régie du bâtiment du Québec (RBQ) en précisant les exigences de la Ville à l'égard de ses installations.

Ce guide constitue un outil de référence pour la planification des aménagements extérieurs, en permettant de conjuguer les critères d'accessibilité universelle aux espaces disponibles, afin de tenir compte des limitations fonctionnelles de tous et toutes. Ce guide doit être appliqué dès la conception ainsi qu'à toutes les étapes décisionnelles du projet. Les mesures mises en place sont alors inclusives, au bénéfice de tous. Des parcours de déambulation, des cheminements sans obstacle et des aménagements adaptés demeurent la base d'une conception intégrant les notions d'accessibilité universelle. L'expression « sans obstacle » englobe autant les obstacles physiques (dénivellation, dégagement des équipements) que les obstacles, ou contraintes, visuels (lisibilité, éblouissement).

Le guide *Critères d'accessibilité universelle : déficiences visuelles – Aménagements extérieurs* de l'Institut Nazareth et Louis-Braille demeure une référence pour l'aménagement de trottoir public, d'intersection de rue, de signalisation sonore, de pistes cyclables et d'espaces vastes.

Pour assurer l'accessibilité universelle du site visé, certains préalables doivent être considérés dans la configuration de l'espace et le choix des matériaux de surface :

- Baliser un parcours direct et court.
- Assurer une entrée accessible universellement.
- Assurer une circulation fluide sur le site afin d'accommoder tous les types de transport.
- Assurer une protection contre les inondations de surface au moyen de pentes positives vers le bâtiment en accord avec les critères d'accessibilité universelle.
- Inclure des paliers pour permettre des pauses en cas d'accès par des dénivelés plus marqués.
- Prévoir des largeurs suffisantes et des dégagements horizontaux et verticaux pour la circulation des personnes et respecter les dégagements et rayons nécessaires pour la giration des appareils roulants.
- Positionner le mobilier, la signalisation, la végétation et les appareils d'éclairage à l'extérieur des couloirs de circulation de façon qu'ils ne constituent pas des obstacles.
- Assurer la sécurité par des aménagements appropriés (surfaces antidérapantes, analyse du parcours de la pluie durant des événements torrentiels, etc.).
- Créer une transition et une distinction entre les fonctions de surfaces contiguës, et ce autant visuellement que tactilement.
- Assurer une cohabitation distincte et sécuritaire des différents modes de déplacement sur le site (piétons, vélos, véhicules, etc.).
- Assurer l'orientation des usagers à l'approche du bâtiment par un parcours bien défini et, au besoin, par une signalisation appropriée.

En complément à l'accessibilité universelle, on retrouve l'analyse différenciée selon les sexes et intersectionnelle (ADS+), un principe encadré par le gouvernement du Québec et appuyé par la Ville (documentation disponible sur le site de la Ville). Cette approche préconise l'adoption de projets à l'intention du public à partir des réalités et des besoins différenciés des femmes et des hommes, afin de tendre à l'égalité. Elle permet aussi d'inclure et de comprendre les populations ciblées, soit par l'âge, l'éducation, le revenu, l'appartenance à une communauté culturelle, le handicap, la région ou la santé. Prendre le temps d'intégrer un tel processus en début de mandat permet de bien encadrer les enjeux potentiels liés à la réalisation d'un projet, de minimiser la discrimination et les obstacles non désirés. Ainsi, ce processus d'acceptation sociale globale favorise l'appropriation du nouvel aménagement par toute la population.

2.2.3 Gérer les matériaux et les sols et favoriser les matières recyclées

Il importe de porter une attention stricte aux impacts environnementaux engendrés durant la phase de construction ou de rénovation d'un immeuble en tenant compte de la durée et des conditions saisonnières.

Avant même de construire, il faut procéder à l'inventaire du site, du cadre bâti, du type de sol, de la faune et de la flore en place. La gestion des sols et des matériaux doit favoriser la réutilisation, le recyclage ou la revalorisation. Les perturbations du milieu doivent être contrôlées et gérées afin d'en minimiser les impacts. À titre d'exemple, le contrôle des poussières (abat-poussières), des sédiments (barrière anti-sédiments) et l'impact sonore des travaux sur l'environnement (période horaire et barrière sonore) doivent être pris en compte.

Dans le secteur de la construction, trop peu de matériaux proposés comportent un pourcentage de matières recyclables. Il faut encourager et stimuler le cycle économique du recyclage dans son entièreté, de la fabrication jusqu'à la disposition.

La réglementation s'y rapportant est la suivante :

- Ministère de l'Environnement, de la Lutte contre les changements climatiques, de la Faune et des Parcs (MELCCFP)
 - *Règlement sur la protection et la réhabilitation des terrains (RPRT) et Règlement modifiant le RPRT*
 - mesures de réhabilitation;
 - études de caractérisation des sols.
 - *Guide d'intervention – Protection des sols et réhabilitation des terrains contaminés*
 - exigences pour la caractérisation des sols;
 - gestion des sols contaminés et critères provinciaux.
 - *Bonnes pratiques en matière de traçabilité des sols contaminés excavés*
 - exigences et mise en application d'un service de traçabilité des sols.
- Bureau de normalisation du Québec (BNQ)
 - *NQ 2560-600 : Granulats – Matériaux recyclés fabriqués à partir de résidus de béton, d'enrobés bitumineux et de briques – Classification et caractéristiques*
 - ne pas utiliser de matériaux recyclés comme assise, enrobage ou remblayage de tranchées jusqu'à la ligne d'infrastructures;

- se reporter à la classification des matériaux pour fondation granulaire MR-1 à MR-7
(Note : les matériaux granulaires acceptés par la Ville font partie du document *DTNI-10D : Matériaux granulaires de recyclage destinés aux travaux routiers*).

Les crédits LEED associés à ce principe directeur sont les suivants :

- Préalable AÉS – Prévention de la pollution pendant la construction
 - mettre en œuvre un plan de contrôle de l'érosion et des sédiments pour l'ensemble des activités de construction.
- Préalable MR – Collecte et entreposage des matériaux recyclables
 - détourner les déchets recyclables des sites d'enfouissement;
 - favoriser l'économie de recyclage;
 - s'assurer d'avoir des zones d'entreposage de taille suffisante pour réaliser un tri global des matières sur le site.
- Préalable MR – Planification de la gestion des déchets de construction et de démolition
 - réduire la quantité de déchets de construction et de démolition acheminés aux décharges et aux incinérateurs en récupérant, en réutilisant et en recyclant les matériaux;
 - le crédit s'applique différemment si un bâtiment requiert une démolition. Toutefois, même pour une nouvelle construction sur un site vierge, il est fréquent d'y trouver des matériaux pouvant être gérés de diverses façons plus écologiques que le dépotoir.
- MR – Gestion des déchets de construction et de démolition
 - option 1 : détourner 50 % des déchets et de trois flux de déchets ou détourner 75 % des déchets et de quatre flux de déchets;
 - option 2 : réduire la quantité totale de déchets.
- AÉS – Aménagement des sites - protéger ou restaurer les habitats
 - réutiliser les sols perturbés ou compactés pour des fonctions comparables aux fonctions d'origine.
- MR – Divulcation et optimisation des produits des bâtiments - Approvisionnement en matières premières
 - favoriser des produits comprenant un pourcentage de matières recyclées.

Bien que le crédit LEED suivant ne soit pas applicable aux bâtiments municipaux, certains concepts peuvent tout de même être utilisés dans la conception :

- GBI – Infrastructures recyclées et réutilisées
 - réduire la quantité de matériaux vierges en utilisant des matériaux recyclés ou réutilisés;
 - employer pour les stationnements, trottoirs, pavés, bordures, réservoirs de rétention des eaux, fondations, sous-fondations et conduites d'égout sanitaire, pluvial, d'alimentation en eau et en énergie;
 - privilégier la réutilisation des matériaux *in situ*. Sinon, envisager des matériaux recyclés disponibles dans les centres de recyclage;
 - réutilisation d'un pourcentage de bitume, de béton recyclé ou de roc concassé dans les fondations granulaires.

Il importe de prendre en considération les éléments suivants permettant de bonifier les ouvrages :

- Maximiser la réutilisation des sols *in situ* : une analyse doit être réalisée afin de réutiliser les sols excavés. Cette analyse doit évaluer le potentiel du nivellement de terrain par la création de buttes ou de modulations de sol. Les propositions ne doivent pas être un obstacle à la gestion et à la rétention des eaux en surface. Les sols doivent être réutilisés selon leur fonction première :
 - la terre végétale doit être réutilisée si celle-ci peut être amendée pour respecter les exigences de la Ville;
 - une analyse de la terre végétale doit être réalisée par un laboratoire et des recommandations doivent être formulées par un agronome;
 - cette approche est valable uniquement pour de grandes superficies de terrain à décaper, tamiser, amender, etc. Une analyse économique et de faisabilité doit être réalisée après l'approbation du représentant de la Ville.
 - les matériaux de classe B doivent être réutilisés comme matériaux de remblai.
- Gérer les sols contaminés et les matériaux résiduels selon la réglementation en vigueur.
- Mettre en place un service de traçabilité des sols et des matières résiduelles.
- Intégrer à la fois la réutilisation, la gestion et la minimisation des impacts sur le milieu environnant.
- Acheminer le roc, le béton, l'armature et les autres éléments récupérables vers un centre de recyclage.
- Privilégier et maximiser l'utilisation de matériaux réutilisés ou recyclés (entièrement ou en partie), tant pour les granulats et les mélanges de béton que pour toute installation sur le site.
- Prévoir sur le site l'espace nécessaire pour le triage des matériaux.

- Mettre en œuvre un programme de contrôle de l'érosion et des sédiments pour l'ensemble des activités de construction. Un plan, réalisé à partir du programme, doit être scellé par un membre de l'Ordre des ingénieurs du Québec.
- Lorsque c'est requis, installer des mesures de protection sonores pour assurer le bien-être des secteurs résidentiels à proximité.

2.2.4 Assurer l'exploitation et l'entretien du site

L'équipe de conception doit concevoir et mettre en place un programme d'exploitation et d'entretien du site (interventions nécessaires, calendrier et fréquence des activités). Il est important de vérifier au préalable si un tel programme n'existe pas déjà à la Ville et s'il ne pourrait pas être adapté aux besoins du projet. Dans les documents d'appel d'offres, il faut exiger les manuels d'exploitation et d'entretien de tous les ouvrages. Lorsque des ouvrages de gestion des eaux pluviales sont présents sur le site, un programme d'exploitation et d'entretien spécifique pour ces ouvrages est alors obligatoire, conformément aux exigences du Règlement 20-030.

Voici une liste non exhaustive d'éléments à considérer dans un programme d'exploitation et d'entretien pour l'aménagement de site :

- Général
 - inspection visuelle et nettoyage global;
 - enlèvement de déchets;
 - vidange des poubelles et du recyclage;
 - nettoyage de graffiti.
- Mobilier urbain
 - peinture ou huile pour retouches.
- Surface
 - nettoyage de la chaussée et des trottoirs;
 - déneigement;
 - épandage de déglacant;
 - marquage;
 - remplacement de scellant;
 - remplacement de pavés;
 - réparation de surface.

- Égout pluvial
 - nettoyage du réseau;
 - vidange de puisards et regards;
 - nettoyage de vannes murales, clapets antiretour, régulateurs de débit et caniveau.
- Borne d'incendie privée
 - vidange annuelle de la borne d'incendie privée.
- Végétaux, ensemencement et engazonnement
 - tonte;
 - nettoyage printanier;
 - retrait des mauvaises herbes et espèces envahissantes;
 - ramassage des feuilles;
 - arrosage durant la période d'établissement;
 - remplacement des végétaux morts.
- Ouvrages de gestion des eaux pluviales
 - intervention sur les végétaux;
 - enlèvement des sédiments dans la cellule de prétraitement;
 - enlèvement des débris dans le parcours de l'eau;
 - programme d'exploitation et d'entretien obligatoire pour des ouvrages de gestion des eaux pluviales conformément aux exigences du Règlement 20-030.
- Éclairage
 - se référer au Chapitre 7 – Électricité du bâtiment.

Dans le cadre de travaux d'exploitation et d'entretien, on doit disposer des matériaux extraits du site selon les lois et règlements en vigueur.

L'équipe de conception doit considérer dans sa configuration du site les accès suivants, en minimisant les perturbations sur les ouvrages existants :

- Accès pour entretien des ouvrages extérieurs (ex. : camion aspirateur), sécurité d'accès dans les ouvrages);
- Accès pour le lavage des fenêtres;
- Accès pour les grues (ex. : équipements au toit);

- Accès pour les camions d'ordures ménagères et de récupération;
- Accès pour les installations électriques (ex. : équipements d'Hydro-Québec et groupes électrogènes).

Le programme d'exploitation et d'entretien est un outil évolutif qui doit :

- assurer la sécurité des employés;
- pouvoir être adapté aux installations ou équipements futurs;
- faire partie d'un processus d'amélioration continue. Il doit être révisé par les équipes responsables d'assurer la compilation des observations et des modifications qui y ont été apportées.

2.3 Intrants de conception

De nombreux intrants sont exigés au moment de la conception. Compte tenu des délais requis pour l'obtention de certains documents, permis et autorisations, il importe de les obtenir en amont du projet, puisque ceux-ci ont des impacts directs sur la conception, notamment au niveau de l'adaptabilité aux contraintes du site. La liste des intrants requis pour la réalisation des plans est présentée à la section « Plan de l'existant et démolition ».

Plusieurs études préalables pouvant nécessiter des expertises diverses et variées doivent être considérées : ingénierie forestière, biologie, agronomie, ingénierie géotechnique, ingénierie en environnement, hydrogéologie, etc. Voici une liste non exhaustive des principaux intrants requis au moment de la conception :

- Études préalables
 - Études environnementales phases 1, 2 et 3
 - établissement des risques environnementaux pour encadrer les études de caractérisation des sols.
 - Études géotechniques, de caractérisation des sols et de perméabilité
 - capacité structurale des sols en place;
 - test de perméabilité du sol en place selon la localisation des ouvrages d'infiltration prévus et les profondeurs prévues;
 - hauteur de la nappe phréatique et du roc.
 - Analyse physico-chimique de la terre végétale
 - une analyse de la terre végétale doit être réalisée par un laboratoire et des recommandations doivent être faites par un membre de l'Ordre des agronomes du Québec;

- on doit établir le potentiel de réutilisation de la terre végétale et apporter les amendements nécessaires pour respecter les critères de terre végétale définis par la Ville.
- Étude faunique et floristique
 - même si une étude faunique et floristique n'est pas requise dans le cadre d'un projet spécifique, les études suivantes sont exigées :
 - patrimoine arboricole (espèces à préserver);
 - état de santé des arbres existants;
 - indice de croissance;
 - inventaire;
 - caractérisation phytosanitaire.
- Permis et autorisations
 - Arrondissement
 - permis de démolition;
 - permis de raccordement;
 - permis de construction, de transformation ou d'excavation sur le domaine public;
 - les démarches de permis doivent être entreprises par l'équipe de conception alors que la responsabilité d'obtenir le permis relève de l'entrepreneur. L'équipe de conception doit au préalable valider la responsabilité des travaux de la section publique (raccordements, disjonctions, travaux de réfection, etc.) auprès de l'arrondissement pour les inclure dans les documents d'appel d'offres et ainsi en informer l'entrepreneur.
 - permis d'occupation de la voie publique;
 - permis d'abattage d'arbres.
 - Section réglementation de la gestion de l'eau (SRGE) – division permis et approbation
 - accord pour l'obtention du permis par l'arrondissement – applicabilité du *Règlement 20-030*.
 - Service de sécurité incendie de Montréal (SIM)
 - applicabilité si borne d'incendie privée.
 - Ministère de l'Environnement, de la Lutte contre les changements climatiques, de la Faune et des Parcs (MELCCFP)

- demande de certificat d'autorisation en vertu de l'article 22 de la *Loi sur la qualité de l'environnement*.
- Service de l'eau - Direction de l'épuration des eaux usées (DÉEU)
 - applicabilité et approbation préalable de l'article 22 du MELCCFP.
- Ministère de la Culture et des Communications (MCC)
 - potentiel archéologique (si applicable);
 - patrimoine.

De plus, l'équipe de conception doit considérer la Carte des vulnérabilités aux aléas climatiques de l'agglomération de Montréal (disponible sur Internet) afin de vérifier si la construction est réalisée dans une zone à risque d'inondation. Des relevés topographiques complémentaires peuvent être nécessaires sur le site pour confirmer les données.

2.3.1 Plans de l'existant et de démolition

Les plans de l'existant et de démolition indiquent les éléments existants sur le site à considérer dans la conception du projet.

La réglementation et les documents normalisés s'y rapportant sont les suivants :

- Ville de Montréal – Réglementation
 - *Règlement 20-030 : Règlement sur les branchements aux réseaux d'aqueduc et d'égout publics et sur la gestion des eaux pluviales*
 - plan de génie civil type;
 - procédure de géoréférencement.

Aucun crédit LEED n'est associé à cette section.

Les plans de l'existant et de démolition doivent être géoréférencés et doivent minimalement inclure les données suivantes, dont la provenance doit être bien indiquée sur les plans :

- cadastre du Québec, incluant les numéros de lot et les servitudes;
- redéfinition cadastrale (lorsque requis dans le cadre du projet);
- relevé d'arpentage, incluant les infrastructures existantes au pourtour du site;
- Info-Excavation, dont Énergir, CSEM, Hydro-Québec, les services de télécommunication et autres services souterrains;
- réseau de conduites existantes en emprise de rue et sur le site (si applicable) :
 - Égouts pluviaux, sanitaires et combinés

- radiers des regards près des branchements;
- matériaux, diamètres et années des conduites.
- Aqueduc
 - matériaux, diamètres et années des conduites.
- Tout élément existant répertorié au moment du relevé ou de la compilation des plans des différents services.

2.3.2 Plans de localisation des infrastructures

Les plans de localisation des infrastructures ne constituent pas un intrant à la conception, mais plutôt un livrable obligatoire dans le cadre d'un projet requérant l'aménagement du site. Ce sont des plans qui intègrent les nouvelles infrastructures construites et celles existantes ne faisant pas objet des travaux, mais devenues visibles par l'excavation en cours.

Le document normalisé s'y rapportant est le suivant :

- Ville de Montréal – Document normalisé
 - *DTNI-12A : Guide – Plan de localisation des infrastructures*
 - plans de localisation géoréférencé des infrastructures préparé et minuté par arpenteur-géomètre ou par un géomètre membre de l'Ordre des arpenteurs-géomètres du Québec;
 - système de référence : planimétrie NAD83(SCRS), altimétrie CGVD28;
 - exigences de représentation sur plans;
 - liste des coordonnées (Pcode, numéro des points séquentiels, élévation, description des composantes);
 - points géodésiques, matricule associé, coordonnées et altitudes de référence.

Aucun crédit LEED n'est associé à cette section.

Les plans de localisation des infrastructures doivent être géoréférencés et doivent minimalement inclure les données suivantes, dont la provenance doit être bien indiquée sur les plans :

- Cadastre du Québec, incluant les numéros de lot et les servitudes;
- Redéfinition cadastrale (lorsque requis dans le cadre du projet);
- Relevé d'arpentage, incluant les infrastructures existantes au pourtour du site;
- Info-Excavation, dont Énergir, CSEM, Hydro-Québec, les services de télécommunication et autres services souterrains;

- Réseau de conduites existantes en emprise de rue et sur le site (si applicable) :
 - Égouts pluviaux, sanitaires et combinés
 - radiers des regards près des branchements;
 - matériaux, diamètres et années des conduites.
 - Aqueduc
 - matériaux, diamètres et années des conduites.
- Tout élément existant répertorié lors du relevé ou de la compilation des plans des différents services.

2.4 Services publics

Les services publics englobent les réseaux d'égouts, l'approvisionnement énergétique, l'approvisionnement en eau et les télécommunications. Ils doivent être conçus pour assurer la résilience ainsi que la pérennité des installations. Les services publics connectés à un immeuble sont principalement enfouis. Il est essentiel de prendre en considération leur positionnement afin de minimiser les situations de conflits d'usages.

2.4.1 Système d'alimentation d'eau domestique

Le système d'alimentation d'eau domestique permet l'alimentation du bâtiment pour répondre aux différents besoins de consommation d'eau, et dans certains cas l'alimentation en irrigation. Il implique le branchement d'eau domestique au réseau d'aqueduc municipal, ainsi qu'un système de comptage de l'eau.

La réglementation et les documents normalisés s'y rapportant sont les suivants :

- Ville de Montréal – Réglementation
 - *Règlement 20-030 : Règlement sur les branchements aux réseaux d'aqueduc et d'égout publics et sur la gestion des eaux pluviales*
 - matériau, diamètre et positionnement du branchement d'eau domestique;
 - maximum de cinq joints souterrains (fonte ductile/PVC);
 - chambre de compteur d'eau;
 - réseau d'eau temporaire;
 - inventaire des appareils consommant l'eau ou rapport d'estimation de débit (en collaboration avec l'ingénieur mécanique).

- *Règlement 07-031 : Règlement sur la mesure de la consommation de l'eau dans les immeubles utilisés ou destinés à être utilisés en partie ou en totalité à des fins non résidentielles*
 - chambre de compteur d'eau;
 - robinet et dispositif antirefoulement;
 - inventaire des appareils consommant l'eau ou rapport d'estimation de débit.
- *Règlement 13-023 : Règlement sur l'usage de l'eau potable*
 - interdictions d'usage;
 - contraintes d'arrosage de la végétation et de nettoyage de la chaussée.
- *Règlement 13-011 : Règlement relatif à certains usages de l'eau potable sur le territoire de l'agglomération de Montréal*
 - contraintes pour le système d'arrosage automatique.
- *Règlement 17-078-1 : Règlement modifiant le règlement relatif au remplacement par la Ville de la section privée des entrées de service d'eau en plomb (17-078)*
- Ville de Montréal – Document normalisé
 - *DTNI-1A : Travaux de conduites d'eau potable et de conduites d'égout*
 - exigences complémentaires;
 - essais et acceptation des travaux.
- Ministère de l'Environnement, de la Lutte contre les changements climatiques, de la Faune et des Parcs (MELCCFP)
 - *Directive 004*
 - règles de conformité d'installation d'un branchement.
- Bureau de normalisation du Québec (BNQ)
 - *BNQ 1809-300 : Travaux de construction – Conduites d'eau potable et d'égout – Clauses techniques générales*

Les crédits LEED associés à cette section sont les suivants :

- Préalable GEE – Comptage de l'eau au niveau du bâtiment exigé

Il importe de prendre en considération les éléments suivants permettant de bonifier les ouvrages :

- Le compteur d'eau est une installation obligatoire pour tout bâtiment sur le territoire de la Ville.

- Le compteur d'eau doit être installé à l'intérieur du bâtiment afin de faciliter son entretien et d'optimiser sa durée de vie utile. Lorsque celui-ci ne peut être installé à l'intérieur du bâtiment, il faut alors envisager son installation dans une chambre extérieure souterraine.
- La chambre de compteur doit être drainée, facile d'accès et en bon état de fonctionnement.
- La salle mécanique doit être positionnée de manière à permettre le branchement d'eau domestique le plus court possible.
- Le diamètre de la conduite d'eau domestique, le positionnement et la profondeur de sortie sont déterminés par l'ingénieur mécanique et doivent être pris en compte pour le raccordement extérieur.
- Pour assurer la pérennité des conduites, les profondeurs de protection contre le gel doivent être respectées : enfouissement de la conduite d'alimentation en eau potable à 1,8 m.
- Pour assurer la stabilité de la conduite, la compaction de l'assise et de l'enrobage doit être conforme au *BNQ 1809-300 : Travaux de construction - Conduites d'eau potable et d'égout - Clauses techniques générales*.

2.4.2 Système d'alimentation pour protection incendie

Le système d'alimentation pour protection incendie permet l'alimentation des gicleurs du bâtiment et d'une borne d'incendie privée (lorsque requis). Il vise le branchement au réseau d'aqueduc municipal pour la protection incendie.

La réglementation, les documents normalisés et les références s'y rapportant sont les suivants :

- Ville de Montréal - Réglementation
 - *Règlement 20-030 : Règlement sur les branchements aux réseaux d'aqueduc et d'égout publics et sur la gestion des eaux pluviales*
 - matériau, diamètre et positionnement du branchement d'eau pour la protection incendie;
 - maximum de cinq joints souterrains (fonte ductile/PVC);
 - exigences de pression;
 - branchement d'eau combiné (alimentation en eau et protection incendie);
 - autorisation pour système de protection incendie ou branchement combiné.
 - *Règlement 13-023 : Règlement sur l'usage de l'eau potable*
 - interdiction d'utiliser les bornes d'incendie (demande d'autorisation obligatoire au préalable).

- Ville de Montréal – Document normalisé
 - *DTNI-1A : Travaux de conduites d'eau potable et de conduites d'égout*
 - installation et spécifications pour bornes d'incendie privées.
- Service de sécurité incendie de Montréal (SIM)
 - *Règlement 12-003 : Règlement sur le service de sécurité incendie de Montréal*
 - les raccords-pompier (siamois) et les bornes d'incendie doivent être visibles avec un dégagement minimal de 1,5 m;
 - la distance maximale à respecter entre le raccord-pompier et la borne d'incendie privée;
 - la signalisation obligatoire de la borne d'incendie lorsque celle-ci n'est pas visible en façade;
 - la tenue d'un registre et les inspections à réaliser.
- Ministère de l'Environnement, de la Lutte contre les changements climatiques, de la Faune et des Parcs (MELCCFP)
 - *Directive 004*
 - règles de conformité d'installation d'un branchement.
- Bureau de normalisation du Québec (BNQ)
 - *BNQ 1809-300 : Travaux de construction – Conduites d'eau potable et d'égout – Clauses techniques générales*

Aucun crédit LEED n'est associé à cette section.

Il importe de prendre en considération les éléments suivants permettant de bonifier les ouvrages :

- Lorsque le branchement d'eau est combiné (alimentation en eau et protection incendie), la séparation des deux réseaux d'alimentation en eau potable doit s'effectuer à l'intérieur de la chambre du compteur.
- La salle mécanique doit être positionnée de manière à permettre le branchement d'eau domestique le plus court possible.
- Une coordination doit être réalisée avec l'ingénierie électrique (voir le Chapitre 8 – Mesures d'urgence, sûreté et sécurité) pour la supervision des équipements de protection incendie « système de gicleurs » (valves, détecteurs de débit, pompe incendie, etc.).

- Lorsque le bâtiment possède une protection incendie sans pompe, il faut alors remplir le *Formulaire d'autorisation des branchements d'eau – FABE protection incendie sans pompe* du Service de l'eau – Permis et approbation. Une coordination doit être réalisée pour les composantes suivantes :
 - au positionnement de la borne d'incendie la plus proche;
 - au débit de la borne d'incendie la plus proche;
 - aux renseignements portant sur la conduite de raccordement.
- Lorsqu'un raccord-pompier est proposé, la distance maximale à respecter entre le raccord-pompier et une borne d'incendie est de 45 m et la distance minimale, de 1,5 m.
- Lorsqu'une borne d'incendie privée est requise afin de respecter la distance avec le raccord-pompier ou pour toute autre fonction, il faut obligatoirement obtenir une approbation écrite du SIM, laquelle est requise au préalable pour une demande auprès de la SRGE. À noter qu'une borne d'incendie privée exige un engagement d'entretien périodique.
- Pour assurer la pérennité des conduites, les profondeurs de protection contre le gel doivent être respectées : enfouissement de la conduite d'alimentation en eau potable à 1,8 m.
- Pour assurer la stabilité de la conduite, la compaction de l'assise et de l'enrobage doit être conforme au *BNQ 1809-300*.

2.4.3 Système d'égouts pluvial et sanitaire

Le système d'égouts pluvial et sanitaire permet de gérer les rejets provenant du bâtiment, de même que les eaux pluviales du site jusqu'au réseau municipal. Il est important de noter qu'un réseau pluvial est considéré comme un « réseau » dès l'installation d'un puisard et d'un regard.

La réglementation, les documents normalisés et les références s'y rapportant sont les suivants :

- Ville de Montréal - Réglementation
 - *Règlement 20-030 : Règlement sur les branchements aux réseaux d'aqueduc et d'égout publics et sur la gestion des eaux pluviales*
 - matériau, diamètre et positionnement du branchement;
 - positionnement du branchement d'égout pluvial et du branchement d'égout sanitaire;
 - obligation d'installer des branchements séparés;
 - exigences pour la représentation des composantes sur plans;
 - rétention et gestion des eaux pluviales;
 - limitation d'une autorisation : périmée si les travaux autorisés n'ont pas débuté dans les 12 mois suivant la date de délivrance.

- *Règlement 11-010 : Règlement sur la protection des bâtiments contre les refoulements d'égout*
 - obligatoire : protection du bâtiment avec un clapet antiretour et trop-plein d'une fosse de retenue (coordination avec l'ingénieur mécanique);
 - immunisation aux refoulements.
- Ville de Montréal – Document normalisé
 - *DTNI-1A : Travaux de conduites d'eau potable et de conduites d'égout*
 - matériaux acceptés;
 - regards, puisards et autres équipements.
- Service de l'eau - Direction de l'épuration des eaux usées (DÉEU)
 - applicabilité et approbation préalable de l'article 22 du MELCCFP;
 - démarche complémentaire à réaliser pour un raccordement sur un collecteur du réseau unitaire.
- Ministère de l'Environnement, de la Lutte contre les changements climatiques, de la Faune et des Parcs (MELCCFP)
 - *Demande de certificat d'autorisation en vertu de l'article 22 de la Loi sur la qualité de l'environnement*
 - gestion des eaux pluviales;
 - gestion des milieux humides.
- Bureau de normalisation du Québec (BNQ)
 - *BNQ 1809-300 : Travaux de construction – Conduites d'eau potable et d'égout – Clauses techniques générales*

Aucun crédit LEED n'est associé à cette section.

Il importe de prendre en considération les éléments suivants permettant de bonifier les ouvrages :

- Lorsqu'une rétention des eaux pluviales est réalisée sur le site, l'étanchéité des conduites à l'intérieur du bâtiment doit être assurée pour toute plomberie située sous le niveau du trop-plein.
- Un clapet antiretour doit être installé dans le regard avant le raccordement au réseau pluvial pour assurer une protection contre les refoulements provenant du réseau d'égout pluvial ou unitaire. Un régulateur de débit doit être installé en amont du clapet antiretour.

- Une coordination doit être réalisée entre la mécanique du bâtiment (positionnement, diamètre et radier) et la structure (c.-à-d. la profondeur pour éviter tout conflit avec la semelle de bâtiment). L'ordonnancement des branchements doit être le suivant : Aqueduc protection incendie – Aqueduc domestique – Sanitaire – Pluvial (ASP), selon la perspective suivante : de la rue en regardant vers le bâtiment.
- Le positionnement des regards et puisards doit être analysé afin de considérer la circulation véhiculaire, à vélo et piétonne, et ce, afin de diminuer les interférences et les désagréments.
- Les profondeurs de protection contre le gel doivent être respectées pour assurer la durée de vie des conduites :
 - radier minimal des conduites d'égouts pluvial et sanitaire sous chaussée : 1,8 m;
 - radier minimal des conduites d'égout pluvial hors chaussée : 1,2 m ou moins si un isolant est prévu.
- La compaction de l'assise et de l'enrobage doit être conforme au *BNQ 1809-300* pour assurer la stabilité de la conduite.

2.4.4 Autres services publics

Les autres services publics concernent tous les raccordements nécessaires pour l'alimentation du bâtiment, soit l'électricité, le gaz naturel et les services de télécommunication.

La réglementation, les documents normalisés et les références s'y rapportant sont les suivants :

- Énergir
 - *Guide des travaux à proximité des réseaux gaziers*
- Commission des services électriques de Montréal (CSEM)
 - *Règlement sur les réseaux câblés (Coordination avec Chapitre 7 – Électricité du bâtiment).*
- Hydro-Québec
 - Demande de raccordement (Coordination avec Chapitre 7 – Électricité du bâtiment)

Aucun crédit LEED n'est associé à cet article.

Il importe de prendre en considération les éléments suivants permettant de bonifier les ouvrages :

- Il faut assurer le positionnement des conduits et des équipements mécaniques et électriques installés sur le site, et des raccordements de gaz naturel, d'électricité et de télécommunication en évitant les conflits avec les autres structures.
- Les demandes de raccordement aux compagnies de services publics doivent être effectuées par l'équipe de conception.

2.4.5 Services d'urgence

Les services d'urgence comprennent les services d'intervention devant accéder au site, dont le SIM et les services ambulanciers.

La réglementation s'y rapportant est la suivante :

- Service de sécurité incendie de Montréal (SIM)
 - *Règlement 12-003 : Règlement sur le service de sécurité incendie de Montréal*
 - voies d'accès pour véhicules d'urgence et acheminement des secours;
 - obstruction d'un moyen d'évacuation pouvant diminuer la sécurité des personnes.

Aucun crédit LEED n'est associé à cet article.

Il importe de prendre en considération les éléments suivants permettant de bonifier les ouvrages :

- Une attention particulière doit être apportée aux dégagements requis entre les installations et l'accès des services au bâtiment.
- Une distance maximale de 15 m doit être respectée entre le raccord-pompier et la voie d'accès du camion. Cet accès doit demeurer dégagé en tout temps.
- Lorsqu'une borne d'incendie privée est installée sur le site, il faut analyser les contraintes d'accès potentielles. La construction d'un chemin ayant une capacité structurale adéquate, tout en demeurant discret et se dissimulant dans le reste de l'aménagement, peut être envisagée.
- Le concepteur doit s'assurer de présenter des rayons de courbure adéquats permettant l'accès aux véhicules d'urgence. Une simulation de type *Autoturn* peut être exigée par le SIM en cas de contraintes d'accès au site.

2.4.6 Nivellement de terrain

Les prescriptions conceptuelles à l'égard du nivellement de terrain (terrassement brut et de finition) doivent prendre en compte les conflits d'usage présents et futurs avec le réseau technique urbain (RTU) et, le cas échéant, procéder aux ajustements appropriés. Le nivellement concerne les excavations et les remblais requis afin d'atteindre le profil et l'agencement altimétrique de l'ensemble des matérialités (types de surfaces) proposées. Les critères de design participent aux principes de résilience et de pérennité : principalement par l'adéquation de la gestion des sols (préférentiellement *in situ*, déblais/remblais des matériaux de classe B) et la gestion des eaux de ruissellement de surface.

Plusieurs documents normalisés et références s'y rapportant sont disponibles sur Internet. L'équipe de conception doit s'assurer d'utiliser la plus récente version disponible.

Sans s'y limiter, les documents se rapportant au nivellement de terrain sont les suivants :

- *DTNI-3B : Travaux de chaussée*
- *DTNI-7A : Gestion des déblais et de l'eau, et travaux de réhabilitation environnementale*
- *DTNP-2A : Travaux d'excavation, de remblayage et de terrassement*

Aucun crédit LEED n'est associé à cette section.

Il importe de prendre en considération les éléments suivants permettant de bonifier les ouvrages :

- Se référer aux exigences de la section « Gérer les matériaux et les sols et favoriser les matières recyclées » du présent chapitre.
- Considérer le dénivelé vers le bâtiment, ce dernier devant être plus élevé pour une protection contre les inondations de surface.
- Favoriser les espaces récréatifs (aire de pique-nique, détente, etc.) en contrebas pour créer une rétention.
- Lorsque possible, préconiser des pentes inférieures à 15 % ($\pm 6H : 1V$) pour les espaces verts et se référer à la section « Chaussée » du présent chapitre en ce qui a trait aux pentes recommandées pour la chaussée. Pour la modulation de site, les pentes ne devraient pas excéder 30 % ($\pm 3H : 1V$).
- Inclure la gestion des eaux de ruissellement de surface par l'aménagement de noues et de dépressions permettant une accumulation hydrique ponctuelle, favorisant la percolation, voire intégrer des jardins de pluie ou des bassins de biorétention.
- Lorsqu'une butte doit être aménagée près d'un trottoir, il faut alors prévoir une dépression avant le trottoir pour favoriser l'infiltration locale au moment de la fonte de neige, diminuer l'accumulation de glace sur le trottoir pour la sécurité des personnes, et limiter les sédiments sur les trottoirs et la chaussée.
- Selon les études géotechniques et de caractérisation des sols, il importe de considérer les types de sol en place pour déterminer les choix d'aménagement appropriés.

2.4.7 Mobilité durable

Pour une métropole comme Montréal, la mobilité durable se traduit par l'incitation collective aux modes de déplacements actifs et alternatifs, au moyen de la mise en œuvre d'infrastructures, d'installations et de formules adaptées au milieu de vie urbain. Chaque immeuble doit posséder des espaces dédiés et réfléchis pour accueillir adéquatement ces moyens de déplacement.

La mobilité durable fait partie intégrante des priorités du *Plan stratégique Montréal 2030* et du *Plan climat 2020-2030* de la Ville, plus particulièrement dans l'objectif de réduction des émissions de gaz à effet de serre et de la dépendance aux énergies fossiles. La mobilité durable permet d'offrir des conditions optimales de déplacement tout en réduisant le recours à la voiture solo. Ainsi, un stationnement ne doit pas répondre exclusivement à cet usage; il doit également

permettre de favoriser les déplacements alternatifs en rendant disponibles des installations adaptées à ces moyens de déplacement. De nos jours, le stationnement doit être considéré comme un privilège et non comme un droit. Les mesures incitatives à l'utilisation des transports actifs et collectifs sont primordiales, ainsi que l'intégration d'accès piétonniers sécuritaires, universels et conviviaux. Il en résulte des bienfaits notables et durables, contribuant à la qualité de vie et à la santé globale des personnes, ne serait-ce qu'en diminuant considérablement leur sédentarité.

Les références s'y rapportant sont les suivantes :

- Ville de Montréal - Guide
 - *Guide en matière d'accessibilité universelle pour les nouveaux bâtiments et pour l'agrandissement, la rénovation et l'entretien de bâtiments municipaux existants*

Les crédits LEED associés à cette section sont les suivants :

- ET – Installations pour bicyclettes
 - fournir un quota d'espaces de stationnement pour vélos pour le stationnement à court et long termes;
 - respecter les distances de marche prescrites jusqu'à l'entrée du bâtiment.
- ET – Véhicules écologiques
 - option 1 : recharge de véhicules électriques
 - leur réserver 2 % de l'ensemble des espaces de stationnement; une coordination est requise avec le contenu du Chapitre 7 – Électricité du bâtiment pour ce qui concerne les installations.

Il importe de prendre en considération les éléments suivants permettant de bonifier les ouvrages et d'assurer l'applicabilité des modes de déplacement durable :

- Les espaces dédiés au transport actif et à leur accessibilité doivent être une priorité. Ils doivent être localisés et aménagés près de l'objectif de destination, en l'occurrence les entrées du bâtiment.
- Analyser les interrelations entre les piétons, les vélos et les véhicules pour assurer une circulation sécuritaire pour tous les types de déplacement donnant accès au bâtiment.
- Réserver des espaces aux usages suivants au moyen d'une signalisation appropriée :
 - débarcadère et espaces pour usagers à mobilité réduite (selon l'usage du site);
 - espaces sécuritaires pour vélo en quantité suffisante (évaluation de la quantité selon l'usage et la fréquentation du site);

- espace dédié à la recharge véhiculaire (se référer au Chapitre 7 – Électricité du bâtiment). Installer au moins une borne de recharge et une place réservée aux véhicules à faible émission au moment de la rénovation, de la réfection et du réaménagement d'édifices municipaux comprenant des stationnements accessibles au public;
- cases de stationnement réservées au covoiturage (se référer aux normes en vigueur).
- Afficher l'information de l'offre en transport collectif.
- Considérer le potentiel de stationnements sur rue.
- Installer des supports à vélos et des abris pour vélos. Il importe de prioriser les espaces intérieurs avant les espaces extérieurs. Il est important de planifier des installations bien éclairées et sécurisées (visibilité, caméras, etc.). De plus, l'équipe de conception doit veiller à inclure à la PFT des installations connexes (douches, vestiaires, station de mécanique pour vélo, etc.) visant à encourager l'utilisation du vélo.

2.4.8 Chaussée

La chaussée est formée de la fondation granulaire et des composantes de surface. La superficie de la chaussée et les matériaux utilisés peuvent favoriser les îlots de chaleur et réduire ainsi le confort des personnes sur le site.

Les documents normalisés et les références s'y rapportant sont les suivants :

- Ville de Montréal – Documents normalisés
 - *DTNI-3B : Travaux de chaussée*
 - chaussées souple, rigide ou mixte;
 - réfection de coupe, goujon, type d'asphalte et béton.
 - *DTNI-3C : Mise en œuvre des pavés et des dalles en béton ou en pierre naturelle sur lit de pose granulaire*
 - type de pavés : pavés et dalles en pierre naturelle, pavés et dalles en béton préfabriqués;
 - dispositif de blocage en rive.
 - *DTNI-3D : Mise en œuvre par collage sur dalle en béton des pavés et des dalles en pierre naturelle sur lit de pose en mortier*
 - méthode et exécution du travail.
 - *DTNI-10B : Enrobés à chaud*
 - spécifications pour enrobé bitumineux à chaud.

- *DTNI-10C : Granulats pour fondation, assise et remblai*
- *DTNI-10D : Matériaux granulaires de recyclage destinés aux travaux routiers*
- Bureau de normalisation du Québec (BNQ)
 - *BNQ 3019-190 : Lutte aux îlots de chaleurs urbains – Aménagement des aires de stationnement – Guide à l'intention des concepteurs*
 - méthode de création d'espaces ombragés;
 - réduction des cases de stationnement;
 - revêtement ayant un albédo ou indice de réflectance solaire (IRS) élevé.

Les crédits LEED associés à cette section sont les suivants :

- ET – Réduction de la superficie au sol du terrain de stationnement
 - espaces de stationnement réservés au covoiturage à hauteur de 5 % du nombre total d'espaces de stationnement;
 - déterminer une capacité de stationnement réduite du projet.
- AÉS et PR – Réduction des îlots de chaleur
 - option 1 : toitures et éléments autres que les toitures
 - analyse des superficies et des matériaux utilisés;
 - analyse de l'indice de réflectance solaire (IRS);
 - considération des matériaux de pavage utilisés;
 - utilisation de pavé alvéolé.
 - option 2 : stationnement couvert
 - analyse d'un stationnement intérieur ou couvert.
- AÉS – Gestion des eaux pluviales
 - chaussée perméable et pavage poreux.

Il importe de prendre en considération les éléments suivants permettant de bonifier les ouvrages :

- Démontrer que la configuration de l'espace de chaussée est réduite au minimum.
- Évaluer la demande de stationnement en fonction de la réglementation locale (arrondissement) tout en tentant de réduire au minimum la superficie d'occupation du stationnement sur le site.

- Prévoir des pentes de nivellement de la chaussée pour permettre l'évacuation des eaux pluviales tout en assurant une surface de chaussée douce (surface de marche uniforme). Voici des marges de pente optimales à titre d'exemple et d'analyse :
 - pente perpendiculaire entre 1 % et 2,5 %;
 - pente en diagonale minimale de 1,8 %;
 - pente longitudinale pour une entrée de stationnement de moins de 12 % (cette pente doit être revue et analysée dans le cas d'entrée de camions selon l'usage du site).
- Positionner judicieusement les points hauts et les points bas pour assurer une saine gestion des eaux pluviales et minimiser les impacts sur la circulation véhiculaire.
- Le choix des matériaux est un critère décisif : la chaussée peut être constituée d'une combinaison de matériaux pour atteindre les objectifs d'augmentation de l'IRS et de perméabilité.
- La dimension de la chaussée est déterminée en fonction de la capacité des sols et des charges prévues. L'épaisseur des matériaux de surface (asphalte, béton, etc.), la fondation et la sous-fondation sont déterminées en conséquence. La conception doit considérer l'augmentation annuelle des cycles de gel/dégel sollicitant le réseau de drainage de l'infrastructure.
- Pour assurer la pérennité de la chaussée, la compaction de la fondation, de la sous-fondation et de l'infrastructure doit respecter au minimum les recommandations géotechniques.
- Le choix des composantes de matériaux de chaussée doit être déterminé pour favoriser l'infiltration de l'eau. Par exemple, un pavé de béton ayant un lit de pose trop épais limite grandement l'infiltration; la fondation granulaire peut aussi nuire à l'infiltration. L'équipe de conception doit envisager le recours à des matériaux autres que l'asphalte standard.
- En cas d'infiltration en surface de chaussée, la fondation granulaire doit permettre d'emmagasinier l'eau et la percolation de l'eau vers la nappe phréatique.
- Les exigences de l'IRS des matériaux et l'infiltration en chaussée doivent être validées auprès de l'arrondissement où les travaux sont réalisés.
- L'intégration d'une fondation granulaire recyclée, telle que les mélanges de type MR-2 proposés par la Ville, est à privilégier plutôt qu'une fondation granulaire composée de matériaux nouvellement extraits.

2.4.9 Marquage

Le marquage comprend les matériaux utilisés pour indiquer la séparation des cases de stationnement ou réaliser une signalisation au sol, ainsi que tout autre symbole informatif sur la chaussée.

Les références s’y rapportant sont les suivantes :

- Ministère des Transports et de la Mobilité durable (MTMD)
 - *Normes des ouvrages routiers du Québec – Tome V – Signalisation routière – Volumes 1, 2 et 3*
 - exigences générales;
 - produits de marquage et applicabilité.

Aucun crédit LEED n’est associé à cette section.

Il importe de prendre en considération les éléments suivants permettant de bonifier les ouvrages :

- Le produit approprié pour le marquage de la chaussée doit être déterminé en fonction de la fréquence d'utilisation du site. Bien que les divers types de peinture possèdent des caractéristiques de longévité différentes, la peinture à base d’eau demeure celle qui est le plus souvent utilisée.
- Selon le type de chaussée, un marquage peut être réalisé en jouant avec la couleur des matériaux utilisés. Par exemple, on peut choisir un pavé de béton d’une autre couleur pour mettre en évidence les cases de stationnement.

2.4.10 Bordures, trottoirs et pavés

Les bordures, les trottoirs et les pavés sont des composantes nécessaires pour permettre un accès sécuritaire à un bâtiment. Ces composantes sont constituées de leurs matériaux propres et de leurs fondations granulaires.

Les documents normalisés s’y rapportant sont les suivants :

- Ville de Montréal – Documents normalisés
 - *DTNI-3A : Travaux de trottoir, bordure, terre-plein central, îlot et muret de soutènement*
 - pente transversale de trottoir
 - prendre en considération les critères d’accessibilité universelle.
 - type de trottoir
 - en béton;
 - en pavé de béton;
 - en enrobé bitumineux;
 - trottoir structural en béton pour fosse d’arbre;
 - plaques podotactiles.

- type de bordure
 - en béton;
 - en granit.
- entrée pour véhicules;
- plaques podotactiles – utilisation et positionnement.
- *DTNI-3C : Mise en œuvre des pavés et des dalles en béton ou en pierre naturelle sur lit de pose granulaire*
 - type de pavés
 - pavés et dalles en pierre naturelle;
 - pavés et dalles en béton préfabriqués.
 - dispositif de blocage en rive.
- *DTNI-3D : Mise en œuvre par collage sur dalle en béton des pavés et des dalles en pierre naturelle sur lit de pose en mortier*
 - récupération de pavés bruts;
 - méthode et exécution du travail.
- *DTNI-10C : Granulats pour fondation, assise et remblai*
- *DTNI-10D : Matériaux granulaires de recyclage destinés aux travaux routiers*

Les crédits LEED associés à cette section sont les suivants :

- AÉS et PR – Réduction des îlots de chaleur
 - option 1 : toitures et éléments autres que les toitures
 - analyse des superficies et des matériaux utilisés;
 - analyse de l'indice de réflectance solaire (IRS);
 - considération des matériaux utilisés.

Il importe de prendre en considération les éléments suivants permettant de bonifier les ouvrages :

- Le type de matériau utilisé pour les trottoirs et les chemins d'accès vers le bâtiment doit être sélectionné dans un objectif de réduction des îlots de chaleur.
- Des descentes de trottoir ou de bordure et des plaques podotactiles doivent être installées aux endroits stratégiques du site.
- La réalisation d'une entrée vers un espace vert doit comporter une bordure abaissée comprenant un angle maximum de 30 % pour éviter la fragilisation par les équipements de déneigement.

- L'intégration d'une fondation granulaire recyclée, telle que les mélanges de type MR-2 proposés par la Ville, est à privilégier plutôt qu'une fondation granulaire composée de matériaux nouvellement extraits.
- Pour assurer la pérennité des bordures, des trottoirs et des pavés, la compaction de l'assise doit respecter au minimum les recommandations géotechniques.
- Lorsqu'il y a présence d'arbres près d'un trottoir qui n'a pas le volume de fosse minimum nécessaire (10 m³/unité), il est possible de permettre l'atteinte du volume de terre en réalisant un trottoir structural ou en utilisant des modules d'enracinement, permettant de rendre une terre meuble sous le trottoir. Un détail type existe pour un trottoir structural à cette fin dans le *DTNI-3A*.

2.4.11 Rampes, escaliers et entrées

La conception des rampes, escaliers et entrées doit être réalisée en conformité avec le CNB, avec la réglementation municipale et avec les standards graphiques.

Les critères de conception et d'exécution énoncés doivent participer aux principes de résilience et de pérennité de l'ouvrage. Dans tous les cas, l'équipe de conception doit considérer les exigences de l'accessibilité universelle.

La réglementation et les documents normalisés s'y rapportant sont les suivants :

- Ville de Montréal – Documents normalisés
 - *DTNI-3A : Travaux de trottoir, bordure, terre-plein central, îlot et muret de soutènement*
 - rampe d'accès universel;
 - entrée piétonne;
 - marches en béton;
 - plaques podotactiles.
 - *DTNI-3C : Mise en œuvre des pavés et des dalles en béton ou en pierre naturelle sur lit de pose en mortier*
 - type de pavés
 - pavés et dalles en pierre naturelle;
 - pavés et dalles en béton préfabriqués.
 - dispositif de blocage en rive.

- *DTNI-3D : Mise en œuvre par collage sur dalle en béton des pavés et des dalles en pierre naturelle sur lit de pose en mortier*
 - méthode et exécution du travail.
- *DTNI-10A : Béton normal - Résistance à la compression de moins de 50 MPa*
 - méthode et exécution du travail.
- *DTNI-10B : Enrobés à chaud*
 - Spécifications pour enrobé bitumineux à chaud.
- *DTNI-10C : Granulats pour fondation, assise et remblai*
- Ville de Montréal – Guide
 - *Guide en matière d'accessibilité universelle pour les nouveaux bâtiments et pour l'agrandissement, la rénovation et l'entretien de bâtiments municipaux existants*
 - thème 2 : aménagements extérieurs.
 - *Guide d'aménagement durable des rues de Montréal – Fascicule 5 – Aménagements piétons universellement accessibles*
- Ville de Montréal – Réglementation municipale
- *Code national du bâtiment (CNB)*
 - hauteur maximale de 600 mm sans garde-corps.
- *Code de construction du Québec, Chapitre 1 – Bâtiment (CCQ, c.1)*
 - standards graphiques pour escaliers, rampes, mains courantes et garde-corps.

Les crédits LEED associés à cette section sont les suivants :

- AÉS et PR – Réduction des îlots de chaleur
 - option 1 : toitures et éléments autres que les toitures
 - analyse des superficies et des matériaux utilisés;
 - analyse de l'indice de réflectance solaire (IRS);
 - considération des matériaux utilisés.

Il importe de prendre en considération les éléments suivants permettant de bonifier les ouvrages :

- Rampe extérieure (béton, pavé de béton, granit, acier/bois)

- Lorsque c'est possible, pour éviter la ségrégation des usages, il importe de jumeler la fonction de rampe (accessibilité universelle) à celle d'entrée principale (piétonne). Pour ce faire, la pente doit être inférieure à 5 %.
- Afin de réduire l'effort physique, bien qu'une distance maximale de 9 m soit permise, il est suggéré que la longueur du parcours soit limitée à 5 m entre les paliers. Une analyse de l'ensemble des paramètres du contexte d'insertion de la rampe permet de déterminer les besoins de mains courantes dans une approche d'usage universel. Se référer au *Guide en matière d'accessibilité universelle pour les bâtiments* de la Ville.
- Escalier extérieur (béton, module de béton, granit, acier/bois)
 - Avoir des marches d'une hauteur et d'une profondeur conformes à la section « Marches et contremarches » du CCQ, c.1 (exigences applicables aux escaliers d'issue), et ce quel que soit le type d'escalier.
 - Une analyse de l'ensemble des paramètres du contexte d'insertion de l'escalier doit être réalisée pour déterminer le positionnement et la configuration des mains courantes.
 - L'apparence de l'escalier doit être cohérente avec le style de l'immeuble.
 - Pour prolonger la durée de vie des pièces métalliques, une galvanisation uniforme des surfaces intérieures des profilés et des tubes doit être effectuée. Préalablement à la galvanisation, il faut procéder à la perforation des éléments au droit des surfaces de contact inférieures (pour fin de ventilation et drainage résultant de la condensation) et au droit des surfaces de contact supérieures (ventilation par circulation d'air).
 - L'installation d'une membrane de néoprène d'une épaisseur de 5 mm entre les plaques d'ancrage en acier et les surfaces de béton est recommandée.
 - La surface des marches, des rampes et des paliers doit être antidérapante.
 - Une distinction doit être réalisée entre :
 - un escalier de service extérieur et un escalier d'entrée principal, pour lequel des normes doivent être respectées;
 - un escalier dans les aménagements.
- Entrée extérieure (béton, pavé de béton, granit, enrobé bitumineux, acier/bois)
 - L'entrée extérieure est une interface avec la voie publique. Son positionnement et ses dimensions doivent être invitants et inciter à découvrir l'espace.
 - L'entrée véhiculaire, lorsque c'est possible, doit se situer sur les axes de rue secondaire.
 - Les règlements d'urbanisme doivent être respectés.
- Principaux critères de sélection
 - Analyse du contexte architectural d'insertion;

- L'ensemble des normes de conception concernant l'accessibilité universelle;
- Chemin piéton le plus court possible (accessibilité universelle) pour accéder aux entrées;
- Respect de l'angle des pentes et des exigences à l'égard des paliers;
- Respect des standards graphiques pour escaliers, rampes, mains courantes et garde-corps du *Code national du bâtiment (CNB)*.

2.4.12 Ouvrages de pierre, maçonnerie et œuvres d'art

Qu'il s'agisse d'une nouvelle construction ou de la rénovation d'un bâtiment existant, les ouvrages de pierre et de maçonnerie nécessitent un haut savoir-faire technique pour assurer leur pérennité.

Dans la ville, l'art public contribue à la qualité de vie de la population et se doit d'être encouragé et mis en valeur. L'emplacement d'une œuvre (volumétrie et altimétrie) doit être déterminé dès la conception des espaces extérieurs. Cela permet de la valoriser, voire d'en faire un lieu de convergence au sein d'un réseau déambulatoire. L'œuvre peut aussi agir comme un point focal désigné, qu'elle se trouve au premier plan visuel ou seulement perceptible à partir de champs intermédiaires ou éloignés. Le Service de la culture de la Ville doit être mis à contribution pour la mise sur pied d'un concours d'appel d'offres et des critères conceptuels afférents (emblématiques, historiques, figuratifs, allégoriques, *LandArt*, etc.).

La valeur du patrimoine existant doit être analysée et intégrée par l'équipe de conception, car des ouvrages existants revalorisés peuvent apporter une continuité historique au site aménagé (ex. : restauration d'un mur de soutènement en maçonnerie. Si des ouvrages patrimoniaux ne peuvent pas être conservés ou restaurés, il importe de trouver une façon de les inclure dans l'aménagement ou d'en faire un rappel. Dans certains cas, après approbation du ministère de la Culture et des Communications (MCC), il peut être envisagé de démolir l'ouvrage.

Au-delà des considérations esthétiques de l'ouvrage de pierre ou de maçonnerie, les critères de conception et d'exécution participent aux principes de résilience et de pérennité en contribuant à sa durée de vie sur le long terme.

Les documents normalisés s'y rapportant sont les suivants :

- Ville de Montréal – Documents normalisés
 - *DTNP-3E : Travaux de maçonnerie pour aménagements extérieurs*
 - matériaux;
 - conditions de mise en œuvre;
 - mesures de protection;
 - tolérances;
 - murs à cavité;

- jointoiement, encastrement et joints de fractionnement;
 - appuis, percements, découpage et coordination;
 - nettoyage.
- *DDN : Section 04 03 05.21 Rejointement de la maçonnerie d'époque*
 - expertise de l'entreprise;
 - documents et échantillons à soumettre;
 - conditions de mise en œuvre;
 - nettoyage.

Aucun crédit LEED n'est associé à cette section.

Il importe de prendre en considération les éléments suivants permettant de bonifier les ouvrages :

- À l'égard des œuvres d'art, l'expertise et la contribution du Service de la culture de la Ville sont incontournables.
- Principaux critères de sélection :
 - analyse du contexte architectural d'insertion et du milieu récepteur;
 - concours;
 - mise en valeur et matérialité.

2.5 Équipements

2.5.1 Mobilier urbain

On trouve sur le marché un vaste éventail de mobilier urbain de qualité. Or, bien que la pratique actuelle tende vers les produits exclusifs et le design sur mesure, il faut se rappeler que, à des fins d'uniformité, d'entretien, d'inventaire et de gestion des pièces de rechange, la majorité des arrondissements privilégient un mobilier standard Ville. Ainsi, avant d'entreprendre des démarches visant la conception d'un mobilier urbain unique, généralement autorisée pour les projets d'envergure, pour les concours ou les projets Signature, il faut valider cette orientation auprès de la Ville.

Les documents normalisés s'y rapportant sont les suivants :

- Ville de Montréal – Documents normalisés
 - *DTNI-10A : Béton normal résistance à la compression de moins de 50 MPa*
 - dalle ou base de béton supportant le mobilier.

- *DTNI-10C : Granulats pour fondation, assise et remblai*
 - infrastructure de la dalle ou base de béton supportant le mobilier.
- *DTNP-3D : Travaux de menuiserie pour aménagements extérieurs*
 - note : la longévité du bois varie selon les variétés proposées.
- *02-470 : Mobilier, équipement et accessoires de parc*
 - quincaillerie composant l'ensemble structural du mobilier.
- *09-910 : Teinture et peinture*
 - méthode et exécution du travail.

Aucun crédit LEED n'est associé à cette section.

Il importe de prendre en considération les éléments suivants permettant de bonifier les ouvrages :

- Exiger un bois certifié FSC.
- Recommander des essences acceptées par les arrondissements.
- Demander l'application d'une peinture en poudre électrostatique sur les équipements ou mobiliers métalliques pour une meilleure durée de vie.
- Sécuriser le mobilier urbain, soit à l'aide d'une base de béton ou d'un ancrage sur dalle flottante. L'ancrage chimique est privilégié à l'ancrage mécanique, qui occasionne souvent des infiltrations d'eau, des fissures et des bris causés par la poussée latérale de l'ancrage.
- Exiger que la quincaillerie soit en acier inoxydable.
- Incorporer des corbeilles double pour la gestion des poubelles et du recyclage.
- Principaux critères de sélection :
 - analyse du contexte architectural d'insertion;
 - établissement d'un PFT pour les aménagements extérieurs;
 - possibilité d'intégrer un espace vélo sécurisé et couvert.

2.5.2 Clôtures et bollards

Bien qu'il existe un vaste éventail de clôtures et de bollards sur le marché, à des fins d'uniformité, d'entretien, d'inventaire et de gestion des pièces de rechange, la majorité des arrondissements privilégient un mobilier standard Ville (ex. : clôture à palis angulaire).

Les documents normalisés s'y rapportant sont les suivants :

- Ville de Montréal – Documents normalisés

- *DTNI-10A : Béton normal - Résistance à la compression de moins de 50 MPa*
 - base de béton supportant la clôture ou le bollard.
- *DTNI-10C : Granulats pour fondation, assise et remblai*
 - infrastructure de la base de béton.
- *02-444 : Clôture à mailles de chaîne*
 - matériaux pour grillage d'acier galvanisé et grillage enrobé de vinyle;
 - hauteurs à respecter entre le treillis et le sol.
- *02-451 : Clôture en métal*
 - matériaux pour clôture en métal et exigences de soudure;
 - quincaillerie;
 - malgré une profondeur spécifiée de 1400 mm au fascicule, il est recommandé de prévoir plutôt une profondeur de 1550 mm compte tenu du gel. Il est à noter que les profondeurs peuvent varier si le poteau est de fin de ligne ou en changement de direction;
 - réaliser des assemblages pour qu'ils soient d'équerre, d'alignement, d'aplomb et ainsi respecter les dimensions précises exigées.

Aucun crédit LEED n'est associé à cette section.

Il importe de considérer les éléments suivants permettant de bonifier les ouvrages :

- En ce qui a trait aux clôtures en fer ornemental dans le cadre de projets spéciaux, les possibilités en conception et en réalisation sont multiples.
- La hauteur de la clôture délimitant un site doit être de 1800 mm.
- Des exigences d'accès spécifiques (ex. : 1200 mm) peuvent être demandées pour les clôtures ne délimitant pas le site, notamment pour le SPVM.
- Se référer au Chapitre 8 – Mesures d'urgence, sûreté et sécurité pour connaître les orientations à considérer à l'égard de la sécurité de l'aménagement extérieur.
- L'ouverture maximale entre les barrotins doit être inférieure à 110 mm.
- Le choix des bollards doit être judicieux et fonctionnel selon les conditions de site :
 - bollard fixe;
 - bollard amovible permettant un enlèvement en hiver;
 - bollard télescopique (rétractable) avec système de transpondeur;
 - bollard anti-attentat (camion-bélier) avec un facteur K pour résister à la force d'impact.

- Principaux critères de conception :
 - analyse du contexte architectural d'insertion;
 - sécurité (bollards);
 - esthétisme recherché pour la clôture;
 - mise en valeur et matérialité.

2.6 Ouvrages de gestion des eaux pluviales

Les ouvrages de gestion des eaux pluviales sont maintenant considérés comme des infrastructures essentielles et incontournables pour accroître la résilience des villes face aux changements climatiques, alors que l'intensité des précipitations est en constante progression. Les ouvrages de gestion des eaux pluviales comportent de nombreux avantages, tels que :

- la réduction des volumes d'eau générés par les surfaces imperméables;
- la réduction des inondations par refoulement d'égout;
- la réduction des inondations de surface (résilience).

2.6.1 Réglementation applicable

La réglementation, les documents normalisés et les références s'y rapportant sont :

- Ville de Montréal – Réglementation
 - *Règlement 20-030 : Règlement sur les branchements aux réseaux d'aqueduc et d'égout publics et sur la gestion des eaux pluviales*
 - gestion des eaux pluviales :
 - réduction du volume pour les faibles pluies;
 - réduction du débit de pointe pour les pluies de récurrence de 25 ans;
 - résilience aux pluies de récurrence supérieure à 25 ans.
 - réalisation des calculs hydraulique et hydrologique au moyen d'un logiciel SWMM (*Storm Water Management Model*);
 - restriction des rejets;
 - restriction de l'entreposage de la neige dans les infrastructures vertes. Des affiches interdisant l'entreposage de la neige doivent être installées à la vue des usagers du terrain;

- interdiction de construire un ouvrage avec infiltration sur un terrain occupé par une station-service, un établissement de recyclage ou de nettoyage de véhicules, une marina ou une aire d'entreposage ou de manipulation de matières dangereuses, de sels, de sables ou de granulats;
- exigences et dégagements minimaux pour l'infiltration sur site;
- matériaux acceptés.
- *Règlement 11-010 : Règlement sur la protection des bâtiments contre les refoulements d'égout*
 - obligation de protéger le bâtiment avec un clapet antiretour et le trop-plein d'une fosse de retenue (coordination avec la mécanique du bâtiment);
 - immunisation aux refoulements.
- Ministère de l'Environnement, de la Lutte contre les changements climatiques, de la Faune et des Parcs (MELCCFP)
 - *Certificat en vertu de l'article 22 de la Loi sur la qualité de l'environnement*
 - validation à réaliser avec le Service de l'eau - Direction de l'épuration des eaux usées (DÉEU) pour les rejets vers l'égout unitaire et vérification de la capacité de la conduite existante.
 - *Guide de gestion des eaux pluviales – Stratégies d'aménagement, principes de conception et pratiques de gestion optimales pour les réseaux de drainage en milieu urbain*
 - référence pour des ouvrages de gestion des eaux pluviales, particulièrement le chapitre 11.
 - *Code de conception d'un système de gestion des eaux pluviales admissible à une déclaration de conformité*
 - méthode de calculs et principes de conception pour certains ouvrages de gestion des eaux pluviales.
- Bureau de normalisation du Québec (BNQ)
 - *BNQ 3019-190 : Lutte aux îlots de chaleur urbains – Aménagement des aires de stationnement – Guide à l'intention des concepteurs*
 - perméabilité du sol;
 - ruissellement de surface;
 - rôle des surfaces perméables et de l'inclusion de la végétation dans la gestion des eaux pluviales;
 - impacts sur la qualité de l'eau;
 - exemples d'ouvrages de gestion des eaux pluviales.

L'application du *Règlement 20-030* est sous la responsabilité du Service de l'eau. Le règlement a préséance sur les renseignements fournis dans cette section et c'est sa dernière révision applicable qui doit être utilisée.

Il faut considérer que le *Règlement 20-030* est applicable pour la gestion des eaux pluviales dans le cas suivant, selon le *Chapitre IV – Gestion des eaux pluviales*. Cette condition est atteinte pour la majorité des installations de la Ville, ce qui entraîne l'exigence de respecter le règlement et de réaliser les démonstrations applicables.

« Tout immeuble dont les eaux pluviales se déversent, directement ou indirectement, dans l'égout public ou dans un cours d'eau et dont la superficie de la surface imperméable est de plus de 1000 mètres carrés doit retenir les eaux pluviales à l'aide d'un système de gestion des eaux pluviales.

Pour un immeuble dont la superficie de la surface imperméable est de 1000 mètres carrés et moins, le drainage des eaux pluviales d'un terrain doit se faire en surface ou par tout autre moyen de diminuer les volumes d'eau pluviale rejetés à l'égout.

Aux fins du présent chapitre, une surface imperméable désigne toute surface sauf une surface composée entièrement de gazon ou d'autres végétaux. »

Le crédit LEED associé à cette section est le suivant :

- AÉS – Gestion des eaux pluviales
 - option 1 : centile des événements de précipitation (95^e centile, 98^e centile ou projets présentant une marge latérale zéro uniquement – 85^e centile)
 - principes d'aucun rejet immédiat après l'aménagement pour tous les événements de précipitation d'une hauteur pluviométrique donnée.
 - option 2 : couverture terrestre naturelle
 - comparaison de site avec les conditions naturelles et proposées.
 - mise en place d'ouvrages de gestion des eaux pluviales de type infrastructures vertes.

Il importe de prendre en considération les méthodes de calcul et les principes issus du *Règlement 20-030*, les critères du MELCCFP (lorsqu'ils s'appliquent) et les critères du crédit LEED AÉS – *Gestion des eaux pluviales*. Il faut aussi considérer les intrants de conception applicables à la gestion des eaux pluviales (section « Intrants de conception »), notamment les études géotechniques, les études de caractérisation des sols et les données d'infiltration.

2.6.2 Stratégie de gestion du ruissellement

L'équipe de conception doit déposer une stratégie de gestion du ruissellement pour les trois types de pluies :

- pluies fréquentes qui entraînent de nombreuses surverses à l'égout;
- pluies de récurrence de 25 ans afin de réduire les refoulements d'égout;
- pluies hors conception afin de réduire les inondations de surface.

Pour chacun de ces scénarios, il importe de présenter un tableau (Voir Tableau 2.2) indiquant les coûts de construction et d'entretien. L'objectif visé est de démontrer l'impossibilité technique avant de choisir un ouvrage plus dispendieux. Il est à noter que les coûts de construction et d'entretien ne doivent pas être le seul critère décisionnel. En effet, plusieurs avantages n'engendrent pas de coûts directs, dont l'esthétisme, les bienfaits indirects et la synergie avec les installations du site. C'est pourquoi ces éléments sont à prendre en considération dans le choix de l'ouvrage préconisé.

Le Tableau 2.2 doit être complété en fonction des deux objectifs suivants :

- réduction du volume pour les faibles pluies;
- réduction du débit de pointe pour les pluies de récurrence de 25 ans.

Dans le cas d'un ouvrage ayant plusieurs fonctions (par exemple, toit vert, espace de détente inondable, jardin de pluie), le coût considéré dans l'analyse doit uniquement correspondre aux composantes en lien direct avec la gestion de l'eau.

Tableau 2.2 - Gestion des eaux pluviales - Comparatif des coûts de construction et d'entretien et avantages complémentaires

	Technique 1	Technique 2	Technique 3	Total	Avantages complémentaires/ Considérations pour le site
Volume retenu (m ³)					
Coût de réalisation (\$)					
Coût unitaire (\$/m ³)					
Coût d'entretien sur 25 ans (\$)					

Les méthodes et concepts préconisés par la Ville pour chaque type de pluie sont présentés par ordre de préférence dans les sections qui suivent. Cet ordre est défini par les principes directeurs et par la maximisation de l'espace « gratuit » disponible sur le site pour gérer les eaux pluviales. Il est à noter que cet ordre pourrait être modifié en fonction des caractéristiques du site. Se référer à l'Annexe 2.1.

2.6.2.1 Réduction du volume pour les faibles pluies

Des mesures particulières visant à réduire le volume des faibles pluies doivent être mises en place lorsque le raccordement est réalisé vers un réseau unitaire. La réduction du volume d'eau pluviale par principe d'infiltration, d'évapotranspiration ou de réutilisation permet de diminuer les volumes de surverses recensées par l'usine d'épuration des eaux. La Ville est assujettie à l'obligation provinciale de ne pas augmenter ses surverses sur une période annuelle.

Lorsque le raccordement est réalisé sur un réseau pluvial ou dans un cours d'eau, la mise en place de mesures visant à réduire le volume pour les faibles pluies n'est pas requise. Néanmoins, il importe de réaliser un contrôle de la qualité des eaux pluviales rejetées, selon les modalités du *Règlement 20-030*, celles-ci respectant les exigences liées à une demande de Certificat en vertu de l'article 22 de la *Loi sur la qualité de l'environnement*.

Les méthodes et concepts préconisés par la Ville à l'égard de la réduction du volume pour les faibles pluies sont présentés ci-dessous par ordre de préférence. Il est à noter que cet ordre pourrait être modifié selon les caractéristiques du site :

- Réduction des surfaces imperméables;
- Priorité accordée au ruissellement des surfaces imperméables (minérales) vers les surfaces perméables (végétales) pour permettre une infiltration et une évapotranspiration :
 - les puits doivent être positionnés dans les surfaces végétales et sont à proscrire sur les surfaces minérales;
 - les toits, même plats, doivent se drainer en surface vers une surface végétalisée.
- Débranchement des toits plats ou en pente vers un espace végétal;
- Aménagement de toits végétalisés (coordination avec le Chapitre 5 – Structure du bâtiment), selon la hiérarchie suivante pour la gestion des eaux pluviales :
 - intensif;
 - semi-intensif;
 - extensif.
- Utilisation d'infrastructures vertes et maximisation de la végétation dans la gestion des eaux pluviales :
 - bassin de biorétention sans drain de fond ou avec drain surélevé;
 - noue ou dépression végétalisée sans drain de fond ou avec drain surélevé;
 - tranchées d'infiltration.

- Réutilisation des eaux de pluie :
 - toilettes;
 - irrigation.
- Utilisation de revêtement perméable avec drain surélevé.

L'équipe de conception doit se baser sur le *Règlement 20-030* pour établir les scénarios de précipitation :

- Pluie de conception (19 mm) – Gestion des surverses
 - Raccordement à un réseau unitaire :
 - rétention permanente (zéro rejet) d'une lame d'eau de 11 mm sur cette pluie de conception;
 - inclusion d'arbres sur le site permettant un crédit de volume d'eau.
- Pluie de conception (25 mm) – Contrôle de la qualité
 - Raccordement à un réseau pluvial ou à un cours d'eau :
 - pour 90 % des événements de pluie (pluie de conception 25 mm) :
 - un taux d'enlèvement de 60 % de MES minimum;
 - un taux d'enlèvement de 80 % de MES lorsque le rejet se fait dans un cours d'eau intérieur se jetant dans le fleuve ou dans un milieu récepteur sensible.

Une attention particulière doit être accordée à l'article 136 du *Règlement 20-030*.

2.6.2.2 Réduction du débit de pointe pour les pluies de récurrence de 25 ans

La réduction du débit de pointe pour les pluies de récurrence de 25 ans s'applique à tous les raccordements. La rétention temporaire des eaux pluviales sur le site récepteur permet de diminuer le risque de saturation des réseaux d'égout et le risque d'inondation de surface.

Les méthodes et concepts préconisés par la Ville pour la réduction du débit de pointe pour les pluies de récurrence de 25 ans sont présentés ci-dessous par ordre de préférence.

Il est à noter que cet ordre pourrait être modifié en fonction des caractéristiques du site :

- Mécanisme de restriction des débits de rejet et de protection :
 - régulateur de débit à vortex ou à plaques à orifices;
 - clapet antiretour en aval du régulateur de débit lorsque le raccordement est réalisé sur un réseau unitaire.

- Réalisation d'une rétention en surface (toit plat) au moyen de drains à débit contrôlé en toiture;
- Réalisation d'une rétention en surface :
 - chaussée (de 150 mm à 450 mm maximum en quai de chargement);
 - dépression végétalisée ou noue;
 - bassin de biorétention;
 - bassin de rétention végétalisé.
- Réalisation d'une rétention souterraine :
 - fondation granulaire sans drain de fond ou avec drain surélevé;
 - structures alvéolaires ultra légères (SAUL);
 - voûtes en thermoplastique favorisant l'infiltration;
 - conduites surdimensionnées;
 - réservoirs fermés.

Le débit de rejet pluvial total comprend l'ensemble des débits suivants :

- le débit des eaux provenant des eaux souterraines;
- le débit des eaux de refroidissement;
- le débit des eaux pluviales drainées par le système de gestion des eaux pluviales ou un autre système;
- à noter que l'inclusion d'arbres sur le site permet un crédit de volume d'eau.

L'équipe de conception doit utiliser les données du *Règlement 20-030* pour le calcul des débits de pointe :

- liste des taux de rejet applicables au réseau et au cours d'eau :
 - taux de rejet maximal défini pour chaque bassin hydrologique ou secteur.
- pluie de conception (1/25 ans) majorée de 10 % – Contrôle des débits :
 - régulariser le débit rejeté à un taux de rejet maximal en réalisant une rétention sur le site.

2.6.2.3 Résilience aux pluies de récurrence supérieure à 25 ans

La résilience aux pluies de récurrence supérieure à 25 ans s'applique à tous les raccordements. L'accumulation supplémentaire d'eau provenant de ces pluies peut créer des inondations de surface et mettre en péril les installations. L'équipe de conception doit analyser le comportement de l'eau et les points d'évacuation, cette eau pouvant être gérée sur le site ou rejetée en surface vers le domaine public.

Les méthodes et concepts préconisés par la Ville pour la résilience du débit de pointe pour les pluies de récurrence de 25 ans sont présentés ci-dessous par ordre de préférence. Il est à noter que cet ordre pourrait être modifié en fonction des caractéristiques du site :

- points de débordement par écoulement de surface vers le domaine public :
 - aucune accumulation d'eau ne doit se déverser vers le domaine privé (autres terrains avoisinants);
 - une analyse des points bas du site doit être réalisée pour évaluer le point de rejet stratégique en surface, et ce, vers la chaussée municipale.
- trop-plein souterrain pour évacuation vers le réseau d'égout municipal;
- immunisation des entrées au bâtiment contre les inondations de surface;
- immunisation des refoulements conformément au *Règlement 11-010*.

Le niveau des seuils de porte ou le niveau du point haut d'une entrée de garage en dépression doit être suffisamment élevé pour éviter qu'une accumulation d'eau en surface n'inonde le bâtiment.

Pour définir le niveau sécuritaire des seuils, il faut considérer que, pour une pluie hors conception, l'eau peut s'accumuler dans la rue et se déverser vers le domaine privé selon les deux scénarios suivants :

- La ou les rues adjacentes au lot privé pourraient être en cuvette (point bas local) et l'eau pourrait s'accumuler jusqu'au point haut de la cuvette. Dans ce cas, le niveau du bâtiment doit être au minimum 150 mm plus haut que le haut de la cuvette;
- La ou les rues adjacentes au lot privé pourraient être en pente continue et l'eau pourrait tout de même s'accumuler jusqu'au niveau du trottoir. Dans ce cas, le niveau du bâtiment doit être au minimum 300 mm plus haut que le cours d'eau de la chaussée.

L'équipe de conception doit demander les cartes de cuvettes du réseau métropolitain et au besoin réaliser des relevés topographiques complémentaires pour confirmer les données.

Lorsque les niveaux minimums désirés ne peuvent être respectés, l'équipe de conception doit détailler par écrit les raisons et les risques liés aux inondations de surface.

Il est recommandé d'utiliser une pluie de récurrence 100 ans, majorée de 18 %, pour simuler le comportement de l'eau pour les pluies de récurrence supérieure à 25 ans. Il importe d'évaluer les risques et les impacts de ces événements, adapter le site au besoin, et s'assurer que le point de rejet stratégique en surface est bien l'endroit où les eaux sont évacuées.

2.6.3 Essais spécifiques de mise en service

La réalisation des ouvrages de gestion de l'eau est souvent déficiente en raison d'un point haut mal positionné ne permettant pas l'entrée de l'eau. Dans les documents d'appel d'offres, des essais de mise en service pour le drainage de surface doivent être exigés. Ces essais sont réalisés à l'aide d'une borne d'incendie ou d'un camion-citerne, et ce, aux frais de l'entrepreneur.

2.7 Plantation

Les bienfaits associés aux ouvrages de plantation sont des éléments incontournables qui gagnent à être connus et valorisés. L'équipe de conception doit aborder ce sujet consciencieusement. Comment évolueront les compositions végétales d'un projet donné, au cours des cinq, dix, voire vingt prochaines années? Chaque espèce végétale possède des critères de croissance propres liées aux conditions du site. Il faut aborder l'aménagement avec un souci d'analyse exemplaire et dans un objectif de pérennité. Tout aménagement paysager doit être conçu et scellé par un membre de l'Association des architectes paysagistes du Québec (AAPQ).

Les principaux crédits LEED associés à cette section sont les suivants :

- AÉS – Espaces verts
 - espaces verts encourageant l'interaction avec l'environnement, l'interaction sociale, la récréation passive et les activités physiques;
 - superficie extérieure minimale de 30 % de la superficie totale du terrain, dont au moins 25 % végétalisés;
 - rappel :
 - un ensemencement judicieusement sélectionné et spécifique aux besoins du site favorisant la biodiversité et ne demandant pas de tonte peut être considéré comme un espace vert végétalisé;
 - un gazon en plaque requérant une tonte régulière n'est pas considéré comme un espace vert végétalisé.
 - coordination du crédit avec le Chapitre 5 – Structure du bâtiment (toiture végétalisée) et le Chapitre 3 – Architecture.
- AÉS et PR – Réduction des îlots de chaleur
 - privilégier l'ombre générée par la végétation existante ou de nouvelles plantations sur les surfaces foncées;
 - considérer la canopée des arbres.

2.7.1 Stratégie végétale

La stratégie végétale à développer est intimement associée aux principes de résilience, de pérennité et de biodiversité. L'origine et le choix des espèces végétales peuvent varier selon les orientations de conception, mais la somme des composantes de la stratégie végétale doit participer aux bienfaits sociaux, écologiques, culturels et économiques du site.

Aucun crédit LEED n'est associé à cette section.

Il importe de prendre en considération les éléments suivants permettant de bonifier les ouvrages :

- Principaux critères de sélection :
 - Analyser les caractéristiques du site à l'étude : orientation (ensoleillement), nature, qualité et humidité du sol existant, conditions de drainage de surface, corridor de vent, conditions de déneigement, exposition aux sels de déglacage, piétinement potentiel, surface minérale adjacente, effet recherché, ambiance quatre saisons, espace aérien disponible, espace souterrain disponible et accessible, incluant le dégagement normatif avec les services publics souterrains, le mobilier urbain et les bâtiments périphériques, etc.
 - Comprendre l'écosystème en place pour faire des choix basés sur sa capacité d'absorber des changements (résilience).
 - Mesurer la diversité des espèces en place.
 - Tenir compte du sol en place et planifier l'expansion racinaire des arbres.
 - Comprendre les besoins en nutriments et en eau des végétaux afin de proposer des substrats adaptés.
 - Assurer le renouvellement de la fertilité des substrats.
 - Développer un agencement relationnel dans le choix des arbres (bâtir des communautés d'espèces favorisant notamment la nutrition et la survie des nouvelles plantations).
 - Favoriser une biodiversité adaptée au milieu de vie (avantages/inconvénients).
 - Choisir des espèces végétales requérant un entretien minimal.
 - Définir le type de plantes, soit indigène ou naturalisée. Favoriser les plantes indigènes lorsque le site est localisé près des noyaux de biodiversité (ex. : Mont-Royal, parcs, corridors verts, etc.). Une combinaison des deux types de plantes est appropriée, avec une proportion minimale de 50 % de plantes indigènes.
 - Considérer la floraison en relation avec les insectes pollinisateurs, et en tenant compte de la qualité de vie et de l'esthétisme offerts par le lieu.
 - Favoriser les plantes pollinisatrices en considérant la clientèle du projet.
 - Assurer la sécurité des personnes (dégagement visuel et relationnel avec la rue), en favorisant des haies de faible hauteur.

- Favoriser les plantes adaptées au milieu d’insertion et proposer un aménagement paysager basé sur les principes du xéropaysagisme, préconisant les aménagements qui ne demandent que peu d’entretien et aucun arrosage.
- Préconiser des végétaux rustiques qui s’adaptent bien aux variations du climat. Ils sont moins sujets aux maladies, aptes à supporter les extrêmes et reconnus pour leur épanouissement en milieu urbain.
- Interdire les arbres et plantes considérés comme envahissants.
- Les choix de conception doivent se préoccuper de la végétation allergisante (couvert végétal compétitif). Au Québec, trois grands groupes de végétaux sont mis en cause dans les réactions allergiques : arbres/arbustes, graminées et herbacées. Chacun de ces groupes émet son pollen à des périodes spécifiques. Certaines personnes allergiques peuvent réagir durant ces trois saisons polliniques.

Tableau 2.3 - Exemples d’espèces allergisantes

Période	Groupe de plantes	Exemples
Printemps	Arbres et arbustes	Bouleau, aulne, orme
Printemps et été	Graminées	Agrostide, fétuque, pâturin
Été et automne	Herbacées	Armoise vulgaire, plantain, herbe à poux

- Encourager le ruissellement des surfaces imperméables vers les surfaces perméables et tenir compte de l’impact potentiel de sels de déglacage sur les surfaces perméables (résistance aux sels de déglacage).
- Favoriser une diversité arborescente basée sur les groupes fonctionnels.
- Favoriser une diversité au niveau des trois strates végétales (herbacée, arbustive et arborée).
Caractéristiques de la stratification verticale à considérer selon le site :
 - zone de rusticité de Montréal – 5 :
 - potentiel de choisir plus bas selon la condition du site;
 - selon la présence de microclimats, on peut oser choisir quelques espèces particulières en petite quantité.
 - attraits (caractéristiques esthétiques et temporelles);
 - hauteur et largeur à maturité;
 - distance de plantation;
 - vitesse de croissance;

- cote phytosanitaire et susceptibilité « entomopathologique »;
- tolérance (ombre, mi-ombre, soleil);
- tolérance à la sécheresse et à l'humidité;
- tolérance au type de sol;
- tolérance à la taille;
- facilité de reprise pour donner suite à la plantation;
- résistance structurale aux intempéries (neige, vent, verglas, gel/dégel);
- résistance à la pollution et aux conditions urbaines;
- résistance aux embruns et aux ruissellements salins, le cas échéant;
- résistance à l'accumulation de sels dans le sol;
- résistance à la compaction du sol :
 - Au-delà de la résistance à la compaction, il faut surtout éviter la compaction du sol après la plantation.

2.7.2 Phytotechnologie et infrastructures vertes

Les phytotechnologies et infrastructures vertes sont définies par la Société québécoise de phytotechnologie (SQP) comme étant : « des solutions technologiques axées sur les plantes qui viennent en réponse à une grande diversité des problèmes environnementaux (...) Elles sont utilisées pour offrir des services comme épurer l'eau, l'air, le sol, contrôler l'érosion et le ruissellement, restaurer des sites dégradés, séquestrer des gaz à effet de serre ainsi que réduire la chaleur et la vitesse des vents. Dans les phytotechnologies, les plantes et leurs alliés fongiques ou bactériens travaillent en synergie. Les phytotechnologies incluent les marais filtrants, les toitures et murs végétalisés, les haies brise-vent, les barrières sonores végétales, les systèmes végétalisés de gestion des eaux pluviales (systèmes de biorétention, jardins de pluie, etc.), les bandes riveraines ou autres structures de stabilisation des pentes végétalisées ainsi que de simples arbres de rue. »

La réglementation et les références s'y rapportant sont les suivantes :

- Ville de Montréal – Réglementation
 - *Règlement 20-030 : Règlement sur les branchements aux réseaux d'aqueduc et d'égout publics et sur la gestion des eaux pluviales*
 - Les phytotechnologies et infrastructures vertes s'inscrivent comme un concept permettant l'obtention des atteintes des objectifs de la réglementation, plus particulièrement pour la réduction des volumes des faibles pluies.

- Ministère de l'Environnement, de la Lutte contre les changements climatiques, de la Faune et des Parcs (MELCCFP)
 - *Guide de gestion des eaux pluviales – Stratégies d'aménagement, principes de conception et pratiques de gestion optimales pour les réseaux de drainage en milieu urbain*
 - référence pour ouvrages de gestion des eaux pluviales, en particulier le chapitre 11.
 - *Code de conception d'un système des eaux pluviales admissible à une déclaration de conformité*
 - méthode de calculs et principes de conception pour certains ouvrages de gestion des eaux pluviales;
 - programme d'exploitation et d'entretien.
- Société québécoise de phytotechnologie (SQP)
 - référence au site internet de la SQP;
 - explications des concepts, définitions et documentations pour la conception.
- Association canadienne de normalisation (CSA)
 - *CSA W200 : F18 – Conception des systèmes de biorétention*
 - rôles et responsabilités des intervenants;
 - critères de performances et de conception;
 - planification, critères et contraintes des systèmes de biorétention;
 - études préalables;
 - adaptation au climat froid;
 - principes de conception de la biorétention;
 - exigences et critères spécifiques pour le substrat de biorétention;
 - considérations de conception relatives à l'exploitation et à l'entretien.
 - *CSA W201 : F18 – Construction des systèmes de biorétention*
 - rôles et responsabilités;
 - considérations relatives à l'aménagement, à la construction et à l'installation;
 - planification des opérations de construction;
 - contrôle de l'érosion et des sédiments;
 - entretien pendant la période de garantie des travaux.

Le crédit LEED associé à cette section est le suivant :

- AÉS – Gestion des eaux pluviales
 - les phytotechnologies et infrastructures vertes permettent d’atteindre les objectifs du crédit.

Les phytotechnologies et les infrastructures vertes préconisées par la Ville sont présentées ci-dessous et sont classées selon les bénéfices qu’elles procurent. La conception d’un aménagement comprenant des infrastructures vertes doit être réalisée par un ingénieur civil (tout élément civil, terreau et calculs) et par une personne titulaire d’un diplôme universitaire en architecture de paysage, en biologie ou dans le domaine forestier ou sous sa supervision (pour le choix des végétaux, du terreau et des arbres). Leur utilisation dans la résolution de problèmes environnementaux doit être préférée à d’autres méthodes plus intrusives.

- Gestion des îlots de chaleur
 - toiture végétalisée (coordination du crédit avec le Chapitre 5 – Structure du bâtiment et le Chapitre 3 – Architecture);
 - mur végétalisé;
 - arbre;
 - bassin de biorétention;
 - noue engazonnée, végétalisée avec ou sans retenue permanente.
- Gestion des gaz à effet de serre
 - arbre.
- Gestion des eaux pluviales
 - Réduction du volume pour les faibles pluies
 - toiture végétalisée (coordination du crédit avec le Chapitre 5 – Structure du bâtiment et le Chapitre 3 – Architecture);
 - bassin de biorétention;
 - noue engazonnée, végétalisée avec ou sans retenue permanente;
 - tranchée d’infiltration.
 - Réduction du débit de pointe pour les pluies de récurrence 25 ans
 - bassin de biorétention;
 - bassin de rétention avec ou sans retenue prolongée.

- Traitement de la qualité des eaux pluviales
 - bassin de biorétention;
 - bassin de rétention avec retenue prolongée;
 - noue végétalisée avec retenue permanente.
- Réduction des vents
 - haie brise-vent.
- Écran visuel
 - mur végétalisé.
- Barrière sonore végétale
 - mur antibruit végétalisé.
- Stabilisation de pentes végétalisées
 - végétaux spécifiques.

Il importe de prendre en considération les éléments suivants permettant de bonifier les ouvrages :

- Gestion des îlots de chaleur
 - Réaliser un plan de canopée des arbres et arbustes (correspondant à 10 années de croissance).
 - Inclure les arbres de rue ayant une canopée au-dessus du site aménagé.
- Gestion des gaz à effet de serre
 - Maximiser la plantation d'arbres pour augmenter la séquestration des gaz à effet de serre.
- Gestion des eaux pluviales
 - Se référer à la section « Ouvrages de gestion des eaux pluviales ».
 - Réaliser des tests de perméabilité du sol en place en amont de la conception détaillée ainsi qu'une étude de caractérisation géotechnique et environnementale du sol en place.
 - En cas de capacités d'infiltration limitées dans le sol (argileux/silteux), favoriser l'utilisation de surfaces perméables pour permettre une infiltration. Il faut prévoir un trop-plein permettant l'évacuation des surplus d'eau, celui-ci pouvant être à l'extérieur de la surface perméable ou à un endroit stratégique pour éviter tout court-circuitage du bon fonctionnement de la répartition des eaux dans l'aire perméable.

- Les ouvrages d'infiltration au-dessus de conduites d'eau domestique, de conduites de gaz ou de massif électrique sont interdits. Lorsque c'est requis, étanchéiser la zone localement. Positionner les composantes pour éviter les effets néfastes des apports d'embruns salins près des ouvrages qui pourraient être affectés par les ions salins.
- Utiliser le potentiel des végétaux et des arbres dans la diminution des volumes par évapotranspiration.
- Choisir les végétaux en fonction des conditions et caractéristiques (résistance aux inondations, à la sécheresse, à l'ensoleillement et au sel de déglacage) de l'infrastructure verte.
- Réaliser des cellules de prétraitement pour capter les sédiments et concentrer l'entretien dans un espace.
- Le terreau pour bassin de biorétention (substrat d'infiltration) doit être conforme aux exigences et critères spécifiques de la norme *CSA W200 : F18 - Conception des systèmes de biorétention*.
- Autour d'une dépression pouvant recevoir une accumulation d'eau temporaire ou permanente de plus de 600 mm, l'équipe de conception doit mettre en place des mesures permettant d'assurer la sécurité des personnes. Selon le contexte, les mesures de protection peuvent comprendre l'aménagement de paliers d'au plus 600 mm de profondeur, une barrière végétale, un jeu d'éclairage, des panneaux pédagogiques, etc. Les propositions doivent respecter les règlements d'urbanisme en vigueur.
- Planifier l'espace et les installations nécessaires à l'accès des ouvrages pour l'entretien.
- Un programme d'exploitation et d'entretien spécifique au projet doit être élaboré conformément aux exigences du *Règlement 20-030*.
- Réduction des vents
 - Considérer les corridors de vent, les vents estivaux et hivernaux, pour positionner les haies brise-vent.
- Écrans visuels
 - Déterminer des composantes de site pouvant être de faible intérêt visuel pour évaluer l'opportunité d'installer des écrans visuels.
 - Déterminer le type d'écran : palissade végétale, palissade séchée, etc.
 - Sélectionner des arbustes, des vignes ou des plantations denses qui forment un écran visuel tout au long de l'année. Certaines espèces de vignes, comme le houblon, offrent un attrait visuel d'intérêt même en hiver.
- Barrières sonores végétales
 - Combiner des matériaux absorbant le bruit à des végétaux créant une bonne couverture.

- Stabilisation de pentes végétalisées
 - Définir le pourcentage des pentes et établir le niveau de stabilité. À noter qu'une pente est considérée comme abrupte dès qu'elle atteint un angle de 20 % :
 - pente < 33 % : engazonnement ou ensemencement standard;
 - pente < 50 % : végétaux ou ensemencement avec paillis de cellulose;
 - pente > 50 % : combinaison de matériaux.
 - Considérer les impacts de l'écoulement des eaux sur les pentes.
 - Pour les pentes plus fortes, sélectionner des végétaux ayant un réseau racinaire stabilisant les pentes.

2.7.3 Fosse de plantation et terreau

La qualité de la fosse de plantation est constituée de sa capacité volumétrique et de la qualité du mélange de terreau végétal, essentielle à la bonne croissance des végétaux. Les critères de conception et d'exécution participent aux principes de résilience et de pérennité en contribuant à long terme à la santé et à la croissance du végétal.

La qualité de la fosse (volume, terreau et mycorhize) favorise la capacité d'échange cationique (CEC) d'un sol, qui est la quantité de cations que celui-ci peut retenir sur son complexe absorbant, et ce à un pH donné. Elle est utilisée comme mesure de la fertilité d'un sol en indiquant la capacité de rétention des éléments nutritifs. Cette fertilité permet l'extraction des minéraux essentiels au bon développement de la plante, des racelles jusqu'au feuillage.

La mycorhize est pour sa part le résultat de l'association symbiotique, appelée mycorhization, entre des champignons et les racines des plantes, laquelle assure l'essentiel de l'absorption d'eau et des nutriments, et multiplie par dix la croissance de la plante.

Sans s'y limiter, les documents normalisés s'y rapportant sont les suivants :

- Ville de Montréal – Documents normalisés
 - *DTNP-2A : Travaux d'excavation, de remblayage et de terrassement*
 - critères de réutilisation des sols sur le site :
 - dans un objectif de développement durable, la réutilisation de la terre végétale en place est à préconiser.
 - *DTNI-7A : Gestion des déblais et de l'eau, et travaux de réhabilitation environnementale*

- Une caractérisation des sols permet de statuer sur le niveau de contamination des sols en présence, mais aussi sur la qualité (composition) de la terre végétale en vue d'une réutilisation ultérieure, et doit inclure les recommandations en agronomie à l'égard des amendements potentiellement requis.
- *DTNP-5A : Apport de terreau*
 - composition des mélanges de terre n° 1 et n° 2;
 - épaisseur des fosses de plantation pour arbustes et vivaces;
 - épaisseur de terre végétale et mélange pour gazon en plaques et ensemencement;
 - mélanges pour arbres, arbustes, graminées et vivaces;
 - méthode de mise en place;
 - exigences de contrôle.
- *DTNP-5B : Fourniture et plantation de végétaux*
 - épaisseur des fosses de plantation pour arbustes et vivaces;
 - exécution;
 - éléments favorisant la bonne croissance des végétaux et leur pérennité;
 - exigences de contrôle.
- Bureau de normalisation du Québec (BNQ)
 - *BNQ 0605-100 Aménagement paysager à l'aide de végétaux*

Le crédit LEED associé à cette section est le suivant :

- AÉS – Aménagement des sites - protéger ou restaurer les habitats
 - réutilisation des sols perturbés ou compactés dans des fonctions comparables aux fonctions d'origine.

Il importe de prendre en considération les éléments suivants permettant de bonifier les ouvrages :

- Le volume des fosses de plantation des arbres doit idéalement recevoir 10 m³ de terreau. La fosse peut être carrée, rectangulaire ou continue d'arbre en arbre. Elle peut être associée à l'utilisation de modules d'enracinement sous les trottoirs ou les surfaces minérales, ou encore à l'usage de trottoir ponctuellement structural en relation avec la fosse d'arbres (10 m³ par arbre).
- Il importe d'effectuer des calculs de capacité de charge afin de déterminer la capacité et le modèle de module d'enracinement à utiliser.

- Les mélanges de terreau n° 1 et n° 2 de la Ville prescrits au *DTNP-5A* peuvent être utilisés pour l'ensemble des travaux horticoles. La qualité du terreau est un préalable essentiel à la bonne croissance des végétaux. Dans un objectif de développement durable, de résilience et de pérennité, la possibilité de récupérer du terreau existant sur le site des travaux du bâtiment doit être explorée.
- Dans un objectif de récupération des sols en place :
 - La récupération des sols doit être spécifiée dans les documents d'appel d'offres puisque les documents normalisés ne l'autorisent pas à moins d'indication contraire.
 - Une analyse de caractérisation des sols (traces de contaminants) est exigée en discriminant la couche supérieure du terrain concerné ($\pm$ les 30 premiers cm), là où se trouve généralement la matière organique en surface, du terrain sous-jacent.
 - Exiger une analyse portant sur l'ensemble des caractéristiques physiologiques et chimiques de la matière organique (couche supérieure), incluant la CEC.
 - Exiger une expertise en agronomie pour en faire l'interprétation et proposer les amendements requis afin d'atteindre les prescriptions normatives des mélanges de terreau n° 1 et n° 2 (ou du moins s'en rapprocher).
 - Amender la terre existante selon les recommandations de l'expertise en agronomie en utilisant :
 - chaulage (pour pH);
 - engrais d'origine organique (résidus de végétaux ou d'animaux) ou engrais d'origine minérale (roches broyées) :
 - réaliser des démarches pour obtenir un compost provenant des centres de compost de la Ville;
 - les engrais de synthèse (chimiques) sont interdits.
 - Les amendements doivent être spécifiés dans les documents d'appel d'offres :
 - Cette approche est valable uniquement sur de grandes superficies de terrain à décaper, tamiser, amender, etc. La pertinence d'une analyse économique et de faisabilité doit être validée auprès de la Ville.
- En ce qui a trait au paillis à ajouter, favoriser un bois raméal fragmenté (BRF), permettant la réutilisation de la coupe/taille d'arbres par la Ville.

2.7.3.1 Arbre

L'arbre contribue à valoriser l'ensemble architectural d'un projet et participe à l'amélioration de la qualité de vie de la population. Que ce soit dans la thématique paysagère, dans la mise en valeur des façades, dans les perspectives souhaitées ou bien dans l'effet de canopée recherché, pour

une aire de socialisation, il importe de sélectionner judicieusement les espèces végétales. L'arbre contribue à réduire la pollution dans les villes et participe à contrer les îlots de chaleur. Le choix de l'espèce est déterminant dans l'atteinte des objectifs de résilience et de pérennité.

Les documents normalisés et les références s'y rapportant sont les suivants :

- Ville de Montréal – Documents normalisés

- *DTNP-1B : Protection des végétaux*

- travaux arboricoles;
 - mesure de protection des arbres durant les travaux.

- *DTNP-5B : Fourniture et plantation de végétaux*

- détermination des calibres de l'arbre et des dimensions des mottes;
 - procédure pour la réservation de végétaux dans une pépinière et à la pépinière municipale, incluant la « Demande de réservation » à la Ville;
 - méthode d'exécution des travaux;
 - tuteur;
 - entretien requis et garantie des végétaux;
 - la sélection et la préparation des végétaux, leur chargement et déchargement, leur transport, l'approbation et l'entreposage des végétaux au chantier, les travaux préparatoires à la plantation, la plantation, la fourniture et la pose de paillis, les arrosages, la fourniture et l'application de fertilisants, la fourniture et la réalisation des ouvrages de stabilisation des végétaux, l'entretien requis et la garantie des végétaux.

- Arrondissement – Réglementation

- Chaque arrondissement possède sa propre réglementation. On trouve plus de renseignements sur le site de l'arrondissement concerné.

- Association canadienne des pépiniéristes et des paysagistes

- *Normes canadiennes sur les produits de pépinières*

British Columbia Landscape Standard (BCLS)

- *Norme canadienne du paysage*

- Bureau de normalisation du Québec (BNQ)

- *BNQ 0605-100 Aménagement paysager à l'aide de végétaux*
 - *BNQ 0605-200 Entretien arboricole et horticole*

- *BNQ 0605-300 Produits des pépinières et de gazon*
- *BNQ 0605-400 Produits de serres*

Les crédits LEED associés à cette section sont les suivants :

- AÉS et PR – Réduction des îlots de chaleur
 - Considération de la canopée du type d'arbres sélectionné et du positionnement de chacun pour maximiser l'effet d'îlot de fraîcheur.

Il importe de prendre en considération les éléments suivants permettant de bonifier les ouvrages :

- Favoriser une diversité d'espèces ainsi qu'une variété arborescente basée sur les groupes fonctionnels.
- Une attention particulière doit être portée à la hauteur des premières branches charpentières apparaissant sur le tronc de l'arbre, en fonction de l'usage du lieu et en prévision d'une plantation avec fosse et grille d'arbre (trottoir, place publique).
 - Selon le principe de précaution, il faut prescrire (modifier et augmenter) au devis une hauteur de première charpentièr variant entre 2,0 m et 2,1 m du collet de culture. De plus, les distances de plantation entre l'arbre et les services publics souterrains, ainsi que le mobilier urbain, doivent respecter les normes de l'arrondissement concerné.
- L'évaluation de la biodiversité du secteur permet de valider le choix des essences sur le site afin de participer à la biodiversité globale du secteur.
- Les arbres à maturité ne doivent pas obstruer l'éclairage des lampadaires ainsi que les vues des caméras de surveillance.
- La culture des végétaux, particulièrement les arbres, doit être réalisée en territoire québécois. Si les calibres demandés ne sont pas disponibles, les arbres peuvent alors provenir de l'extérieur.
- Favoriser les pépinières locales (zone climatique).
- Principaux critères de sélection :
 - zone de rusticité de Montréal : 5;
 - résistance au sel (selon le contexte, car cette contrainte limite le choix des végétaux);
 - résistance à la sécheresse/inondation. Favoriser une combinaison de plantes indigènes, sous-espèces et végétaux naturalisés adaptés au contexte urbain (pollution, sécheresse, inondation, entretien minimum);
 - résistance aux maladies sévissant sur le territoire;
 - disponibilité des espèces de végétaux sélectionnés sur le marché. Au besoin, notamment pour des volumes importants, il est suggéré de les commander en préachat un an avant les travaux de plantation.

2.7.4 Gazonnement

Le choix de prescrire du gazon en plaque sur une surface donnée est une solution rapide à l'effet immédiat. Il nécessite toutefois un arrosage soutenu. Ce choix doit se faire selon le contexte d'intervention et les superficies à considérer. Il peut s'avérer judicieux pour les lisières entre les espaces minéraux et les lits de plantation. En revanche, on ne peut pas utiliser des bandelettes de gazon dont l'exiguïté ne permet pas le passage de la machinerie de tonte.

Les documents normalisés s'y référant sont les suivants :

- Ville de Montréal – Documents normalisés
 - *DTNP-3A : Travaux de gazonnement*
 - mélanges de gazon (terrain standard, terrain sportif);
 - fertilisant.
 - *DTNP-5A : Apport de terreau*
 - mélange de terreau;
 - profondeur d'excavation.

Le crédit LEED associé à cette section est le suivant :

- AÉS – Espaces verts
 - espaces verts encourageant l'interaction avec l'environnement, l'interaction sociale, la récréation passive et les activités physiques;
 - rappel : le gazon en plaque nécessitant la tonte n'est pas considéré comme un espace vert végétalisé.

Il importe de prendre en considération les éléments suivants permettant de bonifier les ouvrages :

- En plus de nécessiter un entretien régulier exigeant, le gazon en plaque n'est pas un choix écologique. Dans un objectif de développement durable, de résilience et de pérennité, il importe d'équilibrer le ratio gazon en plaques et autres plantations (ensemencement et massifs de végétaux). Le tout doit être coordonné avec le chargé de projet afin d'établir un équilibre entre les bienfaits écologiques et l'entretien disponible.
- Pour de grandes surfaces, il est possible de circonscrire les surfaces minérales d'une largeur de 1 m de gazon en plaque et de combler l'intérieur des surfaces avec un ensemencement répondant à un mélange plus « écologique », voire plus varié. Certaines entreprises spécialisées en semis proposent un vaste choix en ce sens.
- Principaux critères de sélection :
 - proposer des alternatives au gazon.

2.7.5 Ensemencement

Pour une surface donnée, l'ensemencement représente une alternative écologique au gazon en plaque. Les possibilités de composition du semis (graminées, légumineuses, vivaces et annuelles) sont variées et adaptées à de multiples conditions de vie. Ce choix est déterminé selon le contexte d'intervention, les superficies à combler et le niveau d'entretien souhaité.

Dans un objectif de développement durable, de résilience et de pérennité, on doit considérer l'usage d'un ensemencement, qu'il soit hydraulique ou mécanique, selon les facilités d'accès à la machinerie.

Les documents normalisés s'y référant sont les suivants :

- Ville de Montréal – Documents normalisés
 - *DTNP-3B : Travaux d'ensemencement*
 - mélange d'ensemencement du gazon;
 - types d'ensemencement (mécanique ou hydraulique);
 - méthode d'exécution des travaux;
 - fertilisant;
 - période des travaux et délai d'ensemencement.
 - *DTNP-5A : Apport de terreau*
 - mélange de terreau;
 - profondeur d'excavation.

Le crédit LEED associé à cette section est le suivant :

- AÉS – Espaces verts
 - Un ensemencement judicieusement sélectionné et spécifique aux besoins du site (favorisant la biodiversité et ne demandant pas de tonte) peut être considéré comme un espace vert végétalisé.

Il importe de prendre en considération les éléments suivants permettant de bonifier les ouvrages :

- Il faut être vigilant sur les travaux d'ensemencement, qui doivent être exécutés du 15 avril au 15 juin ou du 15 août au 15 octobre. Il faut également prendre en considération le temps de germination de certaines graminées qui requiert 30 jours ou plus, avec une température minimale du terreau de 12 °C, combinée à une humidité du sol de l'ordre de 90 %.

- Un ensemencement en dormance peut également être réalisé du mois de novembre aux premières neiges sur les terrains de moins de 2 % de pente. Il est interdit de réaliser des travaux d'ensemencement sur un sol gelé ou recouvert de neige, de glace ou d'eau stagnante.
- Principaux critères de sélection :
 - développer une composition de semis adaptée au milieu de vie.

2.7.6 Système d'irrigation

L'installation d'un système d'irrigation peut être envisagée uniquement sur des sites considérés hautement symboliques (ex. : hôtel de ville) ou touristiques. Lorsque c'est possible, les eaux grises des toitures de l'immeuble doivent être récupérées pour alimenter le système d'irrigation.

Les documents normalisés s'y référant sont les suivants :

- Ville de Montréal – Documents normalisés
 - 02-442 : *Irrigation*
 - installation d'un dispositif antirefoulement.

Le crédit LEED associé à cette section est le suivant :

- Préalable et crédit GEE – Réduction de la consommation d'eau à l'extérieur
 - aucune irrigation nécessaire ou irrigation réduite.
 - impacts résultant du choix des espèces végétales indigènes et résistantes à la sécheresse.

Il importe de prendre en considération les éléments suivants permettant de bonifier les ouvrages :

- Bien que l'utilisation de l'irrigation soit incompatible avec les principes de développement durable, celle-ci demeure toutefois envisageable dans la mesure où elle utilise les eaux grises provenant des toitures et emmagasinées dans des citernes enfouies ou des conduites surdimensionnées, incluant des systèmes de pompage, des gicleurs, etc. Il faut toutefois recourir à des végétaux résistants aux conditions de sécheresse.
- On doit déterminer le volume d'eau requis pour fin d'irrigation et la fréquence d'utilisation moyenne et déterminer la capacité d'emmagasinement du réservoir nécessaire (au niveau souterrain ou bien à un niveau intermédiaire favorisant une utilisation par gravité) en y intégrant une fosse de sédimentation; en y intégrant un système de pompage électrique (ou énergie solaire); et en y greffant le système d'irrigation (explorer ici la gamme de gicleurs, buses, systèmes goutte à goutte, etc., et leur durée de vie dans un objectif de pérennité).
- Faire le lien avec le *Code de plomberie*.
- Prévoir un dispositif antirefoulement en lien avec les eaux grises.

- Principaux critères de sélection :
 - valider la nécessité de mettre en place un système d'irrigation;
 - lorsque c'est requis, concevoir un système d'irrigation valorisant l'utilisation des eaux grises en provenance des toitures et ainsi éviter l'utilisation de l'eau potable;
 - comparer les avantages d'un système goutte à goutte par rapport à ceux d'un arrosage intensif;
 - favoriser le ruissellement des surfaces imperméables vers les surfaces perméables et la rétention d'eau.

2.7.7 Entretien des plantations

L'entretien des plantations est essentiel à la bonne croissance des végétaux. Il demeure toutefois l'un des aspects les plus négligés de la stratégie végétale, que ce soit par manque de budget ou à cause de lacunes au niveau du suivi. Par conséquent, il importe de prévoir, dès la conception, des végétaux nécessitant un entretien minimal à un coût raisonnable. La mise en place du programme d'entretien est critique, surtout lorsque les végétaux sont utilisés à des fins de phytotechnologies et d'infrastructures vertes.

Les documents normalisés s'y rapportant sont les suivants :

- Ville de Montréal – Documents normalisés
 - *DTNP-5B : Fourniture et plantation de végétaux*
 - période d'entretien de la plantation jusqu'à la réception définitive;
 - tenue d'un registre écrit des actions réalisées;
 - spécifications pour les arrosages en profondeur;
 - spécifications pour l'entretien du paillis et les cuvettes d'arrosage;
 - spécifications pour la protection des troncs et les systèmes de stabilisation;
 - spécifications pour désherbage, sarclage, élagage et nettoyage printanier;
 - spécifications pour le remplacement des végétaux.

Aucun crédit LEED n'est associé à cette section.

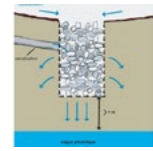
Il importe de prendre en considération les éléments suivants permettant de bonifier les ouvrages :

- Dans un objectif de maintien des actifs, l'équipe d'horticulture et des travaux publics de l'arrondissement concerné doit participer à l'élaboration du programme d'entretien. Ce travail de concertation permet de fixer les objectifs à atteindre, de déterminer les enjeux et d'élaborer un programme de suivi adéquat.
- Favoriser un BRF (bois raméal fragmenté) pour le paillis (réutilisation de la coupe par la Ville).

- Principaux critères de sélection :
 - engazonnement et ensemencement
 - tonte :
 - réaliser la tonte à une hauteur minimale de 100 mm pour éviter la sécheresse du gazon;
 - définir les secteurs à couper et les intervalles nécessaires.
 - engazonnement et bande de propreté;
 - ensemencement;
 - « herbicyclage » : gérer les résidus de coupe en laissant une portion pour engrais naturel sur le site;
 - aération du sol, terreautage avec du compost;
 - semis direct de correction;
 - amendement de la terre existante selon les recommandations du *DTNP-5A*
 - l'ajout abusif doit être proscrit, car cela occasionne des impacts majeurs sur le pH et les nutriments peuvent être lessivés par les infrastructures vertes vers le réseau pluvial, nutriments constituant alors des contaminants pour le milieu récepteur.
 - végétaux et arbres
 - taillage et soins d'entretien;
 - amendement de la terre existante selon les recommandations du *DTNP-5A*
 - l'ajout abusif doit être proscrit, car cela possède des impacts majeurs sur le pH et les nutriments peuvent être lessivés par les infrastructures vertes vers le réseau pluvial, nutriments constituant alors des contaminants pour le milieu récepteur.
 - arrosage (2-3 premières années);
 - remplacement des végétaux morts;
 - ramassage automnal des feuilles :
 - valorisation par « feuillicyclage » en utilisant les feuilles pour recouvrir le paillis avant la période hivernale.
 - ajout de BRF dans les massifs et les cuvettes d'arrosage.

Annexe 2.1

Tableau 2.4 - Techniques de rétention

Technique de rétention	Ordre de priorisation des techniques de rétention									
	Rétention de surface					Rétention souterraine				
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
	Rétention sur toit	Rétention sur stationnement	Dépression végétalisée	Bassin sec aménagé	Bassin de rétention de surface	Tranchée d'infiltration	Voûtes souterraines en thermoplastique	Conduites souterraines en thermoplastique	Conduites souterraines en béton armé	Bassin de rétention
										
Intervalle raisonnable de coût par m³ retenu	de 50 à 100\$	de 50 à 100\$	de 50 à 150\$	de 150 à 400\$	200\$ à 600\$	250\$ à 350\$	500\$ à 700\$	600\$ à 800\$	800\$ à 1000\$	1250\$ à 1500\$
Avantages	_Faible coût	_Faible coût _espace polyfonctionnel	_espace polyfonctionnel _Alimentation de la nappe (réduction des surverses)**	Valeur ajoutée à l'aménagement global _Alimentation de la nappe (réduction des surverses)**	Valeur ajoutée à l'aménagement global	_Faible occupation de l'emprise foncière _Alimentation de la nappe (réduction des surverses)**	Faible occupation de l'emprise foncière _Alimentation de la nappe	Faible occupation de l'emprise foncière	Faible occupation de l'emprise foncière	_Faible occupation de l'emprise foncière
Inconvénients	_Constitue un risque pour l'étanchéité des toitures*	Nécessite l'information des riverains	Nécessite l'information des riverains	_Grande emprise au sol _Nécessite l'information des riverains	_Grande emprise au sol _Nécessite l'information des riverains	_Difficulté, voire impossibilité d'entretien. _Colmatage si eau chargée. _Capacité limitée si sol argileux ou présence de roc.	_Difficulté, voire impossibilité d'entretien. _Colmatage si eau chargée.		_Coût élevé	_Coût élevé
Entretien	_Faible. _Simple	_Faible. _Simple	_Faible. _Simple	_Faible. _Simple	_Intervention spécialisée	Intervention spécialisée	Intervention spécialisée	Intervention spécialisée	Intervention spécialisée	Intervention spécialisée

* Point non confirmé par l'Association des Maîtres-Couvreurs du Québec _AMCQ

** les options (3) (4) et (6) permettent une perte des volumes pour les petites pluies et présentent donc un avantage important dans un contexte de réseau public unitaire (pluvial et sanitaire dans la même conduite d'égout)

Objectifs du document :

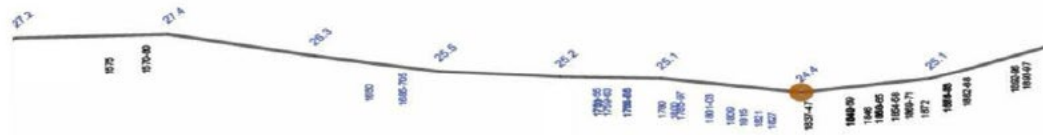
Fournir un «axe de priorisation» quant au choix des techniques de rétention. Ainsi, les options (1) à (4) devraient être priorisées en tout temps alors que les options (7) à (10) ne devraient être proposées qu'en cas d'impossibilité des précédentes, ou en complément des précédentes. Une combinaison de plusieurs techniques est également possible.

Fournir un intervalle des coûts raisonnables par technique de rétention. Ceci est utile pour les estimations budgétaires, mais pourrait servir à évaluer le niveau d'optimisation des propositions des consultants.

Annexe 2.2

Protection des entrées – Exemple de cuvette

TOPOGRAPHIE et protection DES ENTRÉES





Chapitre 3

Architecture

Chapitre 3

3. Architecture	110
3.1 Généralités	110
3.2 Exigences obligatoires et crédits LEED prioritaires	110
3.3 Objectifs de conception et indicateurs de performance	111
3.3.1 Favoriser la cohésion des espaces	112
3.3.2 Permettre l'appropriation des aires communes	112
3.3.3 Accessibilité universelle et inclusion	113
3.3.4 Intégrer et mettre en valeur le patrimoine	114
3.3.5 Revaloriser des espaces vacants - occupation temporaire et transitoire	115
3.3.6 Accroître la durabilité architecturale des bâtiments et des lieux publics	116
3.3.7 Promouvoir un processus de conception intégrée (PCI)	116
3.3.8 Conception bioclimatique en accord avec la nordicité	117
3.3.9 Conception et rénovation écoénergétique des bâtiments	118
3.3.10 Déconstruction, gestion et réduction des déchets	118
3.3.11 Assurance de la qualité	118
3.3.12 Matériaux de remplacement	120
3.4 Systèmes, composantes et équipements	120
3.4.1 Aires communes	120
3.4.1.1 Accueil	120
3.4.1.2 Hall d'entrée	121
3.4.1.3 Installations sanitaires	122
3.4.1.4 Stations d'hydratation	122
3.4.1.5 Transport vertical et monte-charge	122
3.4.1.6 Halte familiale	123
3.4.1.7 Cuisine - coin repas	123
3.4.1.8 Local à l'usage des secouristes	125
3.4.1.9 Aire de refuge	126
3.4.1.10 Conciergerie	126
3.4.1.11 Dépôts	126
3.4.2 Enveloppe du bâtiment	126
3.4.2.1 Performance	127
3.4.2.2 Caractéristiques thermiques	128
3.4.2.3 Murs extérieurs	128
3.4.2.4 Parements	129
3.4.2.5 Isolants	129

3.4.2.6	Fondations	130
3.4.2.7	Balcons, loggia, terrasse, galerie et véranda en béton	131
3.4.2.8	Seuils, paliers et escaliers extérieurs en béton	131
3.4.2.9	Ratio fenêtrage/murs	131
3.4.2.10	Normes – Éléments de fenestration	131
3.4.2.11	Fenêtres et lanterneaux	132
3.4.2.12	Murs rideaux	133
3.4.2.13	Vitrages	133
3.4.2.14	Portes extérieures	134
3.4.2.15	Portes de garage	134
3.4.2.16	Quincaillerie et accessoires	134
3.4.2.17	Contrôle de l'ensoleillement	135
3.4.2.18	Contrôle aviaire	135
3.4.2.19	Études thermographiques et tests d'infiltrométrie	136
3.4.3	Toitures	136
3.4.3.1	Objectifs de conception, performance	136
3.4.3.2	Améliorer la résilience	137
3.4.3.3	Menuiserie de toiture	138
3.4.3.4	Systèmes de toiture	138
3.4.3.5	Toitures végétalisées	141
3.4.3.6	Toiture métallique en feuilles	142
3.4.3.7	Lanterneaux et verrières	143
3.4.3.8	Sécurité/Prévention des chutes	143
3.4.4	Construction intérieure	144
3.4.4.1	Plafonds suspendus	144
3.4.4.2	Finis muraux	145
3.4.4.3	Terrazo, carrelages de céramique et de grès	145
3.4.4.4	Casiers (armoires-vestiaires)	146
3.4.4.5	Accessoires de salle de toilettes et de salle de bains	146
3.4.4.6	Grille gratte-pieds	147
3.4.5	Peinture	147
3.4.5.1	Développement durable	147
3.4.5.2	Qualité	147
3.4.5.3	Préparation des surfaces	148
3.4.6	Résistance au feu	148
3.4.6.1	Ignifugation	148
3.4.6.2	Séparations coupe-feu	149



3. Architecture

3.1 Généralités

L'objectif premier du chapitre Architecture est double : à la fois mettre en œuvre une vision d'ensemble cohérente pour les transformations, les réaménagements, les restaurations et les constructions à venir, et définir des paramètres de qualité et de durabilité architecturales.

On vise ici une compréhension accrue des attributs propres à l'architecture de Montréal, et ce, en vue de valoriser et de préserver en premier lieu les qualités physiques et matérielles qui reflètent son identité architecturale. Cependant, la démarche ne se limite pas à la simple préservation, elle s'attache également à promouvoir des critères de conception identitaires qui révèlent les différentes facettes de Montréal en tant que métropole française d'Amérique, ville nordique, ville de design et pôle artistique.

La mise en œuvre de cette recherche de qualité architecturale implique obligatoirement l'élaboration de plans de gestion et de maintien d'actifs. Toutefois, en plus de la préservation des qualités architecturales des places et des bâtiments existants, c'est l'intégration des nouvelles transformations et des nouvelles constructions, et le dialogue que celles-ci entretiendront avec le cadre bâti avoisinant, qui devient la priorité.

En effet, la qualité de conception des espaces et des lieux ne devrait pas être un paramètre circonstanciel, qui apparaîtrait et disparaîtrait de façon aléatoire. C'est pourquoi des standards, des fondements de base, explicitement nommés, de qualité architecturale tant intérieure qu'extérieure, sont énoncés ici.

Les priorités définies par la Ville de Montréal sont nombreuses et représentent un défi de taille. À cet effet, les orientations de Montréal 2030 que la Ville de Montréal a retenues pour les années à venir sont expliquées dans les prochaines sections. Les équipes de conception des nouvelles transformations, réhabilitations et constructions doivent considérer ces priorités et les intégrer dans leurs paramètres de design.

3.2 Exigences obligatoires et crédits LEED prioritaires

En accord avec l'orientation stratégique d'accélérer la transition écologique et en concordance avec la Politique de transition écologique et de développement durable des immeubles municipaux de la Ville de Montréal, l'équipe de conception doit se familiariser avec la liste des exigences obligatoires en développement durable (Chapitre 1 - 1.3.8) et celle des crédits LEED prioritaires (Chapitre 1 - 1.3.9) disponibles au chapitre 1 – Exigences générales.

Ces listes indiquent les actions obligatoires et les crédits LEED à privilégier en fonction des priorités municipales, ainsi que les crédits proscrits ou non souhaités.

La liste des exigences obligatoires en développement durable décrit les performances à mettre en place au moment du démarrage du projet. Ces objectifs doivent être accomplis par l'équipe lauréate pour tous les projets de construction et rénovations, peu importe leurs superficies.

Les crédits LEED prioritaires s'appliquent à tous les projets de 500 m² et plus pour lesquels une certification LEED à jour est exigée. Dans le cas d'un projet inférieur à 500 m², l'équipe lauréate doit quand même mettre en place, exécuter et documenter le plus de crédits LEED prioritaires possible. La documentation pour ces projets de 500 m² et moins est soumise au gestionnaire de projet.

3.3 Objectifs de conception et indicateurs de performance

À part la qualité architecturale recherchée, les autres objectifs de conception sont les suivants :

- favoriser la cohésion des espaces et la fluidité des parcours, de pair avec une signalétique soignée, afin d'améliorer la facilité de se repérer, tant aux abords immédiats d'un bâtiment ou d'une place publique qu'à l'intérieur d'un bâtiment;
- permettre une certaine appropriation par les personnes fréquentant les espaces publics et les aires communes des bâtiments, en concevant des aménagements qui favorisent l'interaction sociale, le mieux-être individuel et une dynamique participative;
- assurer l'accessibilité des lieux et des parcours sans obstacles tant aux abords immédiats d'un bâtiment ou d'une place publique qu'à l'intérieur d'un bâtiment;
- révéler la dimension historique, culturelle, politique et symbolique du patrimoine bâti afin d'en faire mesurer la portée et de faciliter son intégration et sa mise en valeur;
- revaloriser les espaces vacants au moyen d'une occupation temporaire, événementielle et occasionnelle, ou transitoire;
- impulser sous toutes ses formes une conception axée sur la durabilité architecturale;
- promouvoir dans certains projets un processus de conception intégrée afin de coordonner les besoins en termes d'espaces et d'équipements;
- concevoir des aménagements et des programmes de maintien d'actifs en accord avec la nordicité et les changements climatiques;
- concevoir, par divers moyens, des aménagements flexibles adaptés à la résilience et à la transition écologique.

3.3.1 Favoriser la cohésion des espaces

Les espaces doivent répondre aux besoins d'une diversité de clientèles engagées dans différentes activités et remplissant des tâches et des fonctions différentes. Parfois, plusieurs usages ou services sont regroupés dans un même bâtiment.

Une certaine visibilité et une certaine transparence sont recherchées dans certains cas, mais ne doivent pas pour autant faire des façades vitrées une règle absolue. Il existe plusieurs moyens de révéler diverses fonctions ou activités prenant place à l'intérieur d'un bâtiment, en permettant leur lecture à partir de l'extérieur. Dans les constructions nouvelles, il peut s'agir de composer avec plusieurs éléments (des volumétries différentes, des matériaux différents) afin d'établir des repères.

Dans le cas de transformations, il peut s'agir d'accentuer la visibilité des entrées, des portails, des marquises, des surfaces dures ou pavées, etc., afin de trouver facilement ses repères à partir de l'extérieur.

Une fois à l'intérieur, les aménagements conçus doivent se greffer à un parcours fluide. L'identification de différentes zones va toujours de pair avec une signalétique claire et étudiée, mais il est également possible de distinguer des espaces contigus de natures diverses à l'aide de matériaux différents, de proportions différentes, en décroissant les espaces, ou au contraire en créant des alcôves ou des enclaves. L'information apportée par la signalétique doit toujours être dans le champ de vision des personnes, à une hauteur maximale de 1,6 m du sol. Les chemins d'accès sont réalisés de préférence avec des éléments structurants comme des murets, des socles, des seuils, des bandes de revêtement ou des changements de revêtement. Un contraste à la fois visuel et tactile entre deux revêtements peut être obtenu grâce à des structures, rugosités ou duretés différentes. La délimitation des surfaces de circulation doit être également pensée en vue de faciliter l'orientation de toute personne qui se dirige à l'aide d'une canne blanche.

La signalétique directionnelle ou fonctionnelle doit prévoir l'affichage en français pour toutes les indications, incluant les plans d'évacuation. En définitive, il s'agit d'offrir les espaces les plus adaptés qui soient afin de répondre à la nature des activités, tout en maintenant une cohésion des espaces, autour d'un système de circulation aussi convivial que possible.

3.3.2 Permettre l'appropriation des aires communes

La Ville de Montréal se distingue par une approche de service centrée sur l'expérience citoyenne et sur la satisfaction de ses partenaires internes. Elle offre de nombreux services à la population et s'assure d'améliorer constamment ses façons de faire afin de favoriser un milieu humain et inclusif.

À cet effet, elle met l'humain à l'avant-plan de la conception. Elle favorise des aménagements qui contribuent à l'amélioration de la qualité de vie afin de créer une expérience intégrée à l'architecture et au design (ex. : services adaptés, inclusion sociale, réponse aux besoins des usagers, etc.).

L'approche psycho-sociale de l'environnement énonce que l'aménagement joue un rôle de cadre social de façon aussi importante qu'il fournit un cadre physique. Les aménagements, le design et l'architecture façonnent les comportements et les interactions entre les personnes. Les comportements qui traduisent une emprise sur les lieux, un sentiment d'appartenance et une relation d'attachement alimentent une forme d'appropriation de l'espace. Cette appropriation est induite par un aménagement qui favorise des comportements d'observation, des comportements d'exploration et des comportements de nidification. On doit laisser les gens forger leurs repères et leurs rituels, afin qu'une familiarisation avec les lieux et qu'une intériorisation cognitive se déclenchent, faisant naître un sentiment d'appartenance.

L'appropriation de l'espace public, des aires communes et des aires de travail se décline en cinq comportements :

- ludique - aire de divertissement et de détente;
- fonctionnel - aire de travail et d'archivage;
- concret - aire où les personnes marquent leur territoire par des choix conscients;
- symbolique - aire de représentation et de signification;
- passif - aire de fonctions multiples et d'actions diverses.

3.3.3 Accessibilité universelle et inclusion

Les objectifs de conception de la Politique municipale d'accessibilité universelle de la Ville de Montréal se concrétisent dans le *Guide en matière d'accessibilité universelle pour les nouveaux bâtiments et pour l'agrandissement, la rénovation et l'entretien de bâtiments municipaux existants*. Fondée sur une approche d'inclusion, l'accessibilité universelle permet à toute personne, quelles que soient ses capacités, l'utilisation identique ou similaire, autonome et simultanée des services offerts à l'ensemble de la population.

Les bâtiments et leurs locaux doivent être accessibles, fonctionnels et sécuritaires pour les personnes ayant des limitations fonctionnelles (motrice, visuelle, auditive, cognitive ou intellectuelle). Tant pour les parcours sans obstacle que pour les aires de travail individuelles et communes, les principes suivants doivent être appliqués au moment de la conception des aménagements intérieurs :

- circulation horizontale : trame de corridors simple et bien structurée. Facilité de déplacement en optimisant les parcours en fonction de l'achalandage et des espaces;

- sécurité en cas d'incendie : favoriser l'évacuation autonome. Mettre en place des mesures pour assurer la sécurité des usagers jusqu'à l'évacuation (ex. : accès aux issues fluides et sans impasses, aire de refuge);
- hauteur des surfaces : les comptoirs des salles à manger et de reprographie doivent obligatoirement tenir compte des normes d'accessibilité universelle;
- installations sanitaires : aménagement d'une salle de toilette accessible universellement et non genrée dans chaque bloc sanitaire permettant à toute personne d'y trouver une installation à sa convenance;
- mobilier et équipements des espaces communs : emplacement stratégique, facile à repérer, à utiliser et à manipuler;
- orientation et signalisation : le choix des couleurs, contrastes, éclairages, signalisation pour faciliter la lecture de l'espace, le repérage des principales fonctions et l'accès aux services;
- une attention particulière doit être accordée à la largeur et au débattement des portes, à la hauteur des seuils ainsi qu'à celle de toute quincaillerie permettant l'accessibilité et l'utilisation des locaux;
- aire de refuge : on doit prévoir des dégagements permettant aux personnes en fauteuil roulant de pivoter à leur aise à l'entrée du bâtiment ou de la suite et des pièces principales, à l'intérieur de la cuisine et de la salle de bain, et dans les halls servant aussi d'aire de refuge.

Enfin, les bâtiments et leurs locaux doivent être ouverts sur la communauté. Il faut qu'ils mettent en valeur la diversité culturelle et contribuent à la mixité des cultures et à l'inclusion sociale (ex. : adaptation des lieux, création d'environnement dynamique, espaces qui invitent à la rencontre et à la diversité, etc.).

Il est requis de se conformer au *Guide en matière d'accessibilité universelle pour les nouveaux bâtiments et pour l'agrandissement, la rénovation et l'entretien de bâtiments municipaux existants*, en plus des articles du Code de construction du Québec en vigueur (CCQ) sur les parcours sans obstacles.

3.3.4 Intégrer et mettre en valeur le patrimoine

En ce qui a trait à l'encadrement de la construction de nouveaux bâtiments et de la rénovation extérieure des immeubles existants présentant un intérêt patrimonial, le plan d'implantation et d'intégration architecturale (PIIA) est l'outil le plus utilisé. Le PIIA sert à énoncer de grands critères, par exemple des couleurs, des matériaux ou des gabarits, à privilégier dans un secteur. Plusieurs degrés de qualification du PIIA sont parfois utilisés pour s'adapter à l'intérêt patrimonial plus ou moins grand que présente un secteur, comme le PIIA II supérieur.

La Ville de Montréal s'est dotée d'un autre outil : « l'énoncé d'intérêt patrimonial ». Il s'agit d'un document décrivant les éléments architecturaux qui justifient cet intérêt. L'énoncé ne s'accompagne d'aucune obligation, mais fournit une information supplémentaire utile au cours d'une réflexion sur un projet de transformation majeur ou de changement d'usage.

Plusieurs dispositifs municipaux peuvent servir à la protection patrimoniale, bien qu'ils ne soient pas exclusivement prévus à cette fin. Le programme particulier d'urbanisme (PPU) apporte des précisions quant à la planification de certains secteurs, tandis que la procédure de projets particuliers de construction, de modification ou d'occupation d'un immeuble (PPCMOI) accompagne une demande de dérogation au règlement d'urbanisme.

L'ensemble de ces outils permet aux équipes de conception de mieux comprendre les caractéristiques patrimoniales qui gagneraient à être mises en valeur.

3.3.5 Revaloriser des espaces vacants - occupation temporaire et transitoire

Le concept d'occupation temporaire permet à des organismes, des entreprises ou des regroupements communautaires d'occuper de façon éphémère un bâtiment vacant, mais sécuritaire au niveau structurel et fonctionnel au niveau protection incendie, dans son état actuel, ou avec des aménagements ponctuels et réversibles, en attendant que le projet pérenne initialement prévu se mette en place. Ces aménagements ne sont aucunement exemptés de l'application du Code de Construction R.L.R.Q, c B-1.1, r.2, du Code de Sécurité R.L.R.Q, c. B-1.1, r.3 et autre réglementation applicable.

Le concept d'occupation transitoire est quelque peu différent. Il permet à certaines activités ou certains organismes occupants de perdurer et de se joindre au projet pérenne le temps venu. Cela peut également permettre de tester la possibilité de faire à la fois un projet architectural et social.

Dans ces deux formes d'occupation, l'avantage pour la Ville de Montréal est que le bâtiment n'est pas laissé à l'abandon, ou sujet à une occupation illégale, pendant que les décisions visant la démolition ou la conversion sont en cours.

Ces interventions ne peuvent pas avoir lieu dans chaque bâtiment existant, car certains sont vacants depuis parfois trop longtemps et ne sont pas en état de se prêter à un type d'occupation quel qu'il soit. En revanche, dans un bâtiment dont la vocation première est sur le point d'être convertie ou renouvelée à court ou moyen termes, ce type de transition comporte clairement des avantages. L'occupation temporaire ou transitoire est donc un pas intéressant vers le développement durable et la résilience, et on peut s'attendre à voir de plus en plus de ces projets.

3.3.6 Accroître la durabilité architecturale des bâtiments et des lieux publics

L'équipe de conception peut choisir des matériaux en tenant compte des paramètres de sélection des matériaux et produits du Chapitre 1, ainsi que des critères suivants :

- qualité en accord avec la durabilité de l'ensemble bâti;
- composition en accord avec la vision d'un développement durable;
- résistance en accord avec l'usage public des aménagements;
- résistance en accord avec l'usage de l'ensemble bâti;
- résistance en accord avec les conditions climatiques (température et humidité);
- concept architectural du bâtiment.

De plus, la Ville encourage à utiliser de multiples processus comme levier architectural de durabilité. En plus des exigences du chapitre 9 – Énergie et émissions de gaz à effet de serre, mentionnons :

- conception écoénergétique;
- dispositif d'ombrage architectural;
- ventilation naturelle;
- solaire passif;
- masse thermique;
- éclairage naturel;
- performance de l'enveloppe.

3.3.7 Promouvoir un processus de conception intégrée (PCI)

L'objectif d'un PCI est de briser les silos entre les parties prenantes d'un projet de construction, dès les premières phases de conception, et de les faire travailler de façon collaborative afin de trouver les meilleurs concepts ou les meilleures solutions aux problèmes rencontrés. L'équipe projet est formée pour obtenir la conception la plus efficiente et faire émerger de nouvelles idées. Croiser les points de vue, générer des innovations ou des améliorations significatives, optimiser la rentabilité du projet dans une perspective de développement durable sont quelques-uns des effets recherchés par la mise en place d'un tel processus collaboratif.

La Ville de Montréal entend promouvoir systématiquement le processus de conception intégrée, lorsque les projets s'y prêtent.

3.3.8 Conception bioclimatique en accord avec la nordicité

Au-delà du choix des matériaux et des procédés de construction favorisant une durabilité architecturale, il est requis que les aménagements, tant extérieurs qu'intérieurs, ainsi que les paramètres de design de l'enveloppe, soient conçus en accord les uns avec les autres, et selon des principes bioclimatiques associés à la nordicité.

À titre d'exemple, les brise-soleils, les volets ou les toiles qui peuvent être installés à l'intérieur, allant de pair avec les angles d'exposition des rayons solaires afin de maximiser la lumière naturelle et de capter la chaleur provenant du solaire passif, permettent une diminution de la consommation énergétique, tout en améliorant généralement le bien-être des usagers.

Similairement, dans l'exemple d'un mur capteur Trombe-Michel, un mur d'enveloppe à double paroi qui sert à chauffer le bâtiment par les principes de circulation d'air et de solaire passif, nécessite une coordination des aménagements intérieurs. En effet, ce système fonctionne avec une double ouverture du mur extérieur à l'environnement intérieur adjacent. Il implique que l'air frais de l'espace intérieur puisse y pénétrer par le bas et, inversement, que l'air chaud puisse en sortir par le haut. L'aménagement intérieur doit donc s'adapter en conséquence, afin de faciliter la mise en œuvre de ces paramètres physiques liés au confort de l'utilisateur à l'intérieur du bâtiment.

La conception bioclimatique en accord avec la nordicité sera plus que jamais au centre de la conception architecturale, dans une période où les changements climatiques ont une incidence croissante sur les aménagements intérieurs et le confort des usagers.

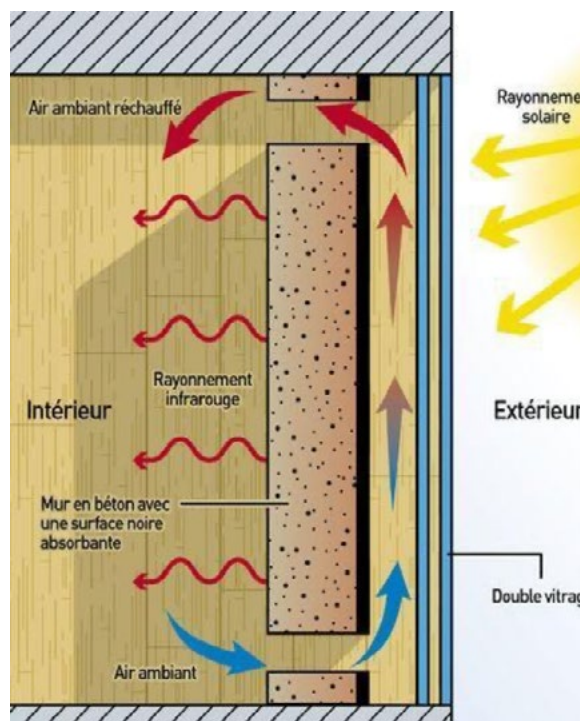


Illustration du mur - Fédération française du bâtiment

3.3.9 Conception et rénovation écoénergétique des bâtiments

En matière de résilience des bâtiments, l'équipe de conception doit s'inspirer de l'architecture bioclimatique : implantation judicieuse du bâtiment, méthodes de ventilation naturelles, installation de pare-soleil selon l'orientation du bâtiment, choix de matériaux écologiques et de sources d'énergie renouvelable, réduction des surfaces minéralisées au profit de surfaces perméables, verdissement des îlots de chaleur et utilisation ciblée de technologies de climatisation innovantes.

3.3.10 Déconstruction, gestion et réduction des déchets

La revalorisation des constructions existantes doit être préférée à leur démolition. Lorsqu'une démolition est nécessaire, celle-ci doit être effectuée sous la forme de travaux de déconstruction dans le respect des exigences ci-dessous. Les matériaux existants en bonne condition devraient faire l'objet d'un tri afin de pouvoir être réintégrés dans le projet de remplacement.

Les exigences du chapitre 1 concernant la gestion des déchets et la gestion des matériaux de déconstruction doivent être respectées.

Une attention particulière doit être accordée à la gestion des poussières et à l'écoulement des eaux. La gestion des matières contaminantes (sols contaminés, amiante, plomb, etc.) doit être effectuée selon les normes et la réglementation en vigueur. Un plan de gestion des déchets conforme aux orientations du Plan directeur de gestion des matières résiduelles 2020-2025 doit être soumis à la Ville pour approbation avant le début des travaux. Un maximum de matières résiduelles doit être récupéré ou recyclé afin de détourner ces matières des sites d'enfouissement. Il est également interdit de vendre, de brûler ou d'enterrer les débris ou matériaux de démolition sur le chantier. Afin de minimiser le gaspillage, les matériaux neufs qui comportent des défauts superficiels doivent être utilisés pour faire du remplissage ou installés dans des endroits où ils ne sont pas visibles.

3.3.11 Assurance de la qualité

L'équipe de conception doit prendre les moyens nécessaires pour assurer la qualité de la construction du bâtiment tel que conçu :

1. Exiger dans les devis que l'entrepreneur et les ouvriers qui travaillent sur l'ouvrage aient un minimum de 5 à 10 années d'expérience dans la réalisation des travaux spécifiques demandés (10 années d'expérience pour les ouvrages patrimoniaux).
2. L'équipe de conception doit effectuer une surveillance adéquate du chantier.
3. L'installation de certains matériaux, tels que les isolants projetés en mousse de polyuréthane et les membranes de couverture, doit être inspectée par le manufacturier.
4. Des dessins d'atelier complets doivent être exigés.

5. Des échantillons d'ouvrage de dimensions suffisantes doivent être exigés et vérifiés par l'équipe de conception. L'intégration à l'ouvrage fini des échantillons approuvés doit être privilégiée lorsque cela est possible. Il est important d'indiquer le nombre et le type d'échantillons d'ouvrage requis dans le devis, tout particulièrement pour les assemblages complexes afin d'évaluer la compétence des installateurs et la complexité de la procédure d'installation. Liste non exhaustive, les systèmes pour lesquels des échantillons d'ouvrage doivent être exigés sont :
- a. les ouvrages de maçonnerie;
 - b. les ouvrages de béton coulé;
 - c. les systèmes d'enveloppe ou de parement préfabriqués;
 - d. les ouvrages de peinture;
 - e. les enduits;
 - f. les isolants de mousse vaporisée;
 - g. les toitures métalliques en feuille;
 - h. les méthodes de réparation de fondations existantes;
 - i. les systèmes d'imperméabilisation des fondations;
 - j. les méthodes de réfection ou de réparation de l'enveloppe;
 - k. les méthodes de réfection ou de réparation d'éléments décoratifs muraux et de toiture;
 - l. tout autre ouvrage, système ou méthode dont l'exécution ou le choix de matériaux est critique, que ce soit pour des raisons patrimoniales, des raisons d'agencement ou des raisons techniques.
6. L'équipe de conception doit s'assurer que les matériaux endommagés après leur installation soient ragrésés ou réparés avant la fermeture des systèmes (murs, toitures, planchers, etc.), particulièrement lorsqu'il s'agit d'isolation, de coupe-feu ou d'étanchéité à l'air ou à la vapeur.
7. L'équipe de conception doit s'assurer que les matériaux utilisés portent les marquages de certification appropriés, tels que l'estampe de classification d'un organisme reconnu par le Conseil d'accréditation de la Commission canadienne de normalisation du bois d'œuvre, et les marquages de certification de conformité aux normes CSA, ANSI/APA et CCMC, ainsi qu'aux normes environnementales FSC, selon le produit et l'usage (panneaux de contreplaqué, panneaux de copeaux orientés, ou éléments de construction massive en bois tels que panneaux, poteaux et poutres en lamellé-collé ou lamellé-croisé).

3.3.12 Matériaux de remplacement

Des matériaux de finition supplémentaires doivent être exigés aux plans et devis afin d'éviter que des détériorations localisées ou des travaux mineurs nécessitent, dans le futur, de remplacer l'entièreté d'un revêtement pour en conserver l'uniformité. Toutefois, pour tenir compte des besoins d'entretien réels et de la capacité d'entreposage, le donneur d'ouvrage doit être consulté en amont.

3.4 Systèmes, composantes et équipements

Les bâtiments existants, à l'intérieur desquels la Ville de Montréal serait amenée à réaliser des transformations ou de nouveaux aménagements, relèvent de deux catégories distinctes :

- les bâtiments locatifs qui appartiennent à un propriétaire externe à la Ville de Montréal (voir chapitre 4 – Aménagements intérieurs);
- les bâtiments dont la Ville est propriétaire.

Dans les deux cas, l'aménagement intérieur doit être conçu de façon à regrouper plusieurs composantes du programme autour des accès communs et du noyau central de l'immeuble :

- l'espace d'accueil;
- les équipements de transport vertical et de monte-charge;
- les installations sanitaires;
- les locaux d'usage auxiliaire, tels que la halte familiale et le coin repas;
- les locaux de soutien, tels que l'infirmerie et la conciergerie;
- les locaux utilitaires, tels que les dépôts, la salle de photocopieur, la salle des télécommunications, etc.

Il est par ailleurs souhaitable que les aménagements proposés procurent une flexibilité facilitant les adaptations futures.

3.4.1 Aires communes

3.4.1.1 Accueil

Dans les bâtiments où la Ville est propriétaire, l'aménagement de l'espace d'accueil représente le moyen idéal d'afficher la culture de l'institution. Cet espace constitue un élément identitaire qui projette une image dynamique et conviviale. L'environnement de l'espace d'accueil doit être en lien avec l'image du service municipal associé.

La Ville de Montréal prône un espace d'accueil qui soit aménagé en tant que zone de transition entre l'extérieur et l'intérieur, manifestement transparente, ou à tout le moins décloisonnée. L'espace d'accueil doit favoriser l'interaction sociale et la convivialité.

La signalisation révèle de façon claire et sans équivoque les différentes zones du bâtiment et ponctue le lieu de repères. Les éléments structurants et la signalétique doivent orienter et faciliter les déplacements grâce à un contraste de luminosité adéquat. Les protections en verre provoquent en général des reflets, qui peuvent gêner la lecture de l'information. De préférence, les inscriptions ne doivent pas être protégées derrière une surface en verre. Si une protection est installée, le verre doit être non réfléchissant.

La signalisation couvre l'identification des espaces (numéros, noms ou fonctions) et des directions le long de tous les parcours. Le concept élaboré doit être conforme à la signature graphique de la Ville de Montréal définie dans le *Guide des normes graphiques de la Ville de Montréal – L'identification et l'affichage des immeubles de la Ville*.

Enfin, pour les bâtiments loués par la Ville, les normes d'aménagement prescrites sont celles du propriétaire de l'édifice, et la Ville n'intervient que si ce dernier l'invite à participer au choix des aménagements.

3.4.1.2 Hall d'entrée

Le premier paramètre de conception consiste à s'assurer que les accès au bâtiment, de même que tout autre aménagement, soient conformes aux exigences particulières de la Ville de Montréal en matière d'accessibilité universelle.

Il est par ailleurs requis de mettre en place un aménagement qui sera adapté, ou du moins adaptable, à toutes les saisons.

Avant de franchir la porte extérieure pour entrer dans le bâtiment, un grattoir à bottes en fonte ou en acier inoxydable doit permettre de racler les feuilles mortes, la boue et la gadoue des semelles de chaussures. Une fois le seuil d'entrée franchi, les grilles gratte-pieds sont requises à l'intérieur de tout vestibule afin d'atténuer la quantité de neige et d'abrasifs qui entrent dans le bâtiment. La surface au sol doit être antidérapante, compte tenu de la pluie ou de la neige transportée par les personnes qui pénètrent le bâtiment. Un chauffage d'appoint conçu pour chauffer le sas permet d'éviter la condensation sur les portes vitrées et les murs-rideaux, et prévient également la formation de glace ou de givre sur les surfaces au sol.

Dans certains cas, si le programme comprend des salles de réunion au rez-de-chaussée du bâtiment, ou encore s'il est prévu d'utiliser l'espace en dehors des heures de service pour des conférences de presse ou des événements, un vestiaire doit être aménagé à cet effet. L'aménagement et la conception du vestiaire doivent tenir compte des changements de saison.

3.4.1.3 Installations sanitaires

Les installations sanitaires font partie des aménagements de base les plus importants, voire critiques, pour que les personnes en situation de handicap puissent utiliser un bâtiment. Ces installations doivent être facilement repérables et adjacentes aux aires communes des étages. Elles doivent être faciles d'accès et accessibles universellement. De plus, à des fins d'inclusion sociale, au moins une (1) salle de toilettes par bâtiment doit être non genrée.

Les salles de toilettes accessibles doivent être localisées sur chaque étage dans un bâtiment sans obstacles, mais seulement au rez-de-chaussée dans un bâtiment qui n'est pas sans obstacles. Lorsqu'elles font partie du programme architectural, les douches ne doivent comporter aucun seuil à enjambrer ni aucune marche à gravir.

Les tables à langer sont habituellement aménagées à l'intérieur des salles de toilettes accessibles. Lorsque l'espace le permet, il est possible d'aménager un local famille, utilisé à la fois pour allaiter et langer. Ce local peut faire partie intégrante de la halte familiale, si celle-ci est comprise dans l'aménagement, ou constituer une zone indépendante.

3.4.1.4 Stations d'hydratation

En lien avec le Plan directeur de gestion des matières résiduelles 2020-2025, la vente et la distribution de bouteilles d'eau de plastique à usage unique est proscrite dans les immeubles municipaux. Afin d'encourager un mode de vie sain et dans le respect des plus hauts standards d'hygiène, l'équipe de conception doit prévoir des stations d'hydratation en nombre suffisant et aux endroits stratégiques. On doit munir ces stations de fontaines réfrigérées avec remplisseur de bouteilles intégré et prévoir l'intégration des chaises de support des appareils dans les vides de mur.

3.4.1.5 Transport vertical et monte-charge

Dans le cas d'une construction nouvelle et d'un bâtiment sans obstacles, l'équipe de conception doit prévoir les dimensions d'un ascenseur sans obstacles (pouvant accueillir une civière lorsque l'usage l'exige) et les dégagements de surface requis par les manœuvres d'accès à la cabine.

Il importe également de positionner les éléments de commande sur le palier et dans la cabine à la hauteur conforme.

Dans le cas de la transformation d'un bâtiment existant, une fosse plus profonde peut être requise et les travaux afférents doivent alors être pris en considération dès le début de la conception.

En raison de la nordicité, les halls d'ascenseur doivent être flexibles et pouvoir s'adapter aux saisons sans risque d'endommager le fini des surfaces.

3.4.1.6 Halte familiale

Depuis 2013, à la suite du rapport déposé sur la conciliation travail-famille, le conseil municipal exerce un leadership dans ce domaine. À cet égard, le comité exécutif a confié le mandat à la Direction du greffe, en collaboration avec la Direction des stratégies et des transactions immobilières, d'évaluer les besoins réels pour un projet d'une halte-garderie située à l'hôtel de ville ou à proximité.

L'influence des changements organisationnels crée de nouveaux modes de conciliation travail-famille et une personne qui se rend dans un point de services de la Ville de Montréal peut se voir contrainte d'y aller avec son enfant. Certains Arrondissements offrent une aire commune familiale dans leur Bureau Accès Montréal. Le but est de permettre cette possibilité à la personne qui doit faire des déplacements avec son enfant.

3.4.1.7 Cuisine - coin repas

Concevoir des espaces multifonctionnels et multidimensionnels est l'une des clés de l'optimisation des espaces. La création d'un local ou d'un emplacement fenestré, pour que les membres du personnel puissent y prendre une pause ou leur dîner au travail, peut constituer l'occasion de concevoir une salle qui servirait également à d'autres fonctions, comme une salle de réunion occasionnelle.

Un local fermé avec une porte vitrée permet d'utiliser la cuisine-coin repas en dehors des heures de repas et de pause. Ce local est insonorisé et ventilé. Les taux de ventilation doivent être conformes au chapitre 6 – Mécanique du bâtiment. L'insonorisation du local doit être conforme aux critères d'une salle de réunion, même s'il ne remplit cette fonction qu'occasionnellement. Vous trouverez ci-dessous les critères acoustiques recommandés en fonction du type d'occupation (de l'Institut de recherche en construction du Canada).

Tableau 3.1 – Critères acoustiques recommandés en fonction du type d'occupation

	Atténuation sonore minimale recommandée		Bruit de fond recommandé dB(A)	Durée de réverbération en secondes
	ITS app.	FIIC		
Collectifs d'habitation	55	50	35-40	
Chambres à coucher dans les résidences	55	50	30-35	
Bureaux particuliers	45		40-45	
Salles de réunion	50		35-40	0.5
Chambres à coucher dans les hôtels, les motels et les hôpitaux	50	50	35-40	
Salles de classe jusqu'à 300 m³	50		35-40	0.6
Cafétérias			40-45	0.8
Grandes salles de conférence, salles de classe de plus de 300 m³	50		30-35	0.7
Gymnases			40-45	1.0
Bibliothèques			40-45	0.7

Source : <https://nrc-publications.canada.ca/eng/view/ft/?id=53c70659-39c7-4fc0-9f04-f133a3280c84>

Le niveau d'éclairement est plus élevé pour une aire de rencontre, ou une salle de conférence, que pour une aire de repos. Pour plus de détails, veuillez consulter le Tableau 7.1 - Niveaux d'éclairement du chapitre 7 – Électricité du bâtiment.

En plus de l'espace prévu pour les déchets, la cuisine-coin repas doit être pourvue de mobilier intégré pour le tri des matières recyclables et compostables (4 voies) à l'aide de bacs préfabriqués et identifiés. Il importe de prévoir l'espace au sol et le dégagement requis pour installer ces bacs, et d'intégrer leur achat aux équipements premiers. L'aménagement de la cuisine inclut, dès la conception, certaines stratégies favorisant la pratique du compostage, telles qu'une aire réfrigérée pour conserver les matières compostables entre les collectes.

Pour l'ensemble des matières récupérées, la signalisation à l'aide de textes et de pictogrammes normalisés doit être intégrée au concept de la signalisation du projet.

Pictogrammes normalisés : <https://www.recyc-quebec.gouv.qc.ca/entreprises-organismes/mieux-gerer/pictogrammes-signalisation>

Dans tous les nouveaux bâtiments, la récupération et le recyclage font partie des préalables LEED V4 et V4.1 sur l'entreposage et la collecte de matières recyclables (non putrescibles).

3.4.1.8 Local à l'usage des secouristes

Les priorités organisationnelles traitent d'enjeux importants, communs à toutes les unités de la Ville et à tous les secteurs. Elles permettent de concentrer les efforts sur des valeurs, des approches ou des pratiques de gestion à améliorer.

À la Ville de Montréal, créer un climat de travail sain et un environnement de travail sécurisé pour les membres du personnel de chaque service et chaque unité de travail est une priorité organisationnelle.

Pour tout établissement comprenant plus de 100 personnes, un local doit être prévu afin de permettre aux secouristes de dispenser les premiers soins.

S'il y a lieu, les unités administratives de différents services peuvent déterminer ensemble le nombre et l'emplacement des locaux à l'usage des secouristes et les mettre en commun, lorsque c'est possible, dans le respect de la procédure. Les locaux doivent être aménagés de façon appropriée afin que les secouristes puissent y dispenser les premiers soins. Le local de premiers soins doit être disponible et facile d'accès en tout temps durant les heures de travail, maintenu propre et en bon état, ventilé, éclairé, chauffé adéquatement et pourvu d'eau. Il doit en outre être aménagé de façon à assurer une intimité aux usagers.

Ce local doit notamment être équipé des articles suivants :

- une civière;
- une table et deux chaises;
- du savon et des brosses à ongles;
- des essuie-mains en papier;
- au minimum, une trousse de premiers soins.

À l'expiration de leur certificat, les secouristes doivent être formés à nouveau, c'est-à-dire qu'ils doivent reprendre intégralement le cours de base « Secourisme en milieu de travail » d'une durée de 16 heures.

Certains bâtiments sont désignés pour recevoir une ou plusieurs unités de défibrillateurs. L'équipe de conception doit valider si le projet est visé par cette mesure. Dans l'affirmative, l'installation est prévue à un endroit répondant aux exigences opérationnelles.

3.4.1.9 Aire de refuge

On compte environ 75 centres d'hébergement d'urgence dans l'ensemble de l'agglomération de Montréal. Les Villes de l'agglomération et les Arrondissements de la Ville de Montréal sont responsables de leur désignation et de leur inscription sur une liste. Pour sa part, la Ville de Montréal en compte près de la moitié, soit 35 centres.

De concert avec la Croix-Rouge, et en suivant l'article 94 de la *Loi sur la sécurité civile*, intitulé « Procédure d'alerte et de mobilisation ainsi que des moyens de secours minimaux pour protéger la sécurité des personnes et des biens en cas de sinistre », la Ville est en voie de créer un cadre réglementaire pour régir ces espaces et leurs paramètres.

3.4.1.10 Conciergerie

Dans tous les bâtiments, il importe de prévoir un local d'entretien d'une superficie minimale de 3 m², muni d'une cuve de lavage au sol et d'un drain de plancher, près de l'entrée principale. Prévoir également, lorsque c'est possible, un local d'entretien à chaque étage. Des rangements et du mobilier intégré sont requis pour entreposer les produits et les équipements de nettoyage, ainsi que les fournitures nécessaires. Ce local doit être ventilé conformément à la réglementation en vigueur.

3.4.1.11 Dépôts

Des dépôts supplémentaires peuvent être requis, selon la nature des bâtiments, pour les équipements saisonniers gérés par les équipes de régie (piscines, arénas, etc.) et le personnel d'entretien (entretien paysager, mobilier urbain, etc.). Il peut aussi s'agir d'équipements de scène, multimédia, de sport ou autres, pour des locaux culturels, des chalets de parc, etc. Il est important de bien évaluer les besoins énoncés pour chaque projet et de prévoir des locaux de superficie adéquate et en nombre suffisant.

3.4.2 Enveloppe du bâtiment

L'enveloppe du bâtiment est le système constructif séparant les milieux intérieurs et extérieurs du bâtiment. Elle est constituée des murs extérieurs, des murs de fondation, des dalles sur sol, des planchers en porte-à-faux et de la toiture. La toiture est traitée au sous-chapitre suivant.

La conception de l'enveloppe est un facteur majeur de la performance énergétique du bâtiment et du confort des personnes par la résistance thermique de ses composantes, tant en période de chauffage qu'en période de climatisation, par le contrôle des infiltrations d'air et des ponts thermiques, et par le contrôle et la mise à profit de l'ensoleillement au travers des surfaces vitrées ou translucides.

Les engagements de la Ville portant sur l'élimination des gaz à effet de serre et sur l'empreinte carbone doivent demeurer au centre des préoccupations au moment des choix. Le traitement de l'enveloppe du bâtiment a également une incidence esthétique qui ne doit pas être subordonnée aux considérations énergétiques, mais qui doit être développée de concert avec ces dernières.

Pour les bâtiments existants, l'amélioration de la performance énergétique de l'enveloppe doit évidemment tenir compte des contraintes architecturales et techniques. En ce qui a trait aux investissements requis, différentes options devront au besoin faire l'objet d'une analyse de la valeur.

La conception d'une enveloppe performante doit intégrer les éléments suivants :

- continuité de l'écran pare-pluie;
- continuité du pare-eau;
- lame d'air ou cavité et moyen d'écoulement (compartimentation);
- continuité du pare-air;
- continuité du pare-vapeur;
- continuité de l'isolation;
- compatibilité des matériaux.

3.4.2.1 Performance

Tout projet doit être développé dans une démarche d'application des meilleures techniques de construction disponibles dans une optique de durabilité des composantes et de longévité de l'ensemble. L'un des objectifs de conception de base porte sur la réduction de la consommation énergétique des bâtiments.

Pour tout projet de nouvelle construction ou de rénovation majeure, les critères de conception doivent être établis selon les principes du développement durable, y compris pour les projets pour lesquels aucune certification n'est exigée.

La conception de l'enveloppe doit être conforme aux codes et règlements applicables en vigueur.

Pour les exigences prescriptives de performance de l'enveloppe touchant aux systèmes murs, toits, fenêtres, l'équipe de conception doit se référer à la section « Enveloppe » du chapitre 9 – Énergie et émissions de gaz à effet de serre.

Selon la nature du projet, les équipes de conception peuvent être appelées à utiliser les outils suivants : simulation thermique dynamique ou simulation énergétique. Les simulations visent à réaliser des comparaisons entre différentes options techniques afin d'estimer les performances et économies anticipées.

Dans le cas où une certification du bâtiment est prévue, des objectifs chiffrés et mesurables, tels que la résistance thermique et l'étanchéité à l'air de l'enveloppe, doivent faire partie des objectifs qualitatifs à atteindre.

3.4.2.2 Caractéristiques thermiques

Voir le chapitre 9 – Énergie et émissions de gaz à effet de serre afin de connaître les exigences de la Ville à l'égard des coefficients de transmission thermique globaux maximaux permis pour les divers ensembles de construction des bâtiments.

Il est à noter que les valeurs isolantes recommandées peuvent être augmentées, le cas échéant, après un exercice de l'analyse de la valeur.

Pour les bâtiments existants présentant des murs extérieurs en maçonnerie peu ou pas isolés, la prudence doit être de mise avant de recommander l'ajout d'un isolant thermique susceptible de provoquer le gel de l'humidité pénétrant la maçonnerie et sa détérioration subséquente. Les modifications des conditions doivent être documentées et modélisées préalablement à la prise de décision. Des études hygrothermiques, de caractérisation des composantes et d'évaluation de la performance thermique et de l'étanchéité à l'air de l'enveloppe doivent être réalisées à cette fin, pour identifier les travaux appropriés.

La modélisation et le calcul des points de rosée sont cruciaux et doivent être effectués par les équipes de conception afin de contrôler les compositions et de démontrer la qualité de conception technique.

3.4.2.3 Murs extérieurs

Le choix des matériaux de revêtement extérieur doit exprimer une recherche au niveau de la qualité architecturale de l'ensemble, mais celui-ci est également déterminé par la durabilité, la facilité d'entretien, le bilan carbone et la disponibilité locale.

Les matériaux de revêtement extérieur proposés doivent avoir été éprouvés de façon concluante depuis une période minimale de cinq ans dans un projet d'envergure équivalente. Tous les matériaux doivent être certifiés non toxiques au niveau des émanations qui pourraient s'en dégager et qui pourraient compromettre la qualité de l'air intérieur du bâtiment. De plus, les matériaux choisis et les techniques de construction doivent viser des émissions de composés organiques volatils (COV) limitées au minimum.

Le contrôle de la migration de l'humidité dans l'enveloppe du bâtiment doit être une priorité. Une attention particulière doit être portée aux ponts thermiques, qui peuvent créer de l'inconfort localement et constituer un risque de condensation et de développement de moisissures. Le recours à la thermographie peut aider à déceler des problèmes de pont thermique, puis à confirmer leur correction.

L'enveloppe du bâtiment doit être conçue selon les principes de l'écran pare-pluie. L'eau de condensation ou pénétrant à l'intérieur des cavités (ex. : pluie poussée par le vent) doit pouvoir s'écouler efficacement vers la face extérieure des murs sans abîmer le revêtement extérieur ni favoriser la formation de glaçons. Le bord d'un élément en surplomb ou servant de linteau doit comporter un larmier permettant d'éloigner de la façade l'écoulement de l'eau.

Les détails de construction doivent s'attarder aux jonctions (nœuds) de construction, soit la rencontre de divers assemblages, matériaux, composantes et systèmes, à l'endroit même où les défis de construction et de conception technique se trouvent. Ces jonctions devraient faire l'objet d'une attention particulière, tant dans la conception et dans les documents d'exécution que dans la réalisation au chantier.

Des joints de dilatation doivent être prévus de façon à contrôler les mouvements des composantes causés par les variations de température sans que celles-ci aient d'effets nuisibles ou ne causent de déformations permanentes aux matériaux et à leurs systèmes de fixation. Les joints de dilatation doivent également permettre les mouvements différentiels entre les éléments de l'enveloppe et l'ossature de l'ouvrage.

Il importe aussi de favoriser des systèmes de construction minimisant l'entretien périodique des joints de calfeutrage.

L'enveloppe doit atteindre les niveaux d'insonorisation spécifiés selon les usages prévus à l'intérieur du bâtiment.

Enfin, il faut prévoir un traitement anti-graffitis pour les revêtements extérieurs exposés au vandalisme.

3.4.2.4 Parements

Les matériaux utilisés pour le revêtement extérieur des bâtiments doivent être résistants à l'environnement auquel ils sont exposés (par exemple, l'humidité du sol) et aux bris et vandalisme lorsque ceux-ci présentent un risque. Les zones de circulation et de manutention doivent faire l'objet d'une attention particulière (entrées, débarcadères, stationnement, proximité des trottoirs, etc.). Les revêtements en tôle métallique doivent être plus épais lorsqu'ils sont installés au niveau du sol ou aux endroits nécessitant une protection accrue contre les impacts.

3.4.2.5 Isolants

Les matériaux d'isolation utilisés doivent permettre de répondre aux objectifs de performance et de durabilité énoncés plus haut. Les isolants rigides doivent être sans chlorofluorocarbures (CFC) et sans hydrochlorofluorocarbures (HCFC). Les isolants de polystyrène expansé sont interdits.

L'isolation et l'étanchéité à l'air et à la vapeur doivent être continues et ne doivent pas être interrompues par les percements des appareils, équipements et conduits. Les systèmes d'isolation et d'étanchéité doivent être conçus et installés de façon à réduire au maximum le nombre de joints. Privilégier les panneaux de grande dimension et décaler les joints horizontaux et verticaux.

Les matériaux isolants ne doivent pas être tassés à l'intérieur des cavités en raison d'une installation inadéquate ou d'une couche trop épaisse. Les espaces ventilés et les orifices d'écoulement ne doivent pas être obstrués.

Les panneaux d'isolant installés aux plafonds doivent être à la fois collés et assujettis à l'aide d'attaches mécaniques. De même, un adhésif doit être prévu pour les isolants de mousse pulvérisée à l'horizontale sous une surface.

Les isolants vaporisés doivent être résistants à la moisissure, au mildiou et au feu. L'indice de propagation de la flamme doit être pris en compte au moment de la conception, être conforme aux codes et règlements en vigueur et être minimisé. Les isolants vaporisés doivent être composés d'au moins 75 % de matière recyclée. Un fixatif doit également être utilisé sur les isolants minéraux vaporisés après leur cure afin de réduire les émissions de poussière.

Le risque d'entraînement par le vent des matériaux isolants vaporisés doit être pris en compte durant la conception et l'installation, notamment pour éviter des dommages aux surfaces adjacentes. Les travaux de pulvérisation dans un bâtiment occupé doivent être effectués dans des conditions assurant la sécurité des occupants (isolation de la zone de travail, ventilation, etc.).

3.4.2.6 Fondations

Le système d'imperméabilisation recommandé doit être adapté au type de fondation à protéger et le système doit provenir d'un seul fabricant spécialisé.

Il est demandé à l'équipe de conception de prévoir l'application d'une membrane d'étanchéité (une couche d'apprêt, deux couches de base et deux couches supplémentaires pour les joints et les angles) ainsi qu'une nappe de drainage sur les parois des fondations et sur les semelles filantes.

Les broches de fixation de la nappe de drainage ne devraient pas percer la membrane d'étanchéité, selon le modèle sélectionné. Dans le cas contraire, prévoir l'application de l'hydrofuge au-dessus de chaque fixation.

La nappe drainante, créant un passage pour l'eau le long des fondations jusqu'aux semelles grâce à ses alvéoles, il est également demandé de prévoir l'installation des panneaux d'isolant extrudé après celle de la nappe drainante.

Les matériaux isolants installés à l'extérieur des murs de fondation doivent être adéquatement protégés du remblayage.

3.4.2.7 Balcons, loggia, terrasse, galerie et véranda en béton

La surface d'un balcon en béton d'une dalle structurale extérieure (avec espace intérieur sous la dalle) doit être étanche et antidérapante. Il est demandé de l'enduire d'un apprêt à haute tolérance d'humidité, d'une membrane d'imperméabilisation liquide et d'une couche de finition résistante aux rayons UV. La qualité d'une surface antidérapante peut facilement être obtenue si un mélange de sable de quartz (silice) constitué de différentes granulométries est épandu et encapsulé dans la couche d'usure (la dernière couche appliquée).

Afin de compléter l'étanchéité de la surface, un mastic de scellement doit être appliqué sur tous les joints périmétriques (joints avec surfaces verticales).

3.4.2.8 Seuils, paliers et escaliers extérieurs en béton

La surface d'un seuil, palier ou escalier extérieur en béton doit être d'abord enduite d'un bitume d'étanchéité fluidifié destiné à apprêter la surface avant l'application, soit d'une membrane d'étanchéité appliquée à chaud, soit d'un enduit d'étanchéité sous forme liquide (application à froid sans fondoir).

Si le revêtement de sol extérieur du seuil, du palier ou des escaliers qui doit être installé est en pierre de taille, il peut alors être installé à l'aide de manchons d'acier inoxydable ancrés dans le béton. Si des insertions de bois dans le béton ou dans la pierre sont également utilisées pour cette installation, il est alors demandé de prévoir un traitement d'imputrescibilité pour toute pièce de bois en contact permanent avec le béton.

3.4.2.9 Ratio fenêtrage/murs

L'objectif vise à optimiser les bénéfices de l'éclairage naturel tout en conservant une bonne performance énergétique, et ce, tant du point de vue du chauffage que de la climatisation.

Le pourcentage de fenestration des murs extérieurs doit respecter les règlements d'urbanisme du secteur concerné, et être ajusté en fonction de l'usage et de l'environnement du bâtiment, y compris l'orientation des façades, les bâtiments voisins et l'insertion paysagère.

De façon générale, la superficie maximale des portes et fenêtres doit être conforme à la section « Enveloppe » du chapitre 9 – Énergie et émissions de gaz à effet de serre.

3.4.2.10 Normes – Éléments de fenestration

Les éléments de fenestration, dont les lanterneaux, doivent être conformes aux normes suivantes :

- AAMA/WDMA/CSA 101/I.S.2/A440-08 *North American Fenestration Standards* (NAFS-08) parties 5 et 9;

- CSA A440 S1-09 Supplément canadien à la norme NAFS parties 5 et 9;
- Partie 9 du CNB 2010 – Installation selon la norme CAN/CSA-A440.4-07.

3.4.2.11 Fenêtres et lanterneaux

La durée de vie utile minimale des fenêtres et des lanterneaux doit être de 25 ans. Les fenêtres doivent être de type à haute efficacité énergétique. Une certification minimale *Energy Star* est requise.

Les coefficients de transmission thermique ainsi que les coefficients d'apport par rayonnement solaire doivent être soumis au moment de la conception pour chaque type de fenestration, y compris les murs rideaux et les lanterneaux.

Le taux d'infiltration d'air de tous les produits de fenestration ne doit pas excéder 0,20 l/s m². Les fenêtres doivent être installées dans le plan de l'isolation murale. Les détails de conception de la fenestration, y compris les lanterneaux, doivent assurer la continuité des systèmes pare-air/pare-vapeur des assemblages. L'étanchéité à l'air du périmètre des éléments de fenestration est primordiale. Des études thermographiques et tests d'infiltrométrie peuvent déterminer la qualité des travaux effectués. Voir les recommandations à cet effet au point « Études thermographiques et tests d'infiltrométrie ».

Il est demandé à l'équipe de conception de prévoir la construction des faux-cadres nécessaires à l'installation des fenêtres. Tous les éventuels faux-cadres de bois dans un mur extérieur doivent être réalisés avec du bois de charpente ou du contreplaqué ayant reçu un traitement d'imputrescibilité, et doivent être installés au moyen de fixations en acier galvanisés.

La distribution de la fenestration et des lanterneaux doit favoriser l'éclairage naturel des espaces de travail tout en minimisant les risques d'éblouissement ou d'inconfort thermique. Cette distribution doit avoir été conçue de telle sorte que la fenestration soit dégagée de la neige en tout temps, tant au niveau du sol qu'au-dessus de toitures adjacentes. Les lanterneaux doivent également être disposés de façon à être dégagés de la neige en tout temps.

La conception des fenêtres, des lanterneaux et du vitrage en pente doit intégrer le principe de l'écran pare-pluie à pression équilibrée, tel qu'il est défini par le Conseil national de recherches du Canada (CNRC). Ils doivent être conçus de façon à laisser les jeux nécessaires à la dilatation ainsi qu'à la contraction et de façon à ce que les eaux provenant de la condensation soient asséchées à l'air ambiant par un dispositif situé au périmètre des lanterneaux.

Pour les lanterneaux et le vitrage en pente, des gouttières de collecte et une rigole éloignant l'eau de condensation de l'encadrement doivent être intégrées aux produits proposés.

La conception et l'emplacement des lanterneaux et des vitrages en pente doivent prévoir les mécanismes de nettoyage de tous les vitrages, intérieurs et extérieurs, y compris les accès et les équipements nécessaires. Le tout doit être conforme aux normes de santé, de mieux-être et de sécurité au travail.

3.4.2.12 Murs rideaux

Les murs rideaux doivent être conçus selon les principes de l'écran pare-pluie à pression équilibrée et répondre aux critères suivants :

- ils sont conçus pour résister aux charges, surcharges sismiques, flèches et mouvements de dilatation et de contraction thermique selon les normes applicables;
- ils sont composés de cadres d'aluminium comportant des chambres d'air et de bris thermique;
- ils sont pourvus d'un système d'évacuation contrôlée de l'eau vers l'extérieur de l'assemblage;
- ils doivent respecter les exigences de résistance au feu applicables;
- ils sont munis de renforts et d'ancrages en acier inoxydable;
- les éléments en bois sont proscrits. Toutes les cales d'appui doivent être composées de matériaux inorganiques dimensionnellement stables;
- ils sont finis anodisés de première qualité ou finis peinture thermodurcissable portant une garantie minimale de 30 ans;
- ils doivent comporter des vitrages à haut rendement.

3.4.2.13 Vitrages

Le vitrage doit être composé d'unités scellées de verre double ou triple, avec insertion de gaz inerte et ajout de pellicules à basse émissivité (*Low-E*). Les intercalaires doivent être à faible conductance thermique. Le choix de verre double ou triple doit être établi en fonction des dimensions des surfaces vitrées, de leur orientation et de l'usage du bâtiment, et doit faire l'objet d'une analyse de coût global. Rappelons que le verre triple augmente la résistance thermique, mais diminue la transmission lumineuse. Pour le fenêtrage de l'enveloppe, à l'exception de certains cas où la restauration de fenêtres patrimoniales le justifie, le verre simple est proscrit.

Tous les vitrages suivants doivent minimalement être en verre trempé :

- vitrage accessible au public;
- vitrage de porte et verre situé à moins de 610 mm du plancher, du sol ou d'un toit adjacent.

Les vitrages de lanterneau et les vitrages inclinés doivent être en verre trempé et laminé de façon à assurer la sécurité des personnes en cas de bris.

Selon les contraintes particulières d'exposition du vitrage aux impacts ou au vandalisme, les options suivantes doivent être évaluées :

- vitrage laminé ou trempé/laminé;
- vitrage de polycarbonate ou vitrage muni de pellicules protectrices installées en usine.

À noter qu'aucune pellicule protectrice ne doit invalider la garantie de l'unité scellée. Sauf si explicitement demandés au PFT, les grillages de sécurité sont à éviter.

3.4.2.14 Portes extérieures

Les portes extérieures doivent être de type institutionnel robuste, conçues pour une circulation intensive et adaptées à l'usage particulier et à la fréquence d'utilisation. Le degré de sécurité est également adapté à l'usage et à la localisation de la porte en question.

Les coefficients de transmission thermique pour chaque type de porte extérieure doivent être soumis au moment de la conception.

Les portes d'entrée principales (et autres, le cas échéant) doivent comporter des mécanismes d'ouverture automatique en conformité avec les exigences de la Ville à l'égard de l'accessibilité universelle.

3.4.2.15 Portes de garage

Les portes de garage doivent être de type industriel, pour usage intensif.

Selon l'usage du bâtiment, les portes de garage peuvent être vitrées en partie pour permettre une communication visuelle intérieur/extérieur.

Les panneaux de contrôle doivent être installés de façon à ce qu'ils soient protégés contre les chocs.

Il importe de prévoir des bollards en acier remplis de béton pour protéger les cadres de porte du côté extérieur. Selon l'usage (ex. : cours de services), des bollards peuvent être également requis du côté intérieur.

Selon l'usage, des feux de signalisation vert/rouge peuvent être requis.

3.4.2.16 Quincaillerie et accessoires

La quincaillerie doit être de type commercial à usage intensif.

Les spécifications de quincaillerie doivent tenir compte des usages particuliers, de la fréquence d'utilisation et des niveaux de sécurité requis selon l'emplacement et la nature du projet. Les caractéristiques de la quincaillerie doivent correspondre aux exigences particulières de la Ville à l'égard de l'accessibilité universelle.

Les portes utilisées uniquement pour la sortie (comme des portes d'issue) ne doivent comporter aucune serrure du côté extérieur.

Les portes à doubles vantaux doivent être pourvues d'un cache-serrure ou d'un astragale de façon à empêcher le crochetage de la serrure.

Il faut également porter une attention particulière à la qualité et à la continuité des coupe-froid sur toutes les ouvertures extérieures afin de contrôler les infiltrations d'air périphériques.

Les charnières de porte de mur-rideau doivent être de type continu.

Les charnières de porte extérieure à main renversée doivent comporter des fiches non amovibles (FNA).

Lorsqu'une porte extérieure est munie d'un lecteur de cartes d'accès, on doit prévoir un protège-gâche. De plus, toutes les portes munies d'un système de lecteur de cartes doivent aussi être équipées d'une serrure à clé. Lorsque cela est demandé au programme, il faut prévoir des boîtes à clés accessibles par lecteur de cartes.

3.4.2.17 Contrôle de l'ensoleillement

Les surfaces vitrées sur les façades est, sud et ouest exposées aux rayons solaires doivent faire profiter le bâtiment des apports solaires directs, tout en limitant les risques de surchauffe et d'éblouissement. Durant la période estivale, l'ensoleillement provenant de l'ouest, donc en fin de journée quand les gains thermiques à l'intérieur du bâtiment sont à leur maximum, doit être contrôlé de façon à éviter les surchauffes créant inconfort ou surplus de sollicitation des systèmes de climatisation.

Des pare-soleils, des auvents ou des arbres feuillus (laissant pénétrer le rayonnement solaire en hiver) plantés judicieusement peuvent constituer des moyens passifs de contrôle de l'ensoleillement. Ces interventions doivent être étudiées en relation avec les vues extérieures, la facilité d'opération et d'entretien, ainsi que les coûts.

3.4.2.18 Contrôle aviaire

L'accumulation de fientes d'oiseaux (pigeons, moineaux, etc.) sur les corniches, allèges, saillies et autres surfaces de l'enveloppe des bâtiments peut représenter un risque de dégradation des matériaux qui doit être pris en considération au moment de la phase de conception.

L'équipe de conception doit présenter un rapport sur l'évaluation du potentiel de risque d'accumulation de fientes, incluant l'identification des endroits où de telles accumulations peuvent se produire, et proposer des méthodes de contrôle appropriées.

3.4.2.19 Études thermographiques et tests d'infiltrométrie

Les études thermographiques et les tests d'infiltrométrie sur les murs extérieurs, ainsi que les tests d'étanchéité à l'air et à l'eau des fenêtres et des murs rideaux, sont des outils à privilégier pour déterminer les déficiences à corriger sur des systèmes constructifs existants.

D'autre part, malgré tout le soin apporté à la conception de l'enveloppe du bâtiment, la qualité de la construction demeure tributaire de la réalisation des travaux. Une surveillance en résidence de leur exécution n'étant généralement pas la norme, le recours à des tests spécifiques d'infiltrométrie ou de thermographie peut constituer une alternative pour le donneur d'ouvrage. Dans ce contexte, des essais doivent se faire dès l'installation des premières unités ou échantillons d'ouvrage, afin de déceler dès le début les ajustements requis pour atteindre les niveaux de performance exigés.

Les tests réalisés in situ doivent valider si les critères de performance exigés sont atteints. Les normes et lignes directrices applicables (2021) sont :

- ASHRAE 90.1 « *Energy Standard for Buildings except Low-Rise Residential buildings* »
- ASHRAE GUIDELINE 0 « *The Commissioning Process* »
- NIBS GUIDELINE 3 « *Building Enclosure Commissioning Process* »
- ASTM E2813 « *Standard Practice for Building Enclosure Commissioning* »

Les travaux correctifs, le cas échéant, devront faire l'objet d'une nouvelle étude thermographique ou d'un nouveau test d'infiltrométrie.

3.4.3 Toitures

Les exigences présentées ci-dessous servent à guider l'équipe de conception quant aux standards de qualité, de performance, de sécurité et de résilience attendus dans les projets de réfection et de construction de toitures dans les ouvrages municipaux. Ces standards reflètent l'expérience du SGPI dans l'exploitation de son parc immobilier et le souci de fournir des bâtiments étanches, performants sur le plan énergétique et respectueux des exigences de qualité du chapitre 1 – Exigences générales. Les crédits LEED s'appliquant aux toitures concernent la gestion des îlots de chaleur, les toitures végétalisées et la gestion des eaux pluviales.

3.4.3.1 Objectifs de conception, performance

Les différents systèmes de toiture spécifiés dans les cahiers des charges doivent avoir fait leur preuve dans l'industrie de la couverture du Québec. Les conceptions expérimentales sont proscrites sur les ouvrages de la Ville, sauf si un projet pilote est spécifiquement envisagé dans le programme.

Seule une main-d'œuvre qualifiée et reconnue par l'Association des maîtres couvreurs du Québec ainsi que par les fabricants des produits d'étanchéité est autorisée à réaliser des toitures sur les immeubles municipaux montréalais.

Nonobstant les garanties demandées au cahier des charges, la conception et la réalisation des toitures doivent procurer des ouvrages pérennes dont les durées de vie dépassent 25 ans pour les toitures à membrane et 60 ans pour les toitures artisanales.

Les complexes d'étanchéité doivent être conçus et construits de façon à pouvoir être resurfacés lorsque la vie utile des membranes sera atteinte. On doit éviter si possible l'utilisation de matériaux composites ou laminés. Ce type de matériaux ne peut être recyclé et augmente inutilement les volumes de matériaux destinés à l'enfouissement. De plus, il ne permet pas le remplacement d'une seule composante à l'occasion des cycles d'entretien et de resurfaçage.

Les surfaces de toiture d'un ouvrage ne doivent pas contribuer à l'augmentation des îlots de chaleur du secteur. De plus, les volumes d'eau pluviale annuels récoltés par les toitures doivent être réduits, ralentis ou déviés en partie du réseau collecteur de la Ville.

3.4.3.2 Améliorer la résilience

Les complexes d'étanchéité doivent être conçus pour résister aux différents stress qu'occasionnent les changements brusques de température, l'action répétée du gel et du dégel, l'intensité du rayonnement solaire, les surcharges de combinaisons neige-glace, les pluies hivernales, etc. Il importe de prendre en considération l'augmentation des pluies d'intensité élevée (grande quantité de pluie sur une courte période) et des pluies exceptionnelles (25 ans). Des déversoirs muraux, ou gargouilles, viennent compléter les avaloirs des surfaces courantes.

Le concept de gestion des eaux pluviales des toitures doit être conforme au Règlement 20-030, Règlement sur les branchements aux réseaux d'aqueduc et d'égout public et sur la gestion des eaux pluviales du Service de l'eau de la Ville de Montréal.

Lorsque c'est possible, les toits en pente doivent être drainés vers une surface végétalisée.

Dans tous les arrondissements, toutes les toitures doivent contribuer à la réduction des îlots de chaleur urbains et être munies, soit de membranes à faible émissivité, soit de toitures végétalisées, en accord avec le programme. Se référer aux exigences obligatoires en développement durable du Chapitre 1 pour l'indice de réflectance solaire minimale.

La localisation des équipements et autres constructions hors toit doit tenir compte des vents dominants et des effets de l'accumulation de la neige. On doit prévoir des voies de déneigement sécuritaires pour l'évacuation de la neige en cas de surcharges hors norme. L'évacuation de l'eau doit s'effectuer, même en période hivernale, au moyen d'un concept comprenant des pentes et des noues de canalisation efficaces.

Les surcharges de neige/glace doivent être calculées selon les exigences du chapitre 5 – Structure du bâtiment, et plus particulièrement la section « Toiture résiliente hivernale ».

La résistance dynamique à l'arrachement aux vents des membranes de couverture doit être basée sur la norme CSA A 123.21 et les calculs produits selon les méthodes de cette norme font partie des livrables.

Pour les projets de réfection complète de toitures existantes comme pour les constructions de nouvelles toitures, la résistance thermique des toitures doit être conforme aux exigences les plus élevées entre celles du tableau « Coefficient de transmission thermique » du chapitre 9 – Énergie et émissions de gaz à effet de serre et celles du chapitre I.1 « Efficacité énergétique du bâtiment » du Code de Construction du Québec. L'ensemble des autres critères du Code de Construction s'appliquent et le choix de l'une des trois (3) méthodes pour atteindre la conformité aux exigences du Code doit être approuvé par la Ville.

Il importe de s'assurer que les structures existantes peuvent supporter les charges vives et charges mortes accrues engendrées par l'amélioration de la performance thermique des toitures.

Le système toiture doit s'intégrer parfaitement au système pare-air du reste de l'enveloppe. Il faut éviter les ponts thermiques à des jonctions critiques, telles que toit-mur, ainsi qu'à toutes les sorties au toit.

Une attention particulière doit être accordée aux flux de ventilation dans les entretoits ventilés ainsi qu'aux changements de milieu pouvant occasionner des phénomènes de rafales de neige, de condensation ou de barrages de glace aux avant-toits, et autres dangers comme les glaçons.

3.4.3.3 Menuiserie de toiture

Les éléments en bois de menuiserie de toiture doivent avoir un traitement pour imputrescibilité du bois. Cela concerne :

- toutes les pièces de menuiserie de toiture;
- toute pièce de bois incorporée entre le pare-vapeur et la membrane dans une toiture non ventilée;
- toute pièce de bois fixée à la maçonnerie et devant recevoir un solin métallique.

3.4.3.4 Systèmes de toiture

Les systèmes de membranes monocouche sont interdits. Les membranes doivent être à deux plis et posées en adhérence totale.

Les systèmes multicouches asphalte-gravier sont interdits, sauf pour les réparations.

Les matériaux utilisés dans les systèmes de toiture doivent être certifiés par une déclaration environnementale de produit (DEP), à l'exception de la ferblanterie et des accessoires.

Les isolants de polystyrène expansé sont interdits.

La formation de flaques d'eau en surface doit être évitée. Les pentes de drainage minimales sont de 2%.

Des joints intramuraux rejoignant l'arrière-mur doivent être réalisés aux jonctions des toitures avec des murs en surplomb, et ce, même pour la réfection de toitures existantes.

Une attention particulière doit être portée aux multiples composantes et équipements pénétrant le complexe d'étanchéité, tant à l'horizontale qu'à la verticale. Les manchons à goudron sont interdits. Les systèmes de joints de pénétration doivent être résistants aux mouvements, à la glace, aux rayons UV et à l'eau stagnante.

Les isolants de toiture doivent être installés minimalement en deux couches afin d'optimiser les ruptures thermiques.

La hauteur des parapets doit tenir compte de l'épaisseur du complexe d'étanchéité additionnée des relevés nécessaires tout en s'agençant aux façades existantes dans le cas des réfections.

Les toitures, quelles qu'elles soient, doivent faire l'objet d'une conception soignée respectant les méthodes éprouvées. La référence pour la conception et les méthodes d'installation se trouve dans le « Devis couvertures » de l'AMCQ, chapitres 1 à 8.

Tous les travaux de couverture et de traitement des solins doivent être conformes aux normes de l'industrie, aux recommandations de l'Association des maîtres couvreurs du Québec (AMCQ), ainsi qu'aux spécifications du fabricant.

Il est demandé que tous les travaux de couverture soient exécutés par des couvreurs qui sont membres en règle de l'Association des maîtres couvreurs du Québec (AMCQ) et qui en ont fourni la preuve.

Sauf indication contraire, il doit être demandé que tous les travaux de couverture soient couverts par la garantie Maître Plus de 10 ans de l'AMCQ, émise au nom du propriétaire, certifiant l'ouvrage pour une période de **dix (10) ans** à compter de la date de réception provisoire des travaux par la Ville.

Si la garantie Maître Plus de 10 ans par l'AMCQ n'est pas requise pour l'ouvrage, il faudra l'indiquer, mais alors se conformer à ce qui suit: il sera dans ce cas demandé que les ouvrages de toiture en feuilles de bitume-élastomère préfabriquées soient couverts par une garantie de l'entrepreneur, certifiant qu'ils demeureront libres de tout défaut pour un délai de **cinq (5) ans** à compter de la date de réception provisoire des travaux par la Ville.

Si la garantie Maître Plus de 10 ans par l'AMCQ n'est pas requise pour l'ouvrage, il faudra l'indiquer, mais alors se conformer à ce qui suit: il sera dans ce cas demandé que les ouvrages de toiture bitumineuse multicouche soient couverts par une garantie de l'entrepreneur, certifiant qu'ils demeureront libres de tout défaut pour un délai de **trois (3) ans** à compter de la date de réception provisoire des travaux par la Ville.

Si la garantie Maître Plus de 10 ans par l'AMCQ n'est pas requise pour l'ouvrage, il faudra l'indiquer, mais alors se conformer à ce qui suit: il sera dans ce cas demandé que les ouvrages de toiture à membrane protégée de bitume caoutchouté appliqué à chaud soient couverts par une garantie de l'entrepreneur, certifiant qu'ils demeureront libres de tout défaut pour un délai de **cinq (5) ans** à compter de la date de réception provisoire des travaux par la Ville.

Il est demandé que les matériaux de toiture en feuilles de bitume-élastomère préfabriquées soient couverts par une garantie du fabricant, certifiant qu'ils demeureront libres de tout défaut pour un délai de **dix (10) ans** à compter de la date de réception provisoire des travaux par la Ville. Cette garantie doit couvrir, sans s'y limiter, les problèmes suivants :

- toute infiltration d'eau à travers la membrane ou les solins;
- toute détérioration des surfaces, y compris le craquement, la fissuration, la délamination, la formation de peau d'alligator, la formation de cloques, la formation de gueule de poisson ou d'autres défauts affectant la durabilité de la membrane ou le cours du drainage;
- toute anomalie du chevauchement de membrane;
- toute séparation des joints ou autres défauts similaires;
- toute détérioration des produits d'étanchéité, des adhésifs ou des ciments de toiture;
- toute contreperformance ou autres défauts des joints d'étanchéité, résultant d'une cause autre que l'entretien normal;
- toute délamination, détérioration ou changement dans la perméabilité des membranes pare-vapeur;
- toute délamination, détérioration, distorsion ou changement de dimensions de l'isolant ou de son rendement thermique.

Il est demandé que les matériaux de toiture à membrane protégée de bitume caoutchouté appliqué à chaud soient couverts par une garantie du fabricant, certifiant qu'ils demeureront libres de tout défaut pour un délai de **dix (10) ans** à compter de la date de réception provisoire des travaux par la Ville. Cela comprend l'isolant, incluant une garantie que l'isolant conservera 80 % de sa résistance thermique initiale et résistera à une force de soulèvement de vents dans des vents de 110 km/h.

Ces garanties entraînent le prolongement de la retenue de paiement (voir le cahier des Clauses administratives générales et les Clauses administratives supplémentaires), correspondant à 5 % de la valeur du contrat de toiture en feuilles de bitume-élastomère préfabriquées, ou de la valeur

du contrat de toiture bitumineuse multicouche, ou de la valeur du contrat de toiture à membrane protégée de bitume caoutchouté appliqué à chaud, ou d'un cautionnement de garantie d'entretien, selon le cas.

Les toitures en bardeaux d'asphalte sont acceptées pour les petits bâtiments là où l'intégration urbaine le permet. Une membrane autocollante doit être installée sur le support avant de recevoir le bardeau.

3.4.3.5 Toitures végétalisées

Si une toiture végétalisée est réalisée dans le projet, il est demandé que son système, y compris le substrat de culture et la végétation, soit couvert par une garantie de l'entrepreneur, certifiant qu'il demeurera libre de tout défaut pour un délai de **deux (2) ans** à compter de la réception provisoire des travaux par la Ville.

Il est demandé que les matériaux et composantes du système de toiture végétalisée et le substrat de culture soient couverts par une garantie du fabricant, certifiant qu'ils demeureront libres de tout défaut pour un délai de **dix (10) ans** à compter de la date de réception provisoire des travaux par la Ville.

Ces garanties entraînent le prolongement de la retenue de paiement (voir le cahier des Clauses administratives générales et les Clauses administratives supplémentaires), correspondant à 5 % de la valeur du contrat de toiture en feuilles de bitume-élastomère préfabriquées, ou de la valeur du contrat de toiture bitumineuse multicouche, ou de la valeur du contrat de toiture à membrane protégée de bitume caoutchouté appliqué à chaud, ou d'un cautionnement de garantie d'entretien, selon le cas.

Se référer au chapitre 5 – Structure, pour les exigences particulières de capacité portante.

Les accès par escalier et appentis sont requis pour toute toiture végétalisée implantée, que ce soit sur toiture existante ou sur toiture neuve. Des garde-corps techniques doivent être installés là où seul le personnel d'entretien peut accéder, de même que des garde-corps conformes au Code de Construction pour les toitures accessibles au public.

Il faut prévoir un ou plusieurs points d'eau sur la toiture pour l'entretien des végétaux.

Les essences végétales sélectionnées doivent contribuer à la biodiversité. Il ne faut pas utiliser de rouleaux de tapis mono-espèce.

Les performances hydrologiques des systèmes sélectionnés doivent faire partie du calcul de gestion des eaux pluviales et de rétention pour le site complet du bâtiment ou du projet. Se référer à la section « Ouvrages de gestion des eaux pluviales » du chapitre 2 – Aménagement de site. On doit choisir des systèmes qui contribuent à la réduction du volume pour les faibles pluies, ainsi qu'à la réduction du débit de pointe pour les pluies de récurrence de 25 ans.

3.4.3.6 Toiture métallique en feuilles

Les toitures artisanales doivent faire l'objet d'une conception soignée respectant les méthodes traditionnelles éprouvées. La référence pour la conception et les méthodes d'installation se trouve au chapitre 7 du devis de l'AMCQ.

1. Les couvertures métalliques doivent pouvoir subir une dilatation et une contraction de leurs matériaux constitutifs causées par les variations de température, sans qu'il y ait rupture de l'étanchéité, surcharge nuisible aux attaches, et autres impacts dommageables.
2. Les joints doivent absorber les mouvements de dilatation et de contraction entre les feuilles mêmes et entre les feuilles et la charpente du bâtiment, mouvements causés par les déplacements de la charpente, et ce, sans qu'il y ait déformations permanentes, dommages aux matériaux de remplissage, bris de joints de dilatation et d'étanchéité ni infiltration d'eau.
3. Les éléments doivent pouvoir supporter la charge permanente et les charges dues au vent conformément aux exigences du CNB et des règlements locaux pertinents. La flèche maximale admissible est de 1/180 de la portée.

Les joints à verrouillage sont des joints en « S » ainsi que toutes les agrafes et bordures de rives.

Tous les tabliers et bordures de toiture doivent être munis de larmiers.

Des feuilles de séparation doivent toujours être installées sous le revêtement. De plus :

1. Sur un pontage métallique, toujours installer un écran coupe-feu comme panneau support du pare-vapeur.
2. Protéger au moyen d'un enduit isolant les surfaces métalliques en contact avec le béton, ou toute autre surface à base de liant hydraulique ou de métaux différents.

Lors de l'installation d'accessoires et d'assemblages comportant beaucoup de matériaux, une attention particulière doit être portée à la compatibilité des matériaux, et les détails doivent être conçus afin d'éliminer tout risque de réactions galvaniques entre différents matériaux ou métaux en contact.

Outre les reproductions de toitures uniques dictées par des impératifs de conservation, les toitures acceptées sont :

- couverture à baguettes;
- couverture à joints debout;
- couverture à la canadienne;
- couverture en bardeaux d'ardoise.

Les principaux métaux utilisés sont :

- acier galvanisé ou prépeint;
- acier inoxydable;
- cuivre zingué ou laminé à froid.

3.4.3.7 Lanterneaux et verrières

La jonction des lanterneaux et des verrières avec le complexe d'étanchéité des toitures doit faire l'objet d'une attention particulière.

Il importe de s'assurer d'intégrer des zones d'équilibrage de pression, des contre-solins et des larmiers permettant l'évacuation de l'eau provenant de la condensation ou d'infiltrations des profilés en dehors du système de toiture.

Comme mesure de précaution additionnelle, il faut aussi prévoir des joints de compartimentation du complexe d'étanchéité au périmètre des lanterneaux et verrières sur les surfaces courantes de toiture.

Si des lanterneaux sont implantés sur des surfaces de toiture végétalisée, les dégagements libres de végétation qui les entourent doivent être conformes aux exigences de la réglementation.

Voir les sections « Fenêtres et lanterneaux » et « Vitrages » du présent chapitre pour les exigences additionnelles.

3.4.3.8 Sécurité/Prévention des chutes

Un accès permanent à tous les niveaux principaux du toit par un escalier surmonté d'un appentis doit être aménagé afin de faciliter les inspections régulières et l'entretien courant de la toiture. L'utilisation d'échelles portatives est interdite. Les échelles fixes d'un niveau à l'autre, lorsque celles-ci sont inévitables, doivent être conçues conformément aux exigences de la CNESST et être compatibles avec les dispositifs de protection individuelle convenus avec les équipes responsables de l'entretien.

La prévention des chutes du personnel s'occupant de l'entretien d'équipement et de l'inspection des toitures doit être prise en compte dès l'amorce de la conception, tant pour les projets de réfection que pour les toitures neuves. La conception du système de prévention des chutes est réalisée par une firme spécialisée.

Les systèmes collectifs de type garde-corps sont privilégiés sur les systèmes de protection individuels de type ancrages et harnais lorsque c'est possible. Tous les équipements mécaniques situés à 2 mètres ou moins des bords de toiture et des lanterneaux sont ceinturés d'un garde-corps permanent, ancré à la structure du bâtiment.

Les zones de danger à moins de 2 mètres du bord des toitures et des lanterneaux sont signalées de façon permanente. Le système d'avertissement ne remplace pas le système d'arrêt de chute, mais s'y ajoute.

L'accès aux équipements installés sur le toit doit se faire sur des passerelles ou des dalles de protection de la membrane. Les antennes, mâts et paratonnerres doivent être ancrés à la structure à travers des pénétrations étanches et compatibles avec la membrane ou le solinage.

L'équipement bruyant installé sur le toit doit être isolé à l'aide de panneaux insonorisants selon les exigences esthétiques et acoustiques des règlements de zonage. Les équipements ou accessoires installés au niveau du toit doivent être logés dans des constructions hors toit ou cachés par des murs étanches.

Les terrasses, passerelles ou surfaces de sport d'usage public sur les toitures doivent être conçues de concert avec l'ingénieur en structure.

3.4.4 Construction intérieure

Cette sous-section présente les principales exigences de qualité, de performance et de mise en œuvre pour les systèmes de construction intérieure et leurs matériaux. Ces derniers doivent également être sélectionnés selon les critères énoncés dans la sous-section « Accroître la durabilité architecturale des bâtiments et des lieux publics » du présent chapitre. L'équipe de conception doit également se référer aux exigences du chapitre 4 – Aménagements intérieurs. La peinture est traitée dans sa propre sous-section.

3.4.4.1 Plafonds suspendus

La conception des systèmes de plafond suspendu doit être coordonnée avec les systèmes mécaniques et l'éclairage. La symétrie, les alignements et la composition doivent être contrôlés par l'équipe de conception.

Une attention particulière doit être accordée à l'étanchéité des plenums et à la continuité des séparations coupe-feu.

Les joints de dilatation du bâtiment doivent se retrouver dans les systèmes de plafond suspendu les chevauchant. La conception du joint doit être en adéquation avec les fonctions esthétiques, acoustiques et possiblement coupe-feu ou de plenum du système de plafond.

Les carreaux de plafond suspendu ne doivent être installés dans un bâtiment qu'après la fin de tous les travaux susceptibles de dégager de la poussière. L'humidité ambiante doit être compatible avec l'exécution des travaux.

3.4.4.2 Finis muraux

Les enduits de plâtre et de ciment doivent être conçus de manière à limiter l'apparition de fissures. Un jeu suffisant doit être prévu pour permettre la contraction et la dilatation thermiques des éléments et pour obvier à la transmission des charges de la charpente aux fourrures verticales et à l'enduit. Les surfaces à enduire doivent être divisées à l'aide de joints de rupture et de dilatation.

Une ventilation adéquate et une distribution uniforme de la chaleur sont requises pour une prise et un séchage uniformes des enduits de plâtre.

Dans les bâtiments patrimoniaux comportant des cloisons traditionnelles en plâtre, les systèmes d'enduits de plâtre à trois couches ou les systèmes similaires et compatibles avec les systèmes existants doivent être privilégiés.

Les coins de murs exposés à des risques d'impact plus élevés, comme dans les zones où circulent des chariots, doivent être protégés de manière adéquate. Des moulures, des renforts d'angle ou des protecteurs de coin doivent être utilisés selon le type de finition murale et le risque d'impact.

3.4.4.3 Terrazo, carrelages de céramique et de grès

Les matériaux utilisés doivent être cohérents avec l'usage : être lavables à l'eau et résistants aux agents chimiques, posséder une haute résistance chimique pour la céramique des espaces industriels, des piscines et des locaux connexes, et posséder un niveau d'antidérapance cohérent avec l'usage (zone mouillée pieds nus, cuisines, etc.).

Les produits d'un système d'étanchéité doivent provenir d'un même fabricant ou être approuvés par les fabricants des autres produits du système. L'approbation d'un matériau ne doit pas avoir pour effet d'invalider la garantie.

L'installation de terrazo et de carrelage de céramique doit être effectuée conformément aux directives du Manuel d'installation de tuile de l'Association canadienne de terrazo, tuile et marbre (ACTTM).

Sauf indication contraire, les seuils des blocs sanitaires doivent être en marbre blanc poli 3 côtés avec arêtes biseautées à la jonction des finis de plancher.

Les jonctions des plans verticaux aux plans horizontaux (plinthe murale en céramique et plancher en céramique) doivent être réalisées à l'aide d'une moulure de type profilé à gorge en acier inoxydable. Les moulures de finition requises pour les arrêts de céramique, ainsi que les moulures de transition entre différents finis de plancher, sont en aluminium anodisé.

Il est demandé d'utiliser une membrane de désolidarisation étanche spécialement conçue pour les carreaux de céramique et de pierre naturelle, d'abord afin de prévenir le craquelage des carreaux et du coulis, et ensuite afin d'assurer l'imperméabilisation des substrats sensibles à l'humidité. Les espaces vides sous la membrane permettent à l'excédent d'humidité et de vapeur de s'échapper du substrat.

La méthode du double encollage doit être utilisée. Tous les produits doivent être prémélangés en usine. Des joints de mouvement, de contrôle et de relâche doivent être réalisés. Les matériaux déjà installés ne doivent pas être sciés pour créer ces joints. Les joints de dilatation du bâtiment doivent être exempts de mortier ou de coulis.

Les rives et les arêtes doivent être arrondies. Aucune rive non émaillée de carreaux ne doit être laissée exposée. Des profilés de transition doivent être utilisés aux changements de type de revêtement et des profilés à gorges, à chaque jonction plancher/plinthe.

Les carrelages de grès cérame doivent être protégés à l'aide d'un apprêt imperméable.

Des essais en laboratoire de la résistance à l'arrachement du mortier et des membranes des revêtements en céramique des piscines doivent être effectués avant l'installation des matériaux. Des tests de rétention d'eau normalisés doivent être effectués après l'installation des membranes dans les bassins de piscine.

3.4.4.4 Casiers (armoires-vestiaires)

Lorsque des casiers sont installés dans un bâtiment, ceux-ci doivent être de construction et de conception adaptée à leur usage et à leur emplacement : par exemple, les casiers destinés au public doivent être résistants au vandalisme et les casiers dans des environnements humides comme les vestiaires de piscines doivent être résistants à la corrosion et aux produits chimiques. Leurs dimensions et leurs accessoires doivent répondre aux besoins des usagers. Les éléments en bois de menuiserie des armoires-vestiaires (tasseaux et base en bois) doivent avoir un traitement pour imputrescibilité du bois.

Si les casiers possèdent un toit, celui-ci doit être incliné pour qu'il ne soit pas possible d'y déposer des objets. Les casiers doivent être fixés entre eux, au mur et au plancher. Ils doivent également être installés et conçus de manière à obtenir une planéité parfaite.

3.4.4.5 Accessoires de salle de toilettes et de salle de bains

Les accessoires de toilettes et leur position doivent répondre aux exigences d'accessibilité universelle de la Ville de Montréal.

Il est demandé à l'équipe de conception de prévoir des fonds de clouage dans les cloisons pour l'installation des accessoires et équipements qui seront ancrés aux cloisons à l'aide de fixations en acier inoxydable (douches et vestiaires avec douches).

Les distributeurs de papier hygiénique doivent être munis de serrures anti-vandalisme.

Les sèche-mains et les sèche-cheveux doivent être munis de moteurs sans frottoirs (brosses) et être protégés par un interrupteur à réenclenchement automatique. Les sèche-cheveux doivent être à déclenchement manuel avec bouton poussoir et être munis d'une buse de sortie d'air orientable.

3.4.4.6 Grille gratte-pieds

Il est demandé à l'équipe de conception de prévoir une grille gratte-pieds en aluminium alliage 6061 T-6 avec cadre en acier inoxydable #304 cal.12 et bassin en acier inoxydable #304 cal.20.

Selon les dimensions prévues, une ou plusieurs grilles pourraient être requises, ainsi qu'un ou plusieurs supports intermédiaires – ceux-ci sont soudés au cadre.

Les grilles prévues pour usage institutionnel sont généralement installées avec bras de retenue et charnières avec cran d'arrêt (en acier inoxydable #304), ainsi que des serrures en acier zingué à 180° (une pour chaque section de grille).

Il est demandé d'utiliser un apprêt anti-corrosion pour enduire toutes les surfaces de métal de la grille, du cadre et du bassin en contact avec les surfaces en béton.

Toutes les surfaces en béton d'une dalle structurale et toutes celles qui seront en contact avec le métal de la grille gratte-pieds doivent être enduites d'un apprêt et d'une membrane liquide du même système. Un mélange de sable de quartz (silice) constitué de parts égales de différentes granulométries doit être épandu et encapsulé dans l'enduit appliqué, sur le niveau inférieur du béton et tout le périmètre.

3.4.5 Peinture

3.4.5.1 Développement durable

Les produits utilisés doivent respecter les exigences mentionnées dans le Chapitre 1 – Exigences générales, notamment les exigences en émission de COV.

3.4.5.2 Qualité

Les produits de peinture tels que l'huile de lin, la gomme-laque et l'essence de térébenthine doivent être compatibles avec les autres produits de revêtement utilisés, selon les besoins, et de très grande qualité. Ils doivent provenir d'un fabricant approuvé cité dans le *MPI Painting Specification Manual*.

L'équipe de conception doit exiger un nombre de couches suffisant selon la couleur souhaitée (par exemple, 3 couches minimum pour les couleurs générales et 4 couches pour les couleurs vives ou très vives). Le nombre de couches doit respecter les recommandations du fabricant.

En situation ensoleillée, la peinture doit être appliquée en suivant autant que possible la progression du soleil, afin de prévenir le cloquage de la peinture sous l'effet du réchauffement d'une surface peinte à froid.

Ne pas peindre les détecteurs de fumée, d'incendie et d'intrusion, ne pas peindre les mastics d'étanchéité faisant partie des systèmes coupe-feu/pare-fumée, ne pas peindre les étiquettes *ULC* des portes et cadres, et protéger adéquatement les têtes d'extincteurs. Les lignes de couleurs différentes du lignage des planchers de gymnase doivent se juxtaposer à leurs rencontres.

3.4.5.3 Préparation des surfaces

La méthode du chalumeau pour enlever la peinture est interdite lorsqu'on veut teindre de nouveau une surface.

Lorsque des surfaces doivent être repeintes, toutes les parties métalliques qui sont rouillées, doivent être nettoyées au métal et retouchées avec une peinture primaire anticorrosive de bonne qualité. Les nœuds qui ont causé de la décoloration doivent être poncés jusqu'au bois nu et recouverts d'un bouche-pore du genre vernis d'obturation vinylique pour bois. Les portes en acier exposées aux intempéries ou à des conditions d'humidité excessive doivent être dépendues pour pouvoir préparer convenablement les chants supérieurs et inférieurs.

Les revêtements déjà surpeints qui nécessitent d'être peints de nouveau doivent être repris complètement lorsque le caractère du bâtiment l'exige ou qu'une couche supplémentaire n'est pas bénéfique.

3.4.6 Résistance au feu

Les rapports d'essais conformes aux normes du Code de construction du Québec pour les matériaux et les compositions ignifuges ou coupe-feu doivent être remis à la Ville avec les fiches techniques. Les ensembles et matériaux non cotés doivent subir les essais prévus par les normes applicables pour pouvoir être utilisés.

3.4.6.1 Ignifugation

Les matériaux ignifuges projetés doivent être installés par des applicateurs spécialisés dans la mise en œuvre de ce type de matériaux et être approuvés par le fabricant du produit installé. L'échantillon doit être testé par un laboratoire d'essai indépendant avant que les matériaux d'ignifugation soient recouverts.

Les finis en bois dans les ouvrages intérieurs avec un traitement ignifuge doivent avoir été testés selon la norme ASTM E 84 et avoir reçu la classification ULC FR-S Lumber (estampe de certification).

3.4.6.2 Séparations coupe-feu

Les séparations coupe-feu requises entre les espaces doivent être continues. Une attention particulière doit être accordée au scellement des vides et des espaces libres aux jonctions et lorsque les séparations sont percées ou traversées par des conduits et équipements.

L'équipe de conception doit vérifier la réalisation des séparations coupe-feu et doit, lorsque requis, faire appel à un laboratoire indépendant pour vérifier sur place la qualité du travail et sa conformité aux exigences des certificats homologués.



Chapitre 4

Aménagements intérieurs

Chapitre 4

4. Aménagements intérieurs	152
4.1 Généralités.....	152
4.1.1 Exigences obligatoires et crédits LEED prioritaires.....	152
4.1.2 Mobilisation de la main-d'œuvre dans les lieux de travail	153
4.1.3 Environnement de travail sain et sécuritaire	153
4.1.4 Satisfaction de la clientèle et des partenaires.....	154
4.1.5 Accessibilité universelle et inclusion	154
4.2 Objectifs de conception et indicateurs de performance	156
4.2.1 Durabilité.....	156
4.2.1.1 Matériaux.....	156
4.2.1.2 Assemblages.....	157
4.2.1.3 Insonorisation.....	157
4.2.2 Qualité et mieux-être.....	158
4.2.2.1 Normes d'occupation de l'espace.....	159
4.2.2.2 Ergonomie	162
4.2.2.3 Biophilie.....	162
4.2.2.4 Arts et culture	163
4.2.2.5 Adaptabilité et polyvalence	163
4.2.3 Développement durable.....	164
4.2.3.1 Gestion des matières résiduelles.....	164
4.2.3.2 Carbone intrinsèque	167
4.2.3.3 Qualité de l'air	167
4.2.4 Résilience des aménagements	168
4.2.4.1 Crise sanitaire.....	169
4.2.5 Exploitation	170
4.2.5.1 Dégagements.....	170
4.2.5.2 Entretien sanitaire.....	170
4.3 Systèmes, composantes et équipements	170
4.3.1 Éléments architecturaux.....	170
4.3.2 Équipements et ameublement	170
4.3.3 Signalétique intérieure et extérieure.....	171

4. Aménagements intérieurs

4.1 Généralités

Depuis le début du 21^e siècle, nous aurons vu se transformer plusieurs domaines et façons de faire. Parmi ces changements, notons des périodes significatives d'instabilité économique, la normalisation du mode de travail hybride, une révolution numérique – ou deux –, qui nous amène à parler d'intelligence des objets, de nombreux enjeux entourant les changements climatiques et nos habitudes de vie, une course à l'innovation technologique dans la plupart des domaines, etc.

Ce contexte et l'évolution rapide des sphères d'innovation conduisent les entreprises à repenser sans cesse leur stratégie et leur organisation du travail, et à faire preuve d'agilité. Cela a un impact majeur sur leur structure organisationnelle, et donc sur leurs façons de faire. C'est pourquoi les constructions et les aménagements intérieurs sont amenés à se transformer à leur tour. Les structurer de façon judicieuse procure un excellent levier de transformation à toute organisation.

Ce chapitre porte sur les orientations stratégiques qui guident la transformation de l'espace privatif des bâtiments de la Ville de Montréal et la transition entre cet espace privatif et les espaces communs des édifices (chapitre 3 – Architecture). Il décrit les objectifs de la Ville quant aux aménagements intérieurs.

Les priorités retenues par la Direction générale de la Ville de Montréal sont nombreuses et représentent un défi de taille, ce qui crée un environnement complexe. Ces priorités sont indiquées dans les prochaines sections. Les équipes de conception doivent les considérer comme des orientations stratégiques pouvant aiguiller leur réflexion.

Note : L'approche conceptuelle dans chacun des bâtiments municipaux peut varier en fonction du propriétaire (location ou propriété de la Ville). Il est donc nécessaire de préciser en début de projet qui gère chaque édifice afin de déterminer les interventions requises et les rôles et responsabilités. Chaque section du présent chapitre devant être nuancée en fonction de cette considération est désignée avec un astérisque ().*

4.1.1 Exigences obligatoires et crédits LEED prioritaires

En accord avec l'orientation stratégique d'accélérer la transition écologique et en concordance avec la Politique de transition écologique et de développement durable des immeubles municipaux de la Ville de Montréal, l'équipe de conception doit se familiariser avec la liste des exigences obligatoires en développement durable (Chapitre 1 - 1.3.8) et celle des crédits LEED prioritaires (Chapitre 1 - 1.3.9) disponibles au chapitre 1 – Exigences générales.

Ces listes indiquent les actions obligatoires et les crédits LEED à privilégier en fonction des priorités municipales, ainsi que les crédits proscrits ou non souhaités.

La liste des exigences obligatoires en développement durable décrit les performances à mettre en place au moment du démarrage du projet. Ces objectifs doivent être accomplis par l'équipe lauréate pour tous les projets de construction et rénovations, peu importe leurs superficies.

Les crédits LEED prioritaires s'appliquent à tous les projets de 500 m² et plus pour lesquels une certification LEED à jour est exigée. Dans le cas d'un projet inférieur à 500 m², l'équipe lauréate doit quand même mettre en place, exécuter et documenter le plus de crédits LEED prioritaires possible. La documentation pour ces projets de 500 m² et moins est soumise au gestionnaire de projet.

En ce qui concerne les projets d'aménagement intérieur, il est recommandé de se conformer aux préalables et crédits du système de certification LEED ID+C (conception et construction de l'intérieur), équivalent au niveau Argent.

4.1.2 Mobilisation de la main-d'œuvre dans les lieux de travail

On passe une partie importante de son temps sur son lieu de travail et la qualité de cet environnement est tout naturellement devenue un facteur d'attractivité pour les organisations. Offrir des espaces conviviaux favorisant le bien-être, stimulant la créativité et invitant au travail collaboratif est devenu une priorité. Travailler dans un environnement professionnel agréable et bénéficier de services sur place fait aujourd'hui partie des nouvelles exigences pour mieux concilier vie professionnelle et vie personnelle. Les constructions et les aménagements intérieurs doivent maintenant être adaptés en conséquence et de façon à répondre aux besoins personnels, psychologiques et fonctionnels des personnes.

Les espaces doivent également répondre à une diversité de personnes et de main-d'œuvre, et être pensés spécifiquement en fonction des personnes qui les occuperont.

4.1.3 Environnement de travail sain et sécuritaire

La Ville de Montréal maintient une culture organisationnelle orientée sur la santé et la sécurité. À cet effet, la conception des aménagements intérieurs doit être pensée de manière à :

- tenir compte des bonnes pratiques en fonction des tâches à effectuer dans l'espace;
- séparer les espaces qui ne peuvent pas cohabiter;
- fournir des espaces conformes aux principes d'ergonomie;
- fournir les outils et équipements nécessaires à la réalisation de la tâche en toute sécurité;
- assurer la sécurité de l'espace par une circulation et une signalétique adéquates en cas d'urgence;
- veiller à ce que les éclairages intérieur et extérieur soient adéquats en fonction de la tâche et des heures de travail;

- veiller à ce que le niveau sonore soit convenable (bruit ambiant, électromécanique, etc.);
- restreindre l'accès aux lieux qui présentent des risques d'accident;
- prévoir un espace permettant de donner les premiers soins avant l'arrivée des secours;
- prévoir, lorsque c'est requis, des emplacements pour l'installation de défibrillateurs.

De plus, la Ville de Montréal encourage les membres de son personnel à adopter de saines habitudes de vie. Les aménagements intérieurs doivent favoriser le bien-être individuel et collectif, et offrir des espaces permettant les déplacements actifs.

4.1.4 Satisfaction de la clientèle et des partenaires

La Ville de Montréal se distingue par une approche du service centrée sur l'expérience citoyenne et sur la satisfaction de ses partenaires internes. Elle offre de nombreux services à la population et s'assure d'améliorer constamment ses façons de faire afin de favoriser un milieu humain et inclusif.

À cet effet, elle met l'humain à l'avant-plan de la conception. Elle favorise des aménagements qui contribuent à l'amélioration de la qualité de vie afin de créer une expérience intégrée à l'architecture et au design (ex. : services adaptés, inclusion sociale, réponse aux besoins exprimés, etc.).

Enfin, la conception des espaces intérieurs doit tenir compte de l'évolution constante des processus, et être flexible et facilement adaptable afin de pouvoir changer rapidement selon les usages.

4.1.5 Accessibilité universelle et inclusion

Les objectifs de conception de la Politique municipale d'accessibilité universelle de la Ville de Montréal se concrétisent dans le *Guide en matière d'accessibilité universelle pour les nouveaux bâtiments et pour l'agrandissement, la rénovation et l'entretien de bâtiments municipaux existants*. Fondée sur une approche d'inclusion, l'accessibilité universelle permet à toute personne, quelles que soient ses capacités, l'utilisation identique ou similaire, autonome et simultanée des services offerts à l'ensemble de la population.

Les bâtiments et leurs locaux doivent être accessibles, fonctionnels et sécuritaires pour les personnes ayant des limitations fonctionnelles (motrice, visuelle, auditive, cognitive ou intellectuelle). Tant pour les parcours sans obstacle que pour les aires de travail individuelles et communes, les principes suivants doivent être appliqués au moment de la conception des aménagements intérieurs :

- circulation horizontale : trame de corridors simple et bien structurée. Facilité de déplacement en optimisant les parcours en fonction de l'achalandage et des espaces;
- sécurité en cas d'incendie : favoriser l'évacuation autonome. Mettre en place des mesures pour assurer la sécurité des usagers jusqu'à l'évacuation (ex. : accès aux issues fluides et sans impasses, aire de refuge);
- hauteur des surfaces : les comptoirs des salles à manger et de reprographie doivent obligatoirement tenir compte des normes d'accessibilité universelle;
- installations sanitaires : aménagement d'une salle de toilettes accessible universellement et non genrée dans chaque bloc sanitaire permettant à toute personne d'y trouver une installation à sa convenance;¹
- mobilier et équipements des espaces communs : emplacement stratégique, facile à repérer, à utiliser et à manipuler;
- orientation et signalisation : choix des couleurs, contrastes, éclairages, signalisation pour faciliter la lecture de l'espace, le repérage des principales fonctions et l'accès aux services;
- une attention particulière doit être accordée à la largeur et à l'orientation des portes, à la hauteur des seuils ainsi qu'à toute quincaillerie permettant l'accessibilité et l'utilisation des locaux;
- dégagements : on doit prévoir des dégagements permettant aux personnes en fauteuil roulant de pivoter à leur aise à l'entrée du bâtiment ou de la suite et des pièces principales, à l'intérieur de la cuisine et de la salle de bain, et dans les halls servant aussi d'aire de refuge.

Enfin, les locaux doivent être ouverts sur la communauté. Il faut qu'ils mettent en valeur la diversité culturelle et contribuent à la mixité des cultures et à l'inclusion sociale (ex. : adaptation des lieux, création d'environnement dynamique, espaces qui invitent à la rencontre et à la diversité, etc.).

Il est requis de se conformer au *Guide en matière d'accessibilité universelle pour les nouveaux bâtiments et pour l'agrandissement, la rénovation et l'entretien de bâtiments municipaux existants*, en plus des articles de la Commission de la construction du Québec (CCQ) sur les parcours sans obstacles.

1. S'assurer de la disponibilité d'une installation sanitaire universellement accessible dans un bâtiment locatif. Cet élément doit être pris en compte au moment de la signature du bail.

4.2 Objectifs de conception et indicateurs de performance

L'influence des changements organisationnels crée inévitablement de nouveaux modes de travail et modifie les normes d'aménagement des bâtiments. Les espaces sont conçus pour être plus collaboratifs et connectés, et tendent vers plus de flexibilité, afin de permettre une évolution facile dans le temps. Le but des organisations est donc d'optimiser leur taux d'occupation tout en augmentant la productivité collective, mais en reconnaissant que chaque personne y travaillant est au centre de la conception des espaces.

Concevoir des espaces multifonctionnels et multidimensionnels est l'une des clés de l'optimisation du cadre de travail. Il n'est donc plus nécessaire de faire travailler un plus grand nombre de personnes dans un même espace : il faut plutôt faire preuve de créativité pour exploiter au mieux les espaces dont on dispose.

4.2.1 Durabilité

Les bâtiments doivent être conçus pour une durée de vie utile théorique de 60 ans et plus, conformément à la norme *CSA S478, Guideline on Durability in buildings*. Cette prémisse conceptuelle doit guider toutes les propositions d'un point de vue structural et architectural.

Tous les éléments doivent être d'une qualité permettant un usage intensif, et être choisis en fonction de leur résistance et de leur facilité d'entretien, sans pour autant négliger le principe du développement durable.

4.2.1.1 Matériaux

Bien choisir les matériaux à l'étape de la conception permet d'éviter d'encombrer les centres d'enfouissement. Ainsi, opter pour des matériaux de qualité et durables évite de devoir les remplacer trop souvent. La Ville de Montréal favorise également l'utilisation de matériaux récupérables, recyclés et non toxiques, comme cela est mentionné dans le chapitre 1 – Exigences générales, afin de permettre leur remise en état le cas échéant. De cette façon, elle valorise les ressources et économise sur les frais de remplacement.

Le choix des matériaux doit être fait en fonction des critères suivants :

- qualité en accord avec la durabilité de l'ensemble bâti;
- composition en accord avec une vision de développement durable;
- résistance en accord avec l'usage de l'ensemble bâti;
- résistance en accord avec les conditions climatiques (température et humidité) intérieures et extérieures.

4.2.1.2 Assemblages

Les modes d'assemblage et les détails de construction doivent être reconnus pour leur efficacité et leur durabilité et être compatibles avec une vision de développement durable.

Afin de pouvoir continuer les opérations sans contraintes dans le cadre de projets réalisés dans des bâtiments occupés, l'équipe de conception doit favoriser une approche optimale des assemblages (mise en œuvre accélérée et innovation) sans pour autant diminuer leur qualité. Lorsque c'est requis, l'équipe de conception doit présenter la recherche/analyse y étant liée.

4.2.1.3 Insonorisation

La performance acoustique des espaces doit être considérée en regard de la diversité des différentes activités et usages à l'intérieur d'un même bâtiment afin de permettre une cohabitation saine entre les personnes. Par moments, le silence et la tranquillité peuvent être requis, tandis que certains autres usages peuvent permettre un certain niveau de bruit. Il faut donc veiller à assurer des niveaux sonores compatibles avec les différentes activités des lieux. Afin de répondre aux critères de performance acoustique dans le bâtiment fini, l'équipe de conception doit tenir compte du système dans sa totalité (murs, planchers, jonctions, structure), du choix des matériaux d'insonorisation ainsi que des détails de construction.

De plus, une attention particulière doit être portée à certains éléments de conception :

- bien positionner les espaces et les équipements dont l'usage peut être la source du bruit;
- limiter la propagation des bruits aériens par des parois isolantes créer des coins plus intimes à l'intérieur des grandes aires ouvertes;
- limiter les bruits d'impact par l'utilisation de matériaux adaptés;
- travailler les volumes et les espaces afin d'y créer des ambiances propices à la concentration ou à la socialisation.

L'insonorisation des espaces doit être conforme aux critères ci-dessous provenant de l'Institut de recherche en construction du Canada, en fonction du type d'occupation :

Tableau 4.1 - Critères acoustiques recommandés en fonction du type d'occupation

	Atténuation sonore minimale recommandée		Bruit de fond recommandé dB(A)	Durée de réverbération en secondes
	ITS app.	FIIC		
Collectifs d'habitation	55	50	35-40	
Chambres à coucher dans les résidences	55	50	30-35	
Bureaux particuliers	45		40-45	
Salles de réunion	50		35-40	0.5
Chambres à coucher dans les hôtels, les motels et les hôpitaux	50	50	35-40	
Salles de classe jusqu'à 300 m³	50		35-40	0.6
Cafétérias			40-45	0.8
Grandes salles de conférence, salles de classe de plus de 300 m³	50		30-35	0.7
Gymnases			40-45	1.0
Bibliothèques			40-45	0.7

Source : <https://nrc-publications.canada.ca/eng/view/ft/?id=53c70659-39c7-4fc0-9f04-f133a3280c84>

4.2.2 Qualité et mieux-être

La Ville de Montréal vise à être considérée comme un employeur de choix, en cohérence avec sa mission, son plan stratégique et ses priorités. Les constructions et les aménagements intérieurs répondent aujourd'hui à un nouvel équilibre qui se décline en trois éléments à considérer équitablement :

- les personnes : elles doivent être au cœur des aménagements. Les aménagements intérieurs doivent créer des milieux de travail modernes centrés sur l'expérience de l'utilisateur et la qualité du service;

- les espaces : ils doivent être accueillants, inclusifs, fonctionnels, ergonomiques, sains et contribuer à la rétention du personnel. La Ville préconise des espaces multifonctionnels et offrant une plus grande souplesse, pouvant s'adapter et, au besoin, changer de fonction;
- les technologies : l'arrivée des technologies de l'information sur le marché du travail n'est pas récente. Toutefois, celles-ci évoluent très rapidement et conduisent les entreprises à s'y adapter constamment. Il faut donc réussir à conjuguer le design des espaces et leur adaptabilité aux technologies. Tout comme le reste, les équipements technologiques et les outils doivent être flexibles et simples d'utilisation.

Ce nouvel équilibre crée une diversité d'espaces pouvant répondre à l'ensemble des besoins des personnes. On obtient un lieu où les équipes se connectent et créent des liens bénéficiant à l'organisation et favorisant plus d'innovation.

4.2.2.1 Normes d'occupation de l'espace

Les bâtiments à l'intérieur desquels la Ville de Montréal serait amenée à réaliser des travaux de construction et d'aménagement pour des espaces administratifs peuvent être divisés en deux catégories, avec une incidence importante sur la gestion du projet :

- les bâtiments locatifs* qui appartiennent à un propriétaire externe à la Ville de Montréal;
- les bâtiments dont la Ville est propriétaire.

Dans les deux cas, l'aménagement intérieur doit être réalisé de façon à regrouper les fonctions d'accueil, les locaux de soutien aux activités (réunion, consultation, salle de photocopieur, salle des employés, etc.) et les bureaux fermés autour des accès communs et contre le noyau central de l'immeuble. Le principe vise à libérer le périmètre de l'édifice avec fenêtres afin d'offrir une vue extérieure et de la lumière naturelle aux postes en aire ouverte.

L'aménagement des postes à aires ouvertes doit être réalisé en visant un aménagement conforme à la norme d'attribution des aires de travail.

Lorsque l'espace permet de respecter le nombre de postes à aménager, certains espaces de soutien, tels que les salles de photocopieur, peuvent s'insérer dans cette grille afin de procurer une flexibilité au schéma d'aménagement pour des adaptations futures.

Aux endroits où la grille interfère avec les éléments de charpente, la récupération fonctionnelle de ces espaces doit être évaluée pour des fonctions de soutien en locaux fermés (salle de photocopieur, salle de télécommunication, rangement d'équipement informatique ou enclave). Idéalement, les salles de photocopieur sont installées dans des salles fermées situées autour du noyau central afin de pouvoir bénéficier à l'ensemble du personnel.

Les bureaux fermés doivent être localisés à proximité des aires ouvertes dans le secteur central de l'étage. Les bureaux fermés doivent offrir un visuel sur les postes en aires ouvertes.

Lorsque c'est possible, les espaces fermés doivent être conçus de manière à permettre une pénétration maximale de la lumière naturelle à l'aide de parements vitrés tout en assurant un degré satisfaisant d'intimité visuelle et une acoustique conforme aux critères de performance. Les taux de ventilation doivent être conformes aux exigences du chapitre 6 – Mécanique du bâtiment.

Des espaces collaboratifs et autres salles de soutien sont distribués sur les aires de plancher et dans les noyaux centraux de façon à maximiser la luminosité pour les postes en aire ouverte.

Accueil – sécurité

Dans les bâtiments dont la Ville est propriétaire, l'agencement de l'espace d'accueil est un vecteur idéal pour afficher les valeurs et la culture de l'institution. Cet espace doit constituer un élément identitaire projetant une image dynamique et informelle. Chaque détail de l'aménagement intérieur doit être étudié afin de conférer l'ambiance souhaitée et l'image du ou des services qui y sont associés.

Pour les bâtiments ouverts au public, la Ville de Montréal tient à ce que l'espace d'accueil soit aménagé de façon à offrir une zone de transition entre l'extérieur et l'intérieur. De cette façon, elle concrétise son intention de transparence dans l'ensemble de ses activités. Son accueil invite au confort et à la convivialité et démontre son hospitalité envers les usagers. Il s'ouvre au public et propose dans le design des façons de briser les barrières physiques et les fractures sociales. Dès l'entrée dans le bâtiment, l'utilisateur doit ressentir l'hospitalité des lieux.

La signalisation révèle de façon claire et sans équivoque les repères recherchés, que ce soit pour l'orientation spatiale dans l'immeuble ou pour l'évacuation en cas d'urgence.

La notion de sécurité dans cet espace est abordée au chapitre 8 – Mesures d'urgence, sûreté et sécurité.

Enfin, en ce qui concerne les bâtiments locatifs*, les normes d'aménagement prescrites sont celles du propriétaire de l'édifice, et la Ville n'intervient que si ce dernier l'invite à participer au choix des aménagements.

Bureaux

Le décroisement et l'attribution des bureaux se font en fonction des usages et non plus des statuts. Ce sont maintenant des espaces flexibles qui peuvent être adaptés en fonction de l'évolution des besoins.

Espaces collaboratifs

Les espaces collaboratifs sont créés afin de favoriser la transversalité et le travail en commun. Mettant en valeur le partage, ils favorisent le vivre-ensemble et l'apprentissage en continu. La création de ces espaces facilite aussi les échanges et les rencontres humaines et sociales. Elle contribue aux échanges de savoir et de connaissances intergénérationnelles (ex. : salle multifonctionnelle, babillard d'échanges, mixité des personnes, etc.).

Aires communes et de services de l'immeuble

Les circulations

Les parcours dans le bâtiment sont clairs et fluides pour toute personne. L'expression des services et des fonctions du bâtiment se révèle d'elle-même.²

Afin de créer un sentiment de sécurité, tous les espaces offrent des vues claires. On doit éviter la création d'impasses.

Les circulations principales doivent être larges et amples afin de dégager les autres espaces.

Les circulations secondaires doivent être aussi larges que possible. Généralement perpendiculaires aux fenêtres et aux murs des noyaux, elles créent des liens entre les circulations principale et périphérique.

L'orientation dans l'édifice se fait de façon intuitive, peu importe l'âge, la culture ou les limites des personnes. Il en va de même pour la lecture de l'espace et le repérage des principales fonctions avec l'architecture. Le repérage des accès aux issues est naturel.

Le hall d'ascenseur

Le hall d'ascenseur doit être facilement repérable et près des espaces privés des étages. Il doit être facile d'accès et accessible universellement.³

En raison de la nordicité, les halls d'ascenseur doivent être flexibles et pouvoir s'adapter aux saisons sans risque d'endommager le fini des surfaces.

La notion d'ascenseur et de transport vertical est également traitée au chapitre 3 – Architecture.

Les salles de toilettes

Les salles de toilettes doivent être facilement repérables et situées à proximité des espaces privés des étages. Elles doivent être faciles d'accès et accessibles universellement. De plus, à des fins d'inclusion sociale, au moins une (1) salle de toilettes par bâtiment doit être non genrée.⁴

Les salles de toilettes doivent être localisées sur chaque étage de façon intuitive et fonctionnelle. Elles doivent être localisées à une distance raisonnable des espaces de travail.

La notion de salle de toilettes est traitée plus en détail dans l'article 3.4.1.3. du chapitre 3 – Architecture.

2. Dans les édifices locatifs, la Ville de Montréal peut négocier certains termes en lien avec les aires communes et les aires de services de l'immeuble. Toutefois, il revient au bailleur de faire l'aménagement de ces espaces.

3. Idem.

4. Idem.

4.2.2.2 Ergonomie

L'ergonomie est un moyen simple de préserver la performance des membres du personnel et de prévenir les blessures à court ou long termes. L'ergonomie consiste à adapter le travail, les outils et l'environnement à la personne et non l'inverse. Dans les meilleures pratiques, l'ergonomie est associée de près à la conception des espaces.

La Ville prévoit notamment intégrer dans ses aménagements intérieurs les paramètres suivants : faciliter les déplacements par des circulations efficaces et penser l'éclairage de façon à réduire la fatigue oculaire.

L'équipe de conception tient un rôle primordial en intégrant les notions ergonomiques prônées par la Ville de Montréal dans l'évaluation des espaces en fonction de la tâche, du mobilier qui y sera intégré, des conditions de travail (luminosité, circulation, bruit, ventilation, distractions, etc.) et des solutions qui seront adoptées afin de les rendre compatibles avec les besoins, les capacités, les possibilités et les limites du personnel.

Afin d'éviter les risques d'éblouissement, la notion de niveau d'éclairement est importante à prendre en compte. Les espaces intérieurs doivent respecter un niveau d'éclairement moyen selon les fonctions des locaux. Cette notion est abordée plus en détails dans le tableau Niveaux d'éclairement du chapitre 7 – Électricité du bâtiment.

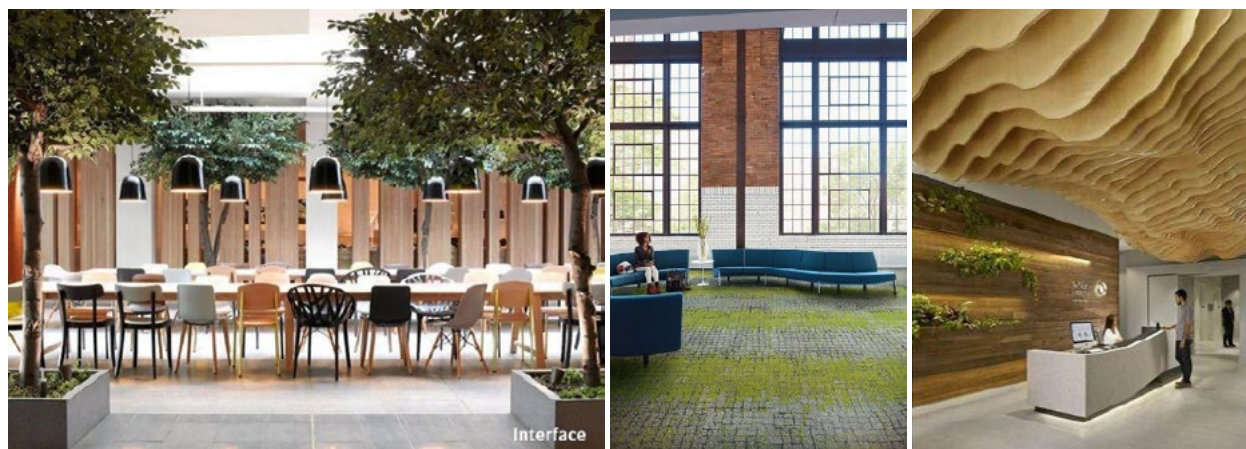
4.2.2.3 Biophilie

Intimement liée avec l'ergonomie, l'intégration de la biophilie aux aménagements intérieurs est préconisée par la Ville afin d'offrir aux personnes des repères naturels à l'intérieur de ses espaces administratifs.

Le concept de biophilie s'applique lorsqu'un aménagement favorise l'intégration d'éléments naturels ou s'approche d'un environnement naturel. Le choix des matériaux contribue alors à faire naître un sentiment de bien-être. En effet, le principe d'inviter la nature à l'intérieur humanise les espaces de travail, favorise l'apaisement et procure aux équipes un environnement globalement plus sain.

L'intégration de la lumière du jour et de la végétation dans les éléments architecturaux, les textures et les matériaux, ainsi que d'espaces offrant une vue sur la nature, en sont quelques exemples.

La Ville désire intégrer de plus en plus cette pratique dans ses aménagements intérieurs et l'innovation à cet égard est fortement encouragée.



Source photos : Biophilic design, 2020

4.2.2.4 Arts et culture

La Ville de Montréal possède une collection d'œuvres d'art et souhaite en intégrer certaines dans ses aménagements intérieurs. Elle compte également sur son territoire de nombreuses organisations qui promeuvent, partagent et enrichissent l'art et la culture de Montréal.

C'est pourquoi, à l'intérieur de chaque design d'aménagement intérieur, certains endroits clés de l'aménagement devraient être réservés et prévus spécifiquement pour présenter l'art et la culture de Montréal.

La collaboration des employés au processus de sélection du type de représentation artistique devrait être encouragée. Au même titre que l'intégration de la biophilie, celle de l'art et de la culture invite les personnes à se les approprier.

L'intégration de l'art et de la culture personnalise l'espace. Les notions de mesures de protection, d'accès et d'entretien, de sécurité, d'éclairage et de fixation doivent également être considérées au moment de la conception.

4.2.2.5 Adaptabilité et polyvalence

Les généralités et préalables mentionnés ci-haut peuvent être appliqués à l'ensemble des aménagements intérieurs des bureaux administratifs de la Ville de Montréal. Ces orientations permettent de concevoir des aménagements cohérents qui répondent à des barèmes assurant la qualité des espaces.

Cependant, les généralités ne couvrent pas entièrement les besoins fonctionnels et structurels de chacun des Services de la Ville. À l'heure où certaines équipes travaillent de façon collaborative, d'autres le font de façon plus individuelle, d'autres encore fonctionnent en télétravail ou avec des équipes au bureau, si bien qu'appliquer un même modèle à tous les espaces serait une erreur.

Le rendement « qualité » de cette section est donc étroitement lié au détail de la prise en compte des besoins des usagers qui occupent ou occuperont l'espace. Ainsi, les démarches entreprises par les équipes professionnelles pour l'élaboration du programme fonctionnel et technique (PFT) sont primordiales et l'équipe de conception doit user de créativité afin d'adapter les aménagements intérieurs aux usagers auxquels ils sont destinés.

4.2.3 Développement durable

La Ville se doit d'être exemplaire en matière de transition écologique. Les constructions et aménagements intérieurs réalisés doivent être conformes à sa Politique de transition écologique et de développement durable des immeubles municipaux en vigueur afin de s'adapter aux meilleures pratiques du domaine. Celle-ci s'applique principalement aux activités immobilières des services centraux et comporte des exigences quant à la construction, la rénovation et l'exploitation des bâtiments que la Ville de Montréal possède ou loue. Les rénovations comprises dans les aménagements intérieurs doivent répondre aux bases de certification mentionnées au chapitre 1 – Exigences générales.

Pour les bâtiments locatifs*, se référer aux mesures concernant les locations indiquées dans la Politique de transition écologique et de développement durable des immeubles municipaux, section 3.5.

4.2.3.1 Gestion des matières résiduelles

Le Plan directeur de gestion des matières résiduelles 2020-2025 de la Ville de Montréal vise l'objectif zéro déchet.

Ainsi, chaque projet devrait intégrer les éléments suivants :

- comptoir d'accueil dans les lieux publics et les espaces à bureaux;
 - Une section des comptoirs de service dans les lieux ouverts au public (ex. : bibliothèque) doit comprendre l'espace requis pour au moins un bac de récupération du papier, lequel doit être facilement accessible pour l'entretien.
- salle de reprographie et comptoir à proximité des photocopieurs;
 - La conception des comptoirs et du mobilier situés à proximité des photocopieurs ou dans les salles de reproduction doit intégrer des dispositifs facilitant la récupération du papier et du carton.

- cuisinette, local pour repas, cafétéria, salle à manger, restaurant et café;
 - Dans ces locaux, il faut prévoir, en plus de l'espace pour les déchets, le mobilier intégré pour le tri des matières recyclables et compostables (4 voies). Les 4 voies sont les suivantes : compostage, déchets, recyclage et recyclage. Aucune distinction n'est requise entre les deux voies de recyclage.
- salles de toilettes;
 - Lorsque l'immeuble est desservi par l'ensemble des collectes, on doit prévoir la récupération du papier à main dans les salles de toilettes, dans un contenant identifié et réservé à cette fin.
- halls principaux, espaces communs aux étages;
 - La récupération à 4 voies à l'aide de bacs préfabriqués et identifiés doit être accessible dans les halls principaux et les halls à proximité des toilettes et des ascenseurs aux différents étages de l'édifice. On doit prévoir l'espace au sol et le dégagement requis pour installer ces bacs et intégrer leur achat aux équipements premiers.
- local d'entreposage provisoire pour les matières résiduelles (non putrescibles);
 - Un ou plusieurs locaux d'entreposage provisoire destinés aux matières résiduelles doivent être aménagés au sein de l'édifice. La superficie de ces locaux est évaluée en fonction de la quantité de matière résiduelle générée par les fonctions projetées.
- stations d'hydratation;
 - On doit prévoir des stations d'hydratation en nombre suffisant et aux endroits stratégiques. Il faut les munir de fontaines avec remplisseur de bouteilles intégré et prévoir l'intégration des chaises de support des appareils dans les vides de mur.
- espaces pour l'entreposage des matières putrescibles;
 - Dans tout édifice où sont récupérées des matières putrescibles, un espace destiné à les entreposer doit être maintenu à une température de 2 °C à 7 °C.
 - La taille de l'espace d'entreposage doit être adaptée en fonction de la quantité de matières putrescibles générées par la fonction projetée. Un réfrigérateur peut être utilisé pour entreposer une faible quantité de matières putrescibles. Selon les spécificités du réfrigérateur, il est possible qu'un système de drainage soit requis. Pour une quantité plus importante de matière putrescible générée, un local dédié doit être prévu.
 - Lorsque plusieurs fonctions générant des matières putrescibles sont présentes (ex. : un restaurant), il faut envisager l'aménagement de plus d'un local d'entreposage pour faciliter la gestion de l'immeuble.

- Ce local dédié doit également :
 - avoir une surface intérieure lisse, non poreuse et lavable;
 - comporter un avaloir de sol.
- signalisation;
 - Pour l'ensemble des matières récupérées, la signalisation à l'aide de textes et de pictogrammes normalisés doit être intégrée au concept de la signalisation du projet.
 - Liste des pictogrammes normalisés : <https://www.recyc-quebec.gouv.qc.ca/entreprises-organismes/mieux-gerer/pictogrammes-signalisation>

La gestion des matières résiduelles fait également partie de l'exploitation du bâtiment et doit prévoir les efforts nécessaires de coordination en phase de planification et de conception.

Recyclage

La conception des aménagements intérieurs doit inclure certaines stratégies permettant la pratique du recyclage. Dans tous les nouveaux bâtiments, la récupération et le recyclage font partie des préalables LEED V4 et V4.1 sur l'entreposage et la collecte de matières recyclables (non putrescibles).

Compostage

Le compostage est un procédé de digestion biologique des matières organiques. Il résulte de l'action de microorganismes aérobies (pouvant vivre seulement en présence d'oxygène), qui décomposent les matières organiques. Il s'ensuit un terreau riche en composés fertilisants pour le sol et utile au jardinage : le compost. Les aménagements intérieurs doivent inclure dans la conception certaines stratégies permettant la pratique du compostage.

Matières résiduelles alimentaires

La collecte de la matière organique est un crédit pilote dans LEED. La Ville souhaite devenir exemplaire avec son Plan directeur de gestion des matières résiduelles 2020-2025 et imposer la collecte et l'entreposage de la matière organique pour compostage à l'extérieur du site. Tous les projets doivent ainsi aller au-delà du préalable LEED et ajouter la collecte et l'entreposage de la matière organique.

- option 1 - collecte de la matière organique sur le site et compostage hors site (la majorité des projets municipaux certifiés);
- option 2 - compostage sur le site (réservé à des projets de démonstration à caractère pédagogique).

Matières dangereuses, etc.

La certification LEED V4 prévoit la collecte et l'entreposage des piles, des lampes contenant du mercure et des déchets électroniques. Aucune autre collecte de matières dangereuses n'est prévue dans LEED. Or, comme la récupération des produits comme les piles et les téléphones cellulaires ne requiert pas de mobilier intégré, elle doit s'effectuer à l'aide de bacs sur les comptoirs dans des locaux appropriés (ex. : salles de reproduction). L'équipe de conception doit donc prévoir l'espace en conséquence ainsi que la signalisation appropriée.

4.2.3.2 Carbone intrinsèque

La Ville de Montréal se préoccupe du carbone intrinsèque et des autres émissions de GES associés aux matériaux de construction, et elle produit des directives à cet égard, notamment sur la provenance des matériaux et sur la façon d'en faire l'installation.

Les mesures de réduction du carbone intrinsèque doivent être indiquées par l'équipe de conception et contrôlées par elle pendant l'exécution afin d'en assurer le suivi.

4.2.3.3 Qualité de l'air

La qualité de l'air intérieur (QAI) est une préoccupation importante en matière de santé et de sécurité au travail. Pour ce qui concerne la ventilation, on doit se référer aux critères de conception et de performance indiqués au chapitre 6 – Mécanique du bâtiment.

Les problèmes de QAI proviennent principalement des interactions entre les matériaux utilisés pour la construction et le mobilier de l'édifice, le climat, les occupants de l'immeuble et leurs activités. Ils peuvent être dus à l'une ou à plusieurs des causes suivantes :

- environnement intérieur – température, humidité, mauvaise circulation d'air, problèmes avec le système de ventilation;
- contaminants de l'air intérieur – substances chimiques, poussières, moisissures ou champignons, bactéries, gaz, vapeurs, odeurs;
- apport d'air extérieur insuffisant.

Les lieux intérieurs de l'édifice, là où les occupants passent la majorité de leur temps, doivent donc être conçus en conséquence. À cet effet, la conception, le choix des finis ainsi que l'exécution des assemblages doivent tenir compte de :

- l'entretien recommandé des systèmes de chauffage et de ventilation;
- la contamination attribuable aux matériaux de construction, aux colles, aux fibres de verre, aux panneaux de particules, aux peintures, aux produits chimiques, etc.;
- l'augmentation du nombre d'occupants d'un bâtiment et du nombre d'heures qu'ils passent à l'intérieur.

Pour plus de détails concernant la ventilation, se référer au chapitre 6 – Mécanique du bâtiment.

Normes climatiques

Les normes climatiques établissent les standards qui tiennent compte des normales et moyennes climatiques, notamment au niveau de l'éclairement (heures de travail par rapport aux heures d'ensoleillement) et des systèmes CVC (degrés prescrits à maintenir) afin d'assurer le confort des usagers. Les données contenues dans ces normes s'appliquent aux projets d'aménagement du SGPI.

Les lignes directrices et les normes du bâtiment sont précisées dans le chapitre 6 – Mécanique du bâtiment.

Éclairage naturel

L'utilisation de l'éclairage naturel comme outil architectural permet d'atteindre un certain potentiel de conservation énergétique et a un impact positif sur le confort visuel des occupants dans la majorité des aménagements.

Les aménagements intérieurs doivent être adaptés en fonction de l'éclairage naturel ainsi que des vues sur l'extérieur, en prenant en compte l'usage et la fonctionnalité des espaces, et ce, dès l'étape de la conception. Les espaces à aire ouverte, les lieux de rassemblement, les salles polyvalentes et les espaces collaboratifs doivent maximiser l'exploitation de la lumière naturelle. Les espaces et bureaux de travail doivent également bénéficier d'un éclairage naturel. Cependant, une attention particulière doit être apportée aux risques d'éblouissement. Le cas échéant, des pare-soleils et des écrans de protection doivent être intégrés à la conception.

À cet effet, la certification environnementale LEED accorde un crédit en lien avec la qualité des environnements intérieurs si 75 % des espaces régulièrement occupés d'un projet bénéficient d'un éclairage naturel horizontal d'au moins 25 pieds-bougies (environ 250 lux).

Afin de démontrer que cette exigence est respectée, la conception doit prévoir un environnement permettant d'exploiter l'éclairage naturel et doit être en mesure de réaliser une simulation informatisée afin d'en calculer les bénéfices ou d'établir le facteur d'éclairage naturel (FEN).

4.2.4 Résilience des aménagements

Lorsqu'un bâtiment est identifié au programme fonctionnel et technique (PFT) comme pouvant servir de centre d'hébergement d'urgence conformément aux attentes de la Sécurité civile et au plan d'intervention de l'Arrondissement concerné, les aménagements doivent respecter les exigences des autorités compétentes. Ces exigences concernent notamment la possibilité de parer à une interruption d'alimentation, de maintenir l'accessibilité universelle et d'utiliser les installations sanitaires.

4.2.4.1 Crise sanitaire

Le contexte mondial de mars 2020 a amené la Ville de Montréal à se positionner sur sa résilience face à une crise sanitaire. Les aménagements intérieurs ont été repensés de façon à prendre en compte certaines transformations temporaires permettant de s'adapter à une future crise sanitaire, et à donner rapidement accès aux lieux malgré tout.

Si un bâtiment est visé pour servir de résidence temporaire en cas de crise sanitaire, voici quatre (4) principes d'aménagement des espaces devant être appliqués. Les aménagements intérieurs doivent permettre l'application de ces principes sans dénaturer le lieu s'ils devaient être intégrés aux espaces. Ces principes s'appliquent à l'ensemble des propriétés de la Ville de Montréal et de ses espaces locatifs en collaboration avec leurs propriétaires.

Planifier les usages

Afin de restreindre les contacts étroits, il est recommandé de créer une distance minimale de deux (2) mètres entre les occupants en séparant leurs espaces de travail. Une solution intégrée pourrait être d'inclure à l'environnement un concept esthétique de repères visuels pour identifier et suggérer des distances entre les employés (ex. : au sol).

Diviser l'espace

Ce principe d'aménagement permet de créer une barrière physique lorsqu'il est impossible de respecter la distance recommandée afin de confiner chaque employé dans un micro-environnement.

Réduire la densité

Dans les aires communes (cafétéria, salles de réunion, etc.) et dans les postes de travail individuels, il pourrait être requis de réduire la densité d'occupation afin de respecter la distanciation physique recommandée.

Définir un parcours

Afin d'éviter que les personnes ne se croisent, la définition de parcours a été utilisée dans de nombreux édifices et commerces (ex. : à l'épicerie). Il s'agit de jouer avec les sens de circulation pour dynamiser les espaces et faciliter la cohérence spatiale en respectant en tout temps la distance physique recommandée. Le principe de base consiste à favoriser une circulation principale le long de laquelle les individus sont orientés lorsqu'ils circulent dans l'édifice ou sur l'étage. De cette façon, ils n'utilisent les circulations secondaires (plus étroites) que pour se rendre à leur poste de travail. L'illustration de ce principe pourrait être intégrée à même la conception.

4.2.5 Exploitation

La conception des aménagements doit contribuer à réduire les frais d'exploitation et de modification. On doit donc également tenir compte des contrats de garantie de l'ensemble des fournisseurs et privilégier ceux qui offrent un bon service après-vente, assurent le programme d'entretien prévu et honorent leur garantie.

4.2.5.1 Dégagements

Toutes les installations doivent être conçues de manière à faciliter les accès pour permettre l'entretien des équipements (ex. : l'accès aux rebords de fenêtres derrière le mobilier administratif).

4.2.5.2 Entretien sanitaire

La Ville de Montréal demande de prévoir des équipements faciles d'entretien et répondant aux standards d'approvisionnement entendus entre la Ville et ses fournisseurs (ex. : choix des appareils sanitaires et des distributeurs de savon, de papier, etc.).

4.3 Systèmes, composantes et équipements

4.3.1 Éléments architecturaux

Les professionnels doivent choisir les matériaux employés en tenant compte des éléments suivants :

- qualité en accord avec la durabilité de l'ensemble bâti;
- composition en accord avec une vision de développement durable;
- résistance en accord avec l'usage public des aménagements;
- résistance en accord avec l'usage de l'ensemble bâti;
- résistance en accord avec les conditions climatiques (température et humidité) intérieures et extérieures;
- concept architectural du bâtiment.

4.3.2 Équipements et ameublement

Le design du mobilier intégré doit s'harmoniser avec l'architecture des différents espaces pour créer une ambiance propice aux activités. Le mobilier intégré doit être ergonomique, adaptable, résistant, facile d'entretien, composé de matériaux écologiques, de provenance locale, et répondre aux exigences d'accessibilité universelle et de l'ADS+.

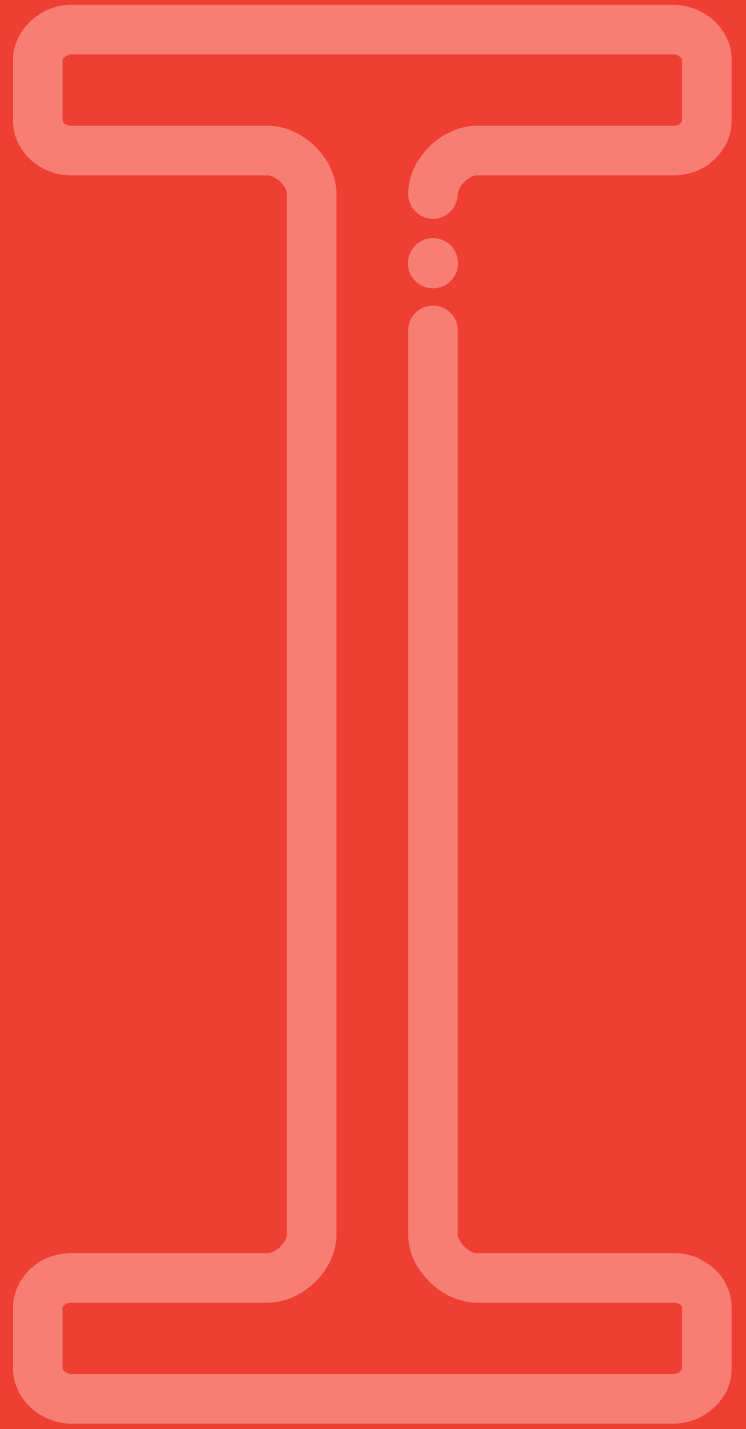
4.3.3 Signalétique intérieure et extérieure

La conception doit prévoir deux types de signalétique pour l'identification intérieure et extérieure des lieux selon les exigences municipales. Elle doit être uniforme, autant visuelle que tactile, partout dans le bâtiment* où le *Guide des normes signalétiques de la Ville de Montréal* le demande⁵, de manière à ce qu'elle soit facile à lire, à comprendre et à repérer, en favorisant les indications simples, brèves, claires et cohérentes.

La signalétique doit être complète et couvrir l'identification des espaces (numéros, noms ou fonctions) et les aspects directionnels le long de tous les parcours vers les suites occupées, que ce soit à partir de l'entrée principale ou des entrées secondaires (y compris le stationnement). Le concept doit suivre la signature graphique de la Ville de Montréal, telle qu'elle est définie dans le *Guide des normes signalétiques de la Ville de Montréal – L'identification et l'affichage des immeubles de la Ville*.

La signalétique directionnelle ou fonctionnelle doit prévoir l'affichage en français ou, le cas échéant, un affichage français-anglais dans certaines conditions s'il y a un danger imminent pour la santé et la sécurité des personnes. On peut demander un exemplaire du [Guide de conformité signalétique au programme de francisation à la Ville](#).

5. Dans le cas d'une location, c'est le propriétaire qui détermine la signalétique de tous les espaces communs. La majorité du temps, celui-ci inclut le client dans la réflexion de ce qui sera inscrit, mais le design de la signalétique lui revient.



Chapitre 5

Structure du bâtiment

Chapitre 5

5. Structure du bâtiment	175
5.1 Généralités	175
5.1.1 Normes et Codes	175
5.1.2 Conception.....	176
5.1.2.1 Logiciels	176
5.1.3 Plans et devis	176
5.1.3.1 Notes générales	176
5.1.3.2 Notes spécifiques	176
5.1.3.3 Plans finaux	176
5.1.3.4 Dessins d'atelier	176
5.1.4 Gestion au site	177
5.1.4.1 Conditions existantes.....	177
5.1.4.2 Stabilité souterraine	177
5.1.4.3 Contrôle de qualité.....	179
5.1.4.4 Patrimoine et archéologie	179
5.2 Objectifs de conception et indicateurs de performance	180
5.2.1 Objectifs de conception.....	180
5.2.2 Qualité de conception	180
5.2.2.1 États limites ultimes (ÉLU).....	180
5.2.2.2 États limites de tenue en service (ÉLTS).....	180
5.2.2.3 Autres critères.....	180
5.2.3 Exigences obligatoires et crédits LEED prioritaires.....	181
5.2.4 Durabilité	181
5.2.4.1 Matériaux et pratiques	181
5.2.4.2 Analyse du cycle de vie	182
5.2.4.3 Sobriété en carbone.....	182
5.2.4.4 Résilience	182
5.2.5 Exploitation et maintenance.....	183
5.2.5.1 Exploitation.....	183
5.2.5.2 Maintenance	184
5.2.6 Accessibilité universelle	184
5.3 Critères de conception.....	184
5.3.1 Données géotechniques.....	184
5.3.2 Gestion des éléments structuraux existants	184
5.3.2.1 Respect des normes	184
5.3.2.2 Respect des nouvelles charges.....	185

5.3.2.3	Validation et certification.....	185
5.3.2.4	Cohérence des conditions existantes.....	185
5.3.2.5	Cohérence du design.....	185
5.3.3	Charges de conception	186
5.3.4	Déflexion.....	187
5.3.4.1	Flèches verticales.....	187
5.3.4.2	Dérives latérales.....	187
5.3.5	Résistance au feu.....	187
5.3.6	Exigences parasismiques	187
5.3.6.1	Objectif du consultant.....	187
5.3.6.2	Système de résistance.....	187
5.3.6.3	Éléments non structuraux	188
5.3.6.4	Bâtiment de protection civile	188
5.4	Systèmes, composantes et éléments spécifiques.....	188
5.4.1	Démolition	188
5.4.1.1	Normes	188
5.4.1.2	Amiante.....	189
5.4.2	Excavation et Remblayage.....	189
5.4.2.1	Normes	189
5.4.2.2	Gestion des eaux.....	191
5.4.2.3	Stabilité temporaire.....	191
5.4.2.4	Recyclage des matériaux excavés.....	191
5.4.2.5	Surplus d'excavation	191
5.4.2.6	Sol contaminé.....	191
5.4.2.7	Logistique des zones excavées	192
5.4.2.8	Considération archéologique.....	192
5.4.3	Type de charpente.....	192
5.4.3.1	Acier.....	192
5.4.3.2	Béton.....	195
5.4.3.3	Bois	214
5.4.3.4	Aluminium.....	214
5.4.3.5	Injection de fissure dans le béton	215
5.4.4	Éléments de la charpente.....	217
5.4.4.1	Structure du toit.....	219
5.4.4.2	Plancher aux étages	219
5.4.4.3	Stationnements.....	220
5.4.4.4	Dalle sur sol	220
5.4.4.5	Fondations.....	220
5.4.4.6	Nettoyage.....	221

5. Structure du bâtiment

5.1 Généralités

Les exigences en structure constituent des minimums à appliquer dans la conception. Naturellement, on doit s'assurer que l'ensemble du concept est conforme avant tout aux lois, règlements, codes et normes applicables en vigueur.

5.1.1 Normes et Codes

Les versions les plus récentes des normes et codes suivants (sans s'y limiter) ainsi que tous les suppléments et annexes qui s'y rattachent doivent être utilisés :

- Niveau national
 - Code national du bâtiment du Canada (CNBC), en complément avec le CCQ pour homologation au Québec;
 - Association canadienne de normalisation (CSA);
 - Institut canadien de la construction en acier (ICCA);
 - Institut d'acier d'armature du Canada (IAAC);
 - Conseil canadien du bois (CCB);
 - Institut canadien de la tôle d'acier pour bâtiment (ICTAB);
 - Normes canadiennes sur les travaux de démolition.
- Niveau provincial
 - Code de construction du Québec (CCQ);
 - Code de sécurité pour les travaux de construction (CSTC);
 - Bureau de normalisation du Québec (BNQ);
 - Cahiers des normes – Ouvrages routiers – Tome VII (Matériaux) du ministère des Transports du Québec (MTQ).
- Références étrangères
 - *American Society for Testing and Materials (ASTM);*
 - *American Institute of Steel Construction (AISC);*
 - *Portland Cement Association (PCA);*
 - *German Institute for Standardisation (DIN).*

5.1.2 Conception

5.1.2.1 Logiciels

Pour des structures complexes, l'équipe de conception doit concevoir la structure du bâtiment par modélisation 3D à l'aide d'un logiciel de conception. Bien que le choix du logiciel soit à sa discrétion, l'équipe de conception doit fournir, sur demande de la Ville, les résultats de la modélisation 3D réalisée avec le choix de logiciels suivants (version la plus récente) :

- « *Advance Design America* » du manufacturier « Graitec »;
- « *SP-Slab* » et « *SP-Column* » du manufacturier « StructurePoint »;
- « *ETABs* » du manufacturier « Computers & Structures inc. » (CSI).

5.1.3 Plans et devis

L'équipe de conception doit s'assurer que les commentaires formulés par la Ville au cours des étapes antérieures aient bien été pris en compte dans les plans et devis.

5.1.3.1 Notes générales

L'équipe de conception doit produire un plan montrant une version abrégée et concise de tous les sujets techniques et travaux spécifiés au devis.

5.1.3.2 Notes spécifiques

L'équipe de conception doit indiquer clairement sur les plans appropriés les données de conception structurale spécifiques du projet en cours, par exemple :

- les charges vives des véhicules dont le poids brut est supérieur à 9 000 kg. Ces surcharges doivent être montrées clairement sur les plans sous forme de charges ponctuelles (kN).

5.1.3.3 Plans finaux

L'équipe de conception doit fournir une copie électronique des plans finaux (format AutoCAD) et une copie électronique des devis finaux (format PDF) du projet à la suite des travaux de construction.

Ces plans et devis finaux doivent indiquer tous les changements survenus durant les travaux de construction.

5.1.3.4 Dessins d'atelier

L'équipe de conception doit s'assurer que les dessins d'atelier soumis par l'entrepreneur ne sont pas une simple reproduction des plans fournis « pour soumission » ou « pour construction ».

Les dessins d'atelier nécessitant le sceau d'un membre inscrit au tableau de l'OIQ sont systématiquement refusés s'ils ne sont pas signés et scellés comme il se doit.

5.1.4 Gestion au site

5.1.4.1 Conditions existantes

Plan d'arpentage

L'équipe de conception doit s'assurer de posséder le plan d'arpentage du site le plus à jour afin de valider les conditions existantes et d'y implanter précisément les nouveaux bâtiments, éléments structuraux, équipements, etc.

Inspection avant le début des travaux

Les plans et devis doivent clairement spécifier que l'entrepreneur est tenu d'effectuer, avant le début des travaux, une inspection détaillée des structures existantes (hors sol et souterraines qui ne sont pas prévues pour démolition et qui doivent être conservées) se situant sur le parcours des travaux envisagés afin d'en constater l'état.

La constatation de l'état de ces structures doit être effectuée sous la forme d'un rapport écrit indépendant (avec croquis et photos si nécessaire) mettant l'accent sur l'étendue des déficiences au moment de cette inspection.

Inspection à la fin des travaux

À la fin des travaux, l'équipe de conception doit remettre, dès que possible, à la Ville le rapport post-inspection produit par l'entrepreneur. Ce rapport doit indiquer clairement si les travaux complétés récemment ont eu des conséquences néfastes ou non sur les structures existantes de la Ville ou des riverains adjacents.

5.1.4.2 Stabilité souterraine

Généralités

L'objet de cette section est d'assurer la sécurité du public et la protection des infrastructures existantes adjacentes.

La stabilité souterraine fait référence à toutes les interventions pouvant provoquer, sans s'y limiter, des vibrations ou tassements ou fissurations de l'infrastructure souterraine.

Mesures préventives

Afin de minimiser le plus possible le risque qu'une instabilité souterraine se crée et s'active, l'équipe de conception doit s'assurer que l'entrepreneur respecte les mesures préventives suivantes (sans s'y limiter) :

- avant de commencer tout travail d'excavation, il importe de s'informer auprès de toutes les parties prenantes ayant connaissance du réseau souterrain existant (entreprises, organismes publics, Ville de Montréal, etc.);
- obtenir un plan de travail détaillé, signé et scellé par un membre de l'OIQ présentant les méthodes mises en place afin de minimiser les risques;
- s'assurer de se conformer à toutes les lois provinciales et fédérales si l'utilisation de matières explosives (travaux de dynamitage) est requise;
- retenir les services de personnes professionnelles qualifiées en vibration ou fissuration pour faire des recommandations quant aux mesures particulières de protection et de surveillance des travaux.

Forage

Lorsque des travaux de forage sont requis, l'équipe de conception doit s'assurer qu'ils n'entraînent pas de conséquences néfastes pour les structures existantes, par exemple en compromettant leur intégrité structurale ou leur étanchéité.

Vibration (limite acceptable)

De façon générale, l'équipe de conception doit s'assurer que ses plans indiquent que la vitesse maximum des particules de surface ne dépasse pas le seuil de 25 mm/s selon la norme DIN 4150-3. Cependant, afin de déterminer de façon définitive la vitesse maximum des particules de surface à utiliser, l'équipe de conception doit se coordonner avec les deux divisions suivantes du Service des Infrastructures du Réseau Routier (SIRR) de la Ville afin de confirmer cette information :

- Division de l'Expertise et du Soutien Technique (DEST);
- Division des Grands Projets Partenaires (DGPP).

Fissures et vibrations (surveillance)

Lorsque cela est recommandé par des ressources professionnelles qualifiées (voir section « Mesures préventives » du présent chapitre), l'équipe de conception doit s'assurer que l'entrepreneur a bien installé des appareils de mesures permettant un suivi rigoureux des fissures ou vibrations potentielles sur les structures existantes adjacentes.

La quantité et la localisation exacte des équipements de mesures doivent être justifiées par les ressources professionnelles qualifiées engagées par l'entrepreneur.

Fissures et vibrations (dépassement des limites)

Les plans et devis doivent spécifier une procédure à suivre lorsqu'il y a dépassement des limites de tolérance de vibration et de fissuration prescrites par les personnes qualifiées. Cette procédure doit clairement indiquer les actions à prendre, étape par étape, afin d'assurer la sécurité du public et d'éviter tout désordre structural aux fondations existantes adjacentes.

Dynamitage

Inspection pré-dynamitage : Si le sautage s'effectue à l'aide d'explosifs, la personne qualifiée en vibrations doit préalablement analyser le diagramme des charges, les caractéristiques de tous les explosifs devant être utilisés, les intervalles, les délais, etc. Des recommandations doivent être formulées afin de respecter, en tout temps, les limites de vibrations permises.

Étançonnement

Voir section « Stabilité temporaire » du présent chapitre.

Mur berlinois

Voir section « Stabilité temporaire » du présent chapitre.

Au moment de la construction d'un nouveau bâtiment situé à proximité de fondations existantes nécessitant de l'étaie vertical (mur berlinois), l'équipe de conception doit s'assurer de vérifier ces bâtiments adjacents et fournir un rapport écrit avec photos décrivant les conditions existantes.

5.1.4.3 Contrôle de qualité

Sur les plans et devis élaborés par l'équipe de conception, il doit être stipulé que, durant la réalisation des travaux, l'entrepreneur est tenu de collaborer avec le laboratoire engagé par une tierce partie pour effectuer un contrôle de la qualité des matériaux.

5.1.4.4 Patrimoine et archéologie

Les plans et devis élaborés par l'équipe de conception doivent inclure, le cas échéant, des prescriptions spéciales qui assurent la mise en place de mesures de protection du patrimoine archéologique. La nécessité d'inclure ou non des prescriptions spéciales doit être validée avec la Division du Patrimoine de la Direction de l'Urbanisme de la Ville (PDU).

Au cours des travaux de démolition ou d'excavation, l'entrepreneur est susceptible de dégager des objets, artefacts, écofacts et ouvrages en maçonnerie, en bois et autres matériaux ayant un intérêt archéologique. Afin d'assurer la protection des ressources archéologiques sur le domaine municipal et de prévenir la destruction ou l'altération des vestiges ainsi rencontrés, des interventions archéologiques (fouille, inventaire, supervision des excavations, etc.) seront exécutées par une personne experte mandatée par la Ville.

5.2 Objectifs de conception et indicateurs de performance

5.2.1 Objectifs de conception

Les objectifs de conception pour la structure visent à construire des bâtiments qui :

- répondent aux exigences des lois, codes, normes et règlements applicables, surtout en fonction des charges spécifiées au CNBC;
- répondent aux besoins d'aménagement spatial et fonctionnel du public;
- sont conçus en tenant compte des recommandations géotechniques;
- sont conçus en considérant la transition écologique vers le développement durable;
- sont conçus pour avoir les coûts du cycle de vie les plus bas;
- ne reposent pas, quand c'est possible, sur des concepts structuraux complexes.

5.2.2 Qualité de conception

La méthode de calculs aux états limites doit être utilisée telle qu'elle est présentée à la partie 4 du CNBC. Les deux catégories suivantes d'état limite sont à considérer dans la conception des éléments structuraux.

5.2.2.1 États limites ultimes (ÉLU)

Les états limites ultimes, qui concernent la sécurité, notamment la limite de la capacité portante, de la rupture, de la stabilité, du renversement et du glissement pouvant compromettre l'intégrité structurale du bâtiment.

5.2.2.2 États limites de tenue en service (ÉLTS)

Les états limites de tenue en service, qui sont liés au comportement de la charpente sous des charges de service (flèches causant des dommages aux éléments non structuraux ou de l'inconfort pour les usagers, vibrations causant des dommages aux équipements sur plancher, apparition de fissures non structurelles, etc.).

5.2.2.3 Autres critères

D'autres critères non structuraux peuvent être considérés comme plus importants que les approches ÉLU ou ÉLTS dans le cas des bâtiments existants, tels que la conservation patrimoniale et la mise à jour parasismique.

5.2.3 Exigences obligatoires et crédits LEED prioritaires

En accord avec l'orientation stratégique d'accélérer la transition écologique et en concordance avec la *Politique de transition écologique et de développement durable des immeubles municipaux* de la Ville de Montréal, l'équipe de conception doit se familiariser avec la liste des exigences obligatoires en développement durable (Chapitre 1 - 1.3.8) et celle des crédits LEED prioritaires (Chapitre 1 - 1.3.9) disponibles au chapitre 1 – Exigences générales.

Ces listes indiquent les actions obligatoires et les crédits LEED à privilégier en fonction des priorités municipales, ainsi que les crédits proscrits ou non souhaités.

La liste des exigences obligatoires en développement durable décrit les performances à mettre en place au moment du démarrage du projet. Ces objectifs doivent être accomplis par l'équipe lauréate pour tous les projets de construction et rénovations, peu importe leurs superficies.

Les crédits LEED prioritaires s'appliquent à tous les projets de 500 m² et plus pour lesquels une certification LEED à jour est exigée. Dans le cas d'un projet inférieur à 500 m², l'équipe lauréate doit quand même mettre en place, exécuter et documenter le plus de crédits LEED prioritaires possible. La documentation pour ces projets de 500 m² et moins est soumise au questionnaire de projet.

5.2.4 Durabilité

Les bâtiments doivent être conçus et construits pour une durée de vie utile minimale de 50 ans.

5.2.4.1 Matériaux et pratiques

Les concepts structuraux ayant peu d'impact sur l'efficacité énergétique, c'est davantage au niveau du choix des matériaux de construction et des pratiques de fabrication/érection que la contribution au développement durable sera concrète et mesurable pour la discipline structure.

Matériaux

Il faut privilégier l'utilisation de matériaux de construction dont on mesure les émissions de carbone intrinsèque (voir section « Cycle de vie » du présent chapitre). Ces matériaux peuvent être par exemple le bois certifié FSC, l'armature composite ou les mélanges de béton contenant des ajouts cimentaires de matières récupérées et recyclées (poudres de verre, granulats recyclés, etc.).

Dans le cadre de « La Charte du bois » établie en 2013 par le ministère des Ressources naturelles du Québec, l'équipe de conception doit favoriser une solution structurale en bois complète ou partielle pour toute nouvelle construction ou tout agrandissement de bâtiments. L'équipe de conception doit prévoir des solutions de remplacement et des stratégies conceptuelles permettant l'utilisation de bois d'ingénierie, tout en s'assurant de l'application des codes et règlements en vigueur.

Pratiques de fabrication et érection

Il faut aussi privilégier des designs structuraux qui requièrent des pratiques de fabrication/érection réduisant les impacts environnementaux, en particulier les émissions de GES. Ces pratiques peuvent être, par exemple, la spécification de connexions boulonnées au lieu de connexions soudées pour l'érection de la structure d'acier d'un projet spécifique. Elles peuvent aussi consister en l'application d'un concept d'économie énergétique comme l'élimination de ponts thermiques avec l'installation de rupteurs thermiques dans la nouvelle charpente.

Privilégier l'utilisation d'éléments structuraux de béton préfabriqués réalisés en environnement contrôlé (optimisation de l'utilisation des ressources matérielles) et éviter l'utilisation de ressources additionnelles si l'on doit procéder autrement (ex. : coffrage). Le béton préfabriqué en usine permet la réalisation d'éléments de grande superficie tout en permettant de contrôler les paramètres de surface afin d'obtenir l'albédo voulu. Un albédo approprié contribue à la réduction du phénomène des îlots de chaleur en milieu urbain.

5.2.4.2 Analyse du cycle de vie

La classification des matériaux de construction en matière environnementale est établie et acceptée mondialement à partir de l'Analyse du cycle de vie (ACV). Le concept de l'ACV est considéré et analysé dans la catégorie Matériaux et ressources de la certification LEED.

5.2.4.3 Sobriété en carbone

La certification LEED octroie des crédits pour réduire les émissions de carbone intrinsèque associées à la structure des bâtiments.

5.2.4.4 Résilience

Depuis le début des années 2000, les bâtiments sont sollicités du point de vue structural par les effets des changements climatiques, tels que les intempéries extrêmes sur une très courte période (pluie, neige, vent). Cette tendance irréversible devrait s'accroître avec les années selon les prévisions actuelles des climatologues. Devant cette réalité, la notion de résilience d'un bâtiment s'impose de plus en plus comme un critère de conception. Les bâtiments municipaux de la Ville doivent avoir la résilience requise pour résister à ces conditions climatiques.

Les charges climatiques à considérer dans la conception de la structure du bâtiment sont composées de charges de vent, de pluie et de neige. Voir la section « Toiture résiliente hivernale » du présent chapitre concernant la charge de neige. La détermination de ces charges est basée sur les conditions extrêmes selon une période de récurrence de 50 ans, conformément aux exigences du CNBC.

Adaptabilité et polyvalence

Telle qu'elle est définie dans le guide *RELi 2.0 – Resilient Design+Construction* publié en 2018 par le *U.S. Green Building Council* (USGBC), la notion de « résilience » appliquée au design structural peut être caractérisée, sans s'y limiter, par ces deux principaux objectifs de conception :

- concevoir les bâtiments selon les normes en vigueur basées sur les données climatiques historiques, tout en considérant les projections climatiques futures correspondant à au moins la fin de vie utile minimale du bâtiment (50 ans dans le cas des bâtiments du SGPI; voir la section « Durabilité » du présent chapitre);
- concevoir les bâtiments avec une trame structurale « flexible » qui pourra « s'adapter » aux conditions climatiques dont les évolutions ne sont pas encore connues des climatologues actuels, c'est-à-dire les bâtiments dont la fin de vie utile excède l'an 2050.

Toiture résiliente hivernale

Le SGPI met l'accent sur une approche de design de toiture résiliente hivernale pour les nouveaux bâtiments. Dans cette optique, l'évaluation de la charge de neige doit être la plus sévère :

- selon la partie 4 du CNBC;

ou

- une accumulation maximum de 610 mm de neige mouillée sur les toitures.

5.2.5 Exploitation et maintenance

5.2.5.1 Exploitation

Tout en respectant rigoureusement la partie 4 du CNBC, c'est-à-dire sans compromettre l'intégrité structurale et la sécurité des occupants, l'équipe de conception doit aussi tenir compte des aspects suivants (sans s'y limiter) :

- considérations multidisciplinaires (architecture, mécanique, électricité, etc.);
- considérations du propriétaire (opération, maintenance, etc.);
- considérations des usagers (confort, accessibilité, etc.);
- considérations des parties prenantes externes (infrastructures adjacentes, transport en commun, services souterrains, etc.).

5.2.5.2 Maintenance

Le SGPI s'intéresse de très près aux besoins de maintenance à la Ville. La conception des dispositifs ou des équipements relatifs à l'entretien et à l'exploitation de l'immeuble (ex. : système antichute permanent, système d'ancrage pour une ligne de vie au toit, installation de garde-corps) doit être conforme aux normes CSA et coordonnée avec la discipline architecture.

5.2.6 Accessibilité universelle

L'équipe de conception doit prendre connaissance du Guide d'accessibilité universelle des bâtiments municipaux de la Ville de Montréal. Une attention particulière doit notamment être apportée à l'intégration des éléments suivants du « Thème 5 : Circulation verticale » de ce document au moment de la conception des projets :

- ascenseurs entre les étages du bâtiment;
- plateforme élévatrice pour personne à mobilité réduite.

5.3 Critères de conception

5.3.1 Données géotechniques

L'étude géotechnique du site doit présenter, entre autres renseignements et sans s'y limiter, des données sur la stratigraphie, les caractéristiques, les propriétés et les particularités des sols en place, le niveau de la nappe phréatique, la profondeur requise pour assurer la protection contre le gel, ainsi que la catégorie d'emplacement du site.

5.3.2 Gestion des éléments structuraux existants

5.3.2.1 Respect des normes

Pour les projets concernant des bâtiments existants, l'équipe de conception doit tenir compte :

- de la partie 10 du CNBC;
- du Commentaire « L » (Guide de l'utilisateur – CNBC 2010, Commentaires sur le calcul des structures).

Pour les bâtiments à caractère patrimonial, les modifications ou les agrandissements doivent être réalisés avec des solutions durables tout en respectant la valeur patrimoniale du site (voir les sections « Patrimoine et archéologie » et « Bâtiment d'intérêt patrimonial » du chapitre 1 – Exigences générales).

5.3.2.2 Respect des nouvelles charges

L'équipe de conception doit s'assurer que, durant des modifications ou des renforcements structuraux sur des bâtiments existants, les nouvelles charges prises en compte respectent les critères spécifiés à la section « Charges de conception » du présent chapitre.

5.3.2.3 Validation et certification

Bâtiments hors sol et fondations

L'équipe de conception doit effectuer les validations structurales pour toute modification aux éléments de structure existants afin de confirmer si leur intégrité est affectée ou non.

Capacité du roc

Pour toute structure située sur ou dans le roc, et dont les conditions sont affectées par les nouvelles constructions, l'équipe de conception doit effectuer une étude concernant la mécanique des sols ou effectuer les calculs structuraux confirmant que ni l'intégrité structurale ni la capacité portante des fondations existantes ne seront affectées par les modifications.

L'équipe de conception doit également s'assurer de ne pas altérer la zone d'influence autour des structures existantes localisées dans le roc.

Risque de compromettre l'intégrité structurale

Si l'intégrité structurale des éléments existants ou la capacité du roc ne peut être préservée ou renforcée, l'équipe de conception ne doit pas concevoir de nouvelles structures affectant ces éléments ou le profil du roc existant.

5.3.2.4 Cohérence des conditions existantes

L'intégration des nouvelles structures dans les ouvrages existants doit être minutieusement coordonnée de manière à éviter les conflits avec les structures et les services présents. Voir les sections « Inspection avant le début des travaux » et « Mesures préventives » du présent chapitre.

5.3.2.5 Cohérence du design

L'équipe de conception doit tenir compte du fait que ses conceptions n'engendrent pas une instabilité souterraine (voir la section « Stabilité souterraine » du présent chapitre) ou des dommages aux structures existantes adjacentes ou situées à proximité.

5.3.3 Charges de conception

Les charges et les méthodes de calcul doivent en tout temps respecter les critères et les exigences stipulées dans le CNBC en vigueur. Les charges suivantes doivent être considérées (sans s'y limiter) au moment de la conception :

- charges mortes (DL)
 - poids propre de la structure;
 - charges permanentes.
- charges vives (LL)
 - surcharges dues à l'usage;
 - surcharge d'accrochage;
 - charges dues aux systèmes antichute des toits;
 - charges dues à la poussée latérale des terres;
 - effets permanents causés par la précontrainte.

À noter que les surcharges dues aux véhicules dont le poids brut est supérieur à 9 000 kg doivent respecter l'Annexe A du CNBC.

- données climatiques (W, S)
 - charge due au vent (action latérale);
 - charge due à la neige et aux accumulations de neige;
 - charge due aux toitures résilientes hivernales.
- données sismiques (E)
 - charges et effets dus aux séismes.
- autres considérations concernant les charges
 - charge des toits végétalisés (si requis, voir 5.4.4.1);
 - les surcharges sont établies en fonction de l'utilisation prévue de la surface. Elles doivent respecter les charges minimales imposées à la partie 4 du CNBC. Cependant, une réduction de ces surcharges doit être considérée conformément à l'article 4.1.5.8 du CNBC 2010;
 - toute hypothèse formulée et considérée du fait de l'absence d'information ou de l'impossibilité de relever les conditions existantes doit être clairement expliquée dans les notes de calculs.

5.3.4 Déflexion

5.3.4.1 Flèches verticales

Les flèches doivent respecter les limites minimums spécifiées aux normes CSA pour les structures d'acier, de béton et de bois.

5.3.4.2 Dérives latérales

Les dérives inter-étages doivent respecter les articles 4.1.3.5 et 4.1.8.13 du CNBC 2010.

5.3.5 Résistance au feu

Le critère de résistance au feu doit être considéré dans la conception des éléments structuraux. L'équipe de conception doit se coordonner avec la discipline architecture afin de déterminer les degrés de résistance au feu (DRF), les critères d'apparence et les produits ignifuges à respecter, le tout conformément à la réglementation en vigueur.

5.3.6 Exigences parasismiques

5.3.6.1 Objectif du consultant

Le calcul parasismique du bâtiment doit être conforme aux exigences parasismiques prescrites dans le CNBC et les principaux objectifs sont les suivants (sans s'y limiter) :

- préserver la vie et la sécurité des personnes lorsque le bâtiment est soumis à de fortes secousses sismiques;
- limiter les dommages sous l'effet de secousses faibles à modérées;
- s'assurer que les bâtiments de protection civile demeurent occupés et opérationnels immédiatement après le séisme;
- procéder à la mise à jour ou au rehaussement sismique de tous les bâtiments existants conçus avant 1995.

5.3.6.2 Système de résistance

Les bâtiments neufs ou les agrandissements de bâtiments existants doivent être conçus pour résister aux sollicitations sismiques locales. La conception du système de résistance aux forces sismiques SFRS (contreventement horizontal et vertical) doit être conforme aux exigences de la partie 4 du CNBC et des normes applicables afin d'avoir une résistance suffisante pour transmettre les charges au sol et une rigidité suffisante pour maintenir la déformation latérale dans les limites acceptables prescrites.

L'équipe de conception doit donc tenir compte des critères suivants (sans s'y limiter) concernant les systèmes de résistance pour les calculs parasismiques :

- le type de système de résistance aux forces sismiques utilisé;
- l'ensemble des critères pour le calcul sismique;
- les coefficients de modification de force reliés à la ductilité du SFRS (R_d) et à la sur-résistance (R_o).

5.3.6.3 Éléments non structuraux

Les éléments fixés au bâtiment comme les éléments non porteurs, les composantes architecturales et les appareils mécaniques et électriques doivent être conçus et installés pour résister aux efforts sismiques calculés de manière à ce qu'ils ne subissent pas de défaillance et ne se détachent pas du bâtiment.

5.3.6.4 Bâtiment de protection civile

Pour les bâtiments de protection civile dont l'objectif de performance est l'occupation immédiate du bâtiment, la conception des éléments structuraux et non structuraux doit respecter des exigences plus sévères et des restrictions additionnelles prescrites par le Code et les normes applicables, notamment :

- une limite de glissement inter-étage plus faible;
- un coefficient de risque qui permet d'augmenter les charges latérales de calcul;
- l'interdiction de la plupart des irrégularités de structure dans les localités dont le mouvement de calcul du sol est modéré à élevé;
- un système de résistance aux forces sismiques ayant un minimum de ductilité.

5.4 Systèmes, composantes et éléments spécifiques

5.4.1 Démolition

5.4.1.1 Normes

L'équipe de conception doit se conformer à la version la plus récente des normes suivantes (sans s'y limiter) :

- *LCPE, 1999 Loi canadienne sur la protection de l'environnement;*
- *Loi de 1992 sur le transport des marchandises dangereuses;*
- *Code de sécurité pour les travaux de construction (S-2.1, r.4).*

5.4.1.2 Amiante

L'équipe de conception doit s'assurer que les travaux de démolition impliquant de l'amiante respectent l'article 3.23 du chapitre S-2.1 du CSTC.

5.4.2 Excavation et Remblayage

5.4.2.1 Normes

L'équipe de conception doit se conformer à la version la plus récente des normes suivantes (sans s'y limiter) :

Gestion et élimination des déchets

1. Trier les déchets en vue de leur réutilisation/réemploi et de leur recyclage, conformément à la section 01-355 - Gestion et élimination des déchets de construction et de démolition.
2. Placer les matériaux et les matériels désignés dangereux ou toxiques, y compris les tubes et les contenants usagés d'adhésif et de produit d'étanchéité, dans les zones ou les conteneurs destinés à recevoir les déchets dangereux.
3. Récupérer et trier les emballages en papier, en plastique, en polystyrène ou en carton ondulé et les déposer dans les bennes appropriées disposées sur place aux fins de recyclage, conformément au plan de gestion des déchets.
4. Acheminer les granulats excédentaires pouvant être réutilisés vers une carrière ou une installation de recyclage locale autorisée par le directeur selon le Plan de gestion des déchets et d'élimination des déchets de construction et de démolition.
5. Maintenir le chantier propre et prévenir l'éparpillement et l'accumulation des déchets.

Matériaux de remblai

Les matériaux de remblai sont régis par les devis techniques normalisés du laboratoire de la Ville de Montréal incluant le devis 6VM-9.

Mesures de protection

1. Protéger le sol excavé contre le gel selon la méthode acceptée par le directeur.
2. Donner aux abords de l'excavation la pente voulue afin d'empêcher l'eau d'y ruisseler.
3. Protéger le fond des excavations pour fondations contre les intempéries. Si au cours des excavations le fond de la tranchée était ramolli par des venues d'eau ou autres causes, il faudrait enlever la terre ramollie et la remplacer par du béton de construction, sans frais supplémentaires pour la Ville.
4. Fournir et faire fonctionner la machinerie et toutes les pompes nécessaires pour tenir les excavations vides d'eau de toute provenance et en toutes circonstances.

5. Protéger les éléments naturels et artificiels qui doivent demeurer en place.
6. Les travaux d'excavation ne doivent, d'aucune façon, modifier la capacité portante des fondations adjacentes.

Excavation

1. Garder les excavations propres, exemptes d'eau stagnante et de sol friable.
2. Avant de procéder aux travaux d'excavation, ériger de solides sièges d'alignement en nombre requis pour l'exacte implantation des constructions à ériger.
3. Creuser suivant les lignes et aux niveaux requis en prévoyant l'espace nécessaire aux travaux de bétonnage et en tenant compte de l'établissement des lits de poussière de pierre et de pierre concassée.
4. Enlever la terre détachée et les déchets, faire en sorte que les parties inférieures aient les dimensions exactes requises.
5. Maintenir les berges d'excavation à une distance de 150 mm, au-delà de toute fondation et leur inclinaison à 10 % de la verticale ou plus selon la nature du sol; allouer 300 mm, pour la pose des drains français, s'il y a lieu.
6. Aux endroits indiqués « non excavé » ou « vide sanitaire », ou sous les dalles reposant sur le sol, excaver jusqu'à une profondeur de 500 mm sous les structures à ériger ou plus selon les sondages.
7. Si des excavations non autorisées sont faites au-delà des lignes et niveaux indiqués, remplir sans frais supplémentaires pour la Ville avec du béton ou de la pierre concassée, à la satisfaction du directeur.

Remblayage

1. Ne pas procéder au remblayage avant l'inspection et l'approbation des excavations et installations sous le niveau du sol par l'ingénieur et le directeur.
2. Les aires à remblayer doivent être exemptes de débris, de neige, de glace, d'eau et de terre gelée.
3. Avant de placer le matériau de remblai sous les fondations et les dalles, compacter le sol à la densité prescrite pour les matériaux de remblai. Enlever le sol des surfaces molles et remplir avec le matériau approprié jusqu'à obtenir la densité de compactage voulue.
4. Placer et compacter le matériau de remplissage en couches continues et uniformes d'au plus 150 mm d'épaisseur à l'état non compacté. Prendre soin de ne pas nuire aux canalisations, au système de drainage, à l'isolation périphérique et à l'imperméabilisation du bâtiment. Réparer tout dommage.
5. Prendre les mesures nécessaires pour que le matériau de remblai conserve un degré d'humidité tel qu'il puisse être compacté à la densité prescrite.

Inspection et essai

1. Il est obligatoire d'obtenir du directeur et de l'ingénieur l'approbation des excavations, des assises et des surfaces portantes avant de procéder aux ouvrages de béton de remplissage.
2. Les analyses granulométriques des matériaux et du compactage sont aux frais du directeur et effectuées par le laboratoire de la Ville.
3. Les essais de densité sont effectués sur les matériaux compactés d'après la norme ASTM D698 pour la densité Proctor standard.

5.4.2.2 Gestion des eaux

L'équipe de conception doit s'assurer que le contrôle des eaux durant la réalisation des travaux respecte les recommandations de l'étude géotechnique de manière à préserver la stabilité du sol environnant. L'équipe de conception doit prévoir une stratégie de gestion écologique des eaux pluviales et éviter l'érosion des sédiments afin de prévenir la contamination des eaux d'égout par ruissellement. L'équipe de conception doit se référer aux études environnementales antérieures afin d'établir la stratégie de gestion de ces eaux.

5.4.2.3 Stabilité temporaire

Les plans et devis doivent clairement spécifier que l'entrepreneur est responsable des soutènements temporaires (étaançonnements, murs berlinois, travaux en sous-œuvre, etc.). C'est à lui de prendre toutes les mesures de protection nécessaires afin de ne pas engendrer de désordres aux structures existantes ou aux structures avoisinantes et de faire en sorte que tous ces systèmes temporaires n'affectent pas l'intégrité structurale des bâtiments adjacents existants.

5.4.2.4 Recyclage des matériaux excavés

La possibilité de recycler les matériaux excavés sur place doit être considérée. De façon générale, seuls les matériaux fabriqués à partir de résidus de béton, d'enrobé bitumineux et de briques peuvent être recyclés.

5.4.2.5 Surplus d'excavation

L'équipe de conception doit indiquer au devis qu'aucun budget additionnel ne sera accordé par la Ville pour un volume d'excavation plus grand que prévu, à moins d'un préavis, d'une justification et de la corroboration du laboratoire.

5.4.2.6 Sol contaminé

En cas de terrain contaminé, l'équipe de conception doit clairement spécifier dans ses plans et devis que l'entrepreneur est tenu d'effectuer les démarches pour réhabiliter le terrain de manière à respecter la *Loi sur la qualité de l'environnement*. Seul un laboratoire accrédité par le

ministère de l'Environnement, de la Lutte contre les changements climatiques, de la Faune et des Parcs (MELCCFP) est autorisé à gérer le sol. L'équipe de conception et l'entrepreneur doivent se conformer aux recommandations de ce laboratoire et la Ville exige de recevoir un bilan exhaustif de la gestion des sols contaminés.

5.4.2.7 Logistique des zones excavées

Les plans et devis doivent mentionner que toutes les voies d'accès au chantier et de circulation publique à proximité doivent demeurer propres et exemptes en tout temps de débris et de déchets.

5.4.2.8 Considération archéologique

Les plans et devis doivent mentionner que tous les travaux sur les sites à valeur archéologique doivent être conformes aux exigences de la *Loi sur le patrimoine culturel* (voir la section « Patrimoine et archéologie ») du présent chapitre.

5.4.3 Type de charpente

Le choix des matériaux de construction et du type de charpente doit tenir compte de la durabilité, du coût, de la disponibilité et de la facilité d'entretien tout en respectant les besoins de la Ville. Le concept structural doit répondre aux règles de toutes les disciplines afin de satisfaire aux objectifs et exigences de la Ville. Tous les travaux de structure en acier, en béton, en bois ou autres matériaux doivent être conçus et exécutés conformément aux réglementations en vigueur.

5.4.3.1 Acier

Normes

Le calcul des structures métalliques doit être réalisé conformément aux exigences des versions les plus récentes des normes (ASTM, CSA, etc.).

Assemblages

L'équipe de conception doit indiquer clairement sur ses plans toutes les charges structurales pondérées dont la personne responsable de l'assemblage a besoin. Lorsqu'aucune charge n'est indiquée aux plans, les assemblages boulonnés ou soudés doivent être conçus conformément à la norme CSA-S16, à la norme CSA-S136 et aux indications des dessins d'atelier approuvés.

Soudures

Les travaux de soudage doivent répondre aux exigences de la norme CSA-W59 et être effectués par un entrepreneur accrédité par le Bureau Canadien de Soudage (CWB) conformément à la norme CSA-47.1.

Protection de surface

S'il n'y a aucune mention spécifique aux plans, tous les éléments en acier situés à l'intérieur dans un environnement chauffé et non humide doivent minimalement être protégés par l'application d'une peinture effectuée en usine selon la norme CAN/CGSB-85.100 et la norme CAN/CGSB-1.40 pour la protection anticorrosion. Il faut suivre les spécifications de couleur prescrites par la discipline architecture. Si aucune mention spécifique ne figure au plan, la couleur grise est appliquée par défaut. Sauf indication contraire, retoucher avec un apprêt primaire conforme à la norme NACE No. 3 (SSPC-SP-6) toutes les surfaces endommagées et les surfaces qui n'ont pas été peintes en atelier.

Si cela est clairement spécifié aux plans par la discipline architecture, tous les éléments en acier situés à l'intérieur dans un environnement chauffé et non humide doivent être protégés par une peinture intumescente pour une protection incendie accrue.

Tous les éléments en acier doivent être protégés adéquatement contre la corrosion. Les éléments en acier qui sont exposés aux intempéries, à l'humidité ou situés dans des endroits non chauffés doivent être protégés par l'une des méthodes proposées ci-dessous (sans s'y limiter) :

- galvanisation à chaud par immersion avec couche de zinc conformément à la norme CSA-G164;
- application d'un système d'apprêt de façon rigoureuse selon les spécifications strictes du manufacturier.

Grade et matériaux

Dans ses conceptions structurales, l'équipe de conception doit utiliser au minimum les grades/matériaux d'acier conformes aux normes CSA et ASTM.

Tablier métallique

L'équipe de conception doit concevoir les ouvrages des pontages en acier nervuré de façon à ce que tous les matériaux ainsi que les procédés de fabrication et de montage soient conformes à la version la plus récente des normes ICTAB, CSA et ASTM.

Elle doit aussi concevoir un lien de type mécanique pour la fixation du pontage à la structure d'acier, à moins qu'aucun clou ni vis n'obtienne une résistance suffisante selon les calculs. Le cas échéant, l'équipe de conception doit montrer à la Ville les notes de calcul des efforts obtenus en relation avec les résistances des fixations mécaniques et proposer une solution.

Palplanches d'acier

L'acier de construction pour les palplanches, les moises, plaques d'appui, joints de moises, couvre-joints, cornières d'appui, tirants et pièces diverses doivent être neufs et conformes aux normes CSA-G40.20/CSA-G40.21.

Les tirants doivent avoir des extrémités filetées refoulées de sorte que le diamètre de l'extrémité refoulée offre une surface de base excédentaire par rapport à la surface brute du tirant dans sa partie lisse.

Les bagues d'assemblage (tendeurs) doivent avoir une capacité de charge supérieure à la capacité du tirant. Assembler en avance, marquer et mettre à l'essai les assemblages de tirants en atelier.

Les écrous hexagonaux, boulons et rondelles doivent être conformes à la norme ASTM-A307.

Les essais de tension doivent être conformes aux normes CSA-G40.20/CSA-G40.21.

Les essais de pliage doivent être conformes à la norme ASTM-A6. Pour ces essais, les matériaux doivent être dans le même état que pour le formage à froid. Sauf indication contraire, le rapport largeur/épaisseur des échantillons prélevés pour effectuer ces essais de pliage doit être d'au moins 8 et les deux bords doivent être parallèles sur toute la section soumise au pliage.

Le soudage doit être conforme à la norme CSA-W59. Ne pas entreprendre la mise en œuvre des palplanches avant que tous les essais de contrôle de la qualité requis soient terminés et que les résultats soient approuvés.

Découper au chalumeau la tête des palplanches ou, lorsque permis, pratiquer des trous dans les palplanches.

Forer et faire sauter le roc pour former une tranchée selon les indications de l'ingénieur. Ne pas enlever le roc dynamité. S'assurer qu'après le dynamitage le roc est suffisamment brisé pour permettre le battage des palplanches jusqu'au fond de la tranchée exécutée par dynamitage.

Protéger les tirants et les systèmes d'ancrage du rideau de palplanches contre les dommages ou le déplacement au cours de travaux de remblayage.

Poutrelles et ferme maîtresse

Ainsi que cela est spécifié à la section « Charges vives (LL) » du présent chapitre, l'équipe de conception doit prévoir une surcharge d'accrochage additionnelle aux nœuds des fermes maîtresses et des poutrelles. De plus, l'accrochage doit être effectué à la membrure supérieure, à moins qu'il ne soit directement centré sous le nœud de la membrure inférieure.

Les responsables de la conception des fermes maîtresses doivent impérativement indiquer en plan, sans s'y limiter, tous les renseignements suivants : la géométrie, la cambrure, les charges uniformes et ponctuelles, les surcharges d'application et la nomenclature des membrures et des soudures.

Dessin d'atelier

L'équipe de conception doit clairement spécifier dans ses plans et devis que l'entrepreneur est tenu de soumettre des dessins d'atelier pour tout élément d'acier nouveau. Tous les dessins et les détails de connexion doivent être scellés et signés par un membre en règle de l'OIQ.

Autres considérations

En coordination avec l'équipe de conception, l'entrepreneur doit s'assurer que tous les éléments galvanisés à chaud en usine ne présentent aucune trace de dommage ni aucune surface d'acier sain exposée au moment de leur livraison sur le chantier.

Après la galvanisation à chaud en usine, aucune retouche en chantier n'est permise sans une autorisation préalable écrite de la Ville.

L'équipe de conception doit prévoir une protection à la base des colonnes d'acier dans les aires de circulation fréquente. Un système d'absorption d'énergie d'impact doit être élaboré et présenté par l'entrepreneur à l'équipe de conception pour revue et approbation.

5.4.3.2 Béton

Béton coulé en place

Normes :

Le calcul des structures de béton armé doit être réalisé conformément aux exigences des versions les plus récentes des normes (ASTM, CSA, etc.).

Ciment :

- Le ciment utilisé doit répondre aux exigences de la version la plus récente de la norme CSA-A3000 (Compendium des matériaux liants).
- En général, pour les éléments structuraux en béton, le ciment Portland de type « GU » doit être utilisé.
- Le ciment Portland de type « HE » doit être utilisé pour la réalisation des ouvrages en conditions hivernales.

Classe d'exposition :

La classe d'exposition des éléments du béton coulé en place doit être conforme au Tableau 1 de la norme CSA-A23.3.

Résistance en compression :

Sauf indication contraire mentionnée aux plans et devis, les résistances **minimales** en compression (f'_c) suivantes sont requises pour une cure à vingt-huit (28) jours :

$f'_c = 25 \text{ MPa}$ → Tablier métallique mixte intérieur, etc.

$f'_c = 30 \text{ MPa}$ → Dalle sur sol de stationnement intérieure

Bassins de piscine intérieure et extérieure (voir la section « Ajout cimentaire » du présent chapitre)

$f'c = 32 \text{ MPa}$ → Trottoirs, bordures

$f'c = 35 \text{ MPa}$ → Dalle structurale de stationnement intérieur, dalle de patinoire, dalle intérieure d'atelier, dalle extérieure, poutre, mur, colonne, etc.

$f'c = 50 \text{ MPa}$ → Bassins de captation, bassins de saumure, etc.

Air entraîné :

Sans s'y limiter, l'introduction d'air entraîné est exigée pour tous les éléments de béton exposés aux cycles de gel-dégel.

Adjuvant et accélérateur :

Les adjuvants chimiques et les accélérateurs de prise sont autorisés. Cependant, ces produits doivent être approuvés par l'équipe de conception.

Considérations de surface :

Les tolérances de finition sur les dalles et planchers ainsi que la planéité des surfaces doivent être conformes à la norme CSA-A23.1.

La finition des surfaces de béton nécessitant un fini architectural doit être coordonnée avec la discipline architecture et cette information doit figurer sur les plans.

Si une protection étanche est envisagée, l'équipe de conception doit recourir exclusivement à des scellants hydrofuges à base de silane.

Ajout cimentaire :

En fonction de leurs applications, on doit concevoir les mélanges de béton avec des ajouts cimentaires traditionnels (cendres volantes, etc.) ou, mieux, en suivant les principes directeurs de la transition écologique (voir la section « Matériaux et pratiques » du présent chapitre), c'est-à-dire en utilisant des ajouts cimentaires produits à partir de matières recyclées comme les poudres en verre recyclé.

Il doit y avoir de 30 % à 40 % d'ajout cimentaire dans le béton utilisé pour les bassins de piscine.

Armature et treillis métallique :

1. Acier d'armature :

- i. Les barres d'acier d'armature en acier crénelé à haute adhérence et conforme à la norme CSA-G30.18, de nuance 400R.

Toute armature ne portant pas l'empreinte de la nuance doit être identifiée autrement à la satisfaction du directeur.

- ii. Tout soudage d'acier d'armature doit être autorisé au préalable par le directeur et conforme à la norme CSA W186.

2. Étriers et ligatures :

Les treillis métalliques à mailles soudées et le fil utilisé dans la fabrication du treillis doivent satisfaire aux exigences de la norme IAAC.

- i. Les étriers et ligatures doivent être en fil d'acier recuit et étiré à froid, et conformes à la norme CSA-G30.18 nuance 400R.
- ii. Treillis en fils d'acier soudés haute adhérence:

Sauf indications contraires, ils doivent être à haute adhérence et conformes à la norme ASTM A82/A82M.

3. Chaises, supports de barres, espaceurs :

- i. Conformes à la norme CSA-A23.1/A23.2.
- ii. Ils doivent être suffisamment nombreux et résistants pour appuyer l'armature et en empêcher le déplacement pendant le bétonnage.
- iii. Les appui-barres doivent être en béton préfabriqué, en plastique ou en fil. Leur hauteur doit être établie en fonction de l'enrobage prescrit.
- iv. Des cales d'espacement latérales doivent être utilisées dans les murs et les poteaux et être établies en fonction de l'enrobage prescrit.
- v. Le type et le matériau des appui-barres et des cales doivent être tels qu'ils ne soient pas la source de taches de rouille ou autres sur les surfaces apparentes, ni de l'éclatement du béton.
- vi. Des blocs de béton préfabriqués à ligatures de fil revêtues de plastique et encastrées doivent être utilisés comme appui-barres en contact avec le sol.
- vii. Les blocs de béton préfabriqués doivent être constitués d'un béton de qualité au moins égale à celle qui est requise pour la classe d'exposition précisée pour le membre.

4. Fils d'attache :

- i. Utiliser des fils de calibre 16.
- ii. Les ligatures en fil dans le béton des surfaces apparentes des classes d'exposition C ne doivent pas empiéter sur l'enrobage spécifié.

5. À moins d'être autorisé par le directeur, les revêtements de protection époxydique pour armatures non précontraintes doivent être conformes à la norme ASTM A 775/A 775M.

6. Mise en place de l'acier d'armature :

- i. Installer, soutenir, espacer et aligner les armatures dans la position indiquée et bien assujetties de façon à les garder en place durant la coulée du béton conformément à la norme CSA A23.1/A23.2. Toutes les barres doivent être attachées entre elles.
- ii. Obtenir l'approbation du directeur avant de souder les barres d'armatures.
- iii. Façonner le ferrailage conformément au chapitre 12 de la norme CSA A23.3.
- iv. Seul le pliage des barres d'armature non galvanisées est permis sur le chantier.
- v. Appliquer deux couches de produit inhibiteur sur toutes les tiges et barres en saillies ou barres d'attente prévues aux plans en vue d'une addition future.
- vi. Veiller à préserver l'intégrité du revêtement des armatures pendant le transport et pendant la durée des travaux.
- vii. Les aciers des semelles de fondations et des radiers reposant sur le sol doivent être déposés sur une dalle de propreté de 50 mm d'épaisseur.

Plans d'armature :

L'équipe de conception doit s'assurer que l'entrepreneur soumet bien les plans d'armature, ainsi que toutes les fiches techniques.

Les détails de mise en place doivent indiquer les renseignements concernant les armatures, les chaises, les espaceurs et les supports.

Joints :

Les joints de construction et de dilatation des dalles sur sol et des dalles structurales doivent être coordonnés avec la discipline architecture et être indiqués sur les plans, le tout étant conforme aux devis normalisés et aux normes applicables.

Coffrage :

Plans de coffrage :

L'équipe de conception doit s'assurer que l'entrepreneur soumet des plans de coffrage signés et scellés par un membre de l'OIQ. Les coffrages doivent répondre aux exigences de la norme CSA-S269.3. Il faut utiliser des coffrages de panneaux en métal ou en matériaux neufs pour les surfaces de béton demeurées apparentes après le décoffrage et coordonner le tout avec la discipline architecture.

Avant la mise en chantier d'un ouvrage provisoire pour l'étalement des coffrages, soumettre au directeur, pour approbation, quatre (4) copies des dessins de coffrages et d'étalement de coffrages dûment signés et scellés par un ingénieur, membre en règle de l'Ordre des ingénieurs du Québec, dont le coût des services incombe à l'entrepreneur.

1. Avant d'entreprendre la construction des coffrages et des ouvrages d'étalement temporaires, vérifier les alignements, niveaux et entraxes des colonnes et s'assurer que les dimensions correspondent à celles indiquées aux dessins.
2. Fabriquer les ouvrages d'étalement temporaires et les monter conformément à la norme CSA S269.1.
3. Fabriquer les coffrages et les monter en conformité avec la norme CAN/CSA-S269.3
4. Dans la construction des coffrages, respecter les tolérances maximales suivantes admissibles pour les ouvrages en béton, et ce selon les normes CSA A23.1 et ACI 347.
 - i. Écart dans la verticalité : 6 mm pour 3000 mm de hauteur, 10 mm pour 6000 de hauteur et 20 mm pour 12000 mm de hauteur ou plus.
 - ii. Écart dans la planéité pour les murs et planchers : 3 mm pour 3000 mm.
 - iii. Écart dans l'horizontalité : 6 mm pour 6000 mm de longueur.
 - iv. Écart dans les alignements par rapport à la position établie des colonnes, des murs et des cloisons : maximum 6 mm.
 - v. Écart dans les dimensions transversales des colonnes et des poutres, ou l'épaisseur des dalles et des murs : plus au moins 6 mm.
 - vi. Cambrer les dalles et les poutres de 6 mm par 3000 mm de portée, sauf indications contraires.
Maintenir uniformes la hauteur de la poutre et l'épaisseur de la dalle tout le long de la surface cambrée.
 - vii. Aligner les joints des coffrages et les rendre étanches. Réduire au minimum le nombre de joints dans les coffrages.
 - viii. Les coffrages pour les murs ou autres sections minces d'une hauteur considérable doivent être pourvus d'ouvertures ou autres appareils approuvés permettant la mise en place du béton de façon à ce qu'il n'y ait aucune ségrégation des agrégats ni aucune rétention de béton durci sur les coffrages ou l'acier d'armature.
 - ix. Incorporer les ancrages, les manchons et les autres pièces noyées requises pour les ouvrages spécifiés dans les autres normes.

Enrobage de l'acier d'armature

1. La couverture de protection en béton de l'armature doit être conforme aux normes CSA A23.1 et A23.1

Chevauchement de l'acier d'armature

1. Le chevauchement des barres en tension doit être de classe B, conforme à la norme CSA A23.3.

Accessoires de béton

a. Matériaux

1. Vaporifuge : feuille de polyéthylène de 2 mils (0,0508 mm) d'épaisseur collée à un papier Kraft bituminé 25 kg min. avec renforcement de fibre de verre. Perméance maximale à la vapeur d'eau de 0,16 perms, conformément à la norme ASTM E96 méthode A.
2. Mastic plastique : conforme à la norme ONGC 37-GP-5Ma.
3. Profilé d'étanchéité : profilé en CPV ayant une résistance à la traction d'au moins 12 MPa et un allongement d'au moins 350 %, conservant sa propriété à moins 460 °C et à plus de 800 °C. Profilé suggéré : Durajoint n° 5, à moins d'indications contraires.
4. Profilé d'ancrage en queue d'aronde : profilés en acier galvanisé de 0,635 mm d'épaisseur remplis d'isolant.
5. Fond de joint : planche asphaltique conforme à la norme ASTM D1751.

b. Profilés d'ancrage

1. Clouer aux coffrages, en position verticale, des profilés d'ancrage continus aux endroits où un ouvrage de maçonnerie rencontre un mur ou une colonne en béton.
2. Poser à la verticale des profilés d'ancrage continus à 600 mm d'entraxes quand un mur de béton reçoit un parement de maçonnerie.

c. Joints de dilatation

1. Situer et former les joints de dilatation suivant les indications des dessins et y insérer le fond de joint suivant les directives du fabricant.
2. Sauf indications contraires, utiliser un fond de joint de 12 mm d'épaisseur pour séparer les dalles au sol des surfaces verticales. Le fond de joint doit partir du bas de la dalle et s'arrêter à 12 mm de la surface de la dalle finie.

Béton coulé en place

a. Matériaux

1. Tous les matériaux constituant le béton sont régis par les devis techniques normalisés du laboratoire de la Ville, 3VM-10 et 3VM-20, disponibles au <http://sirius/dtp/>.

b. Formulation et caractéristiques du béton

1. Tout béton doit être produit et livré par une usine détenant un certificat de conformité délivré par le Bureau de normalisation du Québec (BNQ), conformément au protocole de certification NQ 2621-905 « Bétons de masse volumique normale et constituants - Protocole de certification ». Les exigences du programme BNQ 2621-905 incluent notamment les constituants, les installations de stockage, la fabrication du béton (mesure des constituants, centrale de dosage, malaxage et livraison) et les propriétés du béton, incluant la durabilité.
2. Centrale de dosage :
 - a. La fabrication du béton doit être conforme à la norme CSA A23.1;
 - b. À défaut d'être accrédité par le laboratoire de la Ville de Montréal et d'utiliser une formule de béton déjà approuvée, le fournisseur de béton doit, au plus tard 20 jours ouvrables avant le début du bétonnage :
 - Fournir un certificat récent de conformité de l'usine selon la norme CSA A23.4;
 - Soumettre la formule de mélange du béton datée et signée ainsi que la preuve de conformité des constituants du béton avec les exigences du devis;
 - Soumettre les certificats de calibration du système de dosage lorsque l'utilisation d'une bétonnière mobile pour le dosage et le malaxage du béton est autorisée.
 - c. La masse volumique du béton en condition séchée à l'air ambiant doit se situer entre 2150 et 2500 kg/m³ à 28 jours;
 - d. Un béton destiné à plusieurs types de conditions doit être conforme à la norme CSA-A23.1;
 - e. Pour les caractéristiques du béton frais, telles que teneur en liant, rapport eau/ciment, dimension des granulats, affaissement, teneur en air, inhibiteur de corrosion et température, se référer au devis technique normalisé 3VM-10 du laboratoire de la Ville.

Caractéristiques du béton durci

1. Classe C-1 Béton armé soumis aux chlorures (exposé ou non au gel et dégel).

Utilisation : aires de stationnement, rampes d'accès pour véhicules, trottoirs, tabliers de pont, parties d'ouvrages maritimes à l'intérieur des zones des marées.

Résistance minimale spécifiée à la compression confirmée à 28 jours : 35 MPa;

Granulat grossier (S.I.C.) : 20 mm maximum;

Rapport eau/ciment : 0,40 (Tableau 8 du A23.1);

Catégorie de teneur en air :

Exposé au gel et au dégel : 1 (Tableau 9 du A23.1);

Non exposé au gel et au dégel : 2 (Tableau 9 du A23.1);

Affaissement désiré au chantier (avant superplastifiant) : 80 ± 30 mm.

2. Classe C-2 Béton non armé soumis aux chlorures et exposé au gel et dégel.

Utilisation : chaussées, trottoirs, bordures et caniveaux.

Résistance minimale spécifiée à la compression confirmée à 28 jours : 32 MPa;

Granulat grossier (S.I.C.) : 20 mm maximum;

Rapport eau/ciment : 0,45 (Tableau 8 du A23.1);

Catégorie de teneur en air : 1 (Tableau 9 du A23.1);

Affaissement désiré au chantier (avant superplastifiant) : 80 ± 30 mm.

3. Classe C-3 Béton armé constamment ou partiellement submergé, soumis aux chlorures, mais non exposé au gel et au dégel.

Utilisation : parties d'ouvrages maritimes.

Résistance minimale spécifiée à la compression confirmée à 28 jours : 30 MPa;

Granulat grossier (S.I.C.) : 20 mm maximum;

Rapport eau/ciment : 0,50 (Tableau 8 du A23.1);

Catégorie de teneur en air : 2 (Tableau 9 du A23.1);

Affaissement désiré au chantier (avant superplastifiant) : $80 \text{ mm} \pm 30 \text{ mm}$.

4. Classe C-4 Béton non armé soumis aux chlorures mais non exposé au gel et au dégel.

Utilisation : dalles sur sol dans les stationnements intérieurs, fosses de retenue et puits d'accès (intérieurs), puisards, tranchées, caniveaux, bases des appareils mécaniques ou autres bases, conduits électriques souterrains, etc.

Résistance minimale spécifiée à la compression confirmée à 28 jours : 25 MPa;

Granulat grossier (S.I.C.) : 20 mm maximum;

Rapport maximal eau/ciment : 0,55 (Tableau 8 du A23.1);

Catégorie de teneur en air : 2 (Tableau 9 du A23.1);

Affaissement désiré au chantier (avant superplastifiant) : 80 ± 30 mm.

5. Classe F-1 Béton exposé au gel et au dégel, avec saturation, mais non soumis aux chlorures.

Utilisation : pieux, piliers, murs de fondation, assises, bords de piscine, patios, terrains de tennis et installation de régulation d'eaux douces.

Résistance minimale spécifiée à la compression confirmée à 28 jours : 30 MPa;

Granulat grossier (S.I.C.) : 20 mm maximum;

Rapport eau/ciment : 0,50 (Tableau 8 du A23.1);

Catégorie de teneur en air : 1 (Tableau 9 du A23.1);

Affaissement désiré au chantier (avant superplastifiant) : 80 ± 30 mm.

6. Classe F-2 Béton exposé au gel et au dégel sans saturation mais non soumis aux chlorures.

Utilisation : à l'extérieur pour murs, poteaux, poutres, linteaux, dalles, escaliers, rampes, surfaces d'usure, chapes, sous-planchers, etc.

Résistance minimale spécifiée à la compression confirmée à 28 jours : 25 MPa;

Granulat grossier (S.I.C.) : 20 mm maximum;

Rapport eau/ciment : 0,55 Tableau 8 du A23.1;

Catégorie de teneur en air : 2 (Tableau 9 du A23.1);

Affaissement désiré au chantier (avant superplastifiant) : 80 ± 30 mm.

7. Classe N Béton armé non exposé au gel et au dégel, ni soumis aux chlorures.

Utilisation : tous les éléments de structure (dalles, murs, poutres, poteaux, etc.) à l'intérieur d'un bâtiment.

Résistance minimale spécifiée à la compression confirmée à 28 jours : 35 MPa (S.I.C.);

Granulat grossier (S.I.C.) : 20 mm maximum;

Rapport eau/ciment* : 0,4 (S.I.C.)

Catégorie de teneur en air*

Affaissement désiré au chantier (avant superplastifiant) : 80 ± 30 mm.

* Selon les besoins structuraux

c. Travaux préparatoires

1. Avant la mise en place du béton, les coffrages doivent être vidés de l'eau, des déchets et autres corps étrangers. Nettoyer à l'aide d'un jet d'air comprimé.

d. Mise en œuvre du béton

1. Pour la fabrication du béton, livraison, mise en place et délais, se référer au devis technique normalisé 3VM-10 du laboratoire de la Ville de Montréal.
2. Exécuter les ouvrages en béton coulé en place conformément à la norme CSA A23.1/A23.2.
3. Obtenir l'autorisation du directeur avant de couler le béton et l'en avertir 24 heures à l'avance.
4. Le béton doit être transporté du malaxeur à sa position définitive le plus rapidement possible par des moyens propres afin d'éviter la ségrégation des agrégats.
5. Il est interdit de placer le béton en le laissant tomber en chute libre d'une hauteur supérieure à 1500 mm.
6. La coulée doit se faire de façon continue afin d'assurer une bonne liaison entre chaque couche de béton.
7. Damer le béton à l'aide de vibrateurs mécaniques, de type et de dimensions approuvés par le directeur. Au moins trois vibrateurs doivent être disponibles pour tout bétonnage dont la quantité ne dépasse pas 100 m³. Fournir un vibreur additionnel pour chaque tranche supplémentaire de 25 m³. Éviter le vibrage excessif. Les vibrateurs à coffrages sont interdits.
8. Les limites de température du béton au moment de la mise en œuvre doivent être telles qu'indiquées au tableau 14 « Températures de béton admissibles à la mise en place » de la norme CSA A23.1.
9. En cas de présence de neige ou de glace dans les coffrages, l'entrepreneur doit se conformer à la norme CSA A23.1.
10. Par temps chaud, arroser les coffrages et l'acier d'armature avec de l'eau froide avant la mise en œuvre.
11. Terminer la mise en place du chargement du camion malaxeur dans un délai de 120 minutes à partir du gâchage du béton.
12. Tout béton ayant séjourné plus de 15 minutes dans la conduite de la pompe doit être rejeté.
13. Le pompage du béton n'est permis qu'après avoir fait approuver le matériel et le mélange par le laboratoire.
14. Ne pas exercer de charge sur les nouveaux éléments en béton avant d'avoir obtenu l'autorisation de l'ingénieur.

e. Cure de béton

1. Le béton doit être maintenu, après sa mise en place, constamment humide et à une température d'au moins 10 °C pendant au moins 3 jours ou pendant le temps nécessaire pour atteindre 35 % de la résistance spécifiée à la compression à 28 jours.
2. Pendant au moins les sept (7) jours suivants, garder le béton humide et, en général, à une température de 10 °C . Une cure supplémentaire pour assurer la durabilité, pour fins de sécurité structurale et pour le béton de masse, est respectivement spécifiée selon la norme CSA A23.1.
3. La méthode de cure doit être approuvée au préalable par le directeur.
4. Par temps de gel, cesser la cure à l'eau 12 heures avant la fin de la période de protection.
5. Lorsque la température ambiante est de 27 °C et plus, appliquer les dispositions de la norme CSA A23.1

f. Protection en temps froid

1. La protection du béton doit être assurée au moyen d'abris chauffés, de recouvrements, par isolation ou au moyen d'une combinaison de ces moyens. Elle doit être conforme aux dispositions de la norme CSA A23.1.
2. Les écarts admissibles entre la température de la surface du béton et la température ambiante sont indiqués au tableau suivant (Tableau 15 de la norme CSA A23.1).
3. Durant la mise en place et la cure, les surfaces de béton doivent être protégées contre le contact direct avec des gaz de combustion, soit par les coffrages, soit à l'aide d'une membrane protectrice.
4. En aucun cas, on ne doit permettre au béton de geler avant qu'il atteigne une résistance de 7 Mpa.
5. Le refroidissement du béton à la température ambiante ne doit pas dépasser le taux de 10 °C par heure.

g. Pièces noyées

1. S'assurer que les armatures et les pièces noyées ne sont pas déplacées pendant la mise en place du béton.
2. S'assurer que toutes les indications des dessins de construction concernant les manchons, les ouvertures, etc. sont compatibles avec celles des dessins d'architecture, de mécanique et d'électricité.
3. Ménager les ouvertures et placer les manchons, attaches, boulons d'ancrage, étriers de suspension et autres pièces noyées dans les planchers et les murs en béton, selon les exigences des dessins et autres normes.

4. Les manchons et les ouvertures de plus de 100 mm x 100 mm qui ne sont pas indiqués doivent être examinés et approuvés par le directeur.
5. Ne pas enlever ni déplacer des armatures pour poser des pièces de quincaillerie. Si les éléments à noyer dans le béton ne peuvent être placés aux endroits prescrits, faire accepter toute modification par le directeur, par écrit, avant de couler le béton.

h. Finition de béton

1. La finition des surfaces de béton doit être conforme à la norme CSA A23.1 et les spécifications de l'Architecte.
2. L'épandage de produit pour assécher la surface et le mélange n'est pas permis.
3. Les dalles doivent avoir une finition de type conventionnel conformément à la norme A23.1. Après la finition préliminaire (arasement et aplanissement), attendre le délai nécessaire (après le ressuage) avant d'entreprendre la dernière finition. La dernière finition consiste à effectuer l'aplanissement mécanique suivi du lissage à trois reprises à la truelle d'acier mécanique, et si requis du façonnage des arêtes et des joints.
4. Un fini de type conventionnel signifie une tolérance de planéité :

FF = 20 et FL=15;

IOS = 5 m;

Écart à la règle droite = ± 8 mm

i. Inspection et essais

1. À moins d'avis contraire, l'inspection et l'essai du béton et de ses constituants sont effectués par le laboratoire de la Ville de Montréal. Le directeur en assume les frais. Se référer au devis technique normalisé du laboratoire Ville (3VM-10) section 10 ainsi qu'à l'annexe A pour connaître les essais et les contrôles à effectuer.
2. L'entrepreneur doit coopérer et fournir gratuitement à la Ville de Montréal le béton requis pour les essais à raison de quatre cylindres pour chaque classe de béton employé et par journée de travail lorsque la coulée n'excède pas 150 m³.
3. Le directeur peut faire prélever d'autres cylindres, qui seront mûris sur le chantier, dans les mêmes conditions que la coulée, afin de vérifier si la cure du béton se fait de façon adéquate.
4. La détérioration superficielle du béton, après 56 cycles de gel-dégel, ne doit pas excéder 500g/m² durant l'essai de détermination de la résistance à l'écaillage du béton selon l'annexe A de la norme NQ-2621-900.

5. Si les documents contractuels spécifient l'utilisation du ciment de type 10SF, la perméabilité aux ions chlorures déterminée à 28 jours doit être inférieure à 1000 coulombs, conformément à la norme ASTM C1202.

Béton non conforme

1. Si les travaux de béton ne sont pas conformes aux exigences décrites plus haut, le directeur peut ordonner des essais supplémentaires ou des essais de chargement sur les parties de la charpente en cause, conformément aux normes du Code du bâtiment, le tout aux frais de l'entrepreneur et suivant les exigences du directeur.
2. Les travaux non conformes aux exigences du présent cahier des charges doivent être corrigés ou démolis et reconstruits selon les ordres du directeur et aux frais de l'entrepreneur.

Mortier de réparation de béton

a. Démolition et préparation de surfaces

1. Les parties en béton de la structure existante à démolir sont représentées schématiquement aux plans et devis et sont définies au chantier.
2. Lorsqu'un élément en béton doit être partiellement démoli, les travaux de démolition doivent être délimités par un trait de scie de 20 mm de profondeur, et ce, sur toutes les faces. Cependant, la profondeur du trait de scie est réduite au besoin pour éviter d'endommager l'acier d'armature existant.
3. Un béton sain est un béton sans délaminage et dont les constituants restent encore reliés entre eux sous l'impact d'un marteau de maçon. Le surveillant peut en tout temps limiter la démolition de béton non sain d'un élément; de même, l'entrepreneur doit s'attendre à démolir du béton sain afin d'atteindre les dimensions et formes minimales de démolition spécifiées aux plans et devis. L'entrepreneur doit noter que les plans ne montrent qu'une représentation schématique des zones à réparer. Les zones à réparer sont identifiées par le surveillant sur les lieux au moyen de peinture au moment des travaux. L'entrepreneur doit donc s'attendre à réparer des zones de grandes dimensions ainsi que des surfaces de petites dimensions selon les besoins. L'accès aux surfaces est fourni au surveillant par l'entrepreneur et les coûts doivent être intégrés au prix du bordereau.
4. L'entrepreneur doit prendre toutes les dispositions nécessaires pour s'assurer que le béton à conserver ne soit pas endommagé au cours des travaux de démolition.
5. Seuls les équipements suivants sont autorisés pour la démolition du béton.

b. Marteau pneumatique manuel d'au plus :

- 30 kg pour la démolition de dalles et murets sur toute la profondeur;
- 15 kg pour la démolition du béton au niveau des armatures;

- 7 kg pour la démolition du béton à l'arrière du niveau des armatures;
- 7 kg pour la démolition du béton durant la réparation d'éléments en précontrainte.

c. Scie à béton

1. Aucune sur-coupe n'est tolérée.
2. Le directeur peut en tout temps, limiter l'utilisation d'un équipement autorisé si des dommages sont constatés sur les parties à conserver.
3. Les surfaces de béton endommagées sont détectées et précisées en sondant à l'aide d'un marteau de géologue.
4. Les surfaces à réparer doivent avoir une forme carrée ou rectangulaire et excéder de 150 mm le pourtour de la surface endommagée
5. Les traits de scie ne doivent pas se croiser aux coins d'une réparation; la délimitation des coins est obtenue à l'aide d'un marteau pneumatique manuel. Les surfaces à réparer, situées à moins de 600 mm l'une de l'autre, doivent être intégrées dans une même surface, si indiqué par l'ingénieur.
6. La profondeur du trait de scie doit être diminuée au besoin pour éviter d'endommager les barres d'armatures.
7. Pour les réparations pleine épaisseur de dalle, démolir les parois du rapiéçage en angle. Tailler afin d'éviter les sections minces de béton.
8. Démolir le béton additionnel selon les indications de l'ingénieur afin d'assurer les longueurs suffisantes de raccordement de l'acier d'armature.
9. Pour les réparations à l'extrados, dégager les deux (2) rangs d'armatures supérieures dans les zones identifiées par l'ingénieur.
10. Lorsque les dommages à l'extrados et à l'intrados de la dalle se superposent, démolir la dalle sur la pleine épaisseur.
11. Démolir le béton jusqu'à la profondeur spécifiée aux plans et jusqu'au béton sain. L'entrepreneur doit noter que l'enlèvement du béton jusqu'aux profondeurs désignées implique la démolition de béton solide.
12. Localiser et déplacer les équipements à protéger encastrés dans la dalle et situés sous les dalles, tels les conduits électriques et les chambres électriques.
13. Installer des vérins d'étalement ajustables en acier sous la dalle à réparer à 2 mètres centre à centre ou selon les besoins avant de procéder aux travaux de démolition de béton. Les vérins doivent être conservés en place lorsque les réparations de béton affectent une surface importante du dessus des dalles. L'ingénieur peut exiger l'installation de vérins additionnels s'il juge qu'ils sont nécessaires. L'entrepreneur est responsable d'assurer l'étalement adéquat des parties de l'ouvrage qui ne sont pas démolies.

14. Dégager d'au moins 25 mm les armatures rouillées rendues apparentes par le délaminage ou l'éclatement du béton. Une attention particulière doit être apportée lorsqu'on dégage les barres d'armatures principales dans un élément de structure. On doit éviter de mettre en contact le marteau pneumatique et les barres d'armatures afin d'éviter la propagation des délaminages du béton.
15. Nettoyer les armatures dégagées à l'aide d'un jet d'abrasifs de façon à enlever toute la rouille.
16. Nettoyer la surface de béton à l'aide d'un jet d'eau haute pression (minimum de 8 000 psi avec 10 GPM) ou une combinaison de marteau écailleur et sablage au jet, afin d'enlever la poussière et toutes les particules de béton fissurées et mal assujetties au substrat, selon les exigences de l'ingénieur.

d. Nettoyage et mise en place d'acier d'armature

1. Nettoyer l'acier d'armature existant de toute trace de rouille en surface par brossage. La surface doit être exempte d'huile, de graisse et de saleté.
2. Appliquer un apprêt anticorrosif sur toute la surface de l'acier d'armature. Se conformer aux instructions et exigences du fabricant pour le nombre d'applications et les procédures d'application.
3. Lorsque l'acier est trop rouillé et qu'il y a une perte de section considérable, il faut remplacer l'acier en respectant les étapes suivantes :
 - a. Dégager l'acier corrodé pour atteindre l'acier en bon état.
 - b. Couper la barre.
 - c. Remplacer la barre en respectant les longueurs de chevauchement de la norme A23.3.
 - d. La nouvelle barre doit être fixée solidement à la barre existante afin d'empêcher tout mouvement au moment de la mise en place du mortier.

e. Application du mortier

1. Faire approuver la préparation des surfaces de réparation par l'ingénieur avant l'application du mortier.
2. Le béton prêt à recevoir le mortier doit être solide et sain, dépourvu de rouille, d'huile, graisse et laitance, poussières et toutes matières pouvant réduire l'adhérence du coulis de liaisonnement.
3. Les surfaces doivent présenter des profils rugueux spécifiés par le concepteur et selon les recommandations du fabricant.
4. Toutes irrégularités ou cavités doivent avoir été colmatées.
5. Bien nettoyer les surfaces.
6. Saturer la surface avec de l'eau (SSS).

7. Appliquer le coulis de liaisonnement, soit un coulis brossé du produit ou Planibond 3C selon l'indication au plan.
8. Mettre en place le mortier de réparation en suivant les prescriptions du fabricant pour la mise en œuvre, le nombre d'applications, l'épaisseur minimale et maximale des applications ainsi que la cure.
9. Rendre rugueuse l'interface entre chaque couche de mortier et appliquer une couche d'agent de liaisonnement avant de procéder à l'application de la couche de mortier suivante.
10. Nettoyer sans délai les surfaces adjacentes. Au fur et à mesure, enlever le surplus et les bavures de produits de réparation débordant sur les surfaces adjacentes.
11. Finir les surfaces du mortier qui ne seront pas recouvertes avec un fini s'apparentant à la surface du béton avoisinant.

Vérification des surfaces réparées

L'entrepreneur doit fournir au directeur l'accès aux surfaces réparées pour vérification. Après la cure et en présence de l'entrepreneur, le directeur vérifie à l'aide d'un marteau les surfaces réparées. Les surfaces qui produisent un son creux, signe d'une mauvaise adhérence, incluant une zone de 100 mm située sur le pourtour, doivent être démolies et réparées à nouveau, aux frais de l'entrepreneur.

Béton préfabriqué

Normes :

Le calcul des structures de béton préfabriqué doit être réalisé conformément aux exigences des versions les plus récentes des normes (ASTM, CSA, etc.) et des sections mentionnées ci-dessous (sans s'y limiter) :

- les mêmes spécifications que pour le « béton coulé en place » (voir la section « Normes » du « Béton coulé en place » du présent chapitre).

Les éléments préfabriqués en béton doivent être calculés pour résister aux contraintes de manutention et de vibrations dues à l'occupation et au vent, ainsi qu'aux sollicitations sismiques.

Ciment :

Les mêmes exigences que dans la section « Béton coulé en place » du présent chapitre s'appliquent.

Classe d'exposition :

La classe d'exposition des éléments de béton préfabriqué doit être conforme au Tableau 1 de la norme CSA-A23.3.

Résistance en compression :

Sauf indication contraire mentionnée aux plans et devis, les résistances minimales en compression (f'_c) suivantes sont requises pour une cure à vingt-huit (28) jours :

$f'_c = 32 \text{ MPa}$ → panneaux muraux

Air entraîné :

Les mêmes exigences que dans la section « Béton coulé en place » du présent chapitre s'appliquent.

Considérations de surface :

Les mêmes exigences que dans la section « Béton coulé en place » du présent chapitre s'appliquent.

Ajout cimentaire :

Les mêmes exigences que dans la section « Béton coulé en place » du présent chapitre s'appliquent.

Treillis métallique :

Les treillis métalliques à mailles soudées et le fil utilisé dans leur fabrication doivent répondre aux exigences de la norme IAAC.

Dessins d'atelier :

L'équipe de conception doit s'assurer que l'entrepreneur soumet les dessins d'atelier, ainsi que toutes les fiches techniques. Les mêmes exigences que dans la section « Dessins d'atelier » du présent chapitre s'appliquent.

Joints :

Les mêmes exigences que dans la section « Béton coulé en place » du présent chapitre s'appliquent.

Coffrage :

Les mêmes exigences que dans les sections « Béton coulé en place » et « Coffrage » du présent chapitre s'appliquent.

Tolérances admissibles :

Les tolérances admissibles des éléments préfabriqués en béton doivent répondre aux exigences de la norme CSA-A23.4.

Considérations de manutention :

Les ancrages, les supports, les liens et les plaques d'assises doivent être :

- calculés et installés adéquatement sans imposer de charge supplémentaire à aucune partie du bâtiment ni à d'autres éléments préfabriqués;
- conçus pour permettre l'ajustement au site, au moment de l'installation, du nivellement ou de l'alignement de chaque élément.

Pour toutes les connexions ou pièces de quincaillerie exposées, l'acier galvanisé à chaud ou l'acier inoxydable sont utilisés. Les connexions effectuées au chantier doivent être placées de manière à en faciliter l'entretien.

Contrôle de la qualité :

L'assurance qualité doit être effectuée en usine par un laboratoire indépendant aux frais de l'entrepreneur.

L'entrepreneur doit fournir à l'équipe de conception et à la Ville les rapports d'essais de contrôle de la qualité selon la norme CSA-A23.4.

Couleur :

La finition et la couleur des éléments préfabriqués doivent répondre aux exigences de la discipline architecture.

Inspection future :

Les ancrages ou les supports doivent être conçus de façon à faciliter leurs inspections visuelle et mécanique une fois les éléments de béton installés dans leur position finale.

Béton autoplaçant**Normes :**

L'utilisation et la manipulation du béton autoplaçant doivent être réalisées conformément aux exigences des versions les plus récentes des références mentionnées ci-dessous (sans s'y limiter) :

- les mêmes normes CSA que dans la section « Béton coulé en place » du présent chapitre;
- la norme 3101 du MTQ (Béton de ciment de masse volumique normale);
- les spécifications strictes du manufacturier des produits exigés aux plans et devis.

Caractéristiques :

À moins que les besoins spécifiques du projet n'exigent d'autres caractéristiques, l'équipe de conception doit respecter les critères minimaux ci-dessous :

- résistance en compression à 28 jours = 35 MPa;
- résistance en compression min. à 48 h = 10 MPa;
- masse minimale de ciment ternaire = 460 kg/m³;
- masse totale des ajouts cimentaires égale ou inférieure à 30 % de la masse totale du ciment Portland;
- rapport eau/liant = 0,35 à 0,40 (min. à max.);
- gros granulats (2,5 à 10 mm) → volume max. = 330 l/m³;
- teneur en air = 6 % à 9 %;
- étalement ± 50 mm = 675 mm;
- les tolérances sur les valeurs spécifiées d'étalement ne s'appliquent qu'aux fins de contrôle;
- écoulement max. = 5 s;
- rapport volumique sable/pâte = 0,6 à 0,8. Cette pâte est constituée de « liant » + « eau » + « air ».

Considérations de surface :

Les mêmes exigences que dans la section « Béton coulé en place » du présent chapitre s'appliquent.

Plans de coffrage :

L'équipe de conception doit s'assurer que l'entrepreneur soumet les plans de coffrage. Les renseignements listés ci-dessous doivent être mentionnés (sans s'y limiter) sur ces plans de coffrage :

- les mêmes renseignements que ceux mentionnés ci-haut à la section « Coffrage » du « Béton coulé en place » du présent chapitre;
- la pression hydrostatique;
- le renforcement des coffrages, le cas échéant.

Béton projeté

Normes :

L'utilisation et la manipulation du béton projeté doivent être réalisées conformément aux exigences des versions les plus récentes des références mentionnées ci-dessous (sans s'y limiter) :

- les mêmes normes CSA que dans la section « Béton coulé en place » du présent chapitre ;

- la norme 3101 du MTQ (Béton projeté par procédé sec et humide);
- les spécifications strictes du manufacturier des produits exigés aux plans et devis.

Plans de coffrage :

L'équipe de conception doit s'assurer que l'entrepreneur soumet les plans de coffrage. Les renseignements listés ci-dessous doivent être mentionnés (sans s'y limiter) sur ces plans de coffrage :

- les mêmes normes CSA que dans la section « Béton coulé en place » du présent chapitre;
- le renforcement des coffrages, le cas échéant;
- les critères de sélection du personnel technique (gunman), sans s'y limiter :
 - avoir le nombre requis d'heures de pratique;
 - avoir de l'expérience sur des projets similaires;
 - avoir une attestation de formation du Laboratoire de béton projeté de l'Université Laval.

5.4.3.3 Bois

Le calcul des structures en bois doit être réalisé conformément aux exigences des versions les plus récentes des normes CSA.

Tous les bois utilisés doivent être certifiés FSC. Toutes les charges de conception, les limites de flèche à respecter, les essences et les classes de bois à utiliser doivent être indiquées sur les plans.

Les degrés de résistance au feu (DRF), la performance acoustique et les critères d'apparence du bois exposé doivent être coordonnés avec la discipline architecture.

5.4.3.4 Aluminium

Le calcul des structures en aluminium doit être réalisé conformément aux exigences des versions les plus récentes des normes (ASTM, CSA, etc.).

Matériaux

1. Aluminium : nuance 6061, conforme à la norme ASTM-B221 (*Standard specification for aluminium and aluminium alloy* – Spécifications normatives des produits en aluminium et alliage en aluminium).
2. Boulons d'ancrage : conformes à la norme CSA-G40.20/G40.21, nuance 300W, sauf indication contraire. Les boulons doivent être filetés et pliés sur des barres rondes et lisses.
3. Boulons d'ancrage haute résistance : conformes aux normes ASTM A 193/A 193M et ASTM-F3125.

4. Boulons d'assemblage, écrous, rondelles : conformes à la norme ASTM-F3125.
5. Matériaux de soudage : conformes aux normes CSA W48 et CSA W59 et homologués par le Bureau canadien de soudage.

5.4.3.5 Injection de fissure dans le béton

Produit de colmatage des surfaces

Le colmatage de surface peut être réalisé avec un mortier à prise rapide ou une pâte époxydique. L'entrepreneur est responsable du choix du matériau de colmatage de surface.

Les produits de colmatage doivent être approuvés par l'ingénieur avant le début des travaux.

Injecteurs

Les injecteurs pour forages sont en matière plastique durable. Ces injecteurs sont munis d'un anti-retour et permettent les injections à haute pression.

Les injecteurs de surface sont en plastique en forme de T et se collent ou se clouent sur les fissures.

Matériaux d'injection

Selon le mode et le type d'action des matériaux proposés, les produits d'injection doivent assurer l'obturation des fissures. L'entrepreneur doit soumettre pour approbation les matériaux choisis, l'équipement utilisé et la méthode d'injection proposée.

Résine époxydique :

Pour les fissures instables en milieu sec, le matériel d'injection est une résine époxydique flexible à deux composantes 100 % solide et de très faible viscosité. Pour les fissures stables, le matériel d'injection est une résine époxydique semi-rigide ou rigide dont la viscosité choisie est en fonction de la largeur des fissures.

Caractéristique mécanique :

Pour toutes les résines, la résistance à la compression doit être supérieure à 50,0 MPa lorsque l'essai est réalisé selon la norme ASTM-D695 pour une adhérence au béton supérieure à 3,5 MPa ou causant la rupture dans le béton de support pour les bétons d'une classe de résistance de 35,0 MPa ou plus.

Polyuréthane :

Pour les fissures sèches ou humides, utiliser du polyuréthane non moussant à deux composantes hydrophobes. Pour les fissures en présence d'eau, utiliser du polyuréthane moussant.

Généralités

Le matériel d'injection ainsi que les conduites de circulation de la résine doivent être maintenus en tout temps dans un bon état de fonctionnement.

Les caractéristiques de l'équipement pour l'injection doivent répondre aux exigences des fabricants de produits chimiques utilisés. L'entrepreneur est le seul responsable de la compatibilité de la pompe d'injection avec les produits utilisés.

Au début des travaux, l'ingénieur délimite et détermine en présence de l'entrepreneur les fissures à injecter ainsi que le type de produit à utiliser (époxy ou polyuréthane).

Nettoyage des fissures

En fonction de la qualité du béton en surface, l'injection peut être effectuée après la cure du béton jusqu'au béton sain.

Avant le début des travaux, s'assurer que les fissures sont propres et exemptes d'huile, de graisse, de laitance ou autre contaminant pouvant nuire à l'adhésion ou à la performance des produits.

Un nettoyage à l'acide phosphorique suivi d'un rinçage à l'eau est requis pour les vieilles fissures de plus de trois ans (acide dilué biodégradable). Les fissures et leur surface immédiate sont nettoyées avec un jet d'air. Le nettoyage des fissures doit être réalisé avant les injections de résine.

Les travaux de nettoyage doivent, préalablement à l'injection, être approuvés par le surveillant de chantier.

Aucuns travaux d'injection ne doivent débuter sans la présence du surveillant. L'entrepreneur a la responsabilité d'aviser à l'avance le surveillant de chantier.

Préparation des trous d'injection

Selon la configuration géométrique des fissures à injecter, les trous d'injection sont positionnés soit le long de la fissure, soit forés en quinconce de part et d'autre de la fissure.

L'entrepreneur doit prévoir la quantité de trous nécessaires à l'injection de chaque fissure. L'espacement entre les points d'injection varie en fonction de l'ouverture de la fissure.

Les patrons d'injection doivent être approuvés par l'ingénieur.

Dans le cas des trous obliques à la fissure, l'inclinaison, la distance à la fissure et leur profondeur doivent être approuvées par l'ingénieur avant le début des travaux.

Dans le cas des trous inclinés, tous les trous d'injection doivent être bien nettoyés à l'aide d'un jet d'eau afin de retirer la poussière. Ce nettoyage doit être réalisé à la suite du forage du trou et avant la pose des ports d'injection.

Colmatage

Un colmatage de surface des fissures doit être réalisé préalablement à l'injection. Ce colmatage doit être effectué sur toute la longueur de la fissure. Pour les injecteurs de surface, s'assurer de bien recouvrir leur base.

Injection

Suivre les recommandations du manufacturier pour le malaxage, les équipements de malaxage et le temps de malaxage des résines. Tout l'équipement, l'outillage et les qualifications de la firme ou des opérateurs sont soumis à l'approbation de l'ingénieur avant le début des injections. Le représentant du manufacturier doit être présent pour une réunion préparatoire aux travaux et durant la première journée d'injection.

Journal

Un journal de tous les travaux d'injection doit être tenu. Une copie du journal est remise quotidiennement à l'ingénieur. Ce journal doit contenir toutes les données recueillies, telles que (sans s'y limiter) :

- le déroulement de l'injection;
- les composantes de l'injection et les quantités injectées;
- le mode d'injection;
- la pression d'injection;
- l'enregistrement des pressions et débits pendant l'injection;
- le matériel utilisé;
- le personnel affecté.

Nettoyage

Les injecteurs sont coupés au niveau de l'élément.

Le nettoyage des lèvres des fissures, du colmatage et des injecteurs de surface est réalisé par un décapage mécanique complété par un meulage grossier afin d'obtenir une texture de surface comparable au béton environnant.

5.4.4 Éléments de la charpente

a. Matériaux

1. Section laminée : conforme à la norme CSA-G40.21, 350W.
2. Section en acier tubulaire : conforme à la norme CSA-G40.21, 350W, classe C sauf indication contraire.

3. Profilé en C, cornières, plaques et accessoires : conformes à la norme CSA-G40.21, 300W.
4. Pontage métallique : conforme à la norme ASTM A653SS GRD 230 avec revêtement de zinc ZF 001 (AO1).

b. Façonnage

1. Les éléments en acier de construction doivent être façonnés conformément aux normes CAN/CSA-S16 et CAN/CSA-S136 et aux indications des dessins d'atelier approuvés.
2. La charpente d'acier peut être assemblée à l'atelier ou au chantier.
3. L'assemblage en atelier doit être exécuté à l'aide de boulons ou de soudure.
4. L'assemblage au chantier est boulonné (2 boulons minimum par assemblage), sauf indication contraire.
5. Les détails des assemblages avec boulons ainsi que la méthode de leur installation doivent être conformes aux exigences des normes de l'AISC « SPECIFICATIONS FOR STRUCTURAL JOINTS USING ASTM-F3125 BOLTS ».
6. Serrer les boulons à l'aide de clés calibrées ou selon la méthode du tour d'écrou.
7. Façonner les rallonges des membrures supérieures ou inférieures des poutrelles en acier aux endroits indiqués et suivant les prescriptions formulées.
8. Les membrures supérieures et inférieures des poutrelles doivent avoir une épaisseur de parois d'au moins 3,2 mm.

c. Peinture en atelier

Appliquer la couche d'apprêt, conforme au ICCA/AFPC 1-73a, sur des surfaces propres et sèches.

d. Généralité (Exécution)

Avant d'entreprendre le façonnage des éléments, vérifier les dimensions et l'état des ouvrages existants, puis aviser le directeur de tout écart dimensionnel ou éventuel problème de raccordement afin d'obtenir de nouvelles directives.

e. Montage

1. Avant le montage, les pièces et les membrures endommagées doivent être redressées ou remplacées le cas échéant, suivant les directives du directeur et à sa satisfaction.
2. L'assemblage au chantier doit être fait à l'aide de boulons; à moins qu'il en soit fait mention dans les documents de soumission, sur les dessins d'atelier visés ou d'une autorisation écrite du directeur, la soudure n'est pas permise au chantier.

3. Assembler la charpente, en tenant compte de tous les efforts auxquels elle pourrait être soumise pendant le montage (solllicitations dues au vent, entassement des matériaux de construction, poids et vibration de l'équipement, etc.). La charpente auxiliaire requise à ces fins demeure la responsabilité de l'entrepreneur.
4. Fournir les boulons d'ancrage et les gabarits nécessaires à leur installation.
5. Installer les plaques d'appui, aux niveaux requis, sur les assises en béton à l'aide de cales en acier, le tout prêt à recevoir le coulis de béton. À moins d'indications contraires, dissimuler les plaques d'appui et les boulons d'ancrage sous le plancher fini. Ne pas employer plus de deux (2) rondelles et plus d'une paire d'écrous sur chaque boulon d'ancrage. Fixer les écrous aux boulons d'ancrage par un point de soudure.
6. Serrer les boulons à l'aide de clés calibrées ou par la méthode de tour d'écrou.
7. Monter les poutrelles en acier et les entretoises conformément aux dessins d'atelier visés.

5.4.4.1 Structure du toit

Pour toute construction neuve, la structure du toit:

- doit être en adéquation avec les disciplines architecture et/ou transition écologique quant à l'implantation ou non d'un toit végétalisé. Dans l'affirmatif, la structure du toit doit alors être conçue pour résister aux charges permanentes, aux surcharges dues à ce nouveau toit végétalisé (voir la section « Toitures végétalisées » du chapitre 3 – Architecture);
- doit être conçue pour résister aux surcharges dues à la résilience hivernale;
- doit être coordonnée avec la discipline architecture pour prévoir un système antichute permanent permettant une protection adéquate du personnel responsable de l'entretien et de l'inspection du bâtiment (voir la section « Système antichute » du présent chapitre ainsi que la section « Prévention des chutes » du chapitre 3 – Architecture).

Pour les agrandissements, l'équipe de conception doit valider les charges dues aux accumulations d'eau et de neige sur les structures du projet ou sur toute autre structure susceptible d'être affectée par le projet, et procéder s'il y a lieu à leur renforcement.

5.4.4.2 Plancher aux étages

L'équipe de conception doit déterminer les charges applicables sur la structure du plancher et doit respecter les limites de flèche et de vibration conformément à la réglementation applicable. La conception des dalles de plancher doit être coordonnée avec la discipline architecture de manière à éliminer les ponts thermiques et prévoir des rupteurs thermiques si nécessaire.

5.4.4.3 Stationnements

La conception des ouvrages de stationnement doit être réalisée conformément aux exigences de la norme CAN/CSA-S413 et de la réglementation en vigueur. Les dalles de garage des casernes de pompier doivent non seulement être conçues selon les normes CSA mentionnées ci-haut, mais aussi pouvoir supporter les surcharges dues aux véhicules dont le poids est supérieur à 9 000 kg conformément à l'Annexe A du CNBC (voir la section « Charges vives » du présent chapitre).

Les ouvrages de stationnement doivent être conçus et protégés adéquatement contre la corrosion et les infiltrations à travers les planchers et les toits. Les systèmes de protection doivent être déterminés selon la catégorie d'exposition et être conformes aux exigences de la norme CAN/CSA-S413.

Les surfaces d'évacuation des eaux doivent avoir des pentes d'au moins 2 % vers le drain afin d'éloigner rapidement la pluie et l'eau chargée en sel de la structure. Il faut localiser les joints d'isolement et de dilatation aux points hauts afin de minimiser tout risque d'infiltration.

5.4.4.4 Dalle sur sol

La conception de la dalle sur sol doit correspondre à la norme CSA-A23.3. De plus, elle doit tenir compte des recommandations de l'étude géotechnique quant à l'infrastructure et au drainage intérieur sous dalle.

Les joints de contrôle doivent respecter les directives de la PCA et être indiqués sur les plans. Les dalles sur sol doivent être isolées adéquatement et ne comporter aucun pont thermique.

Les temps et les méthodes de cure du béton doivent être spécifiés de façon à éviter les microfissures et le retrait. Aucun durcisseur métallique ne doit être utilisé.

Dans l'optique de la transition écologique, l'équipe de conception doit effectuer une réflexion ou une étude sur l'opportunité d'utiliser des matières recyclées (poudre de verre, granulats recyclés, etc.) dans la composition des dalles sur sol.

5.4.4.5 Fondations

Afin de déterminer adéquatement le type de fondation (superficielle ou sur pieux) préconisé pour un bâtiment, il est requis d'avoir en mains l'étude géotechnique du sol. Un seul type de fondation doit être utilisé pour un même bâtiment, de manière à éviter les problématiques liées aux risques de tassements différentiels excessifs.

En se basant sur l'étude géotechnique, l'équipe de conception doit statuer sur la nécessité d'avoir un système de drainage de la nappe phréatique et définir tous les éléments pouvant causer l'assèchement du sol environnant. Si un assèchement des fonds d'excavation est requis pour la réalisation des travaux, l'équipe de conception doit s'assurer que toutes les dispositions soient mises en application.

Pour toute nouvelle construction de fondations adjacentes ou situées à proximité de fondations existantes, l'équipe de conception doit prévoir une évaluation des éléments existants avec un rapport écrit pour s'assurer que ces travaux n'entraînent pas de désordres structuraux (voir la section « Bâtiments hors sol et fondations » du présent chapitre).

Fondations superficielles

Toutes les fondations superficielles doivent être construites à l'abri des effets du cycle gel-dégel dans les sols. Les assises des fondations doivent notamment être conçues conformément aux recommandations du rapport d'étude géotechnique.

Fondations sur pieux

Utiliser les divers matériaux indiqués aux prescriptions spéciales. Ces matériaux doivent être conformes aux exigences de performance pour les fins auxquelles on les destine.

La conception des pieux doit être réalisée en conformité avec les critères, exigences et recommandations formulés au rapport d'étude géotechnique spécifique du bâtiment visé.

L'équipe de conception doit s'assurer que les travaux répondent aux exigences de ses plans et qu'une vérification de la localisation des pieux est effectuée. L'équipe de conception doit s'assurer qu'une protection des éléments de repère (nivellement, tracé, borne d'arpentage et géodésique) soit mise en place afin qu'ils ne soient pas endommagés.

L'équipe de conception doit s'assurer que ses plans et devis pour les pieux forés soient cohérents avec la section « Stabilité souterraine » du présent chapitre. De plus, les travaux de forage et de battage doivent être enregistrés à l'aide de sismographes.

À moins d'avis contraire stipulé dans l'étude géotechnique, l'équipe de conception doit concevoir les fondations profondes à l'aide de pieux forés avec des tubes en acier remplis de béton avec emboîture forcée dans le roc.

Les tubes de battage en acier doivent être sans couture ni soudure hélicoïdale.

L'équipe de conception doit s'assurer de fournir toutes les spécifications nécessaires dans le devis technique.

5.4.4.6 Nettoyage

Effectuer les travaux de nettoyage et trier les déchets en vue de leur réutilisation et de leur recyclage conformément au Chapitre 2.



Chapitre 6

Mécanique du bâtiment

Chapitre 6

6. Mécanique du bâtiment	230
6.1 Généralités mécaniques.....	230
6.1.1 Respect des exigences du propriétaire	230
6.1.1.1 Utilisation d'une innovation – conditions à respecter.....	230
6.1.2 Objectifs de conception.....	231
6.1.3 Critères de conception et de performance.....	231
6.1.3.1 Codes et règlements.....	231
6.1.3.2 Conditions intérieures à maintenir	232
6.1.3.3 Conditions extérieures de conception à respecter.....	233
6.1.3.4 Exigences obligatoires et crédits LEED prioritaires.....	233
6.1.3.5 Bâtiment existant (agrandissement ou rénovation).....	233
6.1.3.6 Économie d'énergie.....	234
6.1.3.7 Documents/échantillons à soumettre pour approbation/information	235
6.1.3.8 Documents/éléments à remettre à l'achèvement des travaux	237
6.1.3.9 Exigences générales concernant les produits	237
6.1.3.10 Exigences relatives à la pose de la tuyauterie des installations de CVCA...	238
6.1.3.11 Généralités.....	239
6.1.3.12 Réseaux mécaniques.....	245
6.1.3.13 Équipements.....	245
6.1.3.14 Accessoires.....	247
6.2 Plomberie	248
6.2.1 Critères de conception et de performance.....	248
6.2.1.1 Généralités.....	248
6.2.1.2 Réseaux de plomberie	249
6.2.1.3 Équipements.....	249
6.2.1.4 Accessoires.....	250
6.3 Chauffage et refroidissement.....	250
6.3.1 Critères de conception et de performance.....	250
6.3.1.1 Généralités.....	250
6.3.1.2 Charges de chauffage et de refroidissement du bâtiment	252
6.3.1.3 Systèmes hydroniques	252
6.3.1.4 Puits géothermiques.....	252
6.3.1.5 Réseaux hydroniques de chauffage et de refroidissement.....	253
6.3.1.6 Équipements.....	254
6.3.1.7 Accessoires	256

6.4 Ventilation et climatisation	257
6.4.1 Critères de conception et de performance.....	257
6.4.1.1 Ventilation minimale d'un local	257
6.4.1.2 Enjeux de pression.....	257
6.4.1.3 Protection contre le gel.....	258
6.4.1.4 Disposition des entrées et sorties d'air extérieur.....	258
6.4.1.5 Conduits étanches à l'eau	258
6.4.1.6 Essai sous pression des réseaux aérauliques	258
6.4.1.7 Humidification.....	260
6.4.1.8 Déshumidification.....	260
6.4.1.9 Insonorisation	260
6.4.1.10 Modification de systèmes CVCA existants	260
6.4.1.11 Choix du type de système CVCA.....	260
6.4.1.12 Systèmes de CVCA.....	261
6.4.1.13 Exigences générales concernant les moteurs d'appareils de CVCA	262
6.4.1.14 Ventilation naturelle.....	262
6.4.1.15 Locaux – Exigences particulières.....	263
6.4.1.16 Mise à la terre.....	263
6.4.1.17 Mise en marche	263
6.4.1.18 Nettoyage des conduits d'air d'installations de CVCA	264
6.4.1.19 Résultats des travaux de CVCA.....	264
6.4.1.20 Réseaux aérauliques	264
6.4.1.21 Équipements	269
6.4.1.22 Accessoires.....	277
6.5 Régulation	287
6.5.1 Généralités	287
6.5.1.1 Codes et règlements.....	288
6.5.2 Critères de conception et de performance.....	288
6.5.3 Réseau de régulation.....	291
6.5.3.1 Salles mécaniques.....	291
6.5.3.2 Entraînements à vitesse variable.....	291
6.5.3.3 Sondes de température de pièce.....	292
6.5.3.4 Chaudières.....	292
6.5.3.5 Thermopompes eau-eau	293
6.5.3.6 Unités centrales de traitement d'air ou réseaux hydroniques.....	294
6.5.3.7 Éclairage	294
6.5.3.8 Piscines.....	295
6.5.3.9 Géothermie	295
6.5.3.10 Génératrices	295

6.5.4 Séquences d'opération	296
6.5.4.1 Généralités	296
6.5.4.2 Éléments à inclure dans les séquences d'opération	296
6.5.4.3 Séquences de démarrage	297
6.5.4.4 Séquences de délestage	297
6.5.4.5 Portes de garage	299
6.5.4.6 Séquences de gestion de la saison	300
6.5.5 Appareils de régulation	300
6.6 Calorifugeage	300
6.6.1 Critères de conception et de performance.....	300
6.6.1.1 Précisions de l'équipe de conception	300
6.6.1.2 Qualification de la main-d'œuvre.....	301
6.6.1.3 Coordination.....	301
6.6.1.4 Travaux correctifs ou reprises de travaux par d'autres.....	301
6.6.1.5 Examen des documents contractuels révisés et des lieux relativement aux opérations de calorifugeage.....	301
6.6.1.6 Début des travaux de calorifugeage	302
6.6.1.7 Caractéristiques de combustion superficielle.....	303
6.6.1.8 Matériaux calorifuges	303
6.6.1.9 Chemises.....	303
6.6.1.10 Pose	304
6.6.1.11 Exigences minimales du calorifuge	305
6.7 Équilibrage.....	306
6.7.1 Critères de conception et de performance	306
6.7.1.1 Objectifs, critères et instructions d'équilibrage	306
6.7.1.2 Qualification du personnel chargé des opérations d'ERE	306
6.7.1.3 Coordination.....	306
6.7.1.4 Travaux correctifs ou reprises de travaux par d'autres	306
6.7.1.5 Examen des documents contractuels révisés et des lieux relativement aux opérations d'ERE	307
6.7.1.6 Début des opérations d'ERE	307
6.7.1.7 Tolérance de réglage.....	309
6.7.1.8 Tolérance de précision	309
6.7.1.9 Instruments de mesure.....	309
6.7.1.10 Rapport préliminaire d'ERE.....	310
6.7.1.11 Rapport d'ERE	310
6.7.1.12 Contrôle.....	311
6.7.1.13 Réglages	311
6.7.1.14 Achèvement des opération d'ERE.....	311
6.7.1.15 Opération d'ERE à effectuer après emménagement.....	311

Annexe 6.1 – Gestion des points de consigne de température de pièce et d’eau	312
1.1 Portée	312
Annexe 6.2 – Moteurs électriques.....	317
1.1 Définitions.....	317
1.2 Généralités	317
Annexe 6.3 – Régulation – Prescriptions générales.....	320
1.1 Généralités.....	320
1.1.1 Documents et échantillons à soumettre	320
1.1.2 Définitions.....	322
1.1.3 Gestion et élimination des déchets	323
1.1.4 Livraison, entreposage et manutention.....	323
1.1.5 Nettoyage.....	324
1.1.6 Vérification des équipements existants	324
1.1.7 Garantie	324
1.1.8 Prérequis au dépôt (par l’entrepreneur) de la demande de réception provisoire	325
1.1.9 Requis pour la phase post-construction (occupation et opération).....	325
1.1.10 Prérequis au dépôt (par l’entrepreneur) de la demande de réception définitive....	326
1.1.11 Fini des appareils.....	326
1.1.12 Conception, fourniture, installation, mise en opération et essai	326
1.1.13 Inspection et essais.....	326
1.1.14 Vérification et formation.....	327
1.2 Exécution.....	329
1.2.1 Généralités.....	329
1.2.2 Graphiques interactifs du système de CNP.....	332
1.2.3 Portée des travaux de base	334
1.2.4 Contenu du système de régulation automatique.....	337
1.2.5 Contenu de l’armoire	339
1.2.6 Programmation	341
1.2.7 Programmation du compteur d’énergie électrique	342
1.2.8 Principes à respecter, alarmes, avertissements, tendances, points virtuels et consommations énergétiques :.....	342
1.2.9 Standard pour la nomenclature des points.....	350
Annexe 6.4 - Régulation – Contrôleurs numériques de bâtiment et centralisation.....	369
1.1 Contrôleurs numériques de bâtiments	369
1.1.1 Généralités	369

1.1.2 Description.....	371
1.1.3 Fonctionnalité.....	372
1.2 Contrôleurs numériques de bâtiments – (produits).....	373
1.2.1 Gestionnaire de réseau (GR).....	373
1.2.2 Contrôleur hybride (CNP-GR).....	375
1.2.3 Contrôleur local d'application avancé (CNP-A)	378
1.2.4 Contrôleur d'application spécifique (CNP-S)	380
1.2.5 Système d'opération et logiciels des contrôleurs numériques.....	382
1.2.6 Produits acceptés	389
1.2.7 Uniformisation des systèmes de contrôle dans un ouvrage	389
1.2.8 Réseau existant de CNP – Johnson ou Delta ou Distech	390
1.2.9 Nouveau réseau de contrôleurs numériques programmables (CNP)	391
1.2.10 Critères d'équivalence.....	391
1.3 Système de centralisation.....	394
1.3.1 Description du système de communication.....	394
1.3.2 Architecture de réseau primaire et secondaire	394
1.3.3 Réseau de transmission de données primaire Ethernet TCP/IP.....	396
1.3.4 Raccordement au réseau TCP/IP Ville	397
1.3.5 Réseau de centralisation BACnet TCP/IP Ville de Montréal.....	400
1.3.6 Réseau de centralisation BACnet TCP/IP de Montréal, FIG. 1.....	401
1.3.7 Installation dans un bâtiment où il existe un réseau, TCP/IP de Montréal, FIG. 2	402
1.3.8 Dans un bâtiment où il n'existe pas de réseau TCP/IP de Montréal, FIG. 3	403
Annexe 6.5 – Régulation - Dessins typiques en contrôle des systèmes CVC	404
Annexe 6.6 – Régulation - Appareils de régulation	412
1.1 Régulation - appareils de régulation	412
1.1.1 Alimentation à découpage (« switching power supply »)	412
1.1.2 Armoire	413
1.1.3 Bague d'identification sur conducteur	413
1.1.4 Boîte de sorties, de tirage et d'épissures	413
1.1.5 Boîtier de contrôle secondaire	414
1.1.6 Boîtier de contrôle pour les contrôleurs terminaux et locaux (contrôle de pièce)	414
1.1.7 Borniers, cavalier et rail	414
1.1.8 Câble (<50 volts)	415
1.1.9 Câble (≥50 volts)	416

1.1.10	Capteur d'humidité, ou combiné humidité/température – conduit (gaine de ventilation)	416
1.1.11	Capteur d'humidité et température extérieures	417
1.1.12	Conduit	417
1.1.13	Témoin de débit à palette – (liquide)	419
1.1.14	Témoin de débit électronique – (liquide, gaz, saumure, glycol)	419
1.1.15	Interface homme-machine de type-écran tactile (HMI)	420
1.1.16	Détecteur de niveau en un point	420
1.1.16.1	Gyrophare/Criard	420
1.1.17	Transmetteur de niveau pour les piscines	421
1.1.18	Moniteur de gaz CO	421
1.1.19	Transmetteur de conduit ou de pièce – CO2	422
1.1.20	Protection contre le survoltage	422
1.1.21	Puits thermométrique	422
1.1.22	Interrupteur de niveau à flotteur	422
1.1.23	Transmetteur de courant	423
1.1.24	Relai enfichable	423
1.1.25	Relai électronique (SSR)	424
1.1.26	Thermostats électriques de détection de basse ou haute température	424
1.1.27	Servomoteur électrique pour registres de ventilation	426
1.1.28	Sonde de pression différentielle (SPD)	427
1.1.29	Sonde de température – caractéristiques générales.....	428
1.1.30	Sonde de température à insertion dans un conduit d'air	428
1.1.31	Sonde de température de mélange – conduits de grandes dimensions – air	428
1.1.32	Sonde de température de pièce	429
1.1.33	Sonde de température – immersion pour réseaux hydrauliques	430
1.1.34	Sonde de température - submersible	430
1.1.35	Transformateur	430
1.1.36	Transmetteur de CO2 dans conduit	430
1.1.37	Transmetteur de CO2 de pièce	431
1.1.38	Transmetteur de pression différentielle	431
1.1.39	Transmetteur de pression différentielle ou statique – air	431
1.1.40	Transmetteur de pression statique – eau chaude de chauffage	432
1.1.41	Transmetteur de pression statique – eau chaude glycolée de chauffage	432
1.1.42	Transmetteur de pression différentielle – eau de chauffage - eau glacée et eau glycolée	433

1.1.43	Transmetteurs de pression - vapeur.....	433
1.1.44	Vanne motorisée d'amenée d'eau domestique	434
1.1.45	Vannes motorisées pour les systèmes et les réseaux hydrauliques	435
1.1.46	Vanne motorisée d'isolation de conduits de gaz naturel.....	438
1.1.47	SVA – Sonde de lecture de vitesse d'air	438
1.1.48	Batterie 14 A.H.	439
1.1.49	Interrupteur de fin de course	439
1.1.50	Transmetteur de température et d'humidité combiné mural.....	440
1.1.51	Compteur d'énergie électrique.....	440
1.1.52	Débitmètre à vortex pour la vapeur	441
1.1.53	Débitmètre magnétique.....	442
1.1.54	BTU-Mètre	443
1.1.55	Station de mesurage de la consommation de gaz naturel.....	443
1.1.56	Compteur d'eau froide.....	444
1.1.57	Unité d'alimentation statique sans coupure (UPS).....	445

6. Mécanique du bâtiment

6.1 Généralités mécaniques

6.1.1 Respect des exigences du propriétaire

1. Le présent chapitre énonce les exigences minimales du propriétaire concernant les installations mécaniques, en matière d'objectifs et de critères de conception, de performance, de systèmes, d'équipements, d'exploitation, d'entretien, etc.
2. Veuillez-vous référer également à la section Introduction du Chapitre 1.

6.1.1.1 Utilisation d'une innovation – conditions à respecter

1. L'utilisation d'un système, d'un équipement, d'un accessoire, d'une méthode ou d'un dispositif innovant est autorisée pourvu que les conditions suivantes soient remplies :
 1. Les exigences du propriétaire sont respectées.
 2. Cette innovation a déjà été installée et éprouvée au Québec. Une liste des installations existantes doit être transmise à la Ville sur demande. Quelques installations doivent pouvoir être visitées à la demande de la Ville.
 3. L'existence de plusieurs produits équivalents. Il est à noter que l'entièreté des documents de soumission doit permettre des équivalences. S'il n'existe qu'un seul autre produit équivalent, une demande de dérogation écrite doit être faite par l'équipe de conception à la Ville, et une acceptation écrite par la Ville est requise. La période de soumission des projets ne doit pas être retardée par une non-équivalence dans les documents de soumission.
 4. L'entretien est équivalent en fréquence et en simplicité ou ses avantages surpassent la demande supplémentaire en maintenance. Dans le dernier cas, les impacts sur l'entretien doivent être évalués et comparés par l'équipe de conception en vue de sa présentation à l'équipe technique et d'entretien de la Ville et de sa possible autorisation.
 5. Toute documentation technique relative à une solution innovante doit être disponible. La Ville peut demander à tout moment que cette documentation lui soit transmise pour consultation. Elle doit être concise et commentée par l'équipe de conception pour en faciliter la compréhension. La présentation d'une quantité volumineuse d'informations à parcourir pour trouver les éléments pertinents sera refusée.

6.1.2 Objectifs de conception

1. Les exigences liées à la mécanique du bâtiment servent à orienter l'élaboration du projet et à statuer sur les critères de conception à atteindre. Ce contenu technique représente ainsi les préférences de la Ville en matière de conception. En aucun cas, ces exigences ne peuvent se substituer aux exigences déjà prescrites dans les lois, règlements, codes et normes. Il incombe à l'équipe de conception de respecter les exigences et recommandations des lois, règlements, codes et normes en vigueur applicables à la conception en mécanique.
2. L'équipe de conception doit prendre connaissance de l'ensemble des exigences connexes et des particularités indiquées dans les chapitres du présent Cahier des exigences du propriétaire (CEP), de même que des documents auxquels elles font référence, et de les respecter.
3. Bien que l'ensemble des exigences du CEP doive être respecté, une attention particulière doit être portée aux exigences indiquées dans les chapitres 1 et 9.
4. Ne pas prévoir utiliser un produit, une technologie ou un système susceptible de rendre le propriétaire captif ou dépendant d'un seul fabricant, notamment pour ce qui a trait aux pièces de rechange, à la main-d'œuvre et à l'obligation de remplacer un équipement ou un ensemble d'équipements chez le fabricant d'origine.
5. Les équipements principaux et terminaux ne doivent pas obligatoirement provenir d'un même fabricant, pourvu que la compatibilité et l'interopérabilité soient assurées entre les diverses composantes.
6. Hormis les installations de régulation, chaque composante doit pouvoir être remplacée par une composante équivalente de différents fabricants (ex. : refroidisseur, condenseur, équipement géothermique ou aérothermique, chaudière, unité terminale de chauffage ou de refroidissement, ventilo-convecteur, etc.). De ce fait, des équivalents doivent être disponibles pour toute composante mécanique.
7. Porter une attention particulière au choix d'équipements et aux séquences d'opération pour limiter au minimum tout combat chaud-froid, particulièrement dans un local donné où des équipements peuvent être dans un mode différent (chauffage ou refroidissement) selon la demande locale.
8. Privilégier un système dont les interventions d'entretien et d'exploitation sont simples, peu coûteuses et peu fréquentes.

6.1.3 Critères de conception et de performance

6.1.3.1 Codes et règlements

1. Aviser la Ville, par écrit, de toute contradiction, entre les présentes exigences et les codes et règlements en vigueur, en précisant les articles des codes et règlements concernés ainsi que les articles des exigences du propriétaire.

2. Sans s'y limiter, respecter les codes, normes et règlements suivants :
 1. le Code de construction du Québec;
 2. le chapitre 1.1 « Efficacité énergétique du bâtiment » du Code de construction du Québec;
 3. les normes et standards de l'ASHRAE, selon les exigences du Code de construction du Québec, notamment l'ASHRAE 62.1;
 4. les standards de la SMACNA;
 5. « *Industrial Ventilation* » de la ACGIH;
 6. CAN/CSA B139, Code d'installation des appareils de combustion au mazout;
 7. CAN/CSA B149.1, Code d'installation du gaz naturel et du propane;
 8. M-6, r. 1, Règlement sur les mécaniciens de fixes;
 9. S-2.1, r. 13, Règlement sur la santé et la sécurité du travail;
 10. Code sur les chaudières, les appareils et les tuyauteries sous pression (CSA B51);
 11. Code de réfrigération mécanique (CSA B52);
 12. Conception et installation des systèmes d'énergie du sol (CSA-448);
 13. Code d'installation des chaudières, des appareils et de la tuyauterie sous pression (Norme BNQ 3650-900);
 14. Règlement sur la mesure de la consommation de l'eau dans les immeubles utilisés ou destinés à être utilisés en partie ou en totalité à des fins non résidentielles (RCG 07-031);
 15. Règlement sur les halocarbures (chapitre Q-2, r. 29);
 16. Règlement sur les matières dangereuses (chapitre Q-2, r. 32).
3. Appliquer les valeurs définies par la norme ASHRAE 62.1 pour le calcul d'air neuf et des débits d'évacuation pour les différentes fonctions du bâtiment lorsqu'applicable. Il n'est pas requis d'utiliser les débits du Règlement sur la santé et la sécurité du travail puisque la CNESST considère que d'appliquer les valeurs d'ASHRAE 62.1 rend l'installation conforme au règlement.
4. La procédure considérant la qualité de l'air intérieur (IAQ procédure) de l'ASHRAE 62.1 ne doit pas être utilisée pour déterminer la quantité d'air extérieur et d'air évacué requise.
5. ASHRAE 62.1 : La version de l'ASHRAE utilisée doit être au minimum celle de 2016, voire plus récente, selon les codes en vigueur ou les exigences du projet (ex. : LEED V-4).

6.1.3.2 Conditions intérieures à maintenir

1. Se référer à l'Annexe 6.1 Gestion des points de consigne de température et d'eau pour connaître les conditions intérieures à maintenir dans les bâtiments municipaux.
2. À l'exception des piscines, musées, archives et arénas, ne pas prévoir de déshumidification pour maintenir un taux d'humidité.

6.1.3.3 Conditions extérieures de conception à respecter

1. Respecter les températures de calcul indiquées dans le Code de construction du Québec. Pour la température à respecter en hiver, l'équipe de conception doit se baser sur la probabilité à 2,5%.

6.1.3.4 Exigences obligatoires et crédits LEED prioritaires

En accord avec l'orientation stratégique d'accélérer la transition écologique et en concordance avec la Politique de transition écologique et de développement durable des immeubles municipaux de la Ville de Montréal, l'équipe de conception doit se familiariser avec la liste des exigences obligatoires en développement durable (Chapitre 1–1.3.8) et celle des crédits LEED prioritaires (Chapitre 1–1.3.9) au chapitre 1 – Exigences générales.

Ces listes indiquent les actions obligatoires et les crédits LEED à privilégier en fonction des priorités municipales, ainsi que les crédits proscrits ou non souhaités.

La liste des exigences obligatoires en développement durable décrit les performances à mettre en place au moment du démarrage du projet. Ces objectifs doivent être accomplis par l'équipe lauréate pour tous les projets de construction et rénovations, peu importe leurs superficies.

Les crédits LEED prioritaires s'appliquent à tous les projets de 500 m² et plus pour lesquels une certification LEED à jour est exigée. Dans le cas d'un projet inférieur à 500 m², l'équipe lauréate doit quand même mettre en place, exécuter et documenter le plus de crédits LEED prioritaires possible. La documentation pour ces projets de 500 m² et moins est soumise au gestionnaire de projet.

6.1.3.5 Bâtiment existant (agrandissement ou rénovation)

1. Lorsqu'un système, réseau, équipement existant (plomberie, chauffage, refroidissement, ventilation, etc.) est modifié, respecter tous les codes, normes et règlements en vigueur (dimensionnement, air extérieur, etc.). Les capacités des équipements et des réseaux existants doivent être évaluées pour confirmer la possibilité de les réutiliser et d'effectuer d'éventuelles modifications.
2. Sauf indications contraires, évaluer la possibilité d'adapter les installations existantes afin de limiter les coûts des travaux, en considérant leur état et leur vie utile résiduelle (au moins 10 ans pour les composantes principales). Les raisons pour lesquelles les équipements existants sont conservés ou démantelés doivent être précisées.
3. Les travaux de modification ou de réaménagement ne doivent avoir aucun impact sur les installations et secteurs existants non affectés par les travaux. Des lectures de débit, notamment, sont nécessaires pour s'en assurer. Il faut, au minimum, procéder au mesurage, avant le début des travaux, des débits d'eau et d'air des équipements et réseaux affectés par les travaux et alimentant des secteurs en dehors des limites des travaux, le tout par l'entremise de rapports d'équilibrage.

4. Lorsque des secteurs du bâtiment demeurent occupés durant des travaux d'agrandissement ou de rénovation, toutes les dispositions nécessaires doivent être prises pour minimiser les inconvénients causés aux usagers.
5. Démanteler toutes les composantes mécaniques non réutilisées, y compris les équipements, réseaux, accessoires, supports, conduits de ventilation, tuyauteries, conduits et fileries électriques, conduits et fileries de contrôle, points de contrôle non réutilisés dans les panneaux existants de régulation, panneaux de contrôle, etc., le tout en conformité avec les normes environnementales.

6.1.3.6 Économie d'énergie

1. Se référer au chapitre 9 – Énergie et émissions de gaz à effet de serre.
2. Les mesures d'efficacité énergétique retenues ou proposées par l'équipe de conception doivent avoir un retour sur investissement démontré (PRI, analyse du coût global, etc.).
3. Installer les dispositifs nécessaires (sonde de température, lecteur de débit centralisé, lecteur d'ampérage, etc.) pour permettre d'évaluer la consommation d'énergie (kWh, \$) des principaux équipements (chaudière, échangeur, refroidisseur, serpentins, centrale d'air, etc.) consommateurs d'énergie et des installations principales (équipement de récupération, roue thermique, thermopompe, etc.) faisant réaliser des économies d'énergie. Les dispositifs doivent être représentés sur les schémas de régulation et les séquences d'opération doivent indiquer les données de consommation à centraliser. Le système de gestion du bâtiment (SGB) doit fournir les données de consommation d'énergie pour la dernière journée, la dernière semaine, le dernier mois, la dernière année et un intervalle de temps dans les deux dernières années.
4. Pour toutes les nouvelles constructions et rénovations majeures, et dans le cas de tout remplacement de réseaux de chauffage ou de refroidissement, l'évaluation de la géothermie doit être considérée. Une analyse du coût global doit être effectuée pour comparer l'utilisation de la géothermie à d'autres solutions.
5. Les principales options à considérer sont les suivantes :
 1. équipements à plus haut rendement (ex. : chaudières, unités de récupération);
 2. géothermie;
 3. aérothermie;
 4. thermopompe;
 5. accumulateur thermique;
 6. réseau de chauffage à basse température;
 7. récupérateur à cassette;
 8. roue (ex. : thermique, enthalpique);

9. caloduc (« *Heat pipe* »);
10. récupération de chaleur sur tuyau (« *Power Pipe* »);
11. variateur de fréquence;
12. régulation du débit d'air extérieur en fonction du niveau d'occupation;
13. variation de température en période inoccupée;
14. optimisations des séquences de régulation;
15. évaluation de la pertinence d'avoir recours à une roue dessiccante dans un système de récupération d'énergie;
16. limitation de l'opération d'un système de CVCA en fonction de l'alarme intrusion;
17. limitation de l'opération d'un système de CVCA en fonction de la détection de présence;
18. limitation de l'appel de puissance;
19. participation au programme Gestion de la demande de puissance (GDP);
20. toute autre mesure jugée applicable par l'équipe de conception.

6.1.3.6.1 Systèmes dédiés d'alimentation d'air extérieur (constant ou variable)

1. Compte tenu de l'existence d'équipements de récupération d'énergie de plus en plus performants pour l'admission d'air extérieur, une analyse est requise pour statuer entre une admission d'air extérieur à débit variable ou à débit constant.
2. Les différents éléments (sonde de CO₂, boîte à débit variable, variateur de fréquence, lecteur de débit, etc.) permettant le fonctionnement du débit variable doivent être bien identifiés.

6.1.3.7 Documents/échantillons à soumettre pour approbation/information

1. Adapter au projet les articles concernant les Documents/échantillons à soumettre pour approbation/information de la section 23 05 00 – Exigences générales concernant les résultats des travaux de CVCA en tenant compte des exigences particulières de la Ville sous cet article.

6.1.3.7.1 Échantillons

1. Préciser à l'entrepreneur qu'il doit fournir gratuitement, sur demande et pour approbation, tout échantillon.

6.1.3.7.2 Dessins d'atelier ou fiches techniques

1. Les dessins d'atelier ou les fiches techniques doivent indiquer les caractéristiques des produits, les détails de fabrication, les critères de performance, les dimensions, les limites et la finition ainsi que, lorsque requis, les instructions et la documentation du fabricant, incluant notamment les méthodes d'installation et leurs recommandations.

2. L'équipe de conception doit approuver le dessin d'atelier ou la fiche technique d'un produit si et seulement si toutes ses caractéristiques y sont indiquées, toutes les options sont déterminées ou pointées par le représentant technique du produit et toutes les informations (matériaux, voltages, finitions, portes d'accès (disposition et ouverture sans obstacle), etc.) sont en tout point conformes aux exigences contractuelles ainsi qu'au lieu d'installation.
3. L'équipe de conception a la responsabilité de procéder à des vérifications des produits livrés et installés au chantier afin de s'assurer que ceux-ci sont conformes aux dessins d'atelier approuvés.

6.1.3.7.3 Dessins de détails des éléments de support et de suspension

1. Préciser à l'entrepreneur qu'il doit soumettre les tableaux et les dessins donnant tous les détails des éléments de support et de suspension incluant les boulons d'ancrage pour approbation par l'équipe de conception.
2. L'usage de feuillets perforés n'est pas permis.

6.1.3.7.4 Dessins d'installation, d'exécution ou de fabrication

6.1.3.7.4.1 Dessins d'installation des réseaux aérauliques – Preuve de coordination

1. Les dessins d'installation des réseaux aérauliques projetés sont réalisés à l'échelle 1 :50.
2. L'entrepreneur est responsable de coordonner ceux-ci avec ceux des autres disciplines et d'y apporter des révisions au besoin. L'entrepreneur ainsi que chaque représentant de chacune des disciplines doivent signer la copie finale des dessins d'installation des réseaux aérauliques confirmant leur coordination.

6.1.3.7.4.2 Dessins d'exécution

1. Les dessins d'exécution sont les dessins réalisés et révisés par l'entrepreneur, en cours de construction, en vue de soumettre ultimement tous les dessins d'après exécution complétés (définitifs) à la fin des opérations d'essai, réglage et équilibrage (ERE).

6.1.3.7.4.3 Dessins de fabrication des conduits d'air métalliques – Précisions et classes d'étanchéité

1. Préciser à l'entrepreneur qu'il doit soumettre, pour approbation, en plus des fiches techniques et des dessins d'atelier, les dessins de fabrication des conduits d'air métalliques en y précisant, entre autres, les matériaux, les accessoires, les dimensions, les types de joints ainsi que la méthode de scellement.
2. Une classe d'étanchéité B minimum est exigée pour tous les conduits d'air métalliques neufs installés.
3. Classe B : joints longitudinaux, joints transversaux et raccords scellés au moyen d'un produit d'étanchéité, d'un ruban d'étanchéité ou d'une combinaison de ces éléments.

6.1.3.7.5 Dessins d'après exécution

1. Les dessins d'après exécution sont soumis à l'équipe de conception aux fins d'approbation. Au besoin, des corrections sont apportées selon les directives de l'équipe technique de conception et de la Ville, le tout jusqu'à pleine satisfaction des deux équipes techniques.
2. Chaque dessin émis est identifié dans le coin inférieur droit, en lettres d'au moins 12 mm (½ po) de hauteur, comme suit : «DESSIN D'APRÈS EXÉCUTION : LE PRÉSENT DESSIN A ÉTÉ REVU ET IL MONTRE LES SYSTÈMES/APPAREILS MÉCANIQUES TELS QU'ILS SONT EFFECTIVEMENT INSTALLÉS».
3. Chaque dessin d'après exécution complété est signé, daté et estampé par le responsable de la firme émettrice.

6.1.3.8 Documents/éléments à remettre à l'achèvement des travaux

1. Adapter au projet les articles concernant les Documents/éléments à remettre à l'achèvement des travaux de la section 23 05 00 – Exigences générales concernant les résultats des travaux de CVCA en tenant compte des exigences particulières de la Ville sous cet article.
2. Les copies reproductibles sont intégrées dans les manuels d'exploitation et d'entretien.

6.1.3.8.1 Copies reproductibles des dessins conservés sur place

1. L'entrepreneur doit soumettre toutes les copies reproductibles des dessins mécaniques conservés sur place sur lesquels ont été reportés les renseignements notés tout au long de l'exécution des travaux et montrant les systèmes et appareils mécaniques tels qu'ils sont effectivement installés.
2. Ces documents permettent à l'équipe de conception de confectionner les plans finaux à l'achèvement des travaux. Ces derniers sont ensuite remis à la Ville.

6.1.3.8.2 Copies reproductibles des dessins d'après exécution complétés et fichiers associés

1. L'entrepreneur doit soumettre les copies reproductibles des dessins d'après exécution complétés en plus de transmettre électroniquement les fichiers DWG à l'équipe de conception et la Ville.

6.1.3.9 Exigences générales concernant les produits

1. Les produits et les appareils doivent être entreposés, manutentionnés, protégés et installés en conformité avec les instructions des fabricants.
2. Inclure au cahier des charges et adapter aux besoins des travaux la section 01 61 00 – Exigences générales concernant les produits, le tout à la satisfaction du représentant technique de la Ville.

6.1.3.10 Exigences relatives à la pose de la tuyauterie des installations de CVCA

1. La tuyauterie de CVCA doit être entreposée, manutentionnée, protégée et installée selon le code, en conformité avec les instructions du fabricant et les présentes exigences du propriétaire.
2. Inclure au cahier des charges et adapter aux besoins des travaux la section 23 05 15 – Exigences courantes relatives à la pose de la tuyauterie des installations de CVCA, le tout à la satisfaction du représentant technique de la Ville.
3. Seules les tuyauteries d'acier noir, avec inscriptions normalisées gravées, peuvent être utilisées dans les installations de plomberie, de chauffage et de refroidissement.

6.1.3.10.1 Découpage et percements – Responsabilités d'exécution

1. Élément : tout équipement, accessoire, conduit ou tuyauterie, existant ou nouveau.
2. Le découpage des ouvertures dans les planchers, murs, parois ou toitures (pour enlèvement, remplacement ou installation d'éléments) de même que la restauration des ouvertures (après enlèvement, remplacement ou installation d'éléments) ne font pas partie des travaux du sous-entrepreneur responsable desdits éléments. Ce dernier se doit toutefois d'indiquer les travaux de découpage requis de façon précise à l'entrepreneur général.
3. Les percements de trous, au moyen d'une foreuse rotative à eau, dans les planchers, murs, parois ou toitures (pour enlèvement, remplacement ou installation d'éléments) doivent être réalisés par le sous-entrepreneur responsable desdits éléments. Aucune membrure portante ne sera perforée sans la permission écrite de la Ville après la validation écrite d'un ingénieur en structure, membre de l'OIQ. La restauration des ouvertures (après enlèvement, remplacement ou installation d'éléments) ne fait pas partie des travaux du sous-entrepreneur.

6.1.3.10.2 Traversées de conduits électromécaniques

6.1.3.10.2.1 Traversées dans des éléments structuraux (mur intérieur, mur extérieur, plancher, plafond, toiture, etc.)

1. Les équipes de conception mécanique/électrique doivent se coordonner avec l'architecte avant de relever les enjeux suivants, et cela, pour chacune des traversées de conduit :
 - a. étanchéité (acoustique, thermique, à l'air, à l'eau, à la fumée, au feu, etc.);
 - b. mise en place et soutien du manchon en une ou deux sections afin de s'adapter au fini de part et d'autre de la traversée;
 - c. dimension et comblement du vide entre le conduit électromécanique et le manchon dépendamment si le conduit est calorifugé ou non;
 - d. hauteur ou longueur du manchon dépassant la finition intérieure, extérieure ou la surface non finie.

6.1.3.10.2.2 Traversées dans une coulée de béton

1. Les équipes de conception mécanique/électrique doivent se coordonner avec l'architecte avant de relever les enjeux suivants, et cela, pour chacune des traversées de conduit dans une coulée de béton :
 - a. En vue d'éviter tout affaissement de conduits électromécaniques :
 - i. déterminer le calibre minimal du conduit (mécanique ou électrique, selon le conduit en cause);
 - ii. prévoir dans les coffrages un assujettissement approprié des manchons, fourreaux, supports, ancrages et autres accessoires.
 - b. Limitation de la pression statique externe par une disposition et un arrangement judicieux des conduits de ventilation;
 - c. Étanchéité des joints longitudinaux et transversaux des conduits de ventilation;
 - d. Résistance minimale acoustique entre le fluide (air conditionné ou non, eau de chauffage, etc.) et l'espace conditionné;
 - e. Résistance thermique minimale entre le fluide et l'espace conditionné;
 - f. Résistance thermique minimale et infiltration d'air minimale d'un accessoire de ventilation installé dans une entrée d'air frais ou sortie d'air lorsque le système de ventilation est à l'arrêt;
 - g. Étanchéité aux infiltrations d'eau et d'humidité au pourtour du conduit (mécanique ou électrique, selon le conduit en cause);
 - h. Étanchéité thermique au pourtour du conduit (mécanique ou électrique, selon le conduit en cause);
 - i. Condensation et corrosion à l'intérieur des conduits de ventilation des conduits d'air frais et d'évacuation d'air;
 - j. Méthode d'obturation du conduit, avant la coulée (mécanique ou électrique, selon le conduit en cause).

6.1.3.11 Généralités

1. Le choix des équipements doit tenir compte de la facilité d'opération, des frais d'entretien, de la disponibilité à long terme des pièces et de l'assistance technique, de l'efficacité, de la durabilité, de la compétitivité, des impacts sur les gaz à effet de serre, et du protocole de communication des installations de régulation.
2. Installer des composantes mécaniques ainsi que des dispositifs de régulation pour contrôler individuellement chacun des locaux.
3. Tout équipement et accessoire doit être raccordé selon les recommandations du fabricant.

4. Porter une attention particulière à l'entretien des équipements. Ils doivent être facilement accessibles, faciles à opérer et requérir un minimum d'entretien. Les pièces d'entretien et de remplacement doivent être disponibles sur le long terme, chez des fabricants ou des distributeurs présents au Québec.
5. La disposition et le choix des équipements mécaniques doivent permettre une surveillance conditionnelle telle que définie dans le *Règlement sur les mécaniciens de machines fixes*.
6. Dans un rayon de 8 mètres (25 pi) des équipements mécaniques nécessitant de l'entretien (salle mécanique ou extérieur), installer une prise d'eau domestique de 19 mm (¾ po) avec raccord à boyau pour permettre le nettoyage. La prise d'eau domestique doit être antigel pour les équipements à l'extérieur.
7. Aucun équipement ou tuyauterie contenant de l'eau ne doit être présent dans les pièces où des équipements électriques, informatiques ou électroniques sont présents. À défaut de pouvoir faire autrement et à la suite de l'approbation écrite de la Ville, des dispositifs de protection seront installés pour protéger lesdits équipements.

6.1.3.11.1 Contrôle de la qualité sur place

1. Préciser à l'entrepreneur qu'il doit soumettre les rapports d'inspection des fabricants lorsque ceux-ci doivent contrôler l'installation du matériel et des appareils en cours de travaux.
2. Déterminer le nombre et la durée des visites de chantier à effectuer périodiquement par les fabricants, et déterminer avec ces derniers les différents services requis.

6.1.3.11.2 Visite à l'atelier de fabrication

1. Préciser à l'entrepreneur qu'il doit permettre, sur demande écrite de l'équipe de la Ville ou de l'équipe de conception, une ou plusieurs visites à l'atelier de fabrication ou à celui d'un fournisseur.

6.1.3.11.3 Durée de vie des équipements

1. Pour le choix des réseaux et équipements, privilégier ceux ayant l'une des meilleures durées de vie, tout en tenant compte de l'analyse du coût global, si une telle analyse est demandée par la Ville.
2. La durée de vie des réseaux de plomberie, de chauffage et de refroidissement doit être de 50 ans.
3. Dans un contexte de développement durable, la durée de vie des équipements principaux doit être de plus de 25 ans.

6.1.3.11.4 Protection anticorrosion

1. Toute pièce en acier doit, au minimum, être munie d'un apprêt anticorrosion avant sa livraison au chantier.

2. Toute pièce livrée, non prévue de corroder, doit être remplacée si elle corrode.
3. Dans tout lieu propice à la corrosion :
 1. prévoir des matériaux à l'épreuve de la corrosion;
 2. tout élément, en acier ou en acier galvanisé, coupé au chantier, doit être enduit d'un revêtement anticorrosion avant son installation.

6.1.3.11.5 Supports d'appareils

1. Tout support d'appareil doit être en acier galvanisé, à moins d'exigences plus sévères ou particulières.
2. Se référer également à l'article « Protection anticorrosion ».

6.1.3.11.6 Composantes dissimulées

1. Préciser à l'entrepreneur qu'il doit clairement identifier, sur ses plans à conserver sur place ou ses plans d'exécution, la localisation de chaque composante dissimulée nécessitant ou pas une inspection, un ajustement, une mise en service ou un entretien.
2. De plus, chaque composante dissimulée doit être aisément repérable sur le site par un repère discret :
 - a. un bouton de couleur, autocollant ou peint, spécifique au type de composante, d'au moins 9 mm de diamètre, posé sur le système d'installation apparent d'un plafond :
 - i. jaune : boîte de mélange;
 - ii. vert pâle : volet de contrôle;
 - iii. noir : volet coupe-feu;
 - iv. rouge : porte d'accès sur conduit de ventilation;
 - v. bleu pâle : raccord pour instrument;
 - vi. bleu : robinet – tuyauterie de plomberie;
 - vii. gris : robinet – tuyauterie d'eau refroidie;
 - viii. violet : robinet – tuyauterie de chauffage.
 - b. une étiquette autocollante, précisant le type de composante dissimulée dans un plafond ou à l'intérieur d'un appareil de CVCA, apposée sur le système d'installation apparent d'un plafond ou sur l'appareil (ex. : le nombre et la grandeur des filtres à remplacer; 2 – 24 x 24 x 2);
 - c. une identification, apposée sur un panneau ou une porte d'accès architecturale, respectant les exigences réglementaires ou d'entretien, le tout approuvé par l'équipe de conception et l'équipe technique de la Ville, à moins que l'usage d'un simple bouton de couleur ou d'une étiquette autocollante ne soit adéquat.

3. Cette légende doit être incluse au cahier des charges en plus d'être indiquée sur les dessins d'installation et d'après exécution de l'entrepreneur.

6.1.3.11.7 Visibilité limitée des installations

1. Vérifier si l'intérieur d'un conduit de ventilation ou d'une structure intermédiaire (dans le cas de volets à sections multiples) doit être apprêté et peint en noir pour en limiter sa visibilité.

6.1.3.11.8 Localisation des équipements et accessoires mécaniques

1. La localisation de chaque équipement, composante ou accessoire dissimulé est définie en fonction des éléments finis architecturaux (mur, colonne, plancher ou plafond fini) en précisant, si applicable, sa profondeur par rapport à l'un de ces éléments.
2. Ils doivent avoir été localisés de façon à permettre un dégagement suffisant pour effectuer les tâches d'entretien.
3. Les dégagements doivent être d'au moins 20 % supérieurs aux recommandations des fabricants. Pour les équipements électromécaniques principaux, les dégagements ne doivent jamais être inférieurs à 800 mm.
4. Ils doivent avoir été localisés de façon que leur entretien ne puisse pas gêner le déroulement des opérations de la Ville de Montréal. Ne pas les localiser au-dessus d'un poste de travail ou d'éléments difficilement déplaçables.
5. Ceux localisés dans les entre-plafonds, au-dessus des plafonds finis ou dans les puits mécaniques doivent être facilement accessibles. Prévoir des trappes d'accès ou composantes démontables pour permettre leur entretien et leur enlèvement.
6. Ne pas installer d'équipements nécessitant un entretien (thermopompe, ventilo-convecteur, ventilateur, serpentin électrique, etc.) dans les entre-plafonds de locaux fermés administratifs (bureau, salle de conférence, salle de repos des employés, cuisinette, etc.).
7. Ne pas installer un appareil de ventilation, des conduits de ventilation ou tout autre équipement dégageant de la chaleur dans un entretoit. Dans le cas où il n'est pas possible de faire autrement, des mesures de calorifugeage et de scellement devront être prises pour éviter le dégagement de chaleur et les fuites d'air dans ce lieu.
8. Limiter la hauteur d'installation des équipements nécessitant de l'entretien pour ne pas obliger le personnel d'exploitation et d'entretien à avoir recours à un harnais ou autre dispositif de sécurité (règlement S-2.1, r. 13). Dans le cas où ce n'est pas possible, la meilleure solution doit être prévue (ex. : pour accéder au pourtour d'un équipement en hauteur, prévoir une ou plusieurs plateformes d'entretien avec accès par escalier ou plateforme élévatrice à ciseau (« *scissor lifts* »). Dans des cas exceptionnels, avec l'approbation écrite de la Ville, une échelle intérieure à crinoline peut être utilisée.

6.1.3.11.9 Locaux d'équipements mécaniques

1. Les locaux d'équipements mécaniques doivent être conçus avec un couloir d'accès approprié, et des dégagements adéquats autour des équipements, afin de permettre leur entretien et leur remplacement.
2. La disposition des équipements dans les salles mécaniques, et de leurs raccordements au moyen de conduits d'air ou de tuyauterie, doit être prévue de façon à faciliter l'entretien. Tous les équipements principaux doivent être accessibles par une allée corridor d'accès. Dans ces allées corridors, le personnel d'entretien n'est pas tenu d'enjamber de tuyauterie ni de passer sous des équipements, tuyauteries ou conduits placés à moins de deux (2) mètres de hauteur.
3. S'agissant de l'installation de pompes, ne pas disposer plus de deux pompes côte à côte. Pour un groupe de pompes, prévoir un espace d'entretien entre chaque groupe de deux pompes. L'espace requis pour l'entretien de chaque pompe doit être suffisant pour permettre le retrait du palier et du rotor sans interférer avec le fonctionnement d'un autre réseau.

6.1.3.11.10 Identification des tuyauteries, conduits et équipements électromécaniques

1. Les inscriptions servant à l'identification des systèmes et des éléments doivent être rédigées en français.
2. Tout équipement électromécanique nécessitant de l'entretien doit être identifié de même que tout réseau visible pour une bonne compréhension dudit réseau. Toute composante dissimulée au-dessus d'un plafond suspendu, derrière une porte de visite ou dans tout endroit accessible visuellement est considérée comme visible.
3. La distance entre les identifications sur le réseau ne doit pas nuire à son entretien ni à son exploitation.
4. Au préalable, vérifier si les identifications peuvent être visibles dans les locaux accessibles au public ou au personnel.
5. L'identification de tout composant entretenu (équipement, composante électrique, composante de régulation, telles que les vannes de régulation, etc.), desservi éventuellement par un dispositif de verrouillage pour l'isoler de toute source d'énergie, doit respecter en tout point la nomenclature précisée au Cahier d'exigences propriétaires pour le cadenassage, dernière révision. On y précise également le matériel à utiliser, ses dimensions, afin d'y inclure une étiquette de code-barres, et la méthode de fixation. Une identification complète et unique doit apparaître dans les tableaux des équipements, mais une identification écourtée est acceptée, en référence à l'identification complète dans les vues en plan, en élévation ainsi que dans les schémas et les détails illustrés aux plans de l'équipe de conception.

6. Tout autre appareil de plomberie entretenu, non desservi par une source d'énergie, sera muni d'une plaque ronde en métal (laiton, aluminium anodisé ou acier inoxydable), gravée de caractères d'une hauteur d'au moins 10 mm (3/8 po), peints en noir en plus d'être résistante aux manipulations fréquentes, aux intempéries, rayons UV et/ou environnements hostiles ou corrosifs.
7. La tuyauterie hydronique ou de plomberie ainsi que les conduits d'air sont identifiés à l'aide d'étiquettes autocollantes à la suite de l'application de la dernière couche de finition.
8. Le fluide véhiculé dans les tuyauteries (ou conduits d'air) doit être identifié par des marquages de couleur de fond, par des pictogrammes (au besoin) ou par des légendes incluant le numéro du réseau. Le sens d'écoulement doit être indiqué par des flèches. À moins d'indications contraires, les tuyauteries doivent être identifiées conformément à la norme CAN/CGSB 24.3.

6.1.3.11.11 Affichage des schémas fonctionnels sur le site

1. Préciser à l'entrepreneur qu'il doit fournir, sur le site, pour chacun des réseaux, un affichage des schémas fonctionnels, de format approuvé, avec diagrammes et listes des éléments étiquetés précisant, entres autres, le type d'appareils de robinetterie, le réseau, la fonction, l'emplacement ainsi que la position normale de fonctionnement.
2. Chaque affichage est fixé à un support, à l'endroit déterminé par l'équipe d'entretien et d'exploitation, dont l'information est imprimée, en inversé, au dos d'un panneau en acrylique, sans cadre et d'au moins 4 mm d'épaisseur. Un exemplaire (en format réduit, au besoin) est inséré dans chacun des manuels d'exploitation et d'entretien.
3. Dans le cas où le responsable sur le site ou son personnel doivent intervenir sur un réseau dans le cadre de leurs opérations, prévoir un affichage simplifié et dédié pour eux, du même type.

6.1.3.11.12 Fluides frigorigènes

1. Limiter l'utilisation de réfrigérant ayant un potentiel de réchauffement planétaire important. Il est requis de satisfaire aux exigences du Règlement sur les halocarbures (chapitre Q-2, r. 29) et du Règlement sur les matières dangereuses (chapitre Q-2, r. 32).
2. Pour tout circuit ou équipement de réfrigération, une plaquette doit être fixée à l'équipement principal et indiquer la charge et le type de réfrigérant de l'ensemble du réseau de réfrigérant (tuyauterie, condenseur, etc.), le tout conforme au Q-2, R. 29.
3. Il n'est pas permis d'utiliser un fluide frigorigène possédant une date de fin d'utilisation ou de production de 10 ans ou moins après la date de réception provisoire prévue du projet. Certaines exceptions peuvent être prises en considération (ex. : pas ou peu de types de réfrigérant disponibles à prix compétitif). Une demande explicative écrite doit être transmise par l'équipe de conception à la Ville pour obtenir son accord. Dans ces cas, la conception des réseaux doit faire en sorte que la quantité de ce réfrigérant soit aussi faible que possible. Limiter ce réfrigérant aux équipements mêmes, c'est-à-dire ne pas utiliser ce réfrigérant dans la tuyauterie reliant les équipements.

4. Sauf exception avec l'accord de la Ville, pour de petits réseaux, les équipements terminaux de climatisation de pièce ou de zone ne doivent pas contenir de fluide frigorigène.

6.1.3.12 Réseaux mécaniques

6.1.3.12.1 Généralités

1. Le type de réseau recommandé, sa capacité et sa localisation ne doit pas requérir une surveillance particulière en ce qui a trait au Règlement sur les mécaniciens de machine fixe. L'équipe de conception doit produire et transmettre à la Ville une étude et des calculs qui établissent la classification de l'installation en relation avec ledit règlement.
2. Installer différentes composantes afin que l'entretien de tout équipement ne nécessite pas l'arrêt de réseaux ou d'autres équipements.
3. Une fois installés, les équipements doivent pouvoir être facilement enlevés sans nécessiter le démontage de tuyauteries ou de conduits.
4. Tous les instruments de lecture (thermomètre, manomètre, etc.) des réseaux aérauliques ou hydroniques doivent être gradués selon le système international (SI) et impérial.

6.1.3.12.2 Supports pour conduits et tuyauterie calorifugés

1. Dans le cas de conduits ou tuyauteries calorifugés, les éléments de support doivent être surdimensionnés et assemblés de manière à pouvoir installer aisément le calorifuge, éliminer sa compression et préserver l'intégrité de son pare-vapeur, le cas échéant.

6.1.3.13 Équipements

6.1.3.13.1 Équipements sur base de propreté

1. Une base de propreté aux bords chanfreinés est à prévoir, d'au moins 100 mm (4 po) de hauteur et dépassant d'au moins 153 mm (6 po) le bâti ou la base de nivellement des équipements tout en satisfaisant aux exigences parasismiques, d'installation et d'entretien telles que l'accès aisé aux siphons et tamis, calorifugés ou non.
2. La base de béton doit être ancrée au plancher avec des goujons.

6.1.3.13.2 Équipements à débit variable

1. Utiliser des variateurs de fréquence pour les équipements à débit variable.

6.1.3.13.3 Équipement avec contrôleur autonome, communication BACnet

1. Tous les équipements de CVCA (déshumidificateur, refroidisseur, thermopompe, condenseur, chaudière, etc.) munis de leur propre contrôleur doivent être de type *BACnet* certifié BTL et reliés au réseau intranet TCP/IP Ville. Il faut dresser la liste des points de contrôle à centraliser (devis équipement et séquence d'opération), tels que :

1. transmis par les contrôleurs de bâtiment vers les équipements — Permissions d'opération, ajustement du point de consigne, variables de contrôle (température, pression, etc.) si celles-ci ne sont pas raccordées directement à l'équipement;
 2. transmis par les équipements vers les contrôleurs de bâtiment — Les variables de contrôle si celles-ci sont raccordées directement à l'équipement, preuves de marche (compresseur, condenseur, ventilateur, etc.), les alarmes principales, les pourcentages d'opération, les conditions maintenues (température, pression, etc.), les modes d'opération, les caractéristiques importantes d'opération, etc.
2. Préférer les contrôleurs de même marque que le système de gestion du bâtiment (SGB) à un contrôleur autonome compatible.
 3. Un équipement qui ne peut être entièrement opéré et contrôlé par le SGB pourra exceptionnellement l'être par le contrôleur autonome fourni par le fabricant. Ce contrôleur doit avoir une communication *BACnet* compatible avec le SGB.
 4. Les équipements avec contrôleur *BACnet* doivent répondre aux exigences suivantes :
 1. les équipements doivent être fournis avec un contrôleur assemblé en usine, incluant tous les raccordements aux différentes composantes de régulation. L'équipement doit avoir des borniers identifiés pour recevoir des signaux câblés de commande venant du SGB;
 2. les raccordements de contrôle doivent permettre d'effectuer : Marche/Arrêt (permission), Modulations, Stages, État de marche, État des filtres, État sélecteur, État de modulation, État du réajustement, Point de consigne, Alarme générale, etc., et entrebarrage externe (le cas échéant);
 3. tous les capteurs nécessaires au fonctionnement normal de l'équipement doivent être reliés directement au contrôleur de l'équipement;
 4. aucune passerelle *BACnet* ni aucune conversion de protocole de communication MODBUS, LON, etc. ne doivent être installées pour effectuer des commandes d'opération (ex. : démarrage de l'équipement);
 5. l'intégration *BACnet* n'est permise que pour obtenir des données complémentaires en lecture seulement, sur l'état des différentes composantes de l'unité. Exemple de type d'information : état du compresseur, consommation énergétique kW, facteur de puissance, durée du temps de marche, etc.;
 6. l'automate, fourni en usine avec l'unité, doit utiliser le protocole *BACnet* et être conforme aux tests et aux exigences BTL. Si cela est requis, fournir le document « *Protocol Implementation Conformance Statement (PICS)* »;
 7. aucun équipement sans fil n'est permis;
 8. l'architecture du bâtiment doit être conçue de telle sorte qu'il y ait des murs ou des colonnes permettant l'installation des éléments de régulation et un contrôle de température adéquat des locaux.

6.1.3.13.4 Équipements en toiture

1. Les principales composantes en mécanique (chauffe-eau, chaudière, échangeur, pompe, unité de traitement d'air, système de récupération, refroidisseur, etc.) doivent être localisées à l'intérieur du bâtiment, dans des salles mécaniques, excepté les équipements requis pour permettre le dégagement de la chaleur à l'extérieur du bâtiment (condenseur, refroidisseur de fluide, thermopompe, etc.).
2. Les centrales d'air en toiture, avec abris de services, ne sont pas permises.
3. Localiser l'équipement sur la toiture afin qu'il ne soit pas visible de la rue ou d'un parc avoisinant (ex. : l'éloigner des bords de la toiture ou le dissimuler par des composantes architecturales). Toute installation électromécanique extérieure doit être intégrée de manière harmonieuse avec l'architecture. Se référer au chapitre 3 – Architecture.
4. Localiser l'équipement pour qu'il ne nécessite pas l'utilisation d'un harnais de protection pour son entretien (ex. : l'éloigner des bords de la toiture ou installer un garde-corps).
5. Pour les accès au toit, se référer au chapitre 3 – Architecture.

6.1.3.13.5 Variateurs de vitesse (ou de fréquence)

1. Lorsqu'il est requis d'installer un variateur de vitesse dans un centre de contrôle moteur (CCM), le variateur doit être fourni et installé par l'entrepreneur en électricité et, dans les autres cas, par l'entrepreneur en régulation.

6.1.3.13.6 Moteurs

1. Choisir un moteur pour une charge maximale de 80 % de sa puissance au point d'opération et de 98 % au maximum sur toute la courbe d'opération de la pompe ou du ventilateur.
2. L'alimentation électrique des différents équipements mécaniques doit avoir une tension de 120, 208, 240 ou 600 volts.
3. Pour des moteurs de ½ hp et plus, privilégier l'utilisation du voltage 600 volts, 3 phases.
4. Pour les moteurs fractionnaires plus petits que ½ hp, des moteurs à commutateur électronique (EMC) doivent être utilisés s'ils sont disponibles à des prix compétitifs.
5. Utiliser des moteurs à haut rendement. Se référer à l'Annexe 6.2 – Moteurs électriques.

6.1.3.14 Accessoires

6.1.3.14.1 Accessoires antivibratoires

1. Tout équipement mécanique doit être pourvu de composantes antivibratoires efficaces (isolateurs, accouplements flexibles, etc.) pour éliminer toute transmission de vibrations au réseau ou au bâtiment.

6.1.3.14.2 Raccordements de tuyauterie (raccord union ou à bride)

1. Utiliser un raccord union ou à bride pour le raccordement de la tuyauterie sur un équipement hydronique ou d'eau domestique. Sa localisation doit permettre l'enlèvement de l'équipement sans nécessiter l'enlèvement de la tuyauterie.

6.1.3.14.3 Dispositifs de protection et de sécurité

1. Installer des dispositifs de protection et de sécurité (ex. : signaux d'avertissement (audibles ou visibles), dispositifs cadenassables, crochets pour les harnais de sécurité, passerelles d'accès et garde-corps) pour assurer l'inspection et l'entretien des équipements de manière efficace et sécuritaire.

6.2 Plomberie

6.2.1 Critères de conception et de performance

6.2.1.1 Généralités

1. Tous les appareils de plomberie sélectionnés doivent être de type institutionnel, robuste et anti-vandale.
2. Aucun des conduits ou tuyaux horizontaux ne doit être placé longitudinalement dans un mur.
3. Des robinets de vidange avec raccord pour boyau doivent être installés sur tous les points bas d'eau chaude et d'eau froide domestique pour les bâtiments qui peuvent être hivernisés.
4. Un réseau de recirculation d'eau chaude domestique doit satisfaire aux exigences suivantes :
 1. respecter les codes et règlements en vigueur;
 2. limiter à 10 secondes le temps d'attente pour avoir de l'eau chaude (au débit maximal de l'appareil);
 3. maintenir, lorsque la boucle est en opération, une température de 55 °C au moyen d'une sonde de température placée dans la boucle de recirculation pour agir comme protection.
5. Si la pression d'eau à l'entrée du bâtiment est supérieure à 75 PSI, un régulateur de pression doit être installé pour maintenir la pression à 65 PSI.
6. Toute la tuyauterie d'eau froide, d'eau chaude, de recirculation d'eau chaude, de renvoi de toit, tous les raccords, robinets, chauffe-eau, réservoirs d'eau chaude domestique, échangeurs thermiques, accessoires connexes, etc., doivent être calorifugés.
7. Il est interdit d'installer des coudes de 90° sur un réseau d'évacuation sanitaire ou pluvial, même lorsque la réglementation le permet.

6.2.1.1.1 Local de conciergerie

1. Un bac d'entretien au plancher, muni d'une robinetterie robuste, est requis dans chaque local de conciergerie.

6.2.1.2 Réseaux de plomberie

6.2.1.2.1 Réseaux de drainage

6.2.1.2.1.1 Réseaux de drainage sanitaire

1. Hormis la tuyauterie d'évacuation des fosses de drainage, toutes les tuyauteries de drainage doivent être drainées par gravité.

6.2.1.3 Équipements

6.2.1.3.1 Ventilo-convecteurs

1. Le drainage des ventilo-convecteurs doit être effectué au moyen d'une tuyauterie d'au moins 19 mm ($\frac{3}{4}$ po).
2. Il n'est pas permis d'avoir des pompes intégrées pour le drainage des ventilo-convecteurs.

6.2.1.3.2 Chauffe-eau

1. Le raccordement d'eau froide sur le chauffe-eau domestique doit être muni d'un robinet d'arrêt et d'un brise-vide. Le réservoir doit être muni d'un robinet de purge et d'une soupape de sûreté (pression et température) dont la vidange doit se déverser dans un drain ou un bac de rétention.
2. Installer un bac de rétention, raccordé au drainage sanitaire, sous le chauffe-eau.

6.2.1.3.3 Chauffe-eau au gaz naturel

1. Les événements de gaz naturel doivent être fabriqués en acier noir et se terminer au toit.

6.2.1.3.4 Douches d'urgence

1. Les douches d'urgence doivent être équipées d'un système de purge automatique afin de vidanger une fois par jour l'eau stagnante dans la tuyauterie.

6.2.1.3.5 Pompes sanitaires (puisard)

1. Deux pompes doivent être installées par puisard, avec trois flottes pour le contrôle de niveau et d'alarme.
2. Les pompes doivent opérer en alternance. Toutefois, lorsque le niveau d'alarme est atteint, la deuxième pompe doit être mise en opération.

3. Une alarme doit être transmise à la centrale de télégestion lorsque le niveau d'alarme est atteint.
4. Les pompes de puisard doivent être installées sur des barres de guidage.
5. La fréquence de pompage doit être inférieure à cinq (5) cycles par heure, mais le temps de pompage doit être supérieur à deux (2) minutes par cycle et inférieur à quinze (15) minutes par cycle.

6.2.1.4 Accessoires

6.2.1.4.1 Mélangeurs thermostatiques

1. Les mélangeurs thermostatiques doivent être situés le plus près possible des points de consommation.
2. Utiliser un mélangeur thermostatique pour régler la température des douches.

6.2.1.4.2 Robinets

1. Les robinets d'isolement et les robinets d'arrêt d'un diamètre égal ou supérieur à 65 mm doivent être du type robinet à papillon. Pour les robinets d'un diamètre inférieur, des robinets à bille (« *ball-valve* ») doivent être utilisés.

6.2.1.4.3 Thermomètres

1. Les thermomètres doivent être démontables et installés dans des puits d'insertion.

6.2.1.4.4 Regards de nettoyage

1. Le nombre de regards de nettoyage doit être conforme aux codes et règlements. Toutefois, le trou du regard de nettoyage doit être suffisamment grand pour permettre d'utiliser un fichoir de grande dimension, si cela est requis.

6.3 Chauffage et refroidissement

6.3.1 Critères de conception et de performance

6.3.1.1 Généralités

1. Pour le chauffage de l'enveloppe, l'équipe de conception doit privilégier l'utilisation de corps de chauffe à basse température, en périphérie du bâtiment.
2. Une autorisation de la Ville est requise pour l'utilisation du chauffage radiant au plafond ou au plancher.
3. Une autorisation de la Ville est requise pour l'utilisation de l'air chaud à partir d'un réseau de chauffage à basse température.

4. Tous les accessoires (manomètres, thermomètres, etc.) doivent être visibles et lisibles à partir du niveau du plancher.
5. Tout circuit de chauffage et de refroidissement doit être nettoyé avant le raccordement aux éléments terminaux (serpentins, échangeurs, etc.), de même qu'avant le raccordement à un réseau existant. Des raccords temporaires de dérivation doivent être installés pour permettre la circulation du fluide durant le nettoyage.
6. Il n'est pas permis d'avoir un réseau de chauffage ou de refroidissement dont les composantes terminales doivent être associées aux équipements centraux de chauffage ou de refroidissement. Il faut ainsi s'assurer d'une compatibilité/interopérabilité entre des composantes de différents fabricants.
7. Pour les équipements centraux de chauffage et de refroidissement, prévoir l'installation d'au moins deux équipements principaux (refroidisseur, chaudière, thermopompe, etc.). Le nombre d'équipements principaux doit toutefois être limité, en fonction des coûts de construction (achat, installation, accessoires, régulations, etc.), d'entretien et de remplacement. La modulation des équipements de même que le rendement à faible demande doivent être considérés. L'ensemble des équipements centraux de chauffage et de refroidissement doivent pouvoir moduler jusqu'à 15 % de la valeur de pointe.
8. Si un système de CVCA permet la récupération d'énergie, définir la capacité des serpentins de chauffage et de refroidissement du réseau pour qu'ils puissent maintenir la température de conception en se basant sur 80 % de la récupération d'énergie à cette température. Toutefois, les serpentins de chauffage doivent pouvoir maintenir une température minimale d'air de 5 °C, sans considérer la récupération d'énergie. Considérer que la récupération d'énergie est en fonction pour établir la capacité des équipements centraux (chaudière, géothermie).
9. Les tuyauteries de chauffage et de refroidissement doivent être dimensionnées avec une perte de charge inférieure à 3,5 pi/100 pi.
10. Les réseaux de chauffage et de refroidissement doivent prévoir l'installation de stations pour des coupons de corrosion et des contre-passes d'introduction de produits chimiques.
11. Chaque réseau d'eau-glycol doit être installé avec un système d'appoint. L'ensemble du réseau doit minimalement inclure un réservoir d'expansion, une pompe d'appoint, un réservoir tampon avec un couvercle à penture, une alimentation d'eau domestique à proximité avec dispositif d'anti-refoulement et raccord pour boyau, une soupape de sûreté et un panneau de contrôle avec alarme de bas niveau.
12. Dans un réseau de chauffage et de refroidissement, l'équipe de conception doit sélectionner les diverses composantes (serpentins, échangeurs, etc.) de telle façon que ce ne soit pas la perte de charge d'une ou deux composantes, nettement supérieure à celle de toutes les autres (serpentins, échangeurs, etc.), qui détermine la perte de charge du réseau, et ce, afin de limiter le BHP requis pour les pompes.

13. Concevoir les réseaux hydroniques (chauffage ou refroidissement) en limitant l'usage d'une solution eau-glycol.
14. Dans les réseaux hydroniques (chauffage ou refroidissement), les équipements installés en périphérie doivent être alimentés par l'étage inférieur.
15. Des filtres à tamis doivent être installés en amont des pompes, des échangeurs thermiques ou de tout autre appareil à protéger.
16. Les robinets d'isolement et les robinets d'arrêt d'un diamètre égal ou supérieur à 65 mm (2½ po) doivent être du type robinet à papillon. Les robinets d'un diamètre inférieur doivent être à bille (« *ball-valve* »).
17. Pour les pompes principales des réseaux hydroniques, installer deux pompes qui, lorsqu'elles sont toutes les deux en opération, fournissent 100 % du débit total requis.
18. Tous les points bas des réseaux hydroniques doivent être munis d'un robinet de vidange avec raccord pour boyau DN 19 mm (¾ po) et d'un bouchon.
19. À la fin des travaux, un rapport d'analyse effectué par un spécialiste, indiquant que le fluide caloporteur est chimiquement stable et de concentration adéquate, est requis pour les réseaux hydrauliques de chauffage et de refroidissement.

6.3.1.2 Charges de chauffage et de refroidissement du bâtiment

1. Considérer la pointe réelle (demande maximale) pour le chauffage et le refroidissement du bâtiment, et non la somme de capacité des équipements raccordés.

6.3.1.3 Systèmes hydroniques

1. Les systèmes hydroniques qui utilisent un réseau de distribution commun pour fournir à la fois de l'eau de chauffage et de refroidissement ne sont pas acceptés.
2. Aucune jonction entre un réseau de chauffage et un réseau de refroidissement, par l'entremise d'une vanne de contrôle ou d'isolement, n'est autorisée.

6.3.1.4 Puits géothermiques

1. La conception et l'installation des systèmes géothermiques doivent être conçues selon la norme CAN/CSA 448.
2. Le nombre de puits géothermiques doit être optimisé en fonction d'une analyse du coût global.
3. Tous les puits géothermiques doivent pouvoir être isolés distinctement du reste du réseau en cas d'un bris.

6.3.1.5 Réseaux hydroniques de chauffage et de refroidissement

1. Concevoir préférentiellement des réseaux hydroniques à retour inversé. Dans le cas où ce type de réseau occasionnerait des frais supplémentaires importants (ex. : plus de 10 % des coûts de l'ensemble du réseau), une proposition de rechange doit être présentée à la Ville, en plus de l'évaluation des frais supplémentaires pour maintenir le retour inversé, accompagnée des pourcentages d'augmentation de coûts.
2. Privilégier le concept d'un réseau primaire-secondaire.
3. Dans les réseaux hydroniques où deux (2) équipements ou plus sont raccordés en parallèle, le raccordement doit être fait de manière à isoler adéquatement chacun des équipements afin de prévenir toute interruption de service.
4. Sur les réseaux hydroniques, préférer l'usage de vannes de contrôle deux voies pour les équipements terminaux et les serpentins des centrales d'air. Prévoir des dispositifs ou éléments de contrôle, au besoin, pour permettre l'obtention d'un débit minimal (ex. : ajout de vanne(s) trois voies en fin de réseau).

6.3.1.5.1 Réseaux de chauffage

1. Les réseaux de chauffage à l'eau chaude doivent être à basse température (maximum de 50 °C). Les équipements utilisés pour le chauffage du réseau (chaudières, géothermie, aérothermie, refroidisseur, thermopompe, etc.) doivent pouvoir fournir une température d'alimentation 5 °C supérieure à la température de conception.
2. Raccorder les chaudières selon les recommandations du fabricant (retour inversé; en parallèle; première alimentée, dernière retournée; symétrie dans le diamètre et la longueur des tuyaux; etc.) pour que la perte de charge soit la même pour les différents équipements.
3. Dans un réseau de chauffage primaire-secondaire (chaudière à condensation, pompe à chaleur), il est primordial que la température à l'entrée des équipements soit la plus froide possible. Faire en sorte que le débit au primaire soit plus faible que le débit au secondaire (réseau) tout en respectant la température maximale recommandée par les fabricants à la sortie des équipements (différence de température entre le primaire et le secondaire). Établir les débits aux pompes primaires et secondaires et les séquences d'opération en conséquence.
4. Lorsqu'il y a récupération de chaleur avec un équipement de réfrigération, il faut s'assurer que l'ajout d'une chaudière sur le réseau ne se traduise pas par une température d'entrée néfaste au fonctionnement du condenseur de cet équipement. La chaudière doit être localisée en aval des thermopompes ou des condenseurs. Il doit y avoir un entrebarrage entre la chaudière et l'équipement de rejet de chaleur.
5. Excepté près des équipements, il est préférable d'avoir des boucles d'expansion plutôt que des joints flexibles, si l'espace le permet, afin d'éviter des frais d'entretien.

6.3.1.5.2 Tuyauteries hydroniques (chauffage et refroidissement)

1. Toute tuyauterie hydronique doit être calorifugée.
2. La tuyauterie hydronique doit être en acier noir cédula 40, sans joint mécanique. L'assemblage doit être soudé ou vissé pour les tuyauteries de 50 mm (2 po) ou moins et soudé bout à bout pour les tuyauteries de 63 mm (2½ po) ou plus. Les pièces de raccord doivent être soudées bout à bout ou vissées.

6.3.1.6 Équipements

6.3.1.6.1 Refroidisseurs

1. Les refroidisseurs doivent être raccordés de manière à pouvoir isoler chacun des refroidisseurs sans interrompre le fonctionnement des autres.

6.3.1.6.2 Tours de refroidissement

1. L'utilisation de tours de refroidissement à l'eau est à éviter. Dans de rares exceptions, elle peut être permise par la Ville avec une dérogation, à condition que l'installation respecte le Règlement sur l'entretien d'une installation de tour de refroidissement à l'eau. Une demande écrite est requise, incluant la documentation et les justifications, c'est-à-dire les raisons pour lesquelles on ne peut pas utiliser les autres solutions.
2. Cette demande doit notamment inclure :
 1. les stratégies de réduction de la légionelle;
 2. les conditions d'opération;
 3. les éléments de communication avec le SGB;
 4. les rendements certifiés;
 5. le diagramme du réseau de refroidissement, y compris les différentes composantes et les séquences d'opération;
 6. les systèmes de traitement avec descriptifs;
 7. les tâches d'entretien requises avec leurs fréquences;
 8. les divers éléments facilitant l'entretien;
 9. le réchauffage des bassins ou conduites, le cas échéant;
 10. les caractéristiques d'hivernation.

6.3.1.6.3 Chaudières

1. Les chaudières hydroniques au gaz naturel doivent fonctionner à basse pression et à température peu élevée pour une plus grande efficacité.

2. Pour les applications en hauteur, installer les chaudières aux étages supérieurs afin de réduire la pression statique s'exerçant sur elles.
3. Si autorisées dans le cadre du projet, les chaudières au gaz naturel doivent être monobloc à haute efficacité.

6.3.1.6.4 Pompes

1. Le régime maximal du moteur des pompes doit être 1 800 tour/min;
2. Privilégier si possible des pompes verticales en ligne avec accouplements et entretoise (« *spacer coupling* »), au lieu de pompes couplées fermées, pour permettre l'entretien du joint mécanique sans démontage de la pompe ou du moteur.
3. Les pompes centrifuges doivent être supportées par la tuyauterie et non par le plancher.
4. Les pompes de refroidissement doivent être contrôlées par des variateurs de fréquence, tout en respectant les débits minimaux des équipements de refroidissement, plus 10 %. Les variateurs de fréquence ne doivent pas faire partie intégrante des pompes (équipement indépendant placé à distance).

6.3.1.6.5 Serpentins hydroniques

1. Prévoir une distance adéquate entre les différents équipements et le serpentín pour permettre son nettoyage et son entretien.
2. Sélectionner un nombre de rangées et un écart approprié entre les ailettes pour permettre un nettoyage facile et efficace du serpentín (pour 12 ailettes/po, pas plus de 6 rangées; pour 8 ailettes/po, pas plus de 8 rangées) sans toutefois dépasser 8 rangées. Si plus de rangées sont requises, prévoir deux serpentins en série.
3. Chaque serpentín hydronique installé dans un système de traitement d'air doit avoir été soumis à un essai sous pression d'air de 1725 kPa (250 psig) et être en mesure de supporter une pression continue de 1380 kPa (200 psig) et une température d'opération de 105 °C (220 °F). Un montage boulonné aux éléments adjacents est à prioriser.
4. Le cadre du serpentín doit être en acier galvanisé d'au moins 1,61 mm d'épaisseur (calibre 16).
5. Les tubes en cuivre doivent avoir un diamètre nominal d'au moins 5/8" (16 mm) et une épaisseur nominale d'au moins 0,020 po (0,508 mm).
6. Les ailettes en aluminium doivent avoir une épaisseur nominale d'au moins 0,0075 po (0,191 mm).
7. Un purgeur d'air avec robinet d'arrêt et un robinet de vidange doivent être installés à chaque serpentín.

6.3.1.6.5.1 Serpentins de refroidissement (hydronique ou à détente directe)

1. Des éliminateurs de gouttelettes doivent être installés, si nécessaire.

2. Chaque serpentin de refroidissement doit être muni d'une cuvette d'égouttement.
3. Advenant une superposition de serpentins de refroidissement, chaque cuvette d'égouttement de condensé individuelle est desservie par un tuyau de chute indépendant. L'arrangement doit éviter tout effet d'entraînement du condensé d'un serpentin à l'autre.
4. Le condensé doit être drainé à l'intérieur du bâtiment, à l'abri du gel.

6.3.1.6.6 Réservoirs de dilatation

1. Dans les réseaux hydroniques, on ne doit utiliser que des réservoirs de dilatation à membrane.

6.3.1.6.7 Appareils en périphérie

1. Les corps de chauffe, aérothermes, etc. à l'électricité ou au gaz naturel doivent être contrôlés par une sonde de pièce centralisée.

6.3.1.7 Accessoires

6.3.1.7.1 Robinets d'équilibrage

1. Installer des robinets d'équilibrage à tous les équipements, principaux et terminaux, de chauffage ou refroidissement.
2. Les robinets d'équilibrage ne doivent pas servir de robinets d'isolement.

6.3.1.7.2 Robinets d'isolement

1. Sans s'y limiter, des robinets d'isolement doivent être installés sur tous les équipements, tuyauteries et dispositifs, tels que :
 1. les branchements principaux d'une canalisation;
 2. les colonnes montantes et les branchements horizontaux principaux;
 3. les équipements de chauffage et de refroidissement;
 4. les échangeurs thermiques (y compris les condenseurs et les évaporateurs de refroidisseur);
 5. les serpentins de chauffage et de refroidissement;
 6. les unités terminales;
 7. les vannes de régulation;
 8. les manomètres.

6.3.1.7.3 Manomètres

1. Installer un manomètre par pompe. Prévoir la tuyauterie et les robinets nécessaires pour que seul ce manomètre puisse indiquer le différentiel de pression aux équipements tels que pompe et tamis.

2. Installer un manomètre par serpentín et par chaudière. Prévoir la tuyauterie et les robinets nécessaires pour que seul ce manomètre puisse indiquer le différentiel de pression à l'entrée-sortie de l'équipement.
3. Installer un manomètre côté source et côté charge par échangeur. Prévoir la tuyauterie et les robinets nécessaires pour qu'un seul manomètre puisse indiquer le différentiel de pression à l'entrée-sortie côté source et côté charge.
4. Installer un manomètre côté froid et côté chaud par refroidisseur. Prévoir la tuyauterie et les robinets nécessaires pour qu'un seul manomètre puisse indiquer le différentiel de pression à l'entrée-sortie côté froid et côté chaud.

6.3.1.7.4 Raccords flexibles

1. Un raccord flexible doit être prévu pour éviter toute transmission de bruit et de vibration à la tuyauterie.

6.4 Ventilation et climatisation

6.4.1 Critères de conception et de performance

6.4.1.1 Ventilation minimale d'un local

1. Sauf exception pour de petits vestiaires à manteaux, garde-robes et autres locaux de ce type, tout local fermé doit avoir un minimum de circulation d'air. Dans le cas où une admission d'air extérieur ou une évacuation d'air n'est pas requise par les codes et règlements, un balayage d'air efficient est tout de même requis dans la zone respirable. Ce balayage peut être fait par transfert d'air pourvu que les codes et règlements soient respectés. Prévoir un débit correspondant au plus élevé entre celui calculé à 1 changement d'air par heure, pour une hauteur maximale de 3,7 m (12 pieds), et 19 l/s (40 pi³/min).

6.4.1.2 Enjeux de pression

1. Bien que certains locaux doivent être maintenus à une pression légèrement négative ou positive, rendre le bâtiment globalement neutre en pression en concevant les systèmes de CVCA de manière que le débit total d'air neuf soit identique au débit total d'air évacué.
2. Dans le cas où un différentiel de pression est exigé entre locaux, le maintien de ces pressions ne doit pas avoir d'impacts négatifs sur l'enveloppe du bâtiment.
3. La différence de pression créée par les systèmes de ventilation entre l'intérieur et l'extérieur du bâtiment ne doit pas dépasser les valeurs maximums suivantes :
 1. enceinte de piscine intérieure : 0 Pa;
 2. autre bâtiment : 5 Pa.

4. L'ouverture d'une porte ne doit pas être affectée par la pression différentielle d'un local avec l'extérieur ou entre deux locaux.

6.4.1.3 Protection contre le gel

1. Pour éviter tout risque de gel d'équipements, prévoir l'installation appropriée d'éléments de contrôle ou de composantes électromécaniques.

6.4.1.4 Disposition des entrées et sorties d'air extérieur

1. Disposer les prises d'air extérieur et les sorties d'évacuation d'air à des endroits prévenant tout risque de recirculation de l'air évacué des locaux tels que cafétéria, cuisine, salle de repos et salle de toilettes, de même que des locaux ou installations produisant des émissions de monoxyde de carbone (CO), tels que conduit de fumée, garage, aire de stationnement et zone de livraison.
2. Localiser les prises d'air extérieur à l'abri des vents dominants.

6.4.1.5 Conduits étanches à l'eau

1. Les conduits suivants doivent être étanches à l'eau :
 - a. les cuvettes d'égouttement au bas des conduits verticaux principaux;
 - b. les bacs de condensation des plenums d'évacuation et d'air neuf;
 - c. les bacs de condensé des serpentins de refroidissement;
 - d. les bacs de condensat;
 - e. les conduits en amont et en aval d'un distributeur de vapeur sur une distance d'au moins 3000 mm;
 - f. les conduits d'extraction d'air reliés aux lave-vaisselle;
 - g. les conduits retournant la condensation vers l'équipement émetteur.
2. Les éléments étanches à l'eau doivent être clairement identifiés au cahier des charges.

6.4.1.6 Essai sous pression des réseaux aérauliques

6.4.1.6.1 Réseaux touchés

1. Tous les conduits de soufflage, de reprise, d'air neuf et d'évacuation, d'une longueur de plus de 5 m et dont la pression d'opération est supérieure à 3 po d'eau, directement ou indirectement reliés à du matériel de traitement d'air, feront l'objet d'essais d'étanchéité.

6.4.1.6.2 Mise à l'essai

1. L'entrepreneur doit aviser 48 heures à l'avance qu'il a l'intention de procéder à des essais d'étanchéité afin d'obtenir l'autorisation écrite de l'équipe technique de la Ville et de celle de conception.
2. Procéder à la mise à l'essai :
 1. à la suite de l'installation de tous les équipements et accessoires de ventilation et de régulation incluant les portes mais excluant les grilles et diffuseurs;
 2. à la suite de l'approbation des réseaux de conduits par l'équipe de conception, l'équipe technique de la Ville et, s'il y a lieu, du fabricant;
 3. avant l'application de la peinture;
 4. après s'être assuré que chaque appareil est en mesure de supporter la pression appliquée;
 5. et cela, en tenant compte des autres actions mentionnées à l'article Mise à l'essai de la section 23 05 94 – Essai sous pression des réseaux aérauliques.

6.4.1.6.3 Tolérances relatives à l'étanchéité du matériel

1. Pour ce qui est du matériel tel que les boîtes VAV ou les batteries de chauffage en conduit, le taux de fuite acceptable est d'au plus 2 %.

6.4.1.6.4 Tolérances relatives à l'étanchéité des conduits d'air

1. Pour les conduits d'air, le taux de fuite acceptable ne doit pas dépasser 2 %, sauf dans le cas de réseaux haute pression jusqu'à 1000 Pa, y compris les conduits situés en amont des boîtes VAV, où il est d'au plus 1 %.

6.4.1.6.5 Contrôle de la qualité sur place

1. Prévoir, au besoin, des contrôles effectués sur place par le fabricant. Se référer également aux articles sous Contrôle de la qualité sur place sous Généralités mécaniques.
2. L'équipe de conception doit assister aux essais et examiner les résultats, lesquels doivent faire l'objet d'un rapport.
3. Les résultats des essais d'étanchéité doivent être certifiés par l'organisme d'ERE autorisé et par ceux ayant effectué les opérations d'ERE en plus d'être vérifiés par l'équipe de conception et l'équipe technique de la Ville.
4. Ces essais d'étanchéité doivent être exécutés en présence de l'équipe de conception et, possiblement, en présence de l'équipe technique de la Ville, section par section, selon un plan établi par l'équipe de conception.

6.4.1.7 Humidification

1. La conception mécanique globale du système de CVCA doit faire en sorte que les niveaux d'humidité à respecter soient coordonnés avec la composition de l'enveloppe du bâtiment pour éviter toute condensation sur les surfaces intérieures et contrôler la migration de la vapeur d'eau dans le mur extérieur.
2. Pour le dimensionnement des humidificateurs, tenir compte du transfert latent des récupérateurs d'énergie en plus du dégagement latent des occupants et de la variation de l'achalandage.
3. La consigne d'humidification doit être modulée selon la température extérieure, passant de 30 % HR, lorsque la température extérieure est inférieure à -20°C , à 50 % HR lorsqu'elle est supérieure à 0°C . La lecture du taux d'humidité doit être effectuée dans la zone ou dans le retour du système de ventilation.

6.4.1.8 Déshumidification

1. Le calcul de la charge de déshumidification doit considérer une température d'air de 13°C .

6.4.1.9 Insonorisation

1. Utiliser, lorsque requis, des silencieux à l'entrée et à la sortie des unités centrales de traitement d'air ou des ventilateurs. L'isolant acoustique est permis dans la confection, par des fabricants, des boîtes terminales et silencieux. En revanche, il ne faut pas utiliser d'isolant acoustique dans les conduits d'air, à moins d'une recommandation spéciale d'un fabricant d'une unité particulière de traitement d'air (ex. : unité à haute vitesse). L'isolation acoustique peut être utilisée dans un conduit de transfert d'air pour limiter le transfert de bruit entre deux locaux.

6.4.1.10 Modification de systèmes CVCA existants

1. L'équipe de conception doit dresser la liste des installations, équipements ou accessoires à remettre à la Ville.
2. Avant de modifier un système de CVCA, dans le but d'en limiter son interruption, l'entrepreneur doit coordonner ses travaux avec l'équipe technique de la Ville.

6.4.1.11 Choix du type de système CVCA

1. À l'étape de la conception, les usages, les heures d'occupation et les besoins particuliers doivent être établis obligatoirement avec les usagers, l'équipe de conception et le représentant technique de la Ville, afin de statuer sur le choix du type de système et de ses horaires.

6.4.1.12 Systèmes de CVCA

1. Le système de CVCA doit maintenir, de manière automatique, des conditions de confort dans les locaux, peu importe les variations de charge de chauffage et de refroidissement au cours des saisons.

6.4.1.12.1 Systèmes desservant une ou plusieurs zones

1. Pour moduler l'air neuf, le système desservant :
 1. une seule grande zone subdivisée en plusieurs espaces distincts d'un même usage (ex. : bureaux à aire ouverte et enceinte de terrains de gymnase) utilise une sonde de CO_2 de gaine dans le retour d'air principal;
 2. une seule zone non subdivisée utilise une sonde de CO_2 de pièce ou une sonde de CO_2 de gaine dans le retour d'air principal à défaut de ne pouvoir installer une seule sonde de CO_2 de pièce représentative du taux réel de CO_2 ;
 3. plusieurs zones distinctes utilise une sonde de CO_2 de pièce, représentative du taux réel de CO_2 , dans chaque zone desservant un seul local tandis qu'une sonde de CO_2 de gaine est installée dans le conduit de retour d'air de chacune des autres zones, lesquelles régulent l'apport d'air neuf conditionné de leur zone respective.

6.4.1.12.2 Systèmes multizones

1. Le système multizone doit être zoné en considérant distinctement les zones centrales des zones périphériques, les orientations communes en périphérie, les heures d'occupation (pour fixer les heures d'opération du système) et l'usage des espaces. Prévoir un système distinct du système de CVCA principal lorsque les usages, les conditions à maintenir ou les horaires sont différents pour un secteur d'un local ou certains locaux.
 1. Dans un système multizone, ne pas utiliser de sondes de CO_2 dans les conduits de retour d'air pour contrôler l'air extérieur.

6.4.1.12.3 Système préconisé dans les salles mécaniques ou électriques

1. Aucun équipement de chauffage ne doit être prévu dans le système de ventilation ou dans le local si le dégagement de chaleur des équipements surpasse la charge de chauffage calculée du local, appuyée par un calcul de charges.
2. Pour contrer le dégagement de chaleur des équipements en période estivale ou le dépassement de la charge de chauffage en période hivernale, prévoir l'installation d'un système en H (ou deux (2) systèmes en T) permettant l'admission et la modulation du débit d'air neuf, ainsi que la recirculation d'air. Le système sera, entre autres, composé de deux (2) ventilateurs (alimentation et retour), d'un jeu de registres motorisés, d'une boîte de mélange, d'une section filtrante en aval en plus d'une entrée et sortie d'air, le tout conçu conformément au CEP et permettant le refroidissement gratuit. Prévoir le maintien d'une légère pression

négative constante dans le local. Ajuster le point de consigne d'alimentation d'air en fonction de la température extérieure, puis le réajuster en fonction de l'écart de température à la sonde de pièce.

3. L'usage d'un seul ventilateur est permis dans le cas exclusif où de l'air déjà conditionné est transféré pour ventiler une petite salle mécanique ou électrique.

6.4.1.12.4 Système de chauffage-refroidissement à volume variable de réfrigérant (VRV)

1. Ce système n'est pas permis parce que sa tuyauterie de réfrigérant circule dans tout le bâtiment vers des unités terminales.

6.4.1.13 Exigences générales concernant les moteurs d'appareils de CVCA

1. Se référer également à l'article Moteurs sous Équipements sous Généralités mécaniques.

6.4.1.13.1 Transmissions à courroie(s)

1. Préciser à l'entrepreneur qu'il doit fournir, au moment des opérations d'ERE, pour tout moteur d'appareil de CVCA à entraînement par courroie(s), neuf ou existant conservé, un jeu supplémentaire de poulies et de courroie(s) dans le but d'ajuster le débit de l'appareil au débit d'opération maximal calculé.
2. Pour chaque appareil de CVCA existant conservé, actionné au moyen de courroies, préciser à l'entrepreneur qu'il doit fournir un nouveau jeu de courroies.
3. Pour chaque appareil de CVAC neuf ou existant conservé, actionné au moyen de courroies, préciser à l'entrepreneur qu'il doit fournir un jeu de courroies de rechange pour chaque jeu installé.

6.4.1.13.2 Gardes

1. L'installation des gardes pour transmission à courroie(s), pour accouplements flexibles ou pour entrées et sorties d'air de ventilateurs non protégées ne doit pas engendrer de bruit.

6.4.1.14 Ventilation naturelle

1. La ventilation naturelle n'est pas permise en présence de systèmes de ventilation offrant de la climatisation mécanique.
2. La ventilation naturelle est permise dans le cas d'un abri ou entrepôt, ni chauffé ni climatisé, sur autorisation de la Ville.
3. Avant d'autoriser la ventilation naturelle, tenir compte des critères suivants :
 1. En regard au milieu environnant :
 1. niveau de qualité et de propreté de l'air;

- 2. niveau et impacts de la filtration requise (moustiquaires, préfiltres ou filtres);
 - 3. niveau et source des odeurs;
 - 4. niveau et source de bruit.
2. En regard à l'analyse du coût global (analyse avec ou sans ventilation naturelle).
4. En opération, la ventilation est autorisée si le taux d'humidité extérieur permet de tendre vers la demande d'humidité intérieure.

6.4.1.15 Locaux – Exigences particulières

6.4.1.15.1 Salles de repos ou cuisinettes

- 1. La pression intérieure doit être maintenue négative pour éviter la propagation des odeurs.
- 2. L'air transféré, en raison de la pression négative, doit provenir d'un local de classe 1 selon l'ASHRAE 62.1.
- 3. Si une cuisinière de type résidentiel est prévue, une hotte résidentielle doit être installée si les explications en annexe de l'article 3.3.1.2 2) du CNB s'appliquent.

6.4.1.15.2 Sas

- 1. Tous les sas doivent être ventilés et pressurisés mécaniquement.

6.4.1.15.3 Vestiaire

- 1. Privilégier le transfert d'air provenant d'un espace climatisé. Il est strictement interdit de transférer l'air d'une enceinte de patinoire.

6.4.1.16 Mise à la terre

- 1. Dans les limites des travaux, tout équipement et accessoire de ventilation, neufs ou existants, doivent être mis à la terre. Une tresse de masse doit notamment contourner toute manchette souple.

6.4.1.17 Mise en marche

- 1. Avant la mise en marche d'un système, l'équipe de conception, chargée de la surveillance des travaux, doit s'assurer que :
 - 1. les espaces desservis par le système sont propres;
 - 2. les composantes du système (filtres, serpentins, persiennes, grilles, etc.) ainsi que l'intérieur du réseau de ventilation sont propres;
 - 3. l'air ne contourne pas les composantes internes;
 - 4. les ventilateurs tournent dans la bonne direction;

5. l'ordre de démarrage des moteurs est respecté;
6. les roulements à billes sont lubrifiés, par l'intervention de l'entrepreneur;
7. toutes les conditions normales de mise en marche sont remplies;
8. toutes les attestations de fabricant, confirmant le bon fonctionnement de leur équipement, sont reçues et sans déficience.

6.4.1.18 Nettoyage des conduits d'air d'installations de CVCA

6.4.1.18.1 Jeux de médias filtrants supplémentaires

1. Un (1) jeu de préfiltres et de filtres neufs supplémentaires doit être fourni et installé pour chaque système de CVCA nettoyé.
2. S'assurer que les dimensions, le type et la forme de ces médias correspondent respectivement à ceux des filtres existants, sans toutefois être inférieurs à une valeur d'efficacité MERV 8 pour les préfiltres et MERV 14 pour les filtres, à moins de recommandations contraires et écrites de l'équipe de conception, le tout approuvé par l'équipe technique de la Ville.

6.4.1.19 Résultats des travaux de CVCA

6.4.1.19.1 Généralités

1. S'assurer que les dimensions, le type et la forme des médias filtrants fournis correspondent à ceux spécifiés et livrés originalement.

6.4.1.19.2 Éléments à remettre à l'achèvement des travaux

6.4.1.19.2.1 Jeux de médias filtrant de rechange

1. Pour tout nouveau système de CVCA, un (1) jeu de filtres de rechange doit être fourni pour chaque filtre individuel ou chaque batterie de filtres installés (préfiltres et filtres).

6.4.1.19.3 Éléments à remplacer à la réception des travaux

2. Remplacer tout élément filtrant (préfiltre et filtre) par un élément neuf et propre, épreuve au manomètre à l'appui.

6.4.1.20 Réseaux aérauliques

6.4.1.20.1 Généralités

1. Sélectionner les accessoires et les équipements, tels que préfiltre, filtre et serpentin de refroidissement, pour une vitesse de face maximale de 2,3 m/s (450 pi3/min).
2. L'air alimenté ou recirculé ne doit en aucun moment circuler dans les entre-plafonds, en dehors de conduits de ventilation.

6.4.1.20.2 Distribution d'air

1. Réaliser une distribution d'air efficace balayant la surface totale de chacun des locaux. Pour se faire, éviter que l'air alimenté ne soit rapidement retourné au système de CVCA ou évacué à l'extérieur.
2. Le mouvement de l'air ne doit pas dépasser une vitesse de 0,2 m/s (40 pi/min) au niveau des postes de travail.

6.4.1.20.3 Évacuation d'air

1. Il n'est pas permis que l'air du bâtiment soit évacué dans un local contenant des équipements aérothermiques.

6.4.1.20.4 Conduits d'air

6.4.1.20.4.1 Longueurs droites

1. Avant le premier embranchement, installer en aval d'un ventilateur d'alimentation et en amont d'un ventilateur d'évacuation ou de retour, ainsi qu'en aval et en amont d'une unité centrale de traitement d'air, une longueur droite suffisamment longue et accessible pour limiter la turbulence et permettre une lecture adéquate des débits au moment de l'équilibrage des réseaux, le tout conformément aux recommandations du fabricant de l'équipement.
2. Pour les stations de mesurage de débit d'air, prévoir une longueur droite selon les recommandations du fabricant, le tout bien clarifié dans les documents contractuels.

6.4.1.20.4.2 Conduits flexibles ou métalliques circulaires

6.4.1.20.4.2.1 Étanchéité des raccords flexibles circulaires

1. Le scellement d'un conduit métallique circulaire ou d'un conduit flexible, calorifugé ou non, doit être assuré par l'application de produits spécifiques pour conduits d'air, le tout appliqué en continu sur le pourtour au lieu de raccordement, dans l'ordre suivant :
 1. un ruban adhésif (pour faciliter son réaménagement futur) muni ou non de vis, selon le type de flexible et son diamètre;
 2. un ruban d'étanchéité noyé dans le produit d'étanchéité;
 3. une couche minimum du même produit d'étanchéité.
2. Dans le cas d'un conduit flexible, un collier de serrage sans fin, en acier inoxydable, est installé une fois le produit d'étanchéité bien sec.

6.4.1.20.4.3 Conduits d'air métalliques

1. En fonction du type de réseau de conduits d'air à concevoir, l'équipe de conception doit sélectionner la méthode de conception de conduits appropriée, parmi les suivantes, le tout en référence au document « *Duct Systems Design Guide* », édité par l'ASHRAE :
 1. à frottement égal (« *equal friction* »);
 2. à regain statique (« *static regain* »);
 3. à vitesse constante (« *constant velocity* »).
2. Dans le cas où la méthode à frottement égal est retenue, à moins de ne pas pouvoir faire autrement sur certaines portions du réseau :
 - a. les conduits d'air de retour (ou d'évacuation) sont dimensionnés en visant une perte de pression ne dépassant pas 0,65 Pa/m (0,08 po eau/100 pi);
 - b. les conduits d'air d'alimentation sont dimensionnés en visant une perte de pression ne dépassant pas 0,82 Pa/m (0,1 po eau/100 pi);
 - c. advenant le non-respect du taux visé dans une portion de réseau, l'équipe de conception doit s'assurer que la sélection d'un taux supérieur dans ladite portion ne génère pas un niveau de bruit supérieur au niveau de bruit de conception de la pièce.
3. Les nouveaux réseaux de ventilation et leurs éléments de support sont construits en acier galvanisé, selon les normes de fabrication de la SMACNA, de manière à résister à son environnement ainsi qu'à une pression d'au moins 747 Pa (3 po d'eau) même si la pression d'opération est égale ou inférieure à 500 Pa (2 po d'eau), à moins d'exigences plus sévères ou particulières.
4. À des fins de vérification, l'étiquette de fabrication doit être accessible et lisible.

6.4.1.20.4.3.1 Conduits et raccords – Éléments de transitions – Opération basse pression, jusqu'à 500 Pa

1. Prioriser l'installation d'éléments de transition concentriques.
2. Éléments de transition convergents : angle d'ouverture d'au plus 30 degrés.
3. Éléments de transition divergents : angle d'ouverture d'au plus 20 degrés. Lorsque cela s'avère impossible à cause d'un manque d'espace, l'angle d'ouverture doit être le plus petit possible jusqu'à un maximum de 60 degrés.

6.4.1.20.4.3.2 Raccords – Conduits rectangulaires – Opération basse pression, jusqu'à 500 Pa

1. La largeur du coude est sa dimension dans le plan du rayon de courbure.
2. Prévoir l'installation de coudes à angle arrondi, c'est-à-dire des coudes avec un rayon de courbure correspondant à 1,5 x la largeur.

1. Par manque d'espace seulement, les coudes suivants peuvent être installés :
 1. coude à angle vif – largeur égale ou inférieure à 407 mm (16 po) : coude muni de déflecteurs, à aubes à double paroi 51 mm (2 po) de rayon, sur rail, de forme aérodynamique;
 2. coude à angle vif – largeur supérieure à 407 mm (16 po) : coude muni de déflecteurs, à aubes à double paroi 114 mm (4½ po) de rayon, sur rail, de forme aérodynamique;
 3. ou tout autre type de coude dont la longueur équivalente ne dépasse pas 15 fois la largeur exprimée en pied (pi).
3. Raccords de dérivation – Conduit principal et conduits de dérivation, rectangulaires : embranchement cintré sur dérivation, à rayon de courbure correspondant à 1,5 x la largeur du conduit.
4. Des registres volumétriques (registres d'équilibrage) doivent être placés dans les conduits de dérivation, près des raccordements au conduit principal.
5. Éléments de dévoiement (pour changer de direction) : coudes arrondis à rayon de courbure correspondant à 1,5 x la largeur du conduit.
6. Déflecteurs pour obstacles (permettant de conserver la même section utile) : les angles d'ouverture maximaux doivent être les mêmes que dans le cas des éléments de transition.

6.4.1.20.4.3.3 Raccords – Conduits circulaires – Opération basse pression, jusqu'à 500 Pa

1. Coude à angle arrondi : coude avec rayon de courbure correspondant à 1,5 x le diamètre du conduit circulaire.
2. Raccords de dérivation – Conduit principal et conduits de dérivation, circulaires : entrée sur conduit principal à 45 degrés avec raccord de transition.
3. Des registres volumétriques (registres d'équilibrage) doivent être placés dans les conduits de dérivation, près des raccordements au conduit principal.
4. Éléments de dévoiement (pour changer de direction) : coudes arrondis à rayon de courbure correspondant à 1,5 x le diamètre du conduit.

6.4.1.20.4.3.4 Conduits et raccords – Circulaires et ovales – Opération haute pression, jusqu'à 2500 Pa

1. Joints transversaux des conduits de diamètre égal ou inférieur à 900 mm : du type à agrafure, scellés avec un produit et du ruban d'étanchéité.
2. Joints transversaux des conduits de diamètre supérieur à 900 mm : Vanstone.
3. Coudes : rayon de courbure correspondant à 1,5 x le diamètre du conduit.
4. Raccords de dérivation : transitions concentriques avec embranchement réduit à 45 degrés et coude 45 degrés.

6.4.1.20.4.3.5 Conduits et raccords – Conduits rectangulaires – Opération haute pression, jusqu'à 2500 Pa

1. Joints transversaux : soudés ou préfabriqués, de marque déposée, pour conduits d'air, de classes d'étanchéité B ou supérieure, selon la SMACNA.
2. La largeur du conduit est la dimension dans le plan du rayon de courbure.
3. Coudes : à grand rayon, sans déflecteurs; rayon de courbure correspondant à 1,5 x la largeur du conduit.
4. Raccords de dérivation : transitions concentriques avec embranchement réduit à 45 degrés et coude 45 degrés.

6.4.1.20.4.4 Produits d'étanchéité pour conduits d'air

1. Pour usage intérieur et extérieur : à haute pression jusqu'à 2500 Pa, à base d'eau ou à base de polymères, de type ignifuge, résistant à l'eau, à la moisissure, à l'huile, aux rayons UV, au craquage et au pelling en plus d'être peinturables.
2. Plage de températures d'opération allant de -30 °C à 93 °C.

6.4.1.20.4.5 Rubans d'étanchéité pour conduits d'air

1. Pour usage intérieur et extérieur : membrane de fibres de verre, à armure lâche, traitée au polyvinyle, de 75 mm (3 po) de largeur, installé entre deux (2) couches de produit d'étanchéité pour conduit d'air.

6.4.1.20.5 Transferts d'air

1. Le transfert d'air entre les locaux doit respecter notamment l'ASHRAE 62.1, plus particulièrement la classification de l'air et les limitations à sa recirculation.
2. Prioriser un transfert d'air :
 - a. en forme de U dont les extrémités sont orientées vers le haut;
 - b. sans raccordement aux grilles de transfert.
3. Le transfert d'air est muni d'un revêtement intérieur ayant les propriétés suivantes :
 - a. panneaux rigides en fibres de verre, d'au moins 25 mm (1 po) d'épaisseur, conformes à la norme ASTM C1071, type 2, enduit d'une surface durable et lisse évitant l'accumulation de la poussière et de la saleté et offrant une protection contre la croissance microbienne.
 - b. masse volumique d'au moins 48 kg/m³ (3 lb/pi³).
 - c. résistance thermique d'au moins 0,76 (m².°C)/W pour un revêtement de 25 mm d'épaisseur, durant des essais effectués conformément à la norme ASTM C177, à une température moyenne de 24 °C.
 - d. vitesse d'écoulement de l'air, sur la face revêtue exposée, d'au moins 20,3 m/s.

- e. coefficient de réduction du bruit d'au moins 0,70 à 25 mm d'épaisseur, selon le montage de type A conforme à la norme ASTM C423.
 - f. conforme aux normes CAN/ULC 102, ASTM C1338 et NFPA 90A.
4. Les dimensions indiquées en plan pour un transfert d'air doivent être ses dimensions extérieures tenant compte du revêtement intérieur.
 5. Le revêtement intérieur est posé selon les recommandations du fabricant et de la façon décrite ci-après :
 - a. Le revêtement intérieur est fixé au moyen d'une colle, à base d'eau de type ignifuge, appliquée sur au moins 90 % de la surface de tôle à garnir, conformément à la norme ASTM C916.
 - b. Les panneaux sont aboutés par des coupes nettes assurant l'obtention de joints serrés. Les joints sont décalés, dans le cas d'une double épaisseur, et les pièces supérieures sont soutenues par les pièces latérales.
 - c. Les attaches mécaniques sont espacées conformément aux normes SMACNA et NAIMA.
 6. Dans les systèmes où la vitesse d'écoulement de l'air excède 20,3 m/s (4000 pi/min), poser un profilé en Z, en tôle galvanisée, sur le bord d'attaque des revêtements intérieurs.
 7. Le scellement des joints est réalisé avec un ruban en fibres de verre à armure lâche de 50 mm (2 po) de largeur, enduit de polyvinyle. Le ruban est noyé dans le produit de scellement et deux (2) couches de produit de scellement sont appliquées sur le ruban.
 8. Respecter une perte de charge d'au plus 0,08 po d'eau dans toute confection de transferts d'air.

6.4.1.21 Équipements

6.4.1.21.1 Unités centrales de traitement d'air

1. Il peut y avoir plus d'une unité centrale de traitement d'air dans un même bâtiment (ex. : une unité desservant le périmètre et une autre desservant les zones internes d'un ou plusieurs étages).
2. À l'exception de l'usage d'un module de déshumidification ou d'un module de récupération du type échangeur à régénération par cassettes, chaque unité centrale de traitement d'air doit être entièrement gérée et contrôlée par le système de régulation automatique de l'immeuble et non par un contrôleur autonome fourni par le fabricant. Les accessoires de contrôle, tels que débitmètre, actuateur, vanne motorisée, sonde et transmetteur, doivent être fournis par l'entrepreneur en régulation, mais préfilés et installés en atelier par le fabricant de l'unité. Dans chaque unité, prévoir l'emplacement et l'espace requis pour le futur panneau de régulation et son contrôleur.

3. Les différentes sections doivent être conçues pour une vitesse d'air maximale de 2,3 m/s (450 pi/min). La vitesse d'air traversant les filtres ne doit pas dépasser 2,54 m/s (500 pi/min). Les dimensions des filtres doivent être de 24 po x 24 po ou de 12 po x 12 po seulement.
4. La conception et l'assemblage des caissons doivent être prévus pour résister à la pression statique maximale que les ventilateurs puissent atteindre aux conditions de design ou à un différentiel de pression statique d'au moins 2,0 kPa (8 po de colonne d'eau), en prenant la plus élevée des deux valeurs.
5. En accord avec ANSI/AHRI Standard 1350, la flexion maximale des parois sous pression doit respecter la classe CD2, soit un ratio de 1:240 sous une pression de 2,0 kPa (8 po de colonne d'eau). Le taux de fuite des caissons doit respecter la classe CL2, soit un taux équivalent à $2 \times (P)^{0,65}$ PCM par 100 pieds carrés, P étant le différentiel de pression exprimé en po de colonne d'eau.
6. La conception et le montage en usine des centrales doivent être faits de façon à avoir des raccordements externes au caisson :
 1. Tous les raccords de tuyauterie pour les serpentins doivent être prévus pour branchement à partir de l'extérieur du caisson au travers de garnitures d'étanchéité flexibles en néoprène sur les parois externes et internes des murs. Dans le cas de serpentins montés en retrait à l'intérieur des unités, l'entrepreneur doit prévoir la fourniture et l'installation de la tuyauterie de prolongement vers l'extérieur.
 2. Les distributeurs des serpentins doivent être complètement localisés à l'intérieur des caissons.
 3. Tous les raccords doivent être du même côté que les portes d'accès, à moins d'indications contraires sur les plans.
 4. Tous les bacs de drainage doivent être à triple pente et fabriqués en acier inoxydable de type 304 de calibre 18 minimum. Un raccord de drainage en acier inoxydable de type 304 avec extrémité filetée doit être installé latéralement au point bas de chacun des bacs. L'orifice de drainage doit pouvoir être raccordé de l'extérieur du caisson.
7. Des portes ou des panneaux d'accès doivent être prévus de façon à pouvoir retirer chacune des composantes mécaniques internes sans avoir à compromettre l'intégrité structurale du caisson de la centrale.
8. Lorsque des serpentins sont superposés dans une section, l'installation doit permettre le retrait de n'importe quel serpentins de façon individuelle.
9. La paroi intérieure des sections de refroidissement et d'humidification doit être en acier inoxydable de type 304 solide. En alternative, on accepte l'utilisation d'une paroi intérieure prépeinte avec un revêtement au fini lisse de type antimicrobien. Chaque panneau doit être individuellement recouvert de peinture en poudre appliquée par pulvérisation électrostatique avec cuisson au four.

10. Le pourtour de tous les équipements installés à l'intérieur du caisson doit être muni d'une tôle de blocage : serpentins, filtres, volets, etc. Cette tôle de blocage doit permettre de maintenir l'équipement en place et prévenir les fuites d'air. Les tôles de blocage sont de même type et de même finition que les parois internes de la centrale.

11. Bâtis – caractéristiques générales

- a. La conception des parois doit être sans pont thermique, de type « *No Through Metal* », et en aucun cas il ne doit y avoir de contact métallique entre les surfaces intérieures et extérieures.
- b. L'intérieur des parois (plancher, murs et plafonds) doit être rempli d'un isolant thermique à base de polyuréthane hydrophobe injecté, c'est-à-dire qui n'absorbe ni ne transmet l'eau et l'humidité, évitant ainsi la prolifération de bactéries, moisissures et autres micro-organismes. Seul le polyuréthane injecté sous forme liquide qui s'expande dans les parois est accepté; il n'est pas permis de découper du polyuréthane dans des panneaux d'isolant rigides pour l'assemblage des parois. L'isolant de fibre de verre ou de laine minérale n'est pas accepté, vu sa capacité d'absorber et de retenir l'eau et l'humidité. La résistance thermique nominale est de R-6,5 par pouce d'épaisseur.
- c. La construction des parois doit respecter les normes en vigueur concernant les taux de dégagement de fumée et de propagation de la flamme avec rapport à l'appui suivant la méthode d'essais CAN/ULC S102-07.
- d. Le fini extérieur des centrales est prépeint avec un revêtement de couleur Blanc Os (réf. Vicwest QC-16069) au fini texturé. Chaque panneau est individuellement recouvert de peinture en poudre appliquée par pulvérisation électrostatique avec cuisson au four. Il n'est pas permis de peindre une centrale dans son ensemble après assemblage. Le revêtement doit avoir une résistance de 10 000 heures en accord avec la norme de brouillard salin ASTM B117.
- e. Le fini intérieur des centrales est prépeint avec un revêtement blanc au fini lisse incorporant un agent antimicrobien (ions d'argent). Chaque panneau est individuellement recouvert de peinture en poudre appliquée par pulvérisation électrostatique avec cuisson au four. Il n'est pas permis de peindre une centrale dans son ensemble après assemblage. Le revêtement doit avoir une résistance de 10 000 heures en accord avec la norme de brouillard salin ASTM B117.

12. Bâtis – Périmètre de plancher

- a. Chaque centrale de ventilation doit être munie d'une toile structurale fabriquée à l'aide de poutres de type HSS en acier galvanisé de type G90. Des poutres transversales doivent être prévues à intervalles réguliers afin d'assurer la rigidité du plancher et de supporter le poids

des équipements lourds installés à l'intérieur de la centrale. Le périmètre doit avoir une hauteur minimale de 6,0 po (152 mm) et sa flexion maximale permise doit être inférieure au ratio 1:240.

- b. OPTION : Afin d'assurer une hauteur adéquate pour l'installation au chantier des gardes d'eau requises pour les drains de condensation, la centrale doit être munie d'une rehausse d'une hauteur minimale de 4,0 po (102 mm).
- c. Chaque module doit être muni d'un minimum de quatre (4) anneaux de levage amovibles avec un espacement maximal de 10 pieds (3000 mm) centre à centre.

13. Bâtis – Panneaux des murs et plafonds

- a. Tous les panneaux doivent avoir une épaisseur nominale d'au moins 3 po (76 mm).
- b. La paroi extérieure des panneaux doit être en aluminium de calibre 14 minimum.
- c. La paroi intérieure des panneaux doit être solide et en aluminium de calibre 14 minimum.
- d. Chaque panneau doit être rempli d'un isolant thermique à base de polyuréthane hydrophobe ayant une résistance thermique nominale de R-6,5 par pouce d'épaisseur.
- e. Afin d'optimiser la rigidité structurale des panneaux, la tôle intérieure doit être retenue mécaniquement à la tôle extérieure de chaque panneau par des bandes de plastique HDPE à l'épreuve des ponts thermiques. Les parois internes dites « flottantes » (tôles de surface interne sans fixation mécanique) ne sont pas acceptées.
- f. Les panneaux doivent être retenus entre eux à l'aide de plaques d'assemblage fixées à l'aide de boulons. Les plaques d'assemblage doivent être montées du côté extérieur du caisson. Tous les joints de panneaux doivent être individuellement scellés et rendus étanches à l'air et à l'eau à l'aide d'une membrane d'étanchéité installée sous les plaques d'assemblage.
- g. Pour donner un fini intérieur lisse facilement nettoyable et éviter toute incrustation de poussière, tous les joints doivent être scellés avec des cordons de calfatage sans silicone.
- h. Tous les panneaux doivent être facilement amovibles individuellement et aucune quincaillerie dissimulée ne doit empêcher le retrait d'un panneau.

14. Portes d'accès

- a. De façon générale, les portes d'accès aux sections doivent être prévues d'un seul côté des centrales, soit du même côté que les raccords de la tuyauterie ou encore aux endroits montrés aux plans.
- b. Toutes les portes doivent être fabriquées à l'aide de panneaux identiques à ceux décrits pour la construction des murs et plafonds.
- c. Les panneaux de porte doivent être montés dans un cadrage indépendant qui est fabriqué à l'aide de profilés avec bris thermique intégré.

- d. Chaque porte doit être munie d'au moins deux charnières en aluminium épais et robuste, et de deux poignées en forme de canne opérables de l'extérieur comme de l'intérieur.
- e. L'étanchéité entre le panneau de porte et son cadre doit être assurée par une double garniture d'étanchéité. Cette garniture en mousse de polyuréthane à deux composantes doit être coulée au panneau de porte et non sur le cadre de porte afin de ne pas être abîmée par le passage des usagers.
- f. Toutes les portes doivent généralement ouvrir du côté ayant la pression statique la plus élevée.
- g. Les portes doivent être munies d'un hublot d'inspection rectangulaire à double verre trempé et scellé hermétiquement d'au minimum 6 po (152 mm) de largeur par 12 po (305 mm) de hauteur.
- h. Les portes doivent être munies d'un port de mesure robuste ayant son bouchon retenu par une chaînette, installé en usine.
- i. Les hublots d'inspection et les ports de mesure doivent être fournis et installés en usine même s'ils ne sont pas clairement montrés aux plans.

15. Parois acoustiques internes

- a. Lorsque demandé dans les tableaux descriptifs ou indiqué sur les dessins des unités montrés aux plans, les murs de base à double paroi solide sont doublés à l'intérieur à l'aide de panneaux acoustiques à paroi perforée.
- b. Tous les panneaux doivent avoir une épaisseur nominale d'au moins 2,0 po (51 mm).
- c. Les parois intérieures doivent être avec perforations rondes et franches selon le standard IP110 et doivent être du même matériau que les parois internes de la centrale.
- d. Le fini intérieur des surfaces est le même que celui des murs de base qui sont recouverts.
- e. Le volume interne des panneaux est rempli d'un matériau insonorisant en fibre de verre à longues fibres de 1,0 lb/pi³ de densité.
- f. Les parois acoustiques doivent être entièrement amovibles afin de permettre leur remplacement ou celui du média insonorisant.
- g. OPTION : Pour toutes les parois acoustiques, une pellicule de Tedlar est placée entre le média acoustique et la tôle perforée.

16. Rendement acoustique

- a. Le rendement acoustique des panneaux utilisés dans la construction des centrales doit avoir été homologué par un laboratoire indépendant.
- b. Les méthodes utilisées pour établir la perte par insertion des panneaux doivent être conformes aux normes ASTM E90.

- c. Les méthodes utilisées pour établir les coefficients d'absorption acoustique des panneaux avec paroi perforée doivent être conformes aux normes ASTM E795 et C423.
- d. Sur demande de l'équipe de conception ou de la Ville, un rapport d'analyse du laboratoire doit être disponible pour approbation.

17. Mise en marche

- a. La mise en marche du système doit être faite par du personnel qualifié, formé en usine par le fabricant ou par un entrepreneur en ventilation, afin de vérifier le bon fonctionnement de tous les mécanismes et contrôles intégrés. Il doit en outre s'assurer de la bonne communication avec le SGB. À la remise du projet, le fabricant doit présenter une séance de formation au personnel d'entretien du propriétaire ou aux utilisateurs désignés par celui-ci.

18. Éclairage et prises de courant

- a. Dans les sections où l'accès est possible, prévoir des luminaires d'éclairage au DEL.
- b. Pour les centrales de traitement d'air ayant une hauteur de 90 po (2286 mm) et plus, utiliser des plafonniers de marque Lithonia Lighting modèle CNY LED (canopy luminaires model P1) ou équivalent approuvé. Les plafonniers sont munis d'un boîtier moulé en aluminium et de lentilles en polycarbonate translucide. Le boîtier doit avoir une finition de peinture en poudre de polyester de couleur bronze foncé ayant une grande durabilité. Chaque luminaire a des dimensions de 10 po x 10 po x 4-11/16 po de hauteur (254 mm x 254 mm x 119 mm de hauteur), un flux lumineux de 4500 lumens et une consommation électrique de 35 W sous une tension de 120-1-60.
- c. Pour les centrales de traitement d'air de moins de 90 po (2286 mm) de hauteur, utiliser des luminaires muraux de marque RAB Design modèle DVAKSX-LED14 ou équivalent. Les luminaires sont munis d'un boîtier moulé en aluminium et de lentilles en polycarbonate translucide. Le boîtier doit avoir une finition de peinture en poudre de polyester de couleur gris résistante à l'oxydation. Chaque luminaire a un flux lumineux de 1585 lumens et une consommation électrique de 14 W sous une tension de 120-1-60.
- d. Les luminaires doivent être raccordés entre eux par l'intermédiaire de conduits électriques en acier galvanisé avec embout de type EMT ou en PVC, selon le cas. Tous les luminaires doivent être commandés par un interrupteur commun localisé sur la paroi externe du caisson ventilateur d'alimentation.
- e. Pour faciliter le branchement d'outils ou d'accessoires d'entretien, prévoir une prise de courant de 15A de type «GFCI» à proximité de chaque interrupteur.
- f. Lorsque les unités sont livrées en modules, elles doivent être munies de jonctions qui facilitent le raccordement au chantier exécuté par l'entrepreneur. Le câblage, prévu en quantité suffisante, doit être enroulé aux extrémités des modules.

- g.** Lorsque les unités sont livrées en pièces détachées, seuls les composants (luminaires, prises de courant et interrupteurs d'éclairage) sont fournis par le fabricant. Les conduits électriques et le câblage doivent être fournis et installés au chantier par l'entrepreneur.
- h.** Les luminaires, prises de courant et interrupteurs d'éclairage doivent être fournis par le fabricant des centrales de traitement d'air même s'ils ne sont pas clairement montrés sur les dessins d'unités aux plans.

19. Panneau à point de raccordement unique (575/3/60)

- a.** Ce panneau regroupe l'alimentation du panneau des équipements à moyenne tension et l'alimentation du panneau de service à basse tension.
- b.** Un coffret (NEMA 4-12 standard) peint ANSI/ASA61 gris doit être muni d'une porte d'accès montée sur charnières avec mécanisme de fermeture.
- c.** Un sectionneur principal sans fusibles incluant un dispositif de cadenassage.
- d.** Utilisation d'un bloc de distribution pour le raccordement des différents équipements.
- e.** L'approbation CSA ou E-ETL est requise pour l'ensemble du panneau.

20. Panneau MCP

- a.** Lorsque plusieurs moteurs sont raccordés à un VFD commun, prévoir une boîte de répartition montée en usine sur chaque caisson de ventilateurs.
- b.** Un coffret (NEMA 4-12 standard) peint ANSI/ASA61 gris doit être muni d'une porte d'accès montée sur charnières avec mécanisme de fermeture.
- c.** Un sectionneur principal sans fusibles incluant un dispositif de cadenassage et muni d'un contact auxiliaire de sécurité pour entre-barrage avec le VFD pour l'alimentation 575/3/60.
- d.** Un bloc de distribution doit être prévu pour recevoir l'alimentation électrique provenant du VFD.
- e.** Un bloc de protection pour chaque moteur constitué d'un démarreur à tension nominale combiné avec un disjoncteur magnétothermique. En plus de permettre de couper l'alimentation d'un moteur pour l'entretien, le disjoncteur magnétothermique assure une protection contre les surcharges et les courts-circuits.
- f.** L'approbation CSA ou C-ETL est requise pour l'ensemble du panneau.

21. Entraînement à fréquence variable

- a.** Chaque groupe de moteurs de ventilateurs doit être raccordé à un entraînement à fréquence variable monté en usine directement sur le caisson de l'unité.
- b.** La capacité de chaque variateur doit être déterminée en fonction de la puissance totale raccordée de tous les moteurs contenus.

- c. Les entraînements à fréquences variables sont complets avec relais de surcharge pour chaque moteur, fusibles de protection, sectionneur principal et interrupteur de contournement « *bypass* » pour chaque entraînement.
- d. Filtre « dV/dT » : Fournir, installer et raccorder à la sortie de l'entraînement un filtre « dV/dT » tel que TCI modèle #V1K, sans équivalence. L'EFV doit également inclure un filtre à l'entrée; le modèle doit être choisi par le fabricant de l'EFV, en s'assurant que le système électrique réponde aux normes IEEE 519.
- e. L'EFV doit être doté d'une carte de communication *BACnet*.
- f. Produits acceptables : ABB série ACH580 ou Eaton série PowerXL DH1.

22. Et cela, à part toutes les autres composantes requises dans la conception de l'unité de traitement d'air.

6.4.1.21.1 Température d'alimentation

1. Les capacités de chauffage et de refroidissement d'une unité centrale de traitement d'air doivent permettre d'atteindre une température d'alimentation d'air entre 12,5 °C (54,5 °F) et 21 °C (70 °F).

6.4.1.21.2 Ventilateurs

1. Les caractéristiques de performance des ventilateurs doivent être établies selon le Code d'Épreuves Standards de AMCA, Bulletin 210. Le manufacturier de ventilateurs doit être membre d'AMCA. Tous les ventilateurs et les assemblées sont balancés statiquement et dynamiquement durant l'épreuve de fonctionnement en usine. Les ventilateurs sont sélectionnés pour un fonctionnement stable à une vitesse de rotation au moins 20 % inférieure à la première vitesse critique. Les arbres des ventilateurs ont un recouvrement antirouille.
2. La sélection du ventilateur et de son moteur doit être faite de telle façon qu'il ne se retrouve pas aux limites de sa plage d'opération afin de permettre des modifications de débit ou de pression d'opération. Procéder à la sélection du ventilateur en projection d'un accroissement du débit de 10 % et, comme un débit plus élevé entraîne une pression plus élevée, cela exige possiblement un moteur plus puissant. Advenant qu'un moteur plus puissant soit requis, ce dernier est installé uniquement lorsque l'accroissement du débit est nécessaire.
3. Pour assurer une sélection appropriée du moteur du ventilateur, il faut tenir compte des exigences de couple de démarrage, soit l'inertie de la roue du ventilateur (WR2) en plus du BHP de fonctionnement.
4. Pour le ventilateur à moteur à entraînement par courroie, le moteur doit être placé sur une base coulissante pour ajuster aisément la tension de la (des) courroie(s). La base coulissante doit être réglable et munies de tiges d'ajustement (vis).

6.4.1.21.3 Humidificateurs

1. L'humidificateur modulant est installé sur un support en acier galvanisé près de son distributeur de vapeur ou près de l'unité de traitement d'air qu'il dessert.
2. La canalisation de vapeur est étanche et construite en cuivre rigide, de type L.
3. Les appareils, accessoires et conduits (ou tuyauterie) doivent être installés selon toutes les instructions et recommandations du fabricant.

6.4.1.21.4 Serpents de chauffage électrique

1. Le serpent de chauffage électrique doit être muni d'un relais triac pour une capacité de 1 kW ou moins ou d'un contrôleur SCR pour une capacité de plus de 1 kW.
2. Chaque élément chauffant doit être protégé par un bloc fusible.

6.4.1.21.5 Registres et clapets coupe-feu et de fumée

6.4.1.21.5.1 Registres coupe-feu

1. Les registres coupe-feu sont conçus et construits de manière à ne pas réduire la section des conduits ou des ouvertures dans lesquels ils sont montés, lesquels sont munis d'un cadre/manchon de traversée en acier inoxydable.
2. Les registres sont installés selon les détails indiqués dans le document intitulé « *Fire, Smoke, and Radiation Damper Installation Guide for HVAC Systems* », dernière édition, publié par la SMACNA, et dans les instructions du fabricant.
3. Dans le cas d'une superficie d'installation restreinte, un registre coupe-feu de type A peut exceptionnellement être accepté, sur autorisation écrite et commune de l'équipe technique de la Ville et l'équipe de conception.
4. Dans tout lieu propice à la corrosion, prévoir un registre en acier inoxydable.

6.4.1.22 Accessoires

6.4.1.22.1 Persiennes à lames fixes

1. Pour une installation sur un mur extérieur ou sur le pourtour d'un cabanon de persiennes, le choix de la série, d'un même fabricant, dépend s'il s'agit d'une prise d'air neuf ou d'une évacuation d'air. En cas d'incertitude, jusqu'au moment de leur installation ou pour des considérations d'interchangeabilité ou de pérennité, prévoir l'installation de persiennes d'air neuf uniquement.
2. La persienne d'air neuf doit être dimensionnée en considérant sa surface libre ainsi que la plus basse vitesse entre 1,5 m/s (300 pi/min) et la vitesse ne permettant pas l'entraînement de la pluie et de la neige.

3. La persienne d'air neuf est munie de lames conçues pour réduire également la pénétration de la neige en plus d'en réduire la vibration.
4. Le fonctionnement de la persienne d'évacuation d'air doit se faire avec une perte de pression légèrement inférieure à celle de la persienne d'air neuf.
5. Le cadre est en aluminium extrudé (6063T5) d'au moins 1,83 mm (0,072 po) d'épaisseur et d'au moins 106,6 mm (4 po) de profondeur.
6. Les lames sont en aluminium extrudé d'au moins 1,80 mm (0,071 po) d'épaisseur et sont fixées à un angle de 45°. Son profil renforcé doit servir à raffermir les lames et à réduire la possibilité de vibration.
7. Le cadre de type en U pour une installation encastrée ou de type en L pour une fixation directe sur la surface environnante, en plus de la couleur, du fini et du style (à meneaux ou aux lames continues) sont choisis par l'architecte avec l'approbation de la Ville.
8. Les grillages pare-oiseaux sont en aluminium déployé (aplati) d'au moins 15 mm x 30,5 mm x 1,14 mm (0,59 po x 1,20 po x 0,045 po).
9. Les moustiquaires, uniquement si elles sont requises, sont en aluminium tissé avec une maille d'au moins 7,1 x 6,3/cm² (18 x 16/po²). Le calibre est d'au moins 0,30 mm (0,012 po).
10. Les grillages pare-oiseaux et les moustiquaires doivent être distinctement insérés dans un cadre, lesquels doivent être aisément retirables pour leur nettoyage en plus d'être attachés directement à la persienne.
11. Les persiennes doivent être fabriquées sur mesure.

6.4.1.22.2 Plénums

1. Un plénum est à prévoir pour chaque prise d'air neuf et sortie murale d'évacuation d'air vicié.
2. Chaque plénum est muni d'une cuvette d'égouttement, laquelle est drainée à l'intérieur du bâtiment.

6.4.1.22.3 Sections filtrantes

6.4.1.22.3.1 Généralités

1. Des préfiltres ou filtres sont requis en amont de tous les serpentins ou systèmes de récupération, à l'exception des échangeurs à régénération par cassettes, ceux-ci devant être prévus en aval.
2. Dans tous les cas impliquant de la filtration, utiliser des filtres MERV 8 comme filtres autonomes ou préfiltres. Dans tous les systèmes de ventilation avec recirculation d'air, des filtres MERV 14 sont requis, ces derniers doivent être protégés en amont par des préfiltres MERV 8.
3. Lorsque des filtres à poches sont utilisés, ceux-ci ne doivent pas toucher le plancher de l'étage ou de la section filtrante, que le système soit en fonction ou à l'arrêt.

6.4.1.22.3.2 Boîtes à filtration

1. Dans le cas où une boîte de filtration préfabriquée, à accès latéral et étanche, ne peut être utilisée, une boîte de filtration étanche doit être installée, accessible de face, à hauteur d'homme et dont chacun des filtres est installé dans un cadre métallique préfabriqué :
 - a. en acier galvanisé soudé, d'au moins 1,61 mm (calibre 16);
 - b. muni d'une bride d'étanchéité, d'au moins 19 mm ($\frac{3}{4}$ po), assurant un bon positionnement et une bonne étanchéité du filtre;
 - c. muni d'alvéoles de centrage pour assurer un alignement du filtre;
 - d. permettant l'usage de fixations robustes, indissociables du cadre;
 - e. assemblé, au besoin, dans une configuration de bancs en V pour réduire la vitesse de la face du filtre.

6.4.1.22.3.3 Éléments filtrants (préfiltres et filtres)

1. Les exigences minimales en termes de médias filtrants pour les systèmes de CVCA, nouveaux ou existants, sont :
2. Généralités :
 - a. performance selon les normes d'essai de filtres *ASHRAE 52.2*;
 - b. norme applicable : CAN/CGSB-115-xx, selon le type média filtrant;
 - c. type : selon l'application, les caractéristiques du fluide (température, humidité, écoulement, etc.), la variation ou non du débit d'air, les arrêts fréquents ou non de la ventilation et l'espace disponible;
 - d. cadre : résistant à l'humidité;
 - e. perte de charge initiale : faible;
 - f. perte de charge (à capacité d'emmagasinement maximale) : recommandée par le fabricant;
 - g. répertorié : UL 900.
3. Préfiltres présentant une valeur minimale d'efficacité confirmée MERV 8 :
 - a. usage : en tant que préfiltre pour les filtres finaux à plus haute efficacité ou filtre autonome;
 - b. support : en fil métallique soudé;
 - c. média : fibre synthétique;
 - d. perte de charge initiale : d'au plus 77 Pa (0,31 po eau) pour un 50 mm (2 po) d'épaisseur et 67 Pa (0,27 po eau) pour un 102 mm (4 po) d'épaisseur, à un flux d'air d'au plus 2,54 m/s (500 pi/min);
 - e. perte de charge finale calculé : 2 fois la perte de charge initiale;

- f. par défaut, les préfiltres sont de type à panneaux plissés de haute efficacité, 50 mm (2 po), à moins d'exigences particulières.

4. Filtres présentant une valeur minimale d'efficacité confirmée MERV 14 :

- a. usage : en tant que filtre final à plus haute efficacité ou, dans certains cas, en tant que filtre autonome;
- b. perte de charge initiale : selon la nomenclature;
- c. perte de charge finale calculé : 2 fois la perte de charge initiale ou selon les recommandations du fabricant;
- d. par défaut, les filtres sont de type à panneaux plissés, 100 mm (4 po), à moins d'exigences particulières.

6.4.1.22.3.4 Mesures de la pression différentielle

1. Installer, selon les besoins du projet, un manomètre différentiel à cadran en surplus du transmetteur de pression différentielle exigé afin de mesurer la pression différentielle au travers chaque batterie de préfiltration et de filtration terminale.
2. Des raccords étanches doivent être installés aux points de raccordement des accessoires de l'appareil.
3. À moins d'un avis contraire du fabricant du média filtrant, la plage visée d'opération est de 0 jusqu'à deux (2) fois la perte de charge initiale.

6.4.1.22.3.5 Manomètres pour filtres à air à cadran

1. Le manomètre à cadran est :
 - a. d'au moins 100 mm (4 po) de diamètre;
 - b. muni d'un affichage à simple échelle (po eau) ou double échelle (po eau et Pa);
 - c. muni de deux (2) indicateurs, dont un (1) un drapeau de signalisation réglable, ajusté à la perte de charge finale calculée;
 - d. en mesure d'afficher la perte de charge à capacité d'emmagasinement maximale;
 - e. précis à $\pm 2\%$ près;
 - f. installé à l'extérieur de la boîte de filtration d'où il peut être lu sans difficulté et, le cas échéant, à l'endroit indiqué par la Ville.

6.4.1.22.3.6 Transmetteurs de pression différentielle

1. Le transmetteur de pression différentielle est d'une précision de ≤ 0.1 colonne d'eau à $\pm 0,4\%$ près.
2. Le transmetteur est installé et raccordé par l'entrepreneur en régulation.

6.4.1.22.4 Éléments terminaux de réseaux aérauliques

6.4.1.22.4.1 Boîtes terminales VAV

1. Il faut bien préciser par qui sont fournis et installés les contrôleurs des boîtes terminales.
2. Les équipements de régulation doivent être fournis par l'entrepreneur en régulation et installés en atelier par le fabricant des boîtes. L'équipe de conception doit le préciser dans le devis des travaux des différents entrepreneurs.
3. Les boîtes terminales doivent être de type indépendant de la pression.

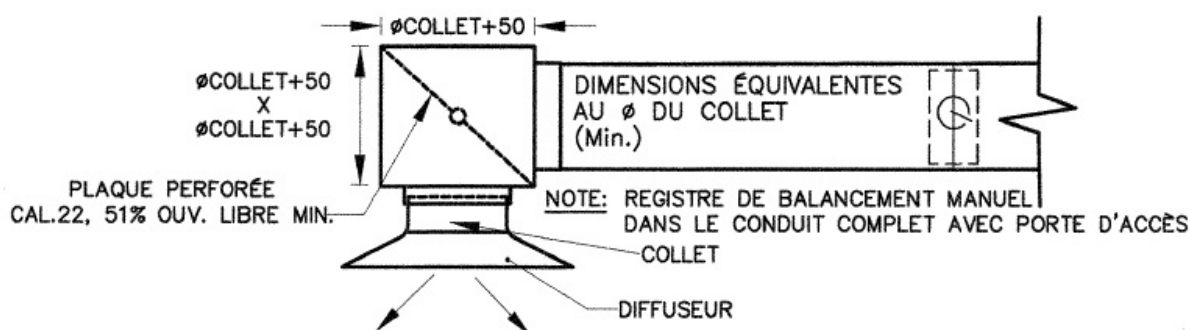
6.4.1.22.4.2 Installation

1. Prévoir, directement en amont de chaque élément terminal, un conduit souple d'au moins 1000 mm (40 po) de longueur ainsi qu'un tronçon droit d'une longueur égale à au moins quatre (4) fois le diamètre du conduit utilisé, lesquels doivent avoir le même diamètre que l'entrée de l'élément.

6.4.1.22.5 Boîtes de détente pour diffuseur

1. Une boîte de détente, répartissant uniformément le débit d'air, doit être prévu pour chaque diffuseur carré ou rectangulaire, neuf ou existant, dans les limites des travaux. La boîte de détente doit être reliée, sans conduit flexible, au conduit d'air qui l'alimente. Se référer au Détail – Raccordement d'un diffuseur à une boîte de détente.

Détail – Raccordement d'un diffuseur à une boîte de détente



2. Dans le cas d'un raccordement d'un diffuseur à une boîte de détente dans un plafond de gypse, une section d'un conduit flexible métallique calorifugé acoustiquement, de résistance thermique équivalente au conduit d'air, d'au plus 915 mm (36 po) de longueur et raccordée à la boîte, peut être utilisée.

6.4.1.22.6 Grilles et diffuseurs

1. Chaque diffuseur ou grille d'alimentation doit être muni d'un registre de réglage du débit d'air installé dans le conduit de ventilation qui le dessert.
2. Dans le cas d'un diffuseur ou d'une grille, opéré à débit d'air variable, s'assurer que l'accessoire puisse fonctionner efficacement à l'intérieur de la plage de débit.
3. Toute grille intérieure ou diffuseur est muni d'une garniture d'étanchéité sur son périmètre, côté sortie d'air.
4. Accessoire neuf ou existant : peinture appliquée en usine seulement.
5. Couleur et fini : selon les directives de l'architecte.

6.4.1.22.7 Cuvettes ou bacs d'égouttement

1. Toute cuvette d'égouttement, autre que pour une unité centrale de traitement d'air, est étanche, à triple pente d'au moins 5 %, d'une profondeur d'au moins 150 mm (6 po), fabriquée en acier inoxydable de type 304 de calibre 16 minimum. Un raccord de drainage en acier inoxydable de type 304 avec extrémité fileté doit être installé au point bas de la cuvette. La cuvette est munie d'un tuyau d'évacuation d'au moins 32 mm (1¼ po) de diamètre, raccordé à un siphon à garde d'eau profonde relié à un avaloir en entonnoir, et drainée à l'intérieur du bâtiment.

6.4.1.22.8 Registres

1. Le registre doit être étanche et isolé s'il est en contact avec de l'air extérieur en plus d'être installé près de l'enveloppe du bâtiment.
2. Éviter l'usage de registres de type à clapet (à gravité).

6.4.1.22.8.1 Installation

1. Tout registre répartiteur d'air et tout registre d'équilibrage doivent être installés avant les travaux d'ERE.
2. Chaque embranchement ou accessoire de distribution d'air (grille, diffuseur, volet, etc.) doit être desservi par un registre d'équilibrage, à lame unique ou à lames multiples, placé dans le conduit de dérivation, près du raccordement au conduit principal.
3. Un registre intégré, ou installé directement derrière l'accessoire de distribution d'air, doit servir uniquement au réglage fin du débit d'air et non de registre d'équilibrage.

6.4.1.22.8.2 Registres répartiteurs d'air

1. Les registres répartiteurs d'air doivent être utilisés à des fins de répartition du débit d'air en plusieurs flux d'air ou pour ajuster la distribution d'air vers différentes zones ou surfaces, et non à des fins d'équilibrage.

6.4.1.22.8.3 Registres d'équilibrage

1. Des dispositifs d'équilibrage doivent être installés à tous les embranchements et conduits principaux d'alimentation et de retour d'air.
2. Les registres d'équilibrage doivent être fabriqués pour résister à une classe de construction d'au moins 747 Pa (3 po d'eau) sans excéder une pression de 996 Pa (4 po d'eau) et être munis d'accessoires d'étanchéité robustes.

6.4.1.22.8.4 Volets de contrôle (ou registres de réglage)

1. La sélection de chacun des volets de contrôle doit permettre d'obtenir le contrôle.

6.4.1.22.8.4.1 Volets à lames multiples

1. Le volet est muni de lames opposées ou parallèles, selon les besoins et les performances escomptés.
2. Les boîtes de mélange et les sections économiseurs doivent être munies de volets à lames parallèles dirigeant les courants d'air l'un contre l'autre de façon à favoriser le mélange.
3. Les volets d'isolement ou de balancement doivent être munis de lames opposées pour favoriser l'étanchéité.
4. Par défaut, les volets interreliés sont en aluminium extrudé, à moins d'exigences particulières liées au type de flux d'air, comportant des garnitures d'étanchéité de lames en caoutchouc synthétique de type EPDM et des garnitures d'étanchéité latérales en silicone, montés dans un cadre en aluminium extrudé.
5. Les lames de profil aérodynamique (« *air-foil* ») sont en aluminium extrudé d'une profondeur maximale de 152,4 mm (6 po) (152,4 mm).
6. La tringlerie des volets doit être en dehors du cadre et doit permettre l'installation d'actuateurs sur des tiges d'entraînement.
7. Le dispositif de commande doit être aisément accessible.
8. Performance :
 - a. Classe d'étanchéité : L'étanchéité est de Classe 1A à 0,25 kPa (1 po d'eau) et de Classe 1 à 1,0 kPa (4 po d'eau) de différentiel de pression statique. Les données relatives à l'étanchéité doivent être certifiées par le CRP de l'AMCA suivant la norme AMCA 511.
 - b. Mise à l'essai de perte de pression effectuée selon le standard 500-D de l'ANSI/AMCA (AMCA figure 5.3). Pour un volet de 915 mm x 915 mm (36 po x 36 po), de type attaché au conduit, dont l'air y circule à une vitesse de 5,05 m/s (1000 pi/min) :
 - i. volet avec profil standard, non isolé : perte de pression d'au plus 0,01 kPa (0,002 p d'eau);

- ii. volet avec profil standard, isolé : perte de pression d'au plus 0,02 kPa (0,0045 po d'eau).
9. Prévoir un volet calorifugé dans les endroits susceptibles d'être en contact avec de l'air extérieur :
- a. cadre calorifugé avec de la mousse de polystyrène extrudé d'une valeur RSI d'au moins 0,88 (R 5);
 - b. muni de lames pourvues de barrières thermiques, isolées avec de la mousse de polyuréthane. La lame au complet doit avoir un facteur d'isolation RSI d'au moins 0,403 (R 2,29);
 - c. la tringlerie est en aluminium et en acier recouvert de zinc, le tout résistant à la corrosion;
 - d. les garnitures d'étanchéité du cadre sont en silicone extrudé.

6.4.1.22.8.4.2 Registres anti-refoulement (anti-retour)

1. Le registre anti-refoulement doit être prévu pour fonctionner, sans entretien, avec un débit d'air horizontal ou vers le haut.
2. Le registre est en aluminium extrudé muni de coussinets autolubrifiants dont les points de pivotement sont surdimensionnés.
3. Le cadre a au moins 0,06 po (1,52 mm) d'épaisseur et 2,5 po (63,5 mm) de profondeur.
4. Les lames ont au moins 0,06 (1,52 mm) d'épaisseur.
5. Les garnitures d'étanchéité des lames et du cadre sont en silicone extrudé, glissées dans les rainures d'extrusions d'aluminium éliminant leur rétrécissement et leur déplacement jusqu'à une température de $-40^{\circ}\text{F}/^{\circ}\text{C}$.

6.4.1.22.9 Portes de visite

1. Conduits non calorifugés : portes à double paroi (construction sandwich), en même matériau que celui utilisé pour la fabrication des conduits, mais de l'épaisseur immédiatement supérieure, laquelle ne doit cependant pas être inférieure à 0,6 mm, avec bâti en cornières métalliques.
2. Conduits calorifugés : portes à double paroi (construction sandwich), en même matériau que celui utilisé pour la fabrication des conduits, mais de l'épaisseur immédiatement supérieure, laquelle ne doit cependant pas être inférieure à 0,6 mm, avec bâti en cornières métalliques et calorifuge rigide, en fibres de verre, d'une résistance thermique équivalente à celui du conduit.
3. Dimensions :
 - a. Les portes doivent être de dimensions suffisantes pour permettre l'accès facile aux composantes et le remplacement des pièces défectueuses.

- b. Dans le cas d'un trou d'homme, pour permettre d'accéder à l'intérieur d'un conduit ou d'un plénum, ses dimensions minimales sont 610 mm x 610 mm (24 po x 24 po).
 - c. Dans le cas d'une porte de visite, ses dimensions minimales sont 305 mm x 305 mm (12 po x 12 po). Dans le cas où la porte est trop grande pour être installée sur un conduit, sa hauteur est d'au plus 50 mm (2 po) plus petite que la hauteur du conduit.
 - d. Dans le cas d'un trou de main, sa dimension est d'au moins 203 mm x 127 mm (8 po x 5 po).
4. Les portes doivent être d'équerre, hermétiques et facilement accessibles.
5. L'étanchéité entre le panneau de porte et son cadre doit être assurée par une double garniture d'étanchéité en néoprène à cellules fermées. Cette garniture doit être fixée au panneau de porte et non sur le cadre de porte.
6. Pièces de quincaillerie
- 1. Portes mesurant jusqu'à 300 mm (12 po) de côté : deux (2) loquets pour châssis, avec chaîne de sûreté;
 - 2. Portes mesurant entre 301 mm et 450 mm (18 po) de côté : quatre (4) loquets pour châssis, avec chaîne de sûreté;
 - 3. Portes mesurant entre 451 mm et 1000 mm (40 po) de côté : une charnière à piano et au moins deux (2) loquets pour châssis;
 - 4. Portes mesurant plus de 1000 mm (40 po) de côté : une charnière à piano et deux (2) manettes manœuvrables de l'intérieur et de l'extérieur.
 - 5. Dispositifs de maintien en position ouverte, pour les portes sur charnière;
 - 6. Hublots en verre d'au moins 300 mm x 300 mm (12 po x 12 po), si l'application ou la Ville l'exige.
 - 7. Les pièces de quincaillerie sont en acier inoxydable dans les conduits d'air climatisé, d'air neuf ou d'évacuation ainsi que dans ceux situés à moins de 3000 mm (10 pi) d'un distributeur de vapeur.
 - 8. Les portes d'accès à serrage (« *Clamping Type* ») ne sont pas permises.
7. Des portes doivent, au minimum, être installées aux emplacements suivants :
- a. tous les quinze (15) mètres (50 pi);
 - b. aux endroits requis pour permettre l'accès aux registres de tout type, aux registres d'évacuation de la fumée et aux volets coupe-feu;
 - c. aux endroits requis pour permettre l'accès aux registres de réglage du débit d'air;
 - d. aux endroits requis pour permettre l'accès aux filtres et aux dispositifs nécessitant un entretien périodique;

- e. aux endroits requis pour permettre l'accès aux batteries de réchauffage ou de refroidissement;
 - f. du même côté que les mécanismes de commande des registres;
 - g. sur les conduits verticaux, directement sous la toiture, raccordés à un ventilateur d'admission ou d'évacuation d'air;
 - h. de chaque côté des conduits ayant plus de 910 mm de largeur;
 - i. aux endroits où un trou de main est généralement suffisant pour accéder à un accessoire tel que détecteur de fumée, élément de régulation, extracteur d'air ou registre de balancement manuel;
 - j. aux endroits requis, selon les besoins des autres corps de métier;
 - k. aux endroits requis, selon les exigences du Code.
8. À la livraison du projet, toute porte de visite aux fins d'exploitation, d'inspection, de réglage, d'équilibrage, de nettoyage ou d'entretien doit être installée.

6.4.1.22.10 Portes de visite architecturales

1. Dans le cas d'un puits technique ou d'un plafond autre qu'un plafond suspendu, prévoir des portes architecturales pour accéder à tout équipement, accessoire, porte de visite sur conduit ainsi que toute installation desservant un diffuseur ou une grille de ventilation, le tout coordonné avec l'équipe de conception en architecture.

6.4.1.22.11 Manchettes souples

1. Éléments métalliques d'extrémité : Éléments en tôle galvanisée d'au moins 0,607 mm d'épaisseur (cal. 24) et 75 mm (3 po) de largeur, auxquels la manchette souple est liée au moyen de joints à agrafure double.
2. Manchette souple : Tissu de verre enduit de néoprène, ignifuge, autoextinguible, pouvant supporter des températures se situant entre -40°C et 90°C , d'une masse volumique de $1,3\text{ kg/m}^2$, à moins d'exigences plus sévères ou particulières. La longueur du tissu ne doit pas être inférieure à 150 mm (6 po) dans le sens du flux d'air. Le joint de tissu est solidement collé, sans aucune agrafe.
3. Une fois la manchette souple installée, la distance intérieure entre les deux éléments métalliques doit être uniforme sur tout le périmètre, sans signe de distorsion du tissu.

6.4.1.22.12 Bossages et raccords pour instruments d'essai

1. Les raccords pour instruments d'essai des réseaux aérauliques sont fournis et installés par l'entrepreneur en ventilation. Les raccords doivent respecter les exigences minimales suivantes :
 - a. éléments en acier de 1,6 mm, zingués après fabrication;

- b. éléments constitués d'une manette à came robuste avec chaînette et d'un tampon de dilatation en néoprène;
- c. diamètre intérieur d'au moins 28 mm; longueur convenant à l'épaisseur du calorifuge;
- d. garnitures de montage en néoprène.

6.5 Régulation

6.5.1 Généralités

1. Les travaux de régulation incluent notamment :
 - a. le raccordement à la centrale de télégestion;
 - b. l'intégration des contrôleurs autonomes; tous les dispositifs et accessoires de contrôle; les logiciels et la programmation;
 - c. les graphiques à la centrale de télégestion;
 - d. la filerie, le câblage et les conduits;
 - e. les servomoteurs et registres motorisés;
 - f. toutes les composantes requises pour permettre l'exécution complète des séquences d'opération;
 - g. les plans tels que construits;
 - h. la formation nécessaire du personnel d'exploitation et d'entretien;
 - i. l'identification de toutes les composantes et fileries; le démantèlement de tous les contrôles non réutilisés.
2. Tous les éléments de régulation (contrôleurs, actuateurs, sondes, etc.) doivent être identifiés sur les plans et sur le site, à la fin de la construction. Sur le site, chaque raccordement de filerie de régulation doit être clairement identifié.
3. Les documents contractuels doivent exiger de l'entrepreneur en régulation le manuel final de régulation, soit le Tel que construit, en format électronique et papier, incluant notamment les séquences d'opération finales. Le manuel doit inclure tous les systèmes électromécaniques contrôlés et concernés par le projet, qu'ils soient existants ou nouveaux, en plus d'être aisément consultable dans l'entête de chacune des pages graphiques desdits systèmes.
4. Toutes les sondes de régulation (pression, température, etc.), dispositifs de lecture (manomètres, thermomètres, etc.), vannes de régulation et de fermeture, actuateurs de volets, etc. doivent être visibles, accessibles et lisibles à partir du niveau du plancher ou d'un escabeau d'au plus 2,4 m (8 pi).

5. Les documents contractuels doivent inclure les séquences complètes d'opération des systèmes au devis ainsi que les diagrammes et schémas de contrôle complets aux plans.

6.5.1.1 Codes et règlements

1. Tous les travaux électriques de régulation doivent être exécutés par l'entrepreneur en régulation automatique conformément au chapitre V, Électricité, du Code de construction du Québec (chapitre B-1.1, r. 2) et à la norme CSA C22.1 en vigueur.
2. L'installation du système doit répondre aux exigences du Code canadien de l'électricité tel qu'amendé et approuvé par la province de Québec et à toute autre réglementation provinciale ou municipale se rapportant aux ouvrages.
3. Se conformer aux différents règlements des codes provinciaux, municipaux et normes CSA se rapportant aux ouvrages spécifiés.
4. Dans les documents pour soumission, il faut stipuler clairement que l'entrepreneur doit obtenir et payer tous les permis et taxes nécessaires pour l'exécution de son contrat. Avant le début de ses travaux, l'entrepreneur doit faire approuver, à ses frais, les plans et les cahiers des charges concernant les travaux d'électricité par la Régie du Bâtiment du Québec tout en se soumettant à ses exigences.

6.5.2 Critères de conception et de performance

1. L'équipe de conception doit respecter les exigences demandées aux Annexes 6.3 Régulation – Prescriptions générales, 6.4 Régulation – Contrôleurs numériques de bâtiment et centralisation, et 6.5 Régulation – Dessins typiques en contrôle des systèmes CVC.
2. L'équipe de conception se doit de respecter les présentes exigences en régulation en plus de nos attentes, envers l'entrepreneur, lesquelles sont présentées à l'Annexe 6.3 Régulation – Prescriptions générales.
3. Tous les équipements et accessoires électromécaniques doivent être intégrés au SGB ou contrôlés par le SGB.
4. Le contrôle des systèmes électromécaniques doit être assuré par un SGB. Tout élément de contrôle doit être de type DDC (« *Direct Digital Control* »).
5. Les contrôleurs doivent être reliés à la centrale de télégestion (Ville ou Arrondissement, selon le cas) et être 100 % compatibles avec elle.
6. Tous les systèmes électromécaniques doivent être contrôlés par des points physiques avec des contrôleurs DDC complètement programmables. En plus des séquences de fonctionnement, prévoir toutes les sondes et les séquences de protection contre le gel, la surpression et le cyclage des systèmes. Si un système dispose d'une communication *BACnet*, celle-ci doit

être utilisée seulement pour la supervision et non pas pour le contrôle. Se référer à l'Annexe 6.4 Régulation – Contrôleurs numériques de bâtiment et centralisation, et à l'Annexe 6.5 Régulation – Dessins typiques en contrôle des systèmes CVC.

7. Autres exigences

1. Ne pas utiliser des contrôleurs paramétrables.
2. Sauf indication contraire, ne pas réutiliser les contrôleurs existants. Prévoir la fourniture de nouveaux contrôleurs.
3. Prévoir un contrôleur (GR+cartes E/S) par système. Chaque contrôleur doit avoir un affichage pour visualiser les valeurs des points de contrôle.
4. Les systèmes tiers à intégrer en MS/TP ne doivent pas être dans les mêmes boucles de communication que les contrôleurs DDC.
5. Tous les contrôleurs des unités terminales (VAV) doivent être intégrés en réseau MS/TP sous le système qui les alimente.
6. Protection : Dans une unité centrale de traitement d'air, le thermostat de basse limite de gel doit être raccordé électriquement avec les variateurs de vitesse ou démarreurs des ventilateurs de façon à arrêter les ventilateurs et fermer les volets extérieurs du système. La valeur de cette température doit aussi être transmise au SGB.
8. Tous les points d'entrées/sorties, boucles de régulation et programmation relative à un système ou à un réseau hydronique doivent être dans un seul et même contrôleur numérique. Lorsque de nouveaux éléments sont ajoutés au système existant conservé, alors ces nouveaux éléments doivent être intégrés au contrôleur de l'ensemble du système. Dans le cas d'une modernisation majeure du système, sauf indications contraires, le professionnel doit prévoir le remplacement du contrôle au complet.
9. Communication tierce partie : Privilégier la communication *BACnet* en MS/TP par rapport à la communication IP.
10. Le SGB doit permettre de surveiller, de contrôler et d'enregistrer les données de l'ensemble des systèmes électromécaniques. Les points à centraliser au SGB sont notamment :
 1. Les commandes, les permissions de marche, les états ainsi que les lectures, les points de consigne, les alarmes, les signaux de modulation et la position des éléments de contrôle.
11. Dans les réseaux aérauliques ou hydroniques, prévoir l'installation de sondes de température aux endroits où il peut se produire une variation appréciable de la température, même si celles-ci n'interviennent pas dans les séquences d'opération (ex. : sonde sortant d'un équipement et entrant dans un autre équipement). Les corps de chauffe de pièce sont exclus.
12. Dans le cas où un même local est contrôlé par plus d'une sonde de pièce (plus d'un système ou plus d'une composante de chauffage ou de climatisation), le point de consigne doit être le même pour chacune des sondes.

13. Si l'analyse du coût global démontre la rentabilité de limiter l'entrée d'air neuf en période de faible occupation ou d'inoccupation, installer des dispositifs permettant de déterminer ces périodes (ex. : détecteur de présence, sonde de CO₂).
14. Des dispositifs de contrôle doivent être prévus pour permettre la mise en marche d'une unité centrale de traitement d'air, en dehors des heures normales d'opération, pendant un certain laps de temps (ex. : 2 heures par le biais de sondes de pièce ou d'un bouton poussoir à réarmement mécanique). Ces dispositifs doivent être identifiés sur les vues en plans, dans des lieux accessibles aux usagers, et leur rôle doit être décrit aux documents contractuels.
15. L'impact de l'ouverture des portes de garage sur la consommation énergétique doit être réduit en utilisant différents dispositifs, tels que des détecteurs d'ouverture de porte, impliqués dans les séquences d'opération.
16. Dans toute installation de serpentins de chauffage (électriques ou hydroniques) et de refroidissement hydronique, prévoir un contrôle par modulation (0-100%) pour maintenir, en aval du serpentin, une température d'air à son point de consigne, selon le type d'appareil (relais TRIAC, régulateur de puissance SCR ou vanne modulante).
17. Dans un local tout comme dans un réseau, empêcher l'opération simultanée des modes chauffage et refroidissement. Préciser clairement les travaux à réaliser en ce sens (entrebarrage électrique, programmation ou autre) permettant d'éviter tout combat chaud et froid. Une bande morte de 1 °C doit séparer les modes chauffage et refroidissement. Lorsqu'il y a plus d'un appareil dans un local (chauffage/refroidissement), le chauffage de l'un ne doit pas fonctionner en même temps que le refroidissement d'un autre.
18. En complément à l'article Unités centrales de traitement d'air ou réseaux hydroniques, le maintien de la température du réseau d'eau glacée est assuré par les équipements de production de froid tels que refroidisseurs, mais le point de consigne est établi par le SGB, tout comme le maintien de la température du réseau d'eau de chauffage est assuré par les équipements de production de chaleur, tels que chaudières et thermopompes, mais le point de consigne est établi par le SGB.
19. Prévoir un signal modulant pour toute composante utilisée pour maintenir un point de consigne.
20. Tout réajustement de point de consigne doit pouvoir se faire par la centrale de télégestion.
21. Contrôle de température de pièce
 1. L'usage d'une moyenne de température n'est pas accepté pour le contrôle de température de plusieurs locaux.
 2. Les vannes de contrôle des corps de chauffe doivent être modulantes.

3. Lorsque des plinthes électriques sont prévues, poser aussi des relais triac. Ces relais doivent être installés par l'entrepreneur en électricité et raccordés au contrôle par l'entrepreneur en régulation automatique. Une coordination est requise entre l'entrepreneur en contrôle et l'entrepreneur en électricité.
 4. Lorsque des ventilo-convecteurs ou des thermopompes sont prévus dans le cadre du projet, prévoir un contrôleur numérique par unité.
22. Inclure aux plans l'architecture du réseau DDC. Pour se faire, se référer à l'Annexe 6.5 Régulation – Dessins typiques en contrôle des systèmes CVC. Préciser à l'entrepreneur, dans les documents contractuels, que le professionnel pourrait exiger de lui une architecture plus détaillée, au besoin.
 23. Lorsque les travaux touchent un ouvrage existant, contenant des contrôles pneumatiques ou désuets, sauf indications contraires, ces derniers doivent être remplacés par des contrôleurs numériques de type DDC.
 24. Lorsqu'un compteur d'entrée d'eau, d'énergie ou de gaz est de mise, prévoir sa centralisation au système de télégestion.
 25. Pour chaque ventilateur ou pompe à débit constant contrôlé par un démarreur, prévoir un transmetteur de courant analogique raccordé à un contrôleur DDC. Ne pas utiliser de relais de courant combinés.

6.5.3 Réseau de régulation

6.5.3.1 Salles mécaniques

1. Prévoir un point de consigne d'alimentation en fonction de l'écart entre la température de la pièce et son point de consigne. Limiter la basse température d'alimentation à 13 °C.

6.5.3.2 Entraînements à vitesse variable

1. Prévoir un interrupteur d'évitement sur les contrôleurs à fréquences variables de même que sur les dispositifs de sécurité des réseaux.
2. Dans le cas où un système à débit variable est retenu, prévoir des variateurs de vitesse.
3. Le contrôle des variateurs de vitesse doit être fait via des points physiques. Prévoir les points suivants : SB (sortie binaire) : Arrêt-départ; SA (sortie analogique) : Modulation; EB (entrée binaire) : Alarme; EA (Entrée analogique) : Lecture de vitesse. L'intégration par communication *BACnet* doit être utilisée seulement pour la supervision.
4. Dans le cas d'utilisation des arrangements à moteurs multiples, prévoir l'installation des blocs de répartition et les protections individuelles des moteurs dans un panneau dont l'étanchéité est en fonction de l'endroit où il est installé. Ce panneau doit être installé à proximité des moteurs de façon à réduire le plus possible les distances de câblage parallèle. Chaque moteur

doit avoir une protection individuelle assurée par un démarreur manuel (protection contre la surcharge et le court-circuit). Le contact auxiliaire du démarreur doit être raccordé à une entrée binaire du variateur de vitesse. Le montage du panneau des démarreurs doit être réalisé par le fabricant des entraînements à fréquence variable ou par son représentant. Le panneau incluant les équipements et l'installation doit être certifié ACNOR (CSA).

6.5.3.3 Sondes de température de pièce

1. Les sondes de température de pièce doivent être installées de manière à ne pas être influencées par le rayonnement solaire, la température des surfaces, le jet d'air des diffuseurs, le dégagement de chaleur des équipements ni l'emplacement du mobilier.
2. Dans un bureau fermé, la sonde doit permettre un réajustement du point de consigne. Ce réajustement doit être limité par la centrale de télégestion à $\pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$.
3. Les sondes suivantes ne doivent pas avoir de réajustement du point de consigne : sondes localisées dans les corridors, bureaux à aire ouverte, locaux publics, salles mécaniques et électriques.
4. Nombre de sondes :
 1. pour chaque bureau fermé, prévoir une sonde;
 2. pour des bureaux à aire ouverte, prévoir une sonde par 75 m^2 de plancher;
 3. pour un local, où des écarts de température peuvent survenir, prévoir plus d'une sonde, dont une seule munie d'un réajustement du point de consigne.
5. Activer une alarme si la température d'un local est inférieure à $5\text{ }^{\circ}\text{C}$.

6.5.3.4 Chaudières

1. Le SGB transmet au contrôleur de chacune des chaudières (ou de la chaudière « maître », selon le cas) les points de contrôle suivants :
 1. point de consigne à maintenir de la température d'alimentation du réseau;
 2. modulation de la capacité dans le cas d'une chaudière électrique;
 3. limitation de la puissance dans le cas d'une chaudière électrique;
 4. lien de communication *BACnet*;
 5. permission de marche;
 6. autres (à indiquer aux documents contractuels).
2. Le contrôleur principal des chaudières transmet au SGB les points de contrôle suivants :
 1. état des chaudières;
 2. pourcentage d'opération de chacune des chaudières;

3. faute d'opération;
 4. autres (à indiquer aux documents contractuels).
3. Lorsqu'une chaudière électrique est prévue, elle ne doit pas être autonome. Elle doit être entièrement contrôlée par un contrôleur du bâtiment. Pour se faire, prévoir :
1. un transmetteur de courant dans l'alimentation électrique pour chaque chaudière;
 2. tous les instruments et les points de contrôle afin de contrôler la capacité de la chaudière. Il ne faut pas envoyer un point de consigne de température d'eau au contrôle interne de la chaudière et laisser cette dernière gérer par elle-même les stages. C'est le contrôleur du bâtiment qui doit contrôler directement les stages ou moduler la capacité de la chaudière pour maintenir la température. La séquence doit résider dans le contrôleur du bâtiment;
 3. la fourniture et l'intégration d'un compteur électrique pour le mesurage client et la gestion de la pointe électrique;
 4. la modulation en fonction de la disponibilité électrique de façon à ne pas dépasser la pointe électrique programmée. Voir séquence de gestion de la pointe électrique.

6.5.3.5 Thermopompes eau-eau

1. Le SGB transmet au contrôleur de chacune des thermopompes (ou de la thermopompe « maître », selon le cas) les points de contrôle suivants :
 1. permission de marche;
 2. commande de marche de chaque stage ou modulation de la capacité;
 3. lien de communication *BACnet*.
2. La thermopompe transmet au SGB les points de contrôle suivants :
 1. état de la thermopompe;
 2. pourcentage d'opération dans le cas de modulation de la capacité;
 3. faute de thermopompe;
 4. autres (à indiquer aux documents contractuels).
3. La thermopompe doit être entièrement contrôlée par un contrôleur du bâtiment. Pour se faire, prévoir :
 1. un transmetteur de courant dans l'alimentation électrique pour chaque compresseur;
 2. tous les instruments et les points de contrôle afin de contrôler directement les stages ou la capacité selon la disponibilité. Il ne faut pas envoyer un point de consigne de température d'eau au contrôle interne de la thermopompe et laisser cette dernière gérer par elle-même

les stages. C'est le contrôleur du bâtiment qui doit contrôler la thermopompe pour maintenir la température du réseau d'eau. La séquence doit résider dans le contrôleur du bâtiment;

3. se référer aux dessins typiques à l'Annexe 6.5 Régulation – Dessins typiques en contrôle des systèmes CVC.

6.5.3.6 Unités centrales de traitement d'air ou réseaux hydroniques

1. Le point de consigne de la température d'alimentation de tout réseau hydronique ou de toute unité centrale de traitement d'air doit être en fonction de la température extérieure, puis réajusté selon certaines composantes représentatives de la demande de chauffage ou de refroidissement.
 1. Pour les réseaux aérauliques à débit variable, effectuer le réajustement pour maintenir les boîtes terminales représentatives, les plus ouvertes possible;
 2. Pour les réseaux hydroniques, effectuer le réajustement en tenant compte des ouvertures des vannes représentatives.
2. Pour les systèmes de traitement d'air avec 100 % d'air neuf, les volets d'admission et d'évacuation d'air doivent être entre-barrés avec leurs ventilateurs respectifs. Que ce soit en mode automatique ou manuel, au départ, le volet ouvre et, sur preuve d'ouverture par l'entremise d'un interrupteur de fin de course, le ventilateur démarre. À l'arrêt du ventilateur, le volet ferme. Les états des volets doivent être rapportés à la centralisation.

6.5.3.7 Éclairage

1. Les documents d'ingénierie incluent :
 1. la fourniture et la programmation des contrôleurs d'éclairage programmables et compatibles avec la centrale de commandes des systèmes CVC. Ces contrôleurs sont montrés dans l'architecture du réseau DDC. Une coordination est requise avec la division d'électricité;
 2. la fourniture des graphiques présentant le contrôle d'éclairage, le tout sous format de plans d'étage;
 3. le respect des standards de la Ville par rapport aux graphiques. Les graphiques sont réalisés dans une des plateformes de télégestion compatibles avec les contrôleurs du bâtiment;
 4. l'horaire d'occupation, les commandes à distance (commandes Marche-Arrêt et modulation), les dérogations. Les ajustements doivent se faire à partir du système de gestion du bâtiment DDC. La programmation de la séquence est effectuée via les contrôleurs de l'entrepreneur en régulation automatique.

6.5.3.8 Piscines

1. Système de filtration

1. Le système de contrôle de la filtration (lavage à contre-courant (« *backwash* »), filtration et rinçage) est complètement géré par le contrôleur DDC du bâtiment.
2. Les vannes de contrôle sont électriques et contrôlées par le contrôleur du bâtiment. Chaque vanne est munie d'un levier de contournement « *manual over ride* » pour manipulation en cas où le contrôle est hors d'usage.
3. Les commandes de filtration, lavage à contre-courant (« *backwash* ») et de rinçage sont actionnées par des boutons logiques programmés à la centralisation et par des boutons poussoirs physiques installés en façade du panneau de contrôle.
4. Le système de traitement chimique de l'eau de piscine est intégré via *BACnet* à la centralisation.
5. Le contrôle du niveau du bassin d'équilibre est mesuré par une sonde de niveau à radar.
6. Installer un compteur d'eau d'appoint afin de transmettre la consommation à la centrale de télégestion.
7. Installer des sondes afin de surveiller la température et l'humidité dans l'enceinte de la piscine.
8. Installer une sonde de température afin de surveiller et gérer la température de l'eau de la piscine.

6.5.3.9 Géothermie

1. Un BTU-Mètre ou un débitmètre combiné avec des sondes de température est installé pour l'énergie en provenance des puits.
2. La température d'entrée et de sortie ainsi que le débit du fluide circulant dans les puits sont transmis au SGB.
3. Un transmetteur de pression différentielle permet de détecter l'état des puits.
4. Se référer aux dessins typiques à l'Annexe 6.5 Régulation – Dessins typiques en contrôle des systèmes CVC.

6.5.3.10 Génératrices

1. Génératrice

1. Le contrôleur de la génératrice est intégré par communication *BACnet* au SGB. L'intégration comprend la fourniture, l'installation et la programmation des composantes et des logiciels nécessaires incluant la fourniture, si requise, de passerelles, ainsi que la programmation de tables d'échange avec différents protocoles ouverts, tel que Modbus.

2. Les contacts de l'état de marche et de faute sont raccordés directement au contrôleur du bâtiment.
2. Interrupteur de transfert
 1. Lorsque la communication est disponible, l'interrupteur de transfert est intégré par communication *BACnet* au SGB.
 2. Les contacts suivants sont raccordés directement au contrôleur du bâtiment :
 1. position de l'interrupteur sur mode normal «HYDRO-QUÉBEC»;
 2. position de l'interrupteur sur mode urgence «GÉNÉRATRICE».
3. Stockage et remplissage du carburant
 1. Les informations suivantes sont transmises au SGB :
 1. le niveau réel ainsi que les alarmes de haut et bas niveaux du réservoir principal;
 2. le niveau réel ainsi que les alarmes de haut et bas niveaux du réservoir journalier;
 3. la fuite de fuite dans l'interstice de chaque réservoir;
 4. la fuite de chaque réservoir.

6.5.4 Séquences d'opération

6.5.4.1 Généralités

1. Les lignes directrices des séquences d'opération, incluses dans le présent document, n'indiquent pas l'ensemble des séquences requises pour un système, un local ou une application donnée. Celles-ci doivent être intégrées dans les séquences du projet, si applicables.
2. Permettre un réajustement de la température en période inoccupée.
3. Lorsque plusieurs équipements majeurs peuvent être utilisés en alternance et occasionnellement en même temps, effectuer l'alternance au cours d'une journée en milieu de semaine (mardi ou mercredi matin). En cas de mauvais fonctionnement d'un équipement, ce dernier se met à l'arrêt et celui en attente démarre.

6.5.4.2 Éléments à inclure dans les séquences d'opération

1. Conditions du système à l'arrêt (statut des états des équipements, des accessoires et des modes d'opération, etc.).
2. Conditions pour le départ du système (horaires, démarrage en fonction d'un autre système associé, 24 h/24, saison, etc.).

3. Les séquences à réaliser lorsque le système est en fonction ou en redémarrage. Prévoir les dispositifs de redémarrage du système même en dehors des heures normales d'opération.
4. Préciser les points de consigne à maintenir ainsi que les valeurs de contrôle (ex. : pression du réseau). Dans le cas où des valeurs doivent être déterminées en cours de construction (ex. : au moment des opérations d'équilibrage), cela doit être précisé dans le devis des entrepreneurs concernés. Ces données doivent être indiquées dans les « tels que construits » de l'entrepreneur en régulation.
5. Les alarmes ou les séquences d'opération en cas de mauvais fonctionnement.
6. Le titre de la séquence d'opération doit indiquer le nom des équipements impliqués ainsi que le ou les secteurs concernés.
7. Les identifications des composantes de régulation et des équipements régulés doivent se retrouver dans les séquences (ex. : sonde de température d'alimentation TA, pompe P-1 et ventilateur VA-1). Ces identifications doivent être identiques à celles aux plans.

6.5.4.3 Séquences de démarrage

1. À l'activation du mode occupé ou à la suite d'une panne de courant, la séquence de démarrage des équipements ne doit, à aucun moment, créer une pointe électrique impactant la facturation électrique (puissance minimale facturée). Les séquences d'opération doivent préciser les éléments qui permettent d'atteindre cette exigence.
2. Le démarrage doit permettre d'atteindre les points de consigne d'occupation au moment du changement d'horaire. Un équipement peut être démarré jusqu'à 4 heures avant le changement d'horaire.

6.5.4.4 Séquences de délestage

1. Des séquences de délestage doivent être prévues pour limiter l'appel de puissance électrique tout en minimisant les impacts sur le confort des occupants.
2. Les séquences d'opération doivent préciser, en plus des séquences de délestage, l'ordre de priorité de celles-ci.
3. Séquence de gestion de la pointe électrique – Limitation de l'appel de puissance électrique :
 1. La séquence suivante est applicable à la gestion de puissance des charges électriques, incluant les chaudières électriques. La présente séquence est à adapter à un système ou un équipement qui peut être potentiellement délesté :
 1. la disponibilité électrique (puissance disponible) est la différence de puissance entre une pointe électrique (haute limite programmable ajustable) et la puissance instantanée mesurée;

2. la pointe électrique (haute limite) est définie par la facturation d'Hydro-Québec qu'il ne faut pas dépasser. Cette haute limite est ajustable pour chaque mois de l'année à partir des graphiques;
3. la consommation totale électrique (kW) du bâtiment est lue à partir du nouveau compteur électrique et est transmise à la centralisation;
4. à la centralisation, un bouton logique est programmé afin de permettre l'activation ou la désactivation de la séquence de limitation de puissance électrique;
5. dans le cas d'utilisation d'une chaudière électrique, celle-ci agit comme premier stage de chauffage par rapport aux chaudières au gaz et est modulée à sa pleine capacité lorsque la disponibilité électrique le permet. Lorsqu'une chaudière électrique est délestée en partie ou en entier, la chaudière au gaz aide à assurer la charge de chauffage et le contrôleur numérique module sans délai la chaudière au gaz afin de maintenir le point de consigne de température du réseau de chauffage;
6. une mesure de la puissance électrique (kW) de bâtiment permet au contrôleur numérique de limiter la capacité des chaudières électriques ou toute autre charge en fonction de la disponibilité électrique de façon à ne pas dépasser la valeur calculée Y suivante : $Y = HL \text{ (kW)} - FS \text{ (kW)}$. (HL = Haute limite (cible); Y = La puissance instantanée; FS = Facteur de sécurité ajustable entre 10 et X kW (pour une chaudière électrique, X correspond à la puissance d'un stage de la chaudière électrique);
7. la consommation électrique mensuelle Em est calculée selon la formule suivante pour un intervalle de temps compris entre une et quinze minutes :

$$Em(KWH) = \sum_{i=1}^n \left(\frac{(P_i \cdot I)}{60} \right)$$

où

- I intervalle de temps en minutes
- P_i puissance en kW
- i numéro d'intervalle
- n nombre total d'intervalles en un mois

4. Séquence de gestion de la puissance électrique (GDP) – Évènement annoncé par Hydro-Québec :

1. La séquence suivante est applicable pour limiter la puissance électrique dans le bâtiment. La présente séquence est à adapter en fonction du projet :
 1. Hydro-Québec annonce l'évènement à venir par un courriel. Ce courriel est reçu par un agent technique à la centrale immotique de la Ville. Celui-ci active par la suite la séquence de délestage;

2. le document contractuel doit exiger une coordination avec le personnel de la Ville afin de déterminer quel est le point *BACnet* activé par l'agent technique. Ce point doit être intégré et transmis aux contrôleurs numériques du projet gérant les équipements à délester sur signal de GDP;
3. un bouton logique est programmé aux graphiques permettant d'activer la GDP pour chaque action à partir de la centralisation;
4. le signal d'Hydro-Québec est transmis au plus tard :
 1. avant 15 h 00 le jour ouvrable précédant l'événement du matin (6 h 00 à 9 h 00);
 2. avant 12 h 00 le jour même pour l'événement du soir (16 h 00 à 20 h 00).
5. chaque action doit être confirmée par son propre bouton logique à la centralisation;
6. sur l'activation du délestage GDP (actions à déterminer par l'équipe de conception) :
 1. action 1;
 2. action 2;
 3. action 3;
 4. action 4;
7. sur désactivation du délestage GDP :
 1. action 1;
 2. action 2;
 3. action 3;
 4. action 4.

2. Le tout doit se faire de façon séquentielle afin de ne pas créer de pointe.

6.5.4.5 Portes de garage

1. À l'ouverture d'une porte de garage, par le biais d'un détecteur d'ouverture de porte :
 1. si la température extérieure est inférieure à 0 °C, le chauffage du secteur (aérotherme ou autre) est mis en opération automatiquement pour une période de trois (3) minutes. Après cinq (5) minutes d'ouverture de la porte, le point de consigne de la pièce est abaissé à 13 °C. Après dix (10) minutes, le point de consigne est abaissé à 5 °C et une alarme est transmise au SGB si la sonde de pièce détecte une température inférieure à 10 °C (premier seuil d'alarme). Relier cette alarme à un compteur. À la fermeture de la porte, le point de consigne est restauré selon le mode d'opération;
 2. si la température extérieure est entre 0 °C et 10 °C, le chauffage du secteur (aérotherme ou autre) n'est mis en opération que pour maintenir le point de consigne. Après cinq (5) minutes d'ouverture de la porte, le point de consigne de la pièce est abaissé à 13 °C.

Après dix (10) minutes, le point de consigne est abaissé à 5 °C et une alarme est transmise au SGB si la sonde de pièce détecte une température inférieure à 10 °C (premier seuil d'alarme). Relier cette alarme à un compteur. À la fermeture de la porte, le point de consigne est restauré selon le mode d'opération;

3. si la température extérieure est supérieure à 10 °C, après cinq (5) minutes le point de consigne est abaissé à 5 °C. À la fermeture de la porte, le point de consigne est restauré selon le mode d'opération.

6.5.4.6 Séquences de gestion de la saison

1. La saison été ou hiver est activée, à la centralisation, selon le choix :
 1. via un calendrier ajustable;
 2. via une température extérieure inférieure ou supérieure à un point de consigne ajustable, pendant une période variable entre 4 et 24 heures;
 3. manuellement via un bouton logique.

6.5.5 Appareils de régulation

1. Se référer à l'Annexe 6.6 Régulation – Appareils de régulation.

6.6 Calorifugeage

6.6.1 Critères de conception et de performance

6.6.1.1 Précisions de l'équipe de conception

1. L'équipe de conception doit préciser notamment à l'entrepreneur, via les documents contractuels :
 1. les équipements et les réseaux à calorifuger;
 2. les échantillons à soumettre;
 3. de réaliser les travaux de calorifugeage selon les documents contractuels, les instructions des fabricants des matériaux calorifuges, dont leur guide de pose, et les règles de l'art (exécution propre, matériaux bien fixés, aucun rapiéçage, finition soignée, etc.);
 4. de soumettre les recommandations écrites des fabricants concernant le jointoiement des éléments calorifuges ainsi que toute indication visant des méthodes particulières de manutention, de mise en œuvre et de nettoyage;
 5. si des équipements mécaniques doivent être calorifugés;

6. la confection d'enveloppes calorifuges amovibles permettant un accès aisé à des appareils électromécaniques à des fins d'exploitation ou d'entretien, d'une résistance thermique égale ou supérieure au calorifuge du réseau impliqué et dont l'épaisseur du calorifuge de l'enveloppe est d'au moins 38 mm (1½ po);
7. si un ouvrage calorifugé extérieur doit être construit en conduits rectangulaires recouverts de matériaux calorifuges, de contreplaqués hydrofuges (arrêtes renforcées par des coins à gypse en acier galvanisé) et de chemises d'aluminium (joints scellés étanches) tout en prévoyant l'ajout d'éléments structuraux d'ancrages (entièrement en acier galvanisé) dans le cas où les chemises risquent de ne pas résister à l'arrachement, à l'occasion de vents forts;
8. qu'une assistance technique externe pour effectuer des changements, afin de rendre les travaux de calorifuge conformes, est aux frais de l'entrepreneur.

6.6.1.2 Qualification de la main-d'œuvre

1. L'installateur doit être un expert dans le domaine, posséder au moins trois (3) années d'expérience probante dans la réalisation de travaux de type et d'envergure correspondant aux travaux à réaliser, posséder les qualifications exigées par l'ACIT et en être membre.

6.6.1.3 Coordination

1. L'équipe de construction doit assister et collaborer étroitement avec l'entrepreneur en calorifugeage.

6.6.1.4 Travaux correctifs ou reprises de travaux par d'autres

1. Préciser à l'entrepreneur en calorifugeage qu'il doit soumettre un rapport des anomalies relevées dans l'installation, en y indiquant les causes probables, et qu'il ne doit reprendre les travaux de calorifugeage qu'après leur correction.
2. Les retards causés par les travaux de correction ou les reprises de travaux sont sans frais pour la Ville.

6.6.1.5 Examen des documents contractuels révisés et des lieux relativement aux opérations de calorifugeage

1. Avant le début des travaux, l'entrepreneur en calorifugeage doit consulter les documents contractuels révisés et visiter les lieux. Il doit également confirmer, par écrit, au représentant de l'équipe de conception que les prescriptions visant le calorifugeage des appareils et des réseaux ainsi que tous les autres aspects relatifs à l'installation des calorifuges sont appropriés et permettent d'assurer la bonne exécution des travaux.

2. Les documents contractuels révisés incluent, sans s'y limiter, les plans, devis, dessins d'atelier approuvés, ordres de changement, instructions supplémentaires ainsi que tous les dessins d'après exécution.

6.6.1.6 Début des travaux de calorifugeage

1. Avant le début des travaux de calorifugeage, l'équipe de conception doit rappeler verbalement à l'entrepreneur ainsi qu'à son sous-entrepreneur en calorifugeage ses attentes concernant ces travaux, le tout conformément aux documents contractuels.
2. L'équipe de conception doit notamment préciser à l'entrepreneur :
 1. les équipements et les réseaux à calorifuger;
 2. les échantillons à soumettre;
 3. de réaliser les travaux de calorifugeage selon les instructions du fabricant des matériaux calorifuges;
 4. de soumettre les recommandations écrites des fabricants concernant le jointoiement des éléments calorifuges ainsi que toute indication visant des méthodes particulières de manutention, de mise en œuvre et de nettoyage.
3. Avant le début des travaux de calorifugeage par l'entrepreneur :
 1. La vérification et l'approbation de tous les dessins d'atelier et échantillons doivent être complétées.
 2. Les éléments de support doivent être surdimensionnés et assemblés de manière à installer aisément le calorifuge, éliminer sa compression et préserver l'intégrité de son pare-vapeur, le cas échéant.
 3. Les raccords pour tout instrument d'essai ou pour tout appareil doivent avoir une longueur convenant à l'épaisseur du calorifuge.
 4. S'assurer que l'essai du réseau est terminé et que les résultats ont été certifiés par l'autorité responsable ayant assisté à l'essai.
 5. S'assurer que les surfaces à recouvrir de calorifuge ou à revêtir d'un enduit de finition sont propres, sèches et exemptes de matières étrangères.
 6. L'entrepreneur doit aviser 48 heures à l'avance qu'il a l'intention de procéder à des travaux de calorifugeage. Il doit préciser, par écrit, les équipements et les réseaux ciblés afin d'obtenir l'autorisation écrite et commune de l'équipe technique de la Ville et de l'équipe de conception.
 7. Les équipements et les réseaux peuvent être calorifugés si et seulement si les exigences précédentes ont été entièrement remplies par l'entrepreneur.

6.6.1.7 Caractéristiques de combustion superficielle

1. Selon la norme CAN/ULC-S102
 1. Indice de propagation de la flamme : au plus 25.
 2. Indice de pouvoir fumigène : au plus 50.

6.6.1.8 Matériaux calorifuges

1. Un matelas souple de fibres minérales (code ACIT C-2) n'est pas autorisé pour calorifuger un conduit d'air ou une tuyauterie (hydronique ou de plomberie), qu'il soit dissimulé ou apparent.

6.6.1.8.1 Conduits d'air

1. Calorifuge portant le numéro de code ACIT C-1 : panneaux rigides de fibres minérales avec ou sans enveloppe pare-vapeur posée en usine. Usage d'un produit équivalent en panneaux flexibles de fibres minérales pour les conduits ronds ou ovales.

6.6.1.8.2 Réseaux de tuyauteries hydroniques et de plomberie

1. Calorifuge portant le numéro de code ACIT A-1 : gaine rigide moulée, en fibres minérales, sans enveloppe pare-vapeur posée en usine.
2. Calorifuge portant le numéro de code ACIT A-3 : gaine rigide moulée, en fibres minérales, avec enveloppe pare-vapeur posée en usine.
3. Calorifuge portant le numéro de code ACIT A-2 : bloc ou douelle rigide moulé, en silicate de calcium, aux formes appropriées aux besoins des travaux.

6.6.1.8.3 Réseaux de fluides frigorigènes

1. Calorifuge portant le numéro de code ACIT A-6 : élément tubulaire flexible en élastomère unicellulaire.
2. L'entièreté des lignes (gaz chaud, liquide et aspiration) doit être calorifugée.
3. On l'utilise, en général, pour des réseaux sans risque de corrosion tels que les réseaux en cuivre ou matières plastiques.

6.6.1.9 Chemises

1. Chemise en toile de canevas
 1. Toile de coton d'une masse surfacique de 220 g/m², à armure unie, enduite de colle calorifuge et ignifuge, diluée.
 2. Colle calorifuge : compatible avec le matériau calorifuge et lavable.
 3. Sur tout ouvrage intérieur de conduits de ventilation calorifugé.

2. Chemises d'aluminium (ou d'acier inoxydable), pour tout ouvrage recouvert de calorifuge :
 1. nécessitant d'être protégé contre le vandalisme ou les impacts;
 2. dans l'épaisseur de la toiture;
 3. à l'intérieur d'une margelle;
 4. installé à l'extérieur avec joints scellés étanches, pour une protection accrue contre les rayons UV et les intempéries.
3. Chemises en polychlorure de vinyle (PVC) d'une épaisseur d'au moins 0,4 mm, avec joints scellés étanches à l'aide d'un adhésif, pour toute tuyauterie :
 1. calorifugée d'un réseau hydronique de chauffage ou de refroidissement;
 2. calorifugée d'un réseau de plomberie d'eau chaude, d'eau chaude recirculée ou d'eau froide domestique;
 3. de tout autre réseau de plomberie risquant de geler ou de condenser à sa surface s'il n'est pas calorifugé.

6.6.1.10 Pose

1. Si l'épaisseur de calorifuge nominale requise est supérieure à 75 mm (3 po), réaliser l'ouvrage en deux couches en décalant les joints.
2. Sceller et finir les extrémités apparentes du calorifuge avec du mastic pare-vapeur compatible avec le calorifuge.
3. Assurer la continuité du pare-vapeur aux joints (du calorifuge) par l'application d'un ruban pare-vapeur et d'une colle.
4. Concernant les travaux d'isolation de tuyauteries hydroniques ou de plomberie, des bandes de scellement doivent être présentes à tous les joints de chemises en PVC.
5. La finition des chemises en toile de canevas doit être lisse, propre et uniforme.
6. En aucun cas, la fibre du calorifuge ne doit être en contact avec un élément architectural (ex. : dalle de plancher de béton) risquant d'endommager son intégrité. Prévoir un manchon de traversée suffisamment grand pour y insérer le conduit (ou le tuyau) et son revêtement thermique ou acoustique.
7. L'équipe de surveillance doit prévoir inspecter tous les travaux de calorifugeage, incluant le dessus des conduits de ventilation, afin de s'assurer de la bonne exécution des travaux. Prévoir, au besoin, la présence et la collaboration de l'entrepreneur à cette fin, le tout à la satisfaction de la Ville.

6.6.1.11 Exigences minimales du calorifuge

6.6.1.11.1 Conduits d'air

1. Pour une épaisseur minimale de 38 mm (1½ po) du calorifuge C-1, les principaux usages sont :
 - a. conduit d'alimentation d'air chaud ou froid;
 - b. conduit de retour d'air chaud ou froid lorsque ce dernier passe dans un local non desservi par le système desservant ce conduit.
2. Pour une épaisseur minimale de 50 mm (2 po), du calorifuge C-1, les principaux usages sont :
 - a. plénum d'air de mélange, d'air neuf et d'air évacué;
 - b. conduit d'alimentation d'air neuf;
 - c. conduit d'évacuation d'air vicié;
 - d. conduit reliant le conduit d'évacuation et d'alimentation dans un système en H.

6.6.1.11.2 Tuyauteries (hydroniques ou de plomberie)

1. Les exigences minimales pour l'installation du calorifuge de tuyauterie hydronique ou de plomberie sont inscrites dans le Tableau d'épaisseur du calorifuge :

Tableau d'épaisseur du calorifuge

TABLEAU D'ÉPAISSEUR DU CALORIFUGE						
PLAGE DE TEMPÉRATURE °C OU (°F)	DIMENSION DE LA TUYAUTERIE mm (po)					ÉQUIPEMENT
	25 (1) et moins	31 à 50 (1.25 à 2)	63 à 100 (2.5 à 4)	125 à 150 (5 à 6)	200 (8) et plus	
233 à 343 (451 à 650)	50(2)	63(2 ½)	75(3)	100(4)	100(4)	-----
151 à 232 (303 à 450)	50(2)	63(2 ½)	63(2 ½)	88(3 ½)	88(3 ½)	63(2 ½)
121 à 150 (250 à 302)	50(2)	63(2 ½)	63(2 ½)	75(3)	75(3)	50(2)
96 à 120 (204 à 249)	38(1 ½)	38(1 ½)	50(2)	50(2)	50(2)	50(2)
49 à 95 (120 à 203)	25(1)	25(1)	38(1 ½)	38(1 ½)	38(1 ½)	25(1)
14 à 48 (57 à 119)	25(1)	25(1)	38(1 ½)	38(1 ½)	38(1 ½)	25(1)
5 à 13 (41 à 55)	13(½)	19(¾)	25(1)	25(1)	25(1)	25(1)
INFÉRIEUR À 5 (41)	25(1)	38(1 ½)	38(1 ½)	38(1 ½)	38(1 ½)	38(1 ½)

6.7 Équilibrage

6.7.1 Critères de conception et de performance

6.7.1.1 Objectifs, critères et instructions d'équilibrage

1. Pour chaque système aéraulique et hydronique à équilibrer, l'équipe de conception doit préciser, par écrit et avant le début des travaux d'équilibrage, les objectifs visés, les critères de calcul ainsi que ses instructions d'équilibrage, de manière complète et précise, en vue des travaux d'équilibrage.

6.7.1.2 Qualification du personnel chargé des opérations d'ERE

1. Les opérations d'essai, de réglage et d'équilibrage doivent être effectuées selon les exigences de la norme AABC, NEBB ou SMACNA exclusivement, régissant la qualification de l'entreprise et du personnel responsables de celles-ci.
2. L'étalonnage des instruments de mesure doit être certifié par un laboratoire indépendant et selon les exigences de la norme de référence AABC, NEBB ou SMACNA.
3. Les travaux d'ERE ainsi que les essais d'étanchéité doivent être réalisés par un entrepreneur en équilibrage qualifié, membre de AABC, NEBB ou de la SMACNA, relevant directement de l'entrepreneur général.

6.7.1.3 Coordination

1. L'équipe de construction doit assister et collaborer étroitement avec l'entrepreneur en équilibrage.

6.7.1.4 Travaux correctifs ou reprises de travaux par d'autres

1. Préciser à l'entrepreneur en équilibrage qu'il doit soumettre un rapport des anomalies relevées dans l'installation, en y indiquant les causes probables, et qu'il ne doit reprendre les travaux d'équilibrage qu'après leur correction.
2. Les retards causés par les travaux de correction ou les reprises d'essais sont sans frais pour la Ville.

6.7.1.5 Examen des documents contractuels révisés et des lieux relativement aux opérations d'ERE

1. Consulter les documents contractuels révisés et visiter les lieux avant le début des travaux et confirmer par écrit au représentant de l'équipe de conception que les prescriptions visant l'essai, le réglage et l'équilibrage des appareils et des systèmes ainsi que tous les autres aspects relatifs à la conception et à l'installation de ceux-ci sont appropriés, incluant le système de régulation automatique qui le contrôle, et permettent d'assurer le succès de ces opérations.
2. Les documents contractuels révisés incluent, sans s'y limiter, les plans, devis, dessins d'atelier approuvés, ordres de changement, instructions supplémentaires ainsi que tous les dessins d'après exécution.

6.7.1.6 Début des opérations d'ERE

1. Avant d'effectuer les travaux d'équilibrage sur chacun des réseaux, préciser à l'entrepreneur qu'il doit fournir la liste des réseaux, le calendrier ainsi que la liste des personnes impliquées dans les travaux d'équilibrage et qu'il doit coordonner, avec ces dernières, des périodes spécifiques de travaux. Le calendrier doit également être transmis à la Ville et révisé progressivement jusqu'à la fin des activités d'équilibrage.
2. Préciser à l'entrepreneur qu'il doit également procéder aux vérifications préalables suivantes :
 1. localisation judicieuse des éléments à ajuster ou à calibrer;
 2. raccords pour instruments d'essai bien installés et conformes aux dessins d'ateliers approuvés;
 3. bon état des courroies;
 4. arrangement judicieux des conduits ou tuyauteries afin de contrer toute augmentation de la pression statique externe ou tout effet système nuisant à l'atteinte des résultats prescrits;
 5. Si tel n'est pas le cas :
 1. un avis écrit doit être transmis à la Ville;
 2. une directive de changement doit être émise par l'équipe de conception, le tout sans frais pour la Ville.
3. Les travaux d'équilibrage sur un réseau aéraulique ou hydronique doivent être effectués si et seulement si :
 1. l'installation du réseau est entièrement complétée, nettoyée et mise en route par l'entrepreneur responsable de l'installation;
 2. la mise en service préliminaire, par l'entrepreneur en régulation, est complétée;
 3. l'équipe de construction assiste et collabore étroitement avec l'entrepreneur en équilibrage;

4. l'entrepreneur avise 48 heures à l'avance qu'il a l'intention de procéder à des travaux d'équilibrage, en précisant le réseau, le tout à la suite de l'autorisation écrite et commune de l'équipe technique de la Ville et de l'équipe de conception.
4. L'équipe de conception doit détailler, par écrit et avant le début des travaux d'équilibrage, des instructions d'équilibrage pour chaque réseau aéraulique ou hydronique, existant ou nouveau, touché dans le cadre des travaux, le tout réalisé au moment de la conception et émis, sous la forme d'une instruction supplémentaire, dans un document spécifique (ex. : Instructions d'équilibrage – Système des bureaux – UTA-1) afin d'y préciser, notamment :
 1. les caractéristiques inhérentes du réseau;
 2. les objectifs visés;
 3. les critères de calcul;
 4. les exigences particulières relatives aux charges simulées;
 5. les exigences de performance prescrites;
 6. l'interaction prescrite avec les autres réseaux connexes;
 7. la plage de fonctionnement;
 8. les modes de fonctionnement;
 9. les exigences relatives à l'asservissement du réseau (ex. : tributaire d'un point de consigne, d'un état, d'une donnée binaire ou analogique, etc.);
 10. les réglages et les états des composantes aux diverses étapes d'équilibrage;
 11. les endroits où les mesures doivent être prises;
 12. les débits d'opération;
 13. les valeurs cibles;
 14. les conditions de pression prescrites (surpression, dépression ou pression neutre) dans tous les modes d'opération;
 15. les niveaux de puissance acoustique, de pression acoustique ou de vibration calculés et tout autre critère.
 5. Dans lesdites instructions d'équilibrage, préciser à l'entrepreneur en équilibrage qu'il doit réaliser ses travaux :
 1. dans tous les modes de fonctionnement prévus, ex. :
 1. en mode 100 % recirculation;
 2. en mode 100 % d'air extérieur et 100 % d'évacuation;
 3. en mode normal avec un taux d'air extérieur (fixe ou variable);

4. en mode hiver ou été ou mi-saison;
 5. en mode récupération de chaleur (ou d'énergie).
2. sur toute la plage de fonctionnement, dans des conditions de fonctionnement réelles ou simulées reconnues, ex. :
 1. en position de retour avec un minimum d'air extérieur jusqu'à un maximum d'air extérieur d'opération en testant quatre (4) paliers intermédiaires;
 2. au débit minimal de pompage jusqu'au débit maximal de pompage.
 3. dans le cas d'un système à volume d'air variable (VAV) : à plusieurs points d'opération (0 %, 20 %, 40 % d'air extérieur, etc.), en réajustant les volets d'air extérieur et d'évacuation en fonction des changements de pression dans le bâtiment et en validant les débits d'air à chacun de ces points d'opération. La courbe de commande de position de chacun des servomoteurs doit être fournie à l'entrepreneur en régulation pour intégration dans la programmation des contrôleurs numériques programmables (CNP).
 6. Préciser à l'entrepreneur qu'il doit obturer de façon étanche les raccords pour instruments d'essai au fur et à mesure de la progression des travaux d'équilibrage.
 7. L'équipe technique de la Ville avise, avant le début des travaux d'ERE ou des essais d'étanchéité, si elle décide qu'une partie ou la totalité des travaux soit exécutée en sa présence.

6.7.1.7 Tolérance de réglage

1. L'essai, le réglage et l'équilibrage des systèmes jusqu'à l'obtention de résultats ne présentant pas plus que les écarts suivants par rapport aux valeurs théoriques.
 1. Systèmes de CVCA de laboratoires : plus 5 %, moins 0 %.
 2. Systèmes de CVCA : plus 5 %, moins 5 %.
 3. Systèmes hydroniques : plus 5 %, moins 5 %.

6.7.1.8 Tolérance de précision

1. Les valeurs mesurées doivent correspondre, à plus ou moins 2 % près, aux valeurs réelles.

6.7.1.9 Instruments de mesure

1. Avant de commencer les opérations d'ERE, une liste des instruments de mesure que l'on a prévu d'utiliser, doit être soumise pour approbation, avec leur numéro de série, leurs caractéristiques, leurs niveaux de précision et leurs applications, selon le projet.
2. Les instruments de mesure doivent être étalonnés dans les trois (3) mois qui précèdent le début des opérations d'ERE. Une attestation d'étalonnage doit être fournie dans les trente (30) jours qui précèdent le début des travaux.

6.7.1.10 Rapport préliminaire d'ERE

1. Avant le début des travaux d'équilibrage, soumettre, aux fins de vérification et d'approbation, un rapport préliminaire d'ERE.
2. Le rapport préliminaire d'ERE doit comprendre, de façon non limitative, ce qui suit :
 1. la liste des documents contractuels consultés;
 2. une copie des dessins annotés par l'entrepreneur en équilibrage;
 3. les schémas de principe des systèmes visés (illustrant, s'il y a lieu, leurs interactions avec les autres systèmes connexes);
 4. la liste approuvée des instruments de mesure utilisés;
 5. l'attestation d'étalonnage de tous les instruments de mesure;
 6. les détails concernant la méthode d'ERE employée;
 7. les méthodes de calcul employées.
3. Avant de soumettre officiellement le rapport d'ERE, une copie du rapport doit être soumise, aux fins de vérification et d'approbation.

6.7.1.11 Rapport d'ERE

1. La présentation du rapport doit être conforme aux exigences de la norme ou du document de référence retenu visant les opérations d'ERE.
2. Les résultats doivent y être exprimés en unités SI.
3. Indiquer les résultats des tests, réglages et équilibrages ainsi que toute lacune constatée dans des tableaux de données pour chaque réseau et appareil.
4. Les tableaux de données doivent indiquer, sans s'y limiter, les renseignements suivants :
 1. l'identification du réseau ou de l'appareil;
 2. les valeurs spécifiées et mesurées;
 3. la localisation de l'élément, ses dimensions ou tout autre caractéristique pertinente;
 4. les interventions réalisées ou toute autre remarque;
 5. les méthodes de calcul;
 6. les calculs détaillés d'une valeur (ou valeur typique) inscrite.
5. Inclure tous les dessins d'après exécution impliqués dans les opérations d'ERE, les dessins d'atelier approuvés des appareils et accessoires dont l'entrepreneur a ajusté, équilibré et pris des lectures. Inclure toutes les courbes caractéristiques (de performance) des appareils mesurés ou impliqués.

6. Joindre au rapport d'ERE définitif tous les dessins d'après exécution complétés en lien avec les opérations d'ERE.

6.7.1.12 Contrôle

1. Les mesures enregistrées sont vérifiées par l'équipe de conception ainsi que par l'équipe technique de la Ville ou un organisme indépendant.
2. Prévoir le personnel et les instruments nécessaires à la vérification d'au plus 30 % des mesures enregistrées.
3. L'équipe technique de la Ville et l'équipe de conception déterminent le nombre de vérifications à effectuer et l'emplacement des points de mesure.
4. Les opérations d'ERE et les essais d'étanchéité sont repris jusqu'à ce que les résultats satisfassent l'équipe de conception et l'équipe technique de la Ville.

6.7.1.13 Réglages

1. Marquer proprement les positions de réglage de façon permanente; ces dernières ne doivent pas être effacées ni recouvertes d'aucune façon.

6.7.1.14 Achèvement des opération d'ERE

1. Les opérations d'ERE et les essais d'étanchéité ne sont considérés comme terminés que lorsque le rapport final a été approuvé par l'équipe de conception et l'équipe technique de la Ville.

6.7.1.15 Opération d'ERE à effectuer après emménagement

1. Déterminer les mesures à effectuer dans la zone occupée des espaces desservis ou touchés dans le cadre des travaux.
2. Demander à l'entrepreneur de participer à des exercices complets d'évacuation d'urgence. Demander à l'entrepreneur de refaire à ce moment des essais de contrôle de fumée afin de s'assurer que ces derniers sont concluants.
3. Demander à l'entrepreneur de participer à la vérification générale des systèmes à deux (2) reprises au cours de la période de garantie, la première, environ trois (3) mois après la réception provisoire des travaux, la seconde, au cours du dernier mois de la période de garantie.

Annexe 6.1 – Gestion des points de consigne de température de pièce et d'eau

1.1 Portée

Le présent document définit les points de consigne de température de pièce et d'eau par type d'établissement, selon l'usage et le type de local. L'objectif est d'assurer le confort, la santé et la sécurité des occupants tout en optimisant la consommation énergétique des bâtiments de la Ville de Montréal.

Pour la conception, les températures en « Période occupée » doivent être utilisées.

En mode chauffage – points de consigne de température de pièce

ÉTABLISSEMENT, TYPE DE LOCAL OU USAGE	PÉRIODE OCCUPÉE (°C)	PÉRIODE INOCCUPÉE (°C)
Édifice et espace à bureaux	22	19
Salle informatique	21	21
Salle de serveurs (valider avec les TI)	21	21
Caserne de pompier :		
• local d'entreposage	19	16
• garage (véhicules)	19	18
• bureaux et salle à manger	22	19
• cuisine	21	18
• dortoir	20	18
• espace d'entraînement	20	18
• vestiaire	22	19
Magasin et entrepôt		
• espace occupé	21	18
• entreposage	16	16

ÉTABLISSEMENT, TYPE DE LOCAL OU USAGE	PÉRIODE OCCUPÉE (°C)	PÉRIODE INOCCUPÉE (°C)
Cour de service et centre de services municipaux		
• bureaux	22	19
• vestiaire	22	19
• atelier	19	16
• garage d'entreposage	10	10
Restaurant	21	18
• cuisine commerciale	21	18
Bibliothèque		
• rayonnage	21	18
• espace de travail	22	19
• archives	Note ⁽¹⁾	Note ⁽¹⁾
Centre de loisirs et Centre communautaire	21	18
• espace de travail	22	19
Centre sportif		
• vestiaire	22	19
• espace de jeux	20	17
• bureaux et espace occupé	22	19
Piscine intérieure		
• enceinte :		
› température de pièce	32 (facteur humidex) ⁽²⁾	N/A
› humidité relative	55% HR	N/A
• vestiaire	25	22
• bureaux et espace occupé	22	19
Aréna		
• gradins	15 ⁽³⁾	12 ⁽³⁾
• enceinte – point de rosée	4.4	4.4
• vestiaire	22	19
• local technique classe T	N/A	10
• salle de contrôle	19	10
• bureaux et espace occupé	22	19
Vestibule	16	16
Hall	21	18
Pavillon des baigneurs et chalet de parc (9)		
• local utilisé comme vestiaire pour toute activité extérieure	15	7
• toilette publique donnant directement sur l'extérieur	18	15 ⁽¹⁰⁾
• autre local	21	18
• bâtiment non utilisé et non conçu pour être hivernisé	N/A	7

En mode refroidissement – points de consigne de température de pièce

ÉTABLISSEMENT, TYPE DE LOCAL OU USAGE	PÉRIODE OCCUPÉE (°C)	PÉRIODE INOCCUPÉE (°C)
Espace à bureaux	23.5	26.5
Salle informatique	24.5 ^(C)	24.5 ^(C)
Salles de serveurs (valider avec les TI)	24.5 ^(C)	24.5 ^(C)
Caserne de pompier		
• local d'entreposage	N/A	N/A
• garagea (véhicules)	N/A	N/A
• bureaux et salle à manger (cuisine)	22.5	25.5
• dortoir	21	24
• espace d'entraînement	21	24
• vestiaire	N/A ⁽⁴⁾	N/A ⁽⁴⁾
Magasin et entrepôt		
• espace occupé	N/A	N/A
• entreposage	N/A	N/A
Cour de service et centre de services municipaux		
• bureaux	23.5	Note ^(A)
• vestiaire	N/A ⁽⁴⁾	N/A ⁽⁴⁾
• atelier	N/A	N/A
• garage d'entreposage	N/A	N/A
Restaurant	23.5	Note ^(A)
• cuisine commerciale	22.5	Note ^(A)
Bibliothèque		
• rayonnage	23.5	26.5
• espace de travail	23.5	26.5
• archives	Note ⁽¹⁾	Note ⁽¹⁾
Centre de loisirs et centre communautaire	23.5	Note ^(A)
Centre sportif		
• vestiaire	N/A ⁽⁴⁾	N/A ⁽⁴⁾
• espace de jeux	22	Note ^(A)
• bureaux et espace occupé	23.5	Note ^(A)
Piscine intérieure		
• enceinte :	30	N/A
› température de pièce	55% HR	N/A
› humidité relative	N/A ⁽⁵⁾	N/A ⁽⁵⁾
• vestiaire	23.5	N/A
• bureaux et espace occupé		

ÉTABLISSEMENT, TYPE DE LOCAL OU USAGE	PÉRIODE OCCUPÉE (°C)	PÉRIODE INOCCUPÉE (°C)
Aréna - gradins - enceinte – point de rosée - vestiaire - bureaux et espace occupé	N/A 4.4 N/A ⁽⁶⁾ N/A ou 23.5 ⁽⁷⁾	N/A 4.4 N/A ⁽⁶⁾ N/A
Pavillon des baigneurs et chalet de parc	N/A	N/A
Vestibule Hall	N/A N/A	N/A N/A

Points de consigne de température d'eau

UTILISATION	TEMPÉRATURE (°C)
Piscine intérieure eau de bassin	27
Eau chaude domestique : - réservoir - réservoir (restaurant : cuisine et lave-vaisselle)	60 60 ⁽⁸⁾
Aréna - eau servant à la fabrication de la glace - eau servant au resurfaçage de la glace - saumure (retour de la patinoire)	T° de l'aqueduc 60 en mode démarrage : – 12 ou plus chaud d'avril à novembre : – 10 ou plus chaud de décembre à mars : – 9 Ajout de 1°C pour chacune des valeurs ci-haut
avec plafond à faible indice d'émissivité ($\epsilon \leq 0,05$)	

NOTES

- (A) Système à l'arrêt.
- (C) Système opérant en continu maintenant une température constante.
- (N/A) Non applicable
- (1) La caractérisation des artefacts et des archives ainsi que les conditions intérieures à maintenir sont définies dans le programme fonctionnel technique du projet, le tout validé par le muséologue ou l'archiviste interne dédié au projet.
- (2) Pour 40 % HR, maintenir 29°C et pour 60 % HR, maintenir 27,8°C. Pour une HR intermédiaire, appliquer une interpolation pour la température de consigne.
- (3) Cette température correspond à la moyenne des températures derrière chaque section de gradins au centre de celle-ci.
- (4) Transfert d'un secteur climatisé.
- (5) Pour les nouveaux bâtiments ou les rénovations majeures, transfert d'air d'un secteur climatisé.

- (6) Transfert d'air d'un secteur non climatisé.
- (7) Pour un aréna 12 mois.
- (8) Pour une température supérieure, une demande doit être formulée à la Ville.
- (9) Pour un bâtiment conçu pour être hivernisé : aucun chauffage.
- (10) Durant les heures de fermeture.

Annexe 6.2 – Moteurs électriques

1.1 Définitions

1. TEFC « *Totally Enclosed Fan Cooled* » : moteur « totalement fermé et ventilé », refroidi par un ventilateur externe monté sur l'extrémité opposée de l'arbre. Le ventilateur souffle l'air ambiant sur la surface extérieure du moteur pour le refroidir. Les moteurs de type TEFC sont adaptés à des usages sales, poussiéreux ou extérieurs.
2. ODP « *Open Drip Proof* » : moteur « ouvert anti-goutte », non équipé d'un ventilateur. L'air ambiant circule dans le bâti du moteur, propulsé par la différence de densité entre l'air chaud et l'air froid.
3. Moteur fractionnaire : moteur dont la puissance n'a pour valeur qu'une fraction de l'unité pratique de puissance.
4. RNES : Rendement Nominal Efficacité Supérieure

1.2 Généralités

1. Le type de moteur utilisé doit être adapté aux conditions d'utilisation.
2. Les moteurs électriques dits fractionnaires, conçus pour développer ½ HP et plus, doivent être alimentés à 600V/3 phases/60 Hz, tandis que ceux conçus pour développer ⅓ HP et moins, doivent être alimentés à 208 V/3/60. En cas de force majeure, il est possible d'utiliser des moteurs fractionnaires de moins de ½ HP, conçus et alimentés à 120V/1/60 ou 240V/1/60.
3. Des détecteurs thermiques « *Resistance Temperature Detector (RTD)* » incorporés dans le stator sont requis pour les moteurs de plus de 15 HP.
4. Les moteurs électriques doivent être conformes à la norme CSA C390-10. La définition des termes et symboles doit être celle que l'on retrouve dans cette norme.
5. Le rendement nominal minimal (moteurs à faible et très faible consommation d'énergie de 60 Hz), doit être conforme aux tableaux 2 et 3 de la norme CSA C390-10.
6. Le rendement des moteurs à induction triphasée doit être égal ou supérieur aux rendements indiqués dans le tableau suivant.

Tableau – Rendement des moteurs électriques

RENDEMENT DES MOTEURS ÉLECTRIQUES					
rpm ►	900	1200	1800	3600	
Moteur ►	8 pôles	6 pôles	4 pôles	2 pôles	
HP ▼ Eff ►	% ▼	% ▼	% ▼	% ▼	
1	-	82.5	86.5	-	Produit sur commande standard, pour 575V/3Ph/60Hz
1.5	-	87.5	87.5	84.0	
2	-	88.5	87.5	86.5	
3	-	89.5	89.5	88.5	
5	-	89.5	89.5	88.5	
7.5	-	91.0	91.7	89.5	
10	-	91.0	91.7	90.2	
15	-	91.7	92.4	91.0	
20	-	91.7	93.0	91.0	
25	-	93.0	93.6	91.7	
30	-	93.0	93.6	91.7	
40	-	94.1	94.1	92.4	
50	-	94.1	94.5	93.0	
60	-	94.5	95.0	93.6	
75	-	94.5	95.4	93.6	
100	-	95.0	95.4	94.1	
125	-	95.0	95.4	95.0	
150	-	-	95.8	95.0	
200	-	-	96.2	95.4	
250	-	-	96.2	95.4	Produit sur commande spéciale, pour 575V/3Ph/60Hz
300	-	-	96.2	95.8	
350	-	-	96.2	95.8	
400	-	-	96.2	95.8	

Notes applicables au tableau « Rendement des moteurs électriques »

1. Rendement Nominal Efficacité Supérieure (RNES)
2. TEFC, 575 V/3/60
3. Moteur à simple vitesse, cage d'écureuil, multiphases, induction, de 1 à 400 HP
4. Bâti numéro 143T à 449T, horizontal
5. Peinture du bâti résistante à la corrosion dans un environnement industriel salin
6. Rotor peint avec époxyde
7. Conforme au standard IEEE 841 2009
8. Température ambiante 40 °C, NEMA Design B
9. Système d'isolation conforme à NEMA MG-1 Partie 31, *Inverter Grade*
10. Mise à la terre extérieure au bâti

11. Plaque numérolologique fabriquée en inox
12. Garanties
 - a. 5 ans dans le cas d'une alimentation de forme sinusoïdale
 - b. 3 ans dans le cas d'une alimentation à fréquence variable
13. Facteur de service :
 - a. 1,15 dans le cas d'une alimentation de forme sinusoïdale
 - b. 1,0 dans le cas d'une alimentation à fréquence variable
14. L'information contenue dans ce tableau provient du catalogue d'US Motors, pages 42 à 45, intitulé « *General Purpose Three Phases, Totally Enclosed Fan Cooled (TEFC) World Motor 841 Plus NEMA Premium Efficiency* ».

Annexe 6.3 – Régulation – Prescriptions générales

1.1 Généralités

1.1.1 Documents et échantillons à soumettre

1. Documents de fin de projet : À la suite de la vérification des documents et des ajustements demandés, fournir trois (3) copies imprimées ainsi qu'une version électronique des documents (en format PDF multipage). Le fichier électronique regroupant les documents de fin de projet doit être implanté dans la centrale de commandes et dans le poste d'opération local. Une copie des dessins de contrôle est placée dans le panneau de contrôle principal.
2. Les photos de l'intérieur ainsi que de l'extérieur de chaque panneau de contrôle doivent être fournies.
3. Dessins d'atelier :
 1. Les dessins et diagrammes doivent notamment illustrer les éléments suivants :
 - a. la légende;
 - b. la table des matières;
 - c. l'architecture du réseau dans le bâtiment faisant l'objet des travaux et montrant comment ledit réseau se raccorde au réseau TCP/IP Ville;
 - d. l'architecture de la distribution électrique (120 V et 24 V) afférente à la régulation automatique;
 - e. les raccordements électriques et électroniques;
 - f. les schémas de raccordement qui montrent les interfaces de la régulation avec les équipements des autres disciplines (ex. : avec les démarreurs, etc.);
 - g. les interconnexions entre les pièces d'équipement;
 - h. les armoires, leur localisation les interconnexions et les intercommunications entre les armoires;
 - i. la connexion entre le contrôleur numérique programmable (CNP) et un démarreur ou un appareil quelconque doit obligatoirement passer via un bornier/relais monté sur rail DIN à l'intérieur de l'armoire avant d'être raccordé sur le CNP;
 - j. les points d'entrée/sortie;
 - k. la liste du matériel, incluant une courte description;

- l.** les blocs d'alimentation, les transformateurs 120 Vac/24 Vac;
- m.** les points de consigne, les bandes de modulation, les gammes de température, etc.;
- n.** les séquences;
- o.** les notes pertinentes;
- p.** les fiches techniques des appareils et accessoires : spécifications et documentation des fabricants concernant les produits. Préciser les caractéristiques, les critères de performance et les contraintes;
- q.** pour chaque système, les schémas de principes et de raccordements des différents contrôleurs qui composent les boucles de régulation locales, incluant une liste des appareils utilisés, l'identification utilisée, la séquence de fonctionnement, etc.

4. Les manuels doivent inclure les points suivants :

- 1.** Toutes les informations applicables incluant une description des appareils et accessoires de régulation (identification, marque et modèle), les câbles utilisés, les codes de couleur, la numérotation des conducteurs, les instructions d'installation incluant les procédures d'ajustement, les modes d'emploi, les descriptions du fonctionnement, les guides d'entretien et les listes de toutes les pièces détachées.
- 2.** Les plans indiquant l'emplacement des contrôleurs autonomes et leurs accessoires connexes, des armoires de contrôle, des boîtes de jonction (et tout autre appareil dissimulé), de la source d'alimentation avec le numéro du (ou des) circuit(s) utilisé(s), des appareils de contrôle, des interrupteurs, des prises, de la signalisation lumineuse/sonore, des sélecteurs, des boutons poussoirs, etc.
- 3.** L'organigramme informatique.
- 4.** Les listes d'identification des appareils.
- 5.** Les dessins d'atelier approuvés, par l'ingénieur, en plus des dessins d'atelier tels que construits.
- 6.** Les séquences de contrôle : une copie des séquences à jour implantées dans les contrôleurs ainsi qu'une copie en format Word. Les séquences en format texte doivent être également accessibles au poste d'opération de la centrale de télégestion et au poste d'opération local.
- 7.** La méthode détaillée de programmation des logiciels.
- 8.** Une (1) copie sur support informatique du logiciel de contrôle installé, les codes, les séquences, etc.
- 9.** Deux exemplaires de clef USB ou autre quincaillerie requis pour accéder au CNP et au GR afin de les programmer.
- 10.** La documentation complète permettant un départ sans difficulté du système de régulation installé, l'amélioration du système et le maintien du système en opération.

11. L'énumération des logiciels et des clefs fournis.
 12. Les licences d'exploitation afférentes aux logiciels.
 13. Les détails des modifications de l'entrepreneur (avec dessins annotés) advenant une modification autorisée par la Ville et cela, jusqu'à la fin de la période de garantie. Le tout afin de permettre la tenue à jour du cahier d'instructions.
 14. La lettre de garantie.
5. Schéma de contrôle sous cadre :
1. Le schéma de chaque système de régulation, tel que construit, doit être affiché dans un cadre à l'épreuve de la corrosion muni d'une vitre ou d'un plastique clair, le tout fixé solidement sur la porte de l'armoire de commande.
6. Assurance qualité :
1. Certificats : Soumettre, sur demande, les documents signés par le fabricant certifiant que les produits et matériaux satisfont aux prescriptions quant aux caractéristiques physiques et aux critères de performance.

1.1.2 Définitions

1. Le terme « BELL ou son remplaçant TELUS » désigne l'organisme d'utilité publique qui fournit le service téléphonique en titre dans l'établissement.
2. Le mot « établissement » se définit dans les mêmes termes que dans la *Loi sur la Santé et la Sécurité du Travail* et les règlements provinciaux s'y référant.
3. Le terme « BACnet » est une marque de commerce déposée pour désigner « *A Data Communication Protocol for Building Automation and Control Networks* ». BACnet désigne un protocole développé sous le parrainage de *American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers* (ASHRAE), c'est aussi un standard international (ISO) 16484-5.
4. L'acronyme « BMA » désigne « *BACnet Manufacturer Association* ».
5. Le logo « BTL », lorsqu'il est apposé sur la quincaillerie, sert à indiquer que le produit a été testé et certifié par le « *BACnet Testing Laboratory* ». Il est de l'essence même du contrat que dans le présent document le terme « BACnet » signifie natif « BACnet » et certifié « BTL ».
6. Les différents profils qui sont applicables à la quincaillerie « BACnet » et qui peuvent faire l'objet d'une approbation et certification par le laboratoire de « BMA » sont les suivants :
 1. Interfaces opérateur (« *Operator Interfaces* »)
 - a. *BACnet Advanced Operator Workstation (B-AWS)*
 - b. *BACnet Operator Workstation (B-OWS)*
 - c. *BACnet Operator Display (B-OD)*

- d. *BACnet Cross-Domain Advanced Operator Workstation (B-XAWS)*
 - e. *BACnet Advanced Life Safety Workstation (B-ALSWS)*
 - f. *BACnet Advanced Access Control Workstation (B-AACWS)*
2. Contrôleurs (« Controllers »)
- a. *BACnet Building Controller (B-BC)*
 - b. *BACnet Advanced Application Controller (B-AAC)*
 - c. *BACnet Application Specific Controller (B-ASC)*
 - d. *BACnet Life Safety Controller (B-LSC)*
 - e. *BACnet Lighting Devices (B-LD)*
 - f. *BACnet Smart Sensor (B-SS)*
 - g. *BACnet Smart Actuator (B-SA)*
3. Divers (« Miscellaneous »)
- a. *BACnet Router (B-RTR)*
 - b. *BACnet Gateway (B-GW)*
 - c. *BACnet Broadcast Management Device (B-BBMD)*
 - d. *BACnet General (B-GEN)*
 - e. *BACnet Secure Connect Hub (B-SCHUB)*

1.1.3 Gestion et élimination des déchets

1. Trier les déchets en vue de leur réutilisation/réemploi et de leur recyclage.
2. Placer les matériaux et les matériels désignés dangereux ou toxiques, y compris les tubes et les contenants usagés d'adhésif et de produits d'étanchéité, dans les zones ou dans les conteneurs destinés à recevoir les déchets dangereux.
3. Récupérer et trier les emballages en papier, en plastique, en polystyrène, en carton ondulé et les déposer dans les bennes appropriées disposées sur place aux fins de recyclage, conformément au plan de gestion des déchets.
4. Maintenir le chantier propre et prévenir l'éparpillement et l'accumulation des déchets.

1.1.4 Livraison, entreposage et manutention

1. Livrer les matériaux au chantier dans leur emballage d'origine, lequel doit porter une étiquette indiquant le nom et l'adresse du fabricant.

2. Entreposer les matériaux de sorte qu'ils ne reposent pas directement sur le sol, à l'intérieur de l'édifice, dans un endroit propre, sec et bien aéré, conformément aux recommandations du fabricant.
3. Remplacer les matériaux endommagés par des matériaux neufs.

1.1.5 Nettoyage

1. Les panneaux doivent être propres et dépourvus de limaille.
2. À la fin de chaque journée de travail, les lieux de travail doivent être propres.
3. Une fois les travaux de mise en œuvre terminés, les matériaux en surplus, les déchets et les outils doivent être évacués du chantier.

1.1.6 Vérification des équipements existants

1. En début de projet, l'entrepreneur en régulation doit vérifier le fonctionnement des équipements réutilisés dans le cadre de ces travaux et présenter un rapport écrit de leur état de fonctionnement.

1.1.7 Garantie

1. L'entrepreneur doit garantir le bon fonctionnement de tout ouvrage et de toute installation se rapportant à son contrat pour une période d'un (1) an à compter de la réception provisoire des travaux par le représentant de la Ville. Il remplace ou répare, selon la décision du représentant de la Ville, immédiatement et à ses frais, tout appareil, pièce d'équipement ou matériau trouvés défectueux durant cette période.

Cette garantie couvre les matériaux et la main-d'œuvre au chantier, 24 heures sur 24, 7 jours sur 7 et comprend sans s'y limiter :

1. toutes les dépenses et tous les dommages conséquents entraînés directement par négligence, ou par un ouvrage imparfait, une réparation ou un remplacement inadéquat;
2. le remplacement des pièces et des composantes défectueuses.

À noter que l'inspection, la réception des travaux et des matériaux, les paiements effectués et l'utilisation de l'équipement par les usagers ne diminuent en rien les responsabilités de l'entrepreneur.

De plus, l'entrepreneur doit prévoir dans son prix une (1) visite de mise en service avant la réception provisoire pour vérifier, mettre en marche, ajuster et calibrer les équipements et les accessoires fournis dans le cadre de ses travaux afin de rendre optimaux les systèmes installés.

2. Cette garantie générale ne dispense d'aucune façon les garanties particulières exigées et n'affecte en rien les garanties prévues aux termes des lois et règlements du Québec.

3. L'entrepreneur doit fournir, dans les quinze (15) jours suivant la réception provisoire des travaux, un document écrit, signé et émis au nom du propriétaire en date de la réception provisoire confirmant la présente garantie. Une (1) copie de la garantie est incluse dans chacun des manuels d'entretien.
4. Les garanties particulières sont décrites dans les devis des professionnels.

1.1.8 Prérequis au dépôt (par l'entrepreneur) de la demande de réception provisoire

1. L'entrepreneur doit :
 - a. réaliser en présence du représentant de la Ville des épreuves de nature à prouver que son ouvrage est complet et remplit les conditions d'utilisation auxquelles on le destine;
 - b. remédier à ses propres frais dans les meilleurs délais aux possibles déficiences de l'ouvrage;
 - c. fournir, à ses frais, les instruments, l'outillage et la main-d'œuvre nécessaires pour ces épreuves;
 - d. prendre les précautions nécessaires afin de ne rien endommager au cours de ces épreuves;
 - e. isoler les appareils qui ne pourraient supporter les conditions de l'épreuve;
 - f. fournir une documentation structurée pour la formation;
 - g. satisfaire aux besoins de la télégestion, conformément à l'article intitulé « Portée des travaux de base _item .29 »;
 - h. assurer que le processus de réalisation du projet est conforme à l'article intitulé « Portée des travaux de base _items .30 et .31 »;
 - i. réaliser, conformément aux exigences demandées au point intitulé « Système de centralisation », le raccordement des contrôleurs numériques au réseau TCP/IP de la Ville, la validation de connexion et la conformité de l'intégration par la centrale immotique multiservice (CIMS).

1.1.9 Requis pour la phase post-construction (occupation et opération)

L'entrepreneur doit dans les soixante (60) jours suivant la réception provisoire des travaux et lorsque toutes les vérifications et corrections sont complétées :

1. Faire parvenir au représentant de la Ville, conformément à l'article intitulé « Portée des travaux de base » :
 1. un certificat attestant que le travail a été effectué;
 2. les plans et devis tels que construits (TQC);

3. les manuels d'installation, remis lors de la séance de formation du personnel;
4. les copies des fichiers;
5. les copies des bases de données.

1.1.10 Prérequis au dépôt (par l'entrepreneur) de la demande de réception définitive

L'entrepreneur doit :

1. obtenir l'avis du personnel de télégestion pour confirmer que les produits et services fournis par l'entrepreneur sont complets, que la télégestion est entièrement fonctionnelle, que les déficiences sont entièrement corrigées.
2. déposer une demande de réception définitive au bureau du représentant de la Ville.

1.1.11 Fini des appareils

1. Toute peinture appliquée sur des surfaces défectueuses ou non acceptées par le représentant de la Ville doit être refaite aux frais de l'entrepreneur. Les surfaces finies doivent être parfaitement polies, exemptes de grumeaux, traces de pinceau, excès de peinture ou autres défauts.
2. Les appareils et accessoires dont le fini est définitif, tel que fonte émaillée, cuivre, bronze poli, nickel, aluminium et acier inoxydable, ne doivent pas être peints. L'entrepreneur doit également veiller à ce qu'ils soient adéquatement protégés contre les taches de peinture. Dans les armoires, la limaille doit être enlevée avec un aspirateur.

1.1.12 Conception, fourniture, installation, mise en opération et essai

1. L'entrepreneur en régulation automatique relève directement de l'entrepreneur général sans aucun intermédiaire. Il a pour spécialité la conception, le développement, la mise en opération et les essais des systèmes de contrôle, tant du point de vue quincaillerie que logiciels.
2. Sauf indications contraires, l'entrepreneur doit fournir, installer, mettre en opération et entretenir tous les matériaux et appareils mentionnés ou décrits dans le présent document ou indiqués sur les plans et devis pour respecter les séquences d'opération. Les mots « utiliser », « installer », « mettre en opération », « entretenir » sous-entendent toujours le mot fournir.

1.1.13 Inspection et essais

1. L'entrepreneur doit effectuer, en présence du représentant de la Ville, tous les essais jugés nécessaires afin de vérifier la conformité des matériaux fournis selon les exigences décrites aux plans et devis, et ce, sans frais supplémentaires pour la Ville. L'entrepreneur effectue les correctifs et ajustements (« *fine tuning* ») afin d'obtenir un système fonctionnel, fiable

et sécuritaire. L'entrepreneur doit exécuter, à ses frais, les modifications et les ajustements requis, incluant les ajustements aux programmes et graphiques afin d'optimiser les séquences de fonctionnement.

2. Ces essais se font autant que possible pendant les heures régulières de travail à la Ville, soit de 8 h 30 à 15 h 30, du lundi au vendredi inclusivement. L'entrepreneur doit fournir, à ses frais, tout l'appareillage requis pour effectuer ces essais, mais cet appareillage demeure la propriété de l'entrepreneur.
3. Tous les équipements installés ainsi que leur raccordement doivent être vérifiés pour s'assurer :
 1. que le système est installé conformément aux plans et aux présentes exigences;
 2. que le système est installé suivant les exigences du manufacturier;
 3. que l'installation est réalisée selon les règles de l'art (câblage propre et bien fixé à l'équipement, sans aucun rapiéçage de l'équipement);
 4. que le système fonctionne tel que spécifié aux documents contractuels;
 5. que les changements nécessaires pour se conformer aux alinéas .1, .2, .3 et .4 ont été effectués par l'entrepreneur. L'assistance technique pour effectuer ces changements doit être fournie par le manufacturier aux frais de l'entrepreneur.

1.1.14 Vérification et formation

1. Avant de commencer l'installation au chantier, l'entrepreneur en régulation doit aviser le représentant de la Ville de la nature des automates qui seront installés, incluant les thermostats *BACnet*, si applicables.
2. La télégestion doit recevoir de l'entrepreneur le programme et toute la documentation pertinente au contrat, avant que celui-ci n'exécute l'étape de démarrage des systèmes et qu'il procède à l'implantation du nouveau système dans le réseau TCP/IP de la Ville.
3. L'entrepreneur doit former les membres du personnel de la Ville qui sont responsables de l'entretien des équipements installés. Il s'agit d'un cours théorique et pratique décrivant tous les aspects du fonctionnement et de l'opération du système fourni. Cependant, la durée de la banque d'heures requise pour ledit cours doit être spécifiée dans le devis du professionnel.
4. Avant de donner la formation au personnel de la Ville, l'entrepreneur a l'obligation de s'assurer que toutes les installations ainsi que l'ensemble du système de régulation automatique soient fonctionnels et que la mise en service soit complétée, à la satisfaction du représentant de la Ville.
5. L'entrepreneur doit présenter aux membres du personnel de la Ville un texte décrivant l'opération des systèmes.

6. L'entrepreneur-formateur doit fournir au personnel d'opération du bâtiment les services d'un formateur qualifié pour enseigner l'opération des systèmes de contrôle et de gestion de l'énergie du bâtiment.
7. Les formations sont données à l'intérieur des heures normales de travail des employés concernés. Au besoin, l'horaire de travail peut être vérifié auprès du représentant de la Ville.
8. L'entrepreneur-formateur doit être présent en tout temps durant la durée des formations.
9. Fournir à chaque employé formé un document papier, ainsi qu'un document électronique décrivant tout le contenu de la formation.
10. L'entrepreneur doit développer les simulations et exercices pratiques en relation avec les équipements, les contrôles et la centralisation du site.
11. Le nombre d'heures de formation est spécifié au devis par l'équipe de conception en collaboration avec le représentant de la Ville en fonction de la complexité des systèmes et de l'envergure du projet.
12. Le représentant de la Ville peut convertir les heures de formation non utilisées par une banque d'heures valide pour une période de douze (12) mois après la réception des travaux. Cette banque d'heures peut être utilisée pour la programmation des contrôleurs ou des graphiques dynamiques, l'installation de composantes (incluant des contrôleurs), de la calibration ou des séances de formation complémentaires. Un fichier Excel doit comptabiliser les heures transférées. Les bons de travail utilisés pour effectuer le décompte de ces heures doivent être signés par le représentant de la Ville.
13. La formation des utilisateurs doit être structurée selon les phases suivantes :
 1. Phase 1 – Installation physique :

Le formateur indique au personnel d'exploitation la position des sondes, des transmetteurs, des thermostats, des actuateurs et des dispositifs de protection, ainsi que la méthode et les ajustements à effectuer, le cas échéant.

Le formateur indique au personnel d'exploitation les éléments requérant des réarmements manuels, des ajustements et de la calibration, ainsi que la méthode d'ajustements et de calibration de ces composantes.

Le formateur indique au personnel d'exploitation les composantes requérant des remplacements de piles, de filtres ou d'autres accessoires, ainsi que la méthode de remplacement.

Le formateur renseigne le personnel d'exploitation sur les méthodes de fonctionnement en mode « manuel » et autres interventions possibles en cas de défaillance du système de régulation numérique.

2. Phase 2 – Documentation :

Le formateur présente au personnel d'exploitation la documentation technique, incluant un ou des schémas de l'architecture du réseau, et décrit les divers types de liens et leur fonctionnement.

Le formateur présente au personnel d'exploitation les fiches techniques des composantes, les dessins d'ateliers (schémas de contrôle), les listes de matériaux et les séquences de fonctionnement telles que programmées, ainsi que tout autre document pertinent.

3. Phase 3 – Système de gestion centralisé et télésurveillance – Opérations :

Le formateur présente au personnel d'exploitation le système de gestion centralisé en mode « opérateur ».

Le formateur présente aux utilisateurs les dessins d'atelier (schémas de contrôle), les listes de matériaux et les séquences de fonctionnement telles que programmées, ainsi que tout autre document pertinent.

Ladite formation permet aux utilisateurs de superviser ou de forcer des points de commandes, de modifier des consignes et la programmation horaire, de gérer et d'acquitter les alarmes, de créer et d'afficher des relevés historiques et des tendances à partir de l'interface graphique.

1.2 Exécution

1.2.1 Généralités

1. Installation

1. Les travaux de fabrication ou d'assemblage ne débutent qu'après la vérification et l'approbation des dessins d'atelier et des diagrammes de régulation par l'équipe de conception et le représentant de la Ville.
2. Les dispositifs de commande/régulation ne peuvent être installés sur des murs extérieurs qu'en cas de force majeure. Les thermostats doivent alors être installés en saillie de 25 mm, sur une plaque ou sur un support isolé.
3. Tous les appareils de contrôle doivent être facilement accessibles pour la réparation et le réglage. Installer tous les appareils de contrôle dans des armoires de contrôle.
4. Les bulbes et les capillaires doivent être solidement attachés en place à l'aide de crochets en cuivre à l'intérieur des gaines de ventilation. Une porte d'accès est fournie par d'autres entrepreneurs dans la gaine pour faciliter l'installation et l'inspection des capillaires.

5. Tout appareil de régulation installé sur la surface d'un conduit de ventilation calorifugé doit être fixé sur un support métallique approprié pour dégager l'appareil du calorifuge.

2. Emplacement et fixation des appareils de régulation

1. À moins d'avis contraire, tous les matériaux utilisés sont neufs.
2. Les appareils sont fixés solidement au moyen de vis, de boulons, d'ancrages ou de supports adaptés aux matériaux et au style du bâtiment. Tous les appareils sont démontables pour faciliter leur l'entretien. Installer des vis de type « vis à clef » lorsqu'elles sont apparentes.
3. L'usage des ancrages à explosifs et des bouchons en bois ou en plomb est prohibé.
4. Obtenir la permission du représentant de la Ville avant de procéder à des percements structuraux.
5. Sondes de pièce ou thermostats : avant le début de ces travaux, vérifier l'emplacement exact des sondes de température sur les plans mécaniques. Advenant une modification de leur positionnement à la demande du représentant de la Ville et avant leur installation, aucuns frais supplémentaires ne peuvent être accordés si l'emplacement final demeure à l'intérieur d'un rayon de 3 m [10 pi].

3. Position des conduits et tuyauterie

1. Dans le but d'installer les plafonds le plus haut possible dans chacune des pièces, les conduits et les accessoires doivent être installés le plus haut possible.
2. Aucun conduit ou tuyau ne doit être installé longitudinalement dans un mur, à moins d'une permission spéciale du représentant de la Ville.
3. Tous les conduits doivent être dissimulés sauf dans les emplacements suivants :
 1. les salles mécaniques et électriques;
 2. les locaux non finis;
 3. aux plafonds de corridors de vestiaires dans un aréna, lorsque ces derniers sont situés à plus de 1980 mm du plancher.

4. Identification

1. Les identifications doivent être rédigées en français.
2. Les plaques d'identification doivent être des plaques lamicoïdes noires gravées de lettrage blanc de 6 mm de hauteur.
3. Chaque armoire doit être identifiée à l'aide d'une plaque d'identification. Les plaques doivent être collées et retenues par au moins deux (2) vis ou « rivet pop ».
4. Une plaque d'identification fixée sur un couvercle amovible est inacceptable.

5. Chaque composante de contrôle doit être identifiée avec une plaque d'identification. Les plaques d'identification sont fixées à l'intérieur des armoires ou, au besoin, sur l'instrument au moyen d'une chaînette.
6. Chaque conducteur doit être identifié à chacune des extrémités au moyen de bagues d'identification (voir article « Bague d'identification sur conducteur »).
7. Les plans des systèmes de régulation doivent être montés en façade des armoires et être représentatifs des systèmes en tout point (emplacement des contrôles, identifications telles que sur les plaques d'identification, allure générale du système, etc.).
8. Contrôleurs numériques d'applications spécifiques (CNP-S) :
 1. Les contrôleurs CNP-S doivent être identifiés avec un ruban autocollant imprimé « *P-Touch* », lettrage noir sur fond blanc avec 12 mm ($\frac{1}{2}$ ») de hauteur minimale.
 2. Les accès aux contrôleurs CNP-S doivent être identifiés à l'aide d'autocollants de 25 mm (1») de diamètre. Inclure l'identification du contrôleur sur l'autocollant.
 3. Pour les portes d'accès : autocollant appliqué sur la face apparente.
 4. Dans les plafonds avec tuiles : les tuiles servant d'accès aux contrôleurs doivent être identifiées en appliquant l'autocollant sur le dessous du T inversé (« *T-Bar* »).
9. Conduits :
 1. Tous les conduits et toutes les boîtes du système de régulation automatique doivent être identifiés à l'aide de peinture.
 2. Les conduits doivent être identifiés en peignant tous les raccords ou les ancrages du réseau de conduits. Les couvercles des boîtes et les raccords (ou ancrages) des conduits doivent être peints à l'avance.
 3. La distance entre deux marques ne doit pas dépasser 3 m.
10. Les gestionnaires de réseau (GR), les contrôleurs hybrides (CNP-GR) et tout autre contrôleur de tierce partie fonctionnant sur le réseau de communications Ethernet doivent être identifiés avec un ruban autocollant imprimé « *P-Touch* », lettrage noir sur fond blanc avec 12 mm ($\frac{1}{2}$ ») de hauteur minimale. L'identification doit contenir l'adresse IP, le masque et la passerelle. L'identification doit être installée à l'intérieur du panneau de contrôle sur le contrôleur lorsque possible. L'adresse IP, le masque et la passerelle doivent également être inscrits dans le document de fin de projet « tel que construit ».

5. Réparation

1. Les surfaces endommagées doivent être réparées à la satisfaction du représentant de la Ville.
2. Au besoin, enlever et remplacer les éléments endommagés.

1.2.2 Graphiques interactifs du système de CNP

1. Pour chaque système, la programmation doit être en couleur avec tous les éléments, les points de consigne et la lecture dynamique de toutes les variables. Par des jeux de couleurs et clignotements, les éléments en opération normale ou en alarme sont identifiés. Pour chaque système, inclure la nomenclature des équipements et le secteur/local desservi.
2. Tous les graphiques doivent être interactifs.
3. Lesdites images servent de support pour y inclure les points de télégestion par la fonction glisser-déplacer.
4. L'interface graphique doit permettre à l'opérateur dûment autorisé d'effectuer les activités d'exploitation suivantes, sans s'y limiter :
 1. mettre en marche et arrêter l'équipement;
 2. modifier les séquences d'opération;
 3. visualiser les points de contrôle et leur état;
 4. procéder à la lecture des points d'information, des horaires, des points de commande, des points d'alarme et des points de consigne;
 5. modifier les points de consigne;
 6. visualiser l'affichage dynamique des informations;
 7. effectuer la commande et la supervision des systèmes électromécaniques, incluant les dérogations en mode « manuel » sur les points de consigne;
 8. modifier la programmation des contrôleurs numériques (soit directement en mode « *Web* » ou en mode « *Remote Terminal* »);
 9. modifier les consignes des horaires (jour/nuit, hebdomadaire ou annuelle);
 10. créer des alarmes pour des conditions limitées;
 11. modifier le seuil de déclenchement des alarmes;
 12. forcer des opérations ou des commandes;
 13. réaliser des diagnostics;
 14. consulter les courbes de tendances et les historiques d'alarme pour les systèmes et équipements choisis par l'utilisateur;
 15. consulter la liste des points afférents aux divers équipements ayant une interface *BACnet*, reliée au réseau TCP/IP Ville.
5. Les données dynamiques (ex. : température, taux d'humidité, débit, état) doivent être affichées sur les schémas représentant les emplacements réels des points de mesure et doivent être mises à jour automatiquement, sans l'intervention de l'opérateur.

6. Les interfaces graphiques doivent offrir un accès efficace et transparent aux données.
L'interface préconisée doit être présentée et approuvée par le représentant de la Ville avant son utilisation.
7. L'interface graphique doit être accessible via le fureteur *Windows Internet Explorer* ou *Firefox* pour consultation et gestion à distance sur le réseau bureautique de la Ville de Montréal.
8. Les pages graphiques WEB (programmées sur le système de gestion centralisée existant) doivent permettre toutes les fonctionnalités à l'aide d'un fureteur.
9. L'obligation d'installer un logiciel propriétaire qui agit comme fureteur est inacceptable.
10. L'allure des pages Web et la manière de représenter les points doivent concorder avec les procédures existantes en Télégestion Ville.
11. Le personnel de la télégestion vérifie la documentation fournie par l'entrepreneur et transmet les commentaires au gestionnaire du projet pour transmission au professionnel afin qu'il les valide et les joigne à la directive qui sera émise à l'entrepreneur.
12. Prévoir pour chaque graphique de système un lien vers un document PDF regroupant les dessins finaux du système et les fiches techniques des équipements présents sur celui-ci.
13. Prévoir la programmation de graphiques dynamiques représentant l'architecture de l'édifice (dessins de plancher) et montrant la localisation, la lecture et le point de consigne de tous les transmetteurs de température de pièce. De plus, les plans d'étage doivent présenter, à l'aide d'une légende de couleur, les secteurs alimentés par un système de ventilation commun.
14. Prévoir un lien vers les plans d'ingénieur à jour (TQC) en ventilation et chauffage.
15. Prévoir la programmation des pages graphiques avec des tableaux et des graphiques pour le délestage de la consommation électrique du bâtiment reprenant les informations suivantes :
 1. la puissance KW à ne pas dépasser pour chaque mois;
 2. le pic de consommation d'énergie pour chaque mois et pour l'année;
 3. l'autorisation de délestage pour différents systèmes ou équipements;
 4. l'indication des équipements et systèmes en mode délestage et l'indication lorsqu'ils ne sont pas en mode délestage.
16. Un tableau et un diagramme montrant la consommation d'eau (horaire, journalière, mensuelle, annuelle, consommation de l'année dernière, consommation de nuit, consommation directe, consommation de la veille) pour tous les compteurs d'eau.
17. Dans chacun des graphiques interactifs :
 1. Inclure l'identification des équipements et des éléments de régulation ainsi que le secteur ou le local desservi.
 2. Afficher toute dérogation en mode « manuel » par l'affichage d'une petite « main ».

18. Dans le graphique de chaque système (ou réseau) un bouton programmé permet d'accéder à la séquence du système et de revenir au schéma du système, via le même principe, après consultation de la séquence. Au besoin, le texte de la séquence doit pouvoir être révisé facilement, en totalité ou en partie, par la personne autorisée, et ce directement au graphique par l'entremise d'une fonctionnalité de traitement texte. L'implantation d'une nouvelle image de la séquence révisée n'est donc pas acceptée.
19. Dans le cas de construction des graphiques sur la plateforme Metasys UI de Johnson Controls :
 1. Les graphiques des réseaux d'eau/glycol de chauffage de refroidissement de rejet de chaleur ou d'ammoniac doivent être faits avec VISIO (2D).
 2. Les nouveaux graphiques (3D) faits avec la plateforme UI ne sont pas acceptés.

1.2.3 Portée des travaux de base

1. Les exigences en régulation automatique prescrites dans le CEP ainsi que les plans et devis font partie des travaux de régulation automatique et se complètent mutuellement pour former un tout.
2. La nomenclature des composantes du système de mécanique du bâtiment, climatisation, ventilation, chauffage, réfrigération, ainsi que le cahier d'exigences propriétaires pour le cadenassage.
3. La fourniture et l'installation d'un nouveau réseau de contrôleurs numériques programmables. Il s'agit d'un réseau de communications primaire de type Ethernet TCP/IP, équipé de conduits et de câbles de cuivre. L'installation doit être réalisée et certifiée de bout en bout par un installateur accrédité par le manufacturier du produit.
4. La compatibilité des contrôleurs et des composantes existants conservés avec les nouvelles installations de régulation. Advenant une incompatibilité, l'entrepreneur en régulation doit les remplacer à ses frais.
5. Lorsque les contrôleurs existants doivent être remplacés, faire l'inventaire des points existants qui doivent être branchés de nouveau sur le nouveau CNP, réaliser les branchements et la programmation afférente.
6. Tous les travaux de régulation automatique décrits aux plans et devis.
7. Les câbles et les conduits existants non réutilisés sont à enlever.
8. Les câbles existants qui sont morts dans les conduits réutilisés sont à enlever.
9. La configuration et la programmation relatives à la transmission, au traitement des tendances et des alarmes (jugées absolument nécessaires).
10. La fourniture et l'installation de tous les contrôles requis pour les systèmes de ventilation, de conditionnement de l'air, de climatisation, ainsi que pour les travaux de plomberie, chauffage et eau glacée.

11. La fourniture et l'installation électrique complète qui comprennent les conduits, les câbles, les boîtes de jonction, etc., se rattachant au système de régulation automatique et au CNP.
12. Tous les raccordements électriques de 120 Vac, 24 Vac et 12 Vdc nécessaires à partir des différents centres de commandes des moteurs ou des démarreurs, le verrouillage entre les démarreurs des ventilateurs, des pompes et des autres contrôles.
13. La fourniture et l'installation des sources d'énergie à 120 Vac et 24 Vac à partir du transformateur installé par la section « Régulation automatique » ou à partir des panneaux locaux de distribution à 120/208 V. Les sources d'énergie à 24 Vac des armoires de contrôle à partir du transformateur de contrôle installé par l'entrepreneur.
14. La fourniture et l'installation des interrupteurs cadenassables aux endroits indiqués pour contrôler les circuits à 120 Vac alimentant les contrôles.
15. Tous les travaux de mise à la terre requis pour les installations et les armoires de contrôle.
16. Les travaux en régulation dans le bâtiment et montrés aux plans doivent satisfaire les exigences parasismiques.
17. Pour tous les nouveaux équipements, accessoires, tuyauterie et conduits par régulation, les supports et ancrages requis doivent être en acier galvanisé ou recouverts de GALVICON, à moins d'indication contraire plus exigeante. Tout support et ancrage fixé à la structure du toit d'un bâtiment existant doit être préalablement approuvé par l'ingénieur en structure, conformément aux détails sur les plans de structure.
18. La programmation, l'intégration et l'optimisation des séquences de régulation.
19. Le raccordement, la calibration, la vérification, le rodage, la mise en marche et la mise en service de tous les équipements de régulation fournis ou non par l'entrepreneur en régulation automatique.
20. La mise en service du système de régulation automatique en collaboration avec les autres sous-entrepreneurs ayant fourni et installé les systèmes électromécaniques afférents.
21. La collaboration avec le sous-entrepreneur en équilibrage au cours de l'équilibrage des systèmes électromécaniques faisant suite à la mise en service en régulation automatique.
22. La collaboration avec tous les sous-entrepreneurs durant la mise en service des divers systèmes électromécaniques régulés.
23. La nomenclature des points de contrôle selon le l'article intitulé « Standard pour la nomenclature des points » dans le présent document.
24. Les graphiques et schémas interactifs sur une base VISIO doivent être installés dans le serveur, et ce avant la réception provisoire.
25. Certaines images ont fait l'objet d'une standardisation et, en début de projet, l'entrepreneur en régulation doit se familiariser avec lesdites images et les appliquer. L'entrepreneur doit remettre les fichiers VISIO en format .VSD ainsi que les droits d'auteur à la Ville de Montréal.

- 26.** La production des graphiques interactifs sur la plateforme dédiée à chaque produit accepté par la Ville. Les graphiques doivent être complets et non ambigus de manière à retrouver facilement, sur le site des travaux, les divers points de régulation.
- 27.** La programmation des contrôleurs et des graphiques à l'aide des éléments indiqués à l'article « Principes à respecter, alarmes, tendances et points virtuels ».
- 28.** La génération des alarmes doit être planifiée. Cette planification permet de limiter le nombre, les classer par priorité et éviter qu'elles ne deviennent comme un bruit de fond qui dérange le technicien en contrôle et qui finit par les neutraliser, ne plus les entendre, ni les voir. Le nombre d'alarmes généré doit être réduit au minimum.
- 29.** Une fois les installations physiques et la mise en service du système de régulation automatique entièrement complétées, y compris le rodage de l'ensemble des séquences de contrôle, l'entrepreneur en régulation doit démontrer, au représentant de la Ville, la bonne implantation et la bonne opération de toutes les séquences de contrôle en ayant recours à des simulations, au besoin. Les démonstrations doivent avoir lieu à l'aide des graphiques interactifs tout en démontrant physiquement sur place la bonne opération des composantes régulées fournis ou non par l'entrepreneur en régulation automatique. En tout temps, l'entrepreneur doit collaborer étroitement avec le représentant de la Ville afin de procéder à la révision et à l'optimisation de l'ensemble des séquences de contrôle, des graphiques interactifs jusqu'à la pleine satisfaction du représentant de la Ville, et ce, avant l'acceptation provisoire.
- 30.** La production et la mise à jour de rapport de mise en service automatisées de manière à cerner et à corriger entièrement les diverses problématiques de régulation automatique, et ce, tout au long du projet.
- 31.** Les graphiques interactifs, la programmation et les bases de données, créés et mis à jour, doivent être régulièrement transférés à la Centrale Immutique Multiservices (CIMS) de la Ville de Montréal.
- 32.** La fourniture des fichiers et des bases de données, version telle que construite, à l'équipe de la télégestion après avoir terminé, à la satisfaction du représentant de la Ville.
- 33.** Tous les travaux de scellement standard (scellement pare-feu, scellement pare-fumée autre gaz) autour de tout conduit qui fait la pénétration d'un mur, d'un plancher, d'un plafond ou d'une toiture.
- 34.** L'installation et le test des fichiers contenant la base de données dans les CNP incorporés au système de régulation du bâtiment.
- 35.** Lorsque les travaux incluent une nouvelle entrée de gaz naturel, avec l'accord du représentant de la Ville, l'entrepreneur en régulation a pour responsabilité de fournir et raccorder un nouveau compteur de gaz naturel (mesurage client). L'installation du compteur doit être coordonnée avec l'entrepreneur en plomberie.
- 36.** Lorsque les travaux incluent une nouvelle entrée d'eau, la centralisation du compteur à la centrale de télégestion. Le compteur d'eau est fourni par la Ville.

37. Lorsque les travaux incluent une nouvelle entrée électrique ou une modification à une entrée existante, l'entrepreneur en régulation a pour responsabilité de fournir et raccorder un nouveau compteur électrique. L'installation du compteur doit être coordonnée avec l'entrepreneur en électricité.
38. La fourniture et l'installation d'alimentations statiques sans coupure (UPS) sur les alimentations électriques des contrôleurs.
39. L'intégration au système de commandes centralisé des systèmes via communication *BACnet*.
L'intégration comprend la fourniture, l'installation et la programmation des composantes et des logiciels nécessaires à l'acquisition des informations (état, commandes, paramètres et mesures) de l'équipement, incluant la fourniture, si requise, de passerelles, ainsi que la programmation de tables d'échange avec différents protocoles ouverts, tels qu'Échelon Lonworks ou Modbus. Cette intégration inclut la coordination avec le fabricant de l'équipement des tables de communications et la fourniture d'une documentation complète afin d'identifier clairement et en français les données intégrées.

1.2.4 Contenu du système de régulation automatique

1. Le système de régulation automatique du bâtiment doit inclure :
 1. les armoires;
 2. les blocs d'alimentation électriques;
 3. le gestionnaire de réseaux (GR);
 4. les contrôleurs numériques programmables (CNP);
 5. les transformateurs de contrôle, 120 Vac/24 Vac;
 6. les bases de données;
 7. les logiques des contrôles;
 8. les composantes de régulation;
 9. les équipements et les accessoires électriques/électroniques et pneumatiques;
 10. les conduits EMT et les câbles de communication;
 11. la tubulure d'air comprimé, le compresseur, le sécheur, etc. (dans le cas de systèmes pneumatiques);
 12. et toutes autres composantes mineures nécessaires au bon fonctionnement du système de régulation (ex. : rails-DIN, borniers, relais enfichables, base de relais, bobines, contacts, contrôleur de pression différentielle, conduits de câblage, etc.).
2. L'implantation du système implique notamment :
 1. la création et le raccordement des points de commande;

2. la configuration du système de régulation de manière à gérer, adéquatement et de façon optimale, les alarmes et le fonctionnement des systèmes;
3. la configuration sécuritaire, de la commande « *Manual* » et « *Manual Override* », réalisé soit au moyen de la quincaillerie ou via l'informatique, pour assurer qu'au départ d'un compresseur, la routine de mise en route dudit compresseur inclut comme préalable, la mise en marche ordonnée des équipements auxiliaires, la vérification et la résolution de chacun des éléments contenus dans la chaîne de sécurité, cela avant d'énergiser le compresseur. Le CNP doit enregistrer tout élément non résolu dans la chaîne de sécurité. Les mêmes principes de configuration sécuritaire doivent s'appliquer à la mise en marche d'un refroidisseur d'eau, d'une chaudière, d'un monobloc, etc.;
4. de rendre le système de régulation opérationnel et de réaliser toute interface nécessaire aux équipements fournis ou non par l'entrepreneur en régulation automatique, et cela indépendamment du manufacturier desdits appareils;
5. que chaque armoire comporte, pour usage futur, un minimum de 25 % de points libres de chaque type de points d'entrées/sorties (numériques et analogiques) (EA, SA, EB, SB), et cela, au moment de la réception finale du projet;
6. la fourniture et le raccordement des prises réseau, au réseau TCP/IP Ville. La première est située dans l'armoire principale et est dédiée au réseau de la Télégestion. La deuxième est située hors de l'armoire, mais à proximité de celle-ci, dédiée au réseau de la Bureautique Ville. Lorsque requis, la troisième prise est située dans l'armoire du panneau TL-250 et est dédiée à la communication des alarmes de sécurité de détection d'ammoniac dans les arénas à la centrale. Les raccordements au commutateur impliquent pour l'entrepreneur en régulation automatique l'installation de conduits et de câbles de catégorie 6;
7. la fourniture et l'installation de l'amplificateur de signal requis lorsque le concentrateur IP est hors de portée pour le GR;
8. le raccordement des prises réseau, au réseau TCP/IP Ville, requis pour les autres équipements;
9. dans le cas où un système ou une pièce d'équipement est muni d'une interface réseau conforme au protocole *BACnet* (ex. : refroidisseur, fournaise, chaudière, dessicant, climatiseur, monobloc, humidificateur, EFV, MCC, etc.), de réaliser la cartographie (*Mapping*) de tous les points, rendus disponibles par l'interface *BACnet* de chacun des systèmes qui doivent être intégrés au système de télégestion. Ces points doivent apparaître dans l'arborescence du système de contrôle. Cette cartographie doit nommer les points conformément à la liste du manufacturier. Ladite liste doit être affichée sur le réseau soit en format pdf ou png et un bouton doit être disponible à l'interface graphique pour la consulter;
10. d'afficher à l'interface graphique les points qui sont illustrés sur les détails que l'on retrouve sur les plans de l'ingénieur. Exemple : Pour un monobloc de ventilation, l'entrepreneur doit minimalement afficher à l'écran le point de consigne et la valeur du point pour : T_alimentation, T_retour, T_préchauffage, PPM_CO2, H_retour, Min_air_neuf; la valeur du point pour : T_extérieur; les horaires de fonctionnement;

11. les graphiques interactifs;
12. la base de données;
13. dans les installations pneumatiques :
 - a. d'éviter d'installer les tubulures d'air comprimé et les servomoteurs dans des endroits froids et soumis au gel;
 - b. de réaliser la coordination nécessaire sur le chantier pour s'assurer que la tubulure des systèmes pneumatiques, le compresseur et l'assécheur sont adéquats, bien installés et disponibles aux moments opportuns.

1.2.5 Contenu de l'armoire

1. Les armoires doivent être conformes aux prescriptions du présent document.
 1. Une armoire commune pour les CNP, pour les borniers et relais, sur rail DIN.
 2. Chaque armoire doit être munie de bloc(s) d'alimentation requis par le système.
 3. Le gestionnaire de réseau (GR) TCP/IP est installé dans l'armoire principale de télégestion.
 4. Chaque armoire doit être munie d'une (1) prise de courant double. Chaque alimentation doit être individuellement protégée à l'aide de fusibles appropriés. Le tout fourni et raccordé par l'entrepreneur en régulation automatique incluant l'alimentation électrique 120 Vac et 24 Vac.
 5. Si le bâtiment n'est pas relié au réseau TCP/IP Ville, l'installation doit être conforme à la Fig. 3.
 6. Dans l'armoire de télégestion principale, une (1) prise réseau TCP/IP pour la télégestion doit être fournie et installée par l'entrepreneur en régulation. Au besoin, à la suite de l'approbation du représentant de la Ville, une seconde prise réseau TCP/IP (télégestion) pourrait être installée.
 7. Le transformateur de tension 120 Vac/24 Vac doit être installé dans un autre boîtier à part pour ne pas surchauffer l'armoire.
 8. Généralités :
 - a. L'armoire doit être installée sur des supports rigides pour montage au mur, au plancher, au plafond ou sur conduits de ventilation. S'assurer que la porte de l'armoire s'ouvre et se ferme correctement et que l'armoire n'est pas stressée par les attaches.
 - b. Les panneaux de contrôle doivent comporter un minimum de 20 % d'espace libre pour l'installation des composantes dans le futur. Cet espace libre doit être contigu.
 - c. Tous les panneaux de contrôle doivent être munis de dispositif d'éclairage avec interrupteur de porte.

9. Localisation :

- a. Les localiser en fonction de la commodité des lieux avec espace libre de 1000 mm (40 ») à l'avant du cabinet.
- b. Toutes les composantes comportant un ajustement ou un affichage doivent être localisées à une hauteur accessible à partir du sol.

10. Accessoires :

- a. Installer tous les équipements de régulation à l'intérieur des panneaux, incluant tous les relais, unités UPS, interrupteurs, porte-fusibles et fusibles, borniers identifiés, etc.
- b. Encastrer dans la porte du panneau les boutons poussoirs, lampes témoins, les sélecteurs et les manomètres pour filtre.
- c. Installer tous les câbles, dans des caniveaux de dimensions suffisantes pour un taux de remplissage de 50 % maximum.
- d. Prise de service combinée à un port Ethernet. Le module doit être installé en façade du panneau. La prise de courant doit être raccordée sur disjoncteur de 3 A.

11. Identification :

- a. L'identification de toutes les bornes des terminaux de raccordement.
- b. Tous les tubes pneumatiques avec code de couleur identique pour tous les panneaux.
- c. L'identification de tout le câblage électrique aux deux extrémités avec des tubes numérotés de caractères noirs sur fond blanc.
- d. L'identification des câbles de contrôle aux deux extrémités pour les points d'entrées/sorties doit utiliser le numéro de point du réseau. Soumettre la nomenclature au représentant de la Ville pour approbation.
- e. Tous les conducteurs reliés au CNP, sont identifiés, conformément aux indications suivantes : XX-YY-ZZ

XX : Adresse du CNP.
YY : Type du point de contrôle.
BO : pour une sortie binaire;
BI : pour une entrée binaire;
AO : pour une sortie analogique;
AI : Pour une entrée analogique.
ZZ : Numéro de l'adresse d'entrée ou de sortie.

2. Bloc de jonction pour raccordements électriques :
 - a. Tous les joints ou branchements doivent être effectués sur des terminaux à vis. L'utilisation de marrettes ou de câbles torsadés et enrobés de ruban adhésif type électrique est prohibée.
 - b. Les blocs terminaux à vis doivent être enfichables sur rail DIN, avec code de couleur et séparateurs pour les sources de tension ou de voltage différents. Identifier les blocs à l'aide des étiquettes d'identification (voir article « Borniers, cavalier et rail »).
 - c. Prévoir 10 % de terminaux de branchement libres par panneau (minimum de dix).
 - d. Tous les conducteurs en provenance des équipements de champs doivent être branchés sur les terminaux.
3. Schéma :
 - a. Installer de façon permanente, sur la porte du panneau, un dessin schématique indiquant l'arrangement du système.
 - b. Ce dessin doit être scellé dans un film plastique et transparent qui ne se détériore pas.
4. Dégagement thermique :
 - a. Fournir les calculs de dégagement thermique des équipements internes du panneau.
 - b. Les panneaux sont dimensionnés de façon à ne pas dissiper plus de 4 W/pi^2 par échange thermique de contact avec l'air ambiant.
 - c. Prévoir une évacuation de chaleur adéquate, soit par surface de contact, soit par climatisation forcée (ventilateur, climatiseur, etc.). Les conditions internes du panneau doivent être maintenues à l'intérieur des conditions en fonctionnement tolérées par l'équipement le plus fragile installé à l'intérieur du panneau.
 - d. Lorsque les données environnementales ne sont pas disponibles, prévoir 25 °C pour un environnement standard et 35 °C pour les salles de mécanique et d'électricité.

1.2.6 Programmation

1. La programmation du système de télégestion doit être entièrement réalisée par l'entrepreneur en régulation avant qu'il ne dépose la demande de réception provisoire des travaux.
2. Le réseau de contrôleurs numériques programmables a pour fonction de contrôler et d'optimiser les systèmes électromécaniques dans l'atteinte d'une gestion efficace des installations tout en minimisant la consommation d'énergie.
3. La programmation pour la prise en charge des fonctions d'horaires, de minuteries et d'arrêt/départ doit demeurer dans le CNP.

4. L'entrepreneur en régulation doit exécuter les séquences de fonctionnement qui sont conçues et écrites par les professionnels en mécanique.
5. Chaque système ou sous-système mécanique doit faire l'objet d'une séquence complète qui décrit son fonctionnement.
6. L'entrepreneur en régulation doit exécuter à ses frais toutes les modifications, les ajouts ou les raffinements (« *fine tuning* ») requis ou exigés pour la stabilité des systèmes ou la protection d'équipements par le représentant de la Ville ou son représentant.

1.2.7 Programmation du compteur d'énergie électrique

1. Généralité :

1. Créer un mode en marche normale.
2. Créer un mode Panne de courant H-Q.
3. Programmer le redémarrage des systèmes électromécaniques de manière automatique selon une séquence préétablie qui s'active à la suite de la résolution d'une panne Hydro-Québec ou arrêt estival, en s'assurant de ne pas surcharger le réseau électrique de l'établissement.

2. Délestage de charges :

1. Pour mesurer la consommation électrique en temps réel, le contrôleur doit être relié au(x) compteur(s) client. Le contrôleur doit être programmé pour contrôler la pointe électrique par des sous-programmes permettant la rotation et le délestage des charges.
2. L'entrepreneur doit surveiller et gérer les sources d'énergie selon une stratégie permettant notamment de ne pas dépasser la capacité électrique disponible et de réaliser des économies d'énergie.

1.2.8 Principes à respecter, alarmes, avertissements, tendances, points virtuels et consommations énergétiques :

1. Principes à respecter :

1. Dans le cas d'équipement de relève ou de démarrage séquentiel d'équipements, le démarrage ou la séquence de démarrage doit être alterné toutes les semaines.
2. Sur perte de l'état de marche d'un équipement pour plus de deux (2) minutes, démarrer l'équipement de relève.
3. Pour les démarrages automatiques d'équipements, s'assurer que le temps d'arrêt minimal (ajustable) entre deux départs soit observé afin de prévenir les arrêts/départs trop fréquents.

4. Au retour de l'alimentation électrique, les équipements électromécaniques doivent être remis en fonction selon une séquence préétablie afin d'éviter une surcharge de l'entrée électrique. Pour ce faire, programmer les délais entre deux démarrages.
5. Au démarrage des systèmes de ventilation, permettant la recirculation d'air, laisser le système fonctionner en mode recirculation durant au moins cinq (5) minutes.
6. Dans le cas de chauffe-eau, un temps minimal entre 2 départs ne doit pas être inférieur à 15 minutes (ajustables). Après l'arrêt des chauffe-eau, les pompes sont maintenues en marche pendant 5 minutes supplémentaires.
7. Tout point de consigne doit être totalement modifiable à l'écran.
8. Il est préférable de programmer des temps d'arrêt minimaux entre deux démarrages et d'éviter de programmer un temps de marche minimal pour les équipements, car en cas d'arrêt d'urgence dudit équipement il sera nécessaire de neutraliser la commande de temps de marche minimal.
9. L'implantation d'une minuterie dans un système de contrôle doit toujours se faire par programmation. La position des butées doit être modifiable par un technicien autorisé.
10. Afin de protéger les moteurs de compresseurs contre la surchauffe occasionnée par les démarrages trop rapprochés, il est requis de mettre en place des procédures d'anti-cyclage.
11. Créer un mode arrêt pour la saison estivale. Exemple : neutraliser les alarmes, les voyants, etc. Prévoir que certains systèmes de ventilation, pompes, etc. doivent continuer à fonctionner.
12. Lorsqu'un équipement X1 démarre par entre-barrage avec un autre équipement X2, et que pour des raisons de test on demande un point de contrôle physique pour l'équipement X1, la commande de cet équipement doit apparaître aux graphiques avec une notification « TEST ». Exemple : une pompe démarre par entre-barrage avec une chaudière et on demande une sortie binaire pour le démarrage de la pompe pour faire des tests.

2. Gestion des alarmes et des avertissements :

1. Une distinction doit être faite entre les alarmes et les avertissements. Comme décrit plus bas, un avertissement informe d'une situation anormale qui ne compromet pas le fonctionnement du système ou d'un équipement. Une alarme avise sur l'état d'un équipement ou d'une variable pouvant mener à l'une des situations suivantes :
 1. inconfort des occupants;
 2. bris ou dysfonctionnement d'un équipement ou d'un système.
2. Cette gestion doit apparaître dans chaque séquence de chaque système et doit être programmée dans le contrôleur du système concerné.

3. Seuil de déclenchement d'une variable analogique :

Il faut prévoir la séquence et la programmation de seuil en fonction d'un écart ajustable entre la valeur mesurée et son point de consigne. Prévoir quatre seuils d'alarme, soit deux hautes limites et deux basses limites, et deux seuils d'avertissement, soit une haute limite et une basse limite. Pour la surconsommation d'énergie seule, la haute limite est à prévoir. Le seuil de déclenchement pour l'avertissement est inférieur à celui pour l'alarme.

4. Délais de déclenchement : un temps ajustable pendant lequel la mesure doit dépasser le seuil de déclenchement avant que l'avertissement ou l'alarme correspondante ne soit généré.
5. Tous les paramètres, les constantes et les délais programmés sont modifiables par l'utilisateur ayant le niveau d'accès le permettant.
6. Sur détection de fonctionnement d'un équipement non commandé par le système de gestion centralisé (localement, tel qu'un départ à partir du démarreur), un avertissement est lancé et le système est contrôlé selon la séquence normale.

3. Avertissement :

1. L'avertissement sert à informer d'une situation anormale ou d'un état de marche d'équipement non prévu, mais ne compromettant pas le fonctionnement du système. Un avertissement peut être activé ou désactivé par l'opérateur ayant un niveau d'accès suffisant. De façon générale, un message d'avertissement est affiché pour indiquer que la séquence normale ne se déroule pas comme prévu ou lorsqu'une des conditions suivantes est vraie :

1. variable de contrôle hors des limites programmées (dépassement du seuil de déclenchement prévu pour l'avertissement);
2. changement non voulu d'une variable binaire;
3. équipement ou système en mode manuel;
4. surconsommation énergétique lorsque la lecture d'un compteur électrique, d'eau, de gaz, etc. dépasse la cible programmée. Exemple : dépassement de la pointe électrique. Ces avertissements sont à intégrer au module d'énergie disponible à la centrale de télégestion.

2. Exemples d'avertissement :

1. Exemple 1 : un système fonctionne avec des variables qui ne dépassent pas les limites, mais un équipement censé fonctionner dans la séquence normale est à l'arrêt.
2. Exemple 2 : un réseau de chauffage composé de chaudières et de thermopompes. Bien que les conditions soient favorables à la mise en marche des thermopompes, les chaudières fonctionnent alors que les thermopompes sont à l'arrêt.

3. Exemple 3 : un réseau de chauffage est composé de chaudières électriques et d'autres au gaz. Selon la séquence normale : lorsque la disponibilité électrique est présente, le contrôle commande en priorité le démarrage des chaudières électriques. Or, malgré la disponibilité électrique, les chaudières électriques sont à l'arrêt et le chauffage est assuré par les chaudières au gaz.

3. Historique de consommation :

1. Pour chaque compteur, afficher (en format électronique) l'état, l'heure et le jour où la consommation électrique mesurée maximum a été atteinte.
 2. Pour des besoins historiques, conserver la valeur maximale mesurée avec le jour et l'heure. Prévoir la possibilité d'une remise à zéro.
 3. La consommation de gaz doit être conservée pour une période supérieure à une année. La durée doit être coordonnée avec la Ville.
- ### 4. Programmer les avertissements et les changements d'état, les transformer en tendance, les enregistrer en mémoire sur le serveur et les conserver pendant au moins une année :
1. basse température;
 2. haute température;
 3. basse pression;
 4. haute pression;
 5. bas niveau;
 6. haut niveau;
 7. système à l'arrêt (s'il doit demeurer en marche selon la séquence normale);
 8. temps de marche dépassé;
 9. haute consommation d'électricité;
 10. haute consommation d'eau;
 11. haute consommation de gaz naturel;
 12. etc.

4. Alarme :

1. Une alarme avise sur l'état d'un équipement ou d'une variable pouvant mener à une situation d'inconfort pour les occupants, de bris ou de dysfonctionnement d'un équipement ou d'un système. Elle peut être générée en cas de dépassement excessif d'une variable analogique, d'une divergence entre la commande et l'état de marche d'un équipement, d'un dysfonctionnement d'un système ou d'un équipement.

2. Les alarmes intempestives provenant de transmetteurs (ou de sondes) localisés dans les conduits ou la tuyauterie doivent être neutralisées advenant l'arrêt des systèmes pour la saison estivale ou autre. Éliminer/neutraliser les alarmes redondantes.

Pour les conditions suivantes, programmer les alarmes et les changements d'état, les transformer en tendance, les enregistrer en mémoire sur le serveur et les conserver pendant au moins une année :

1. risque de gel;
 2. basse température;
 3. haute température;
 4. basse pression;
 5. haute pression;
 6. bas niveau;
 7. haut niveau;
 8. faute d'équipement ou d'accessoire des systèmes critiques (ex. : pompe à saumure, température de saumure, température de glace);
 9. défaut d'huile;
 10. présence d'ammoniac;
 11. pH élevé;
 12. signal sonore;
 13. système à l'arrêt (s'il doit demeurer en marche en tout temps);
 14. média filtrant sale, si l'installation le permet;
 15. temps de marche dépassé;
 16. etc.
3. Transmettre chaque alarme à la Centrale Immotique Multi-Services (CIMS) de la Ville de Montréal en plus de l'affichage du mot «ALARME» en rouge au graphique.
 4. Les alarmes critiques sont générées lorsque l'état ou la valeur d'une variable peut causer un problème de sécurité ou de bris d'équipement ou d'installation. Ce type d'alarme commande l'arrêt de l'équipement ou du système.
 1. Très haute et très basse température.
 2. Très haut niveau et très bas niveau de liquide.
 3. Très haut niveau et très bas niveau de gaz.
 4. Très haute et très basse pressions.
 5. Défaut d'un équipement critique.

5. Alarmes d'entretien :

1. Filtres sales.
2. Temps de marche (à chaque période de x heures, le système doit subir un entretien).
Prévoir l'affichage du temps de marche cumulatif de l'équipement.
6. Minimiser le nombre d'alarmes générées, les interpréter et prendre les actions en conséquence.
7. Aux arrêts normaux des systèmes de climatisation et autres systèmes électromécaniques du réseau de mécanique du bâtiment, comme un arrêt saisonnier, neutraliser les alarmes (telles que les alarmes BP, huiles, etc.) redondantes et non pertinentes.

5. Tendances :

1. Points binaires :

1. Tendance au changement d'état.
2. Maximum de 250 données locales (*Buffer Size*).
3. Transfert au serveur : 100 données à la fois (*Transfer Setpoint*)

2. Points analogiques :

1. Tendances : 1 lecture toutes les heures (*Sample Interval*).
 2. Maximum 360 données locales (*Buffer Size*).
 3. Transfert au serveur : 100 données à la fois (*Transfer Setpoint*).
3. Enregistrer des tendances pour les différents points de contrôle pendant au moins une (1) année, tels que les suivants :
1. Température : ajustable entre 15 et 30 minutes d'intervalle;
 2. Contrôle binaire : changements de valeurs;
 3. Pression : $\Delta P \geq 10$ PSI.

6. Points virtuels

1. Les points virtuels qui doivent être incorporés dans les graphiques sont comme suit :

	Description	Couleur	Affichage
1.	Priorité (si applicable)	vert	NOM DE L'ÉQUIPEMENT
2.	Mode de chauffage	rouge	dynamique
3.	Preuve de marche (PM)	vert	dynamique

4.	Faute	rouge	ALARME
5.	Haute limite	rouge	ALARME
6.	Basse limite	rouge	ALARME
7.	Haute Température	rouge	ALARME
8.	Basse Température	rouge	ALARME
9.	Signal sonore	rouge	ALARME
10.	Équipement (en fonction) vert dynamique		
11.	Vanne ouverte	vert dynamique	
12.	Vanne fermée jaune	dynamique	
13.	Niveau	contrastante	(ex. : niveau dans bassin [m] : 1.60)
14.	Alarme (transmetteur ou sonde) rouge	ALARME	
15.	Alarme (autre)	rouge	(ex. : alarme bas niveau)
16.	Anti-cyclage	jaune	ANTI-CYCLAGE
17.	Défectuosité	rouge	ALARME
18.	% ouverture (registre ou vanne)	contrastante	%
19.	Tuyauterie d'eau chaude de chauffage	rouge	
20.	Tuyauterie d'eau glacée	bleu	
21.	Tuyauterie de glycol ou de caloporteur	vert	
22.	Tuyauterie de réfrigérant	jaune	
23.	Tuyauterie d'huile	orange	

- Afficher pour chaque sonde de température, pression, débit, vitesse, etc., la valeur en temps réel ainsi que son point de consigne.

7. Démarrage optimisé :

1. Prévoir des séquences de démarrage optimisé pour tous les systèmes passant d'un mode « inoccupé » à « occupé ». Le démarrage optimisé doit permettre d'atteindre les points de consigne d'occupation au moment du changement d'horaire. Un équipement peut être démarré jusqu'à 4 heures avant le changement d'horaire. Cette permission peut être réajustée en fonction d'un programme d'apprentissage de la capacité du système. Prévoir des rampes des points de consigne de façon à éviter les crêtes de consommation. Le démarrage optimisé doit se baser sur la différence entre les points de consigne visés, les lectures actuelles des équipements de mesure et les conditions environnementales ayant un effet direct sur les systèmes, par exemple la température extérieure au moment d'un changement de point de consigne de température.

8. Démarrage au retour de l'alimentation électrique :

1. Au moment du retour de l'alimentation électrique, les équipements et les systèmes mécaniques redémarrent selon une séquence de priorités établies. Programmer le redémarrage de systèmes par petits groupes d'équipements, à chaque intervalle de temps ajustable.
2. Les équipements électromécaniques (tels que ventilateurs, pompes, etc.) sont remis en fonction selon une séquence préétablie afin d'éviter une surcharge. Prévoir des délais programmables de départ pour chaque équipement commandé.

9. Rapport de consommation énergétique :

Toutes les consommations énergétiques (électrique, gaz naturel, eau domestique, eau de chauffage, eau glacée, etc.) doivent être intégrées au module d'énergie d'EnteliWeb disponible à la centrale de télégestion.

Pour chacun des rapports suivants, une cible théorique ajustable est fixée selon les plans et devis ou à partir de l'historique de consommation électrique du bâtiment. Cette cible sert à déterminer le seuil de déclenchement pour générer les avertissements. Voir article « Avertissement ».

1. Rapport de consommation d'énergie d'un réseau hydraulique :

1. Le BTU-mètre mesure continuellement la consommation d'énergie du réseau utilisé pour alimenter les installations mécaniques.
2. L'impression ou l'affichage doivent comporter l'indication des mesures avec unité d'ingénierie (gpm, L/s, btu/h, kWh), sous forme graphique et tableau.

2. Rapport de consommation d'eau :

1. Le compteur d'eau mesure continuellement la consommation d'eau froide domestique.
2. L'impression ou l'affichage à l'écran doivent comporter l'indication des mesures avec unité d'ingénierie (gallon, litre), sous forme graphique et tableau.

3. Rapport de consommation de gaz naturel :

1. Le compteur de gaz mesure continuellement la consommation de gaz naturel du bâtiment.
2. L'impression ou l'affichage à l'écran doivent comporter l'indication des mesures avec unité d'ingénierie (m^3 et pi^3), sous forme graphique et tableau.

4. Rapport de consommation électrique :

1. Le compteur électrique mesure continuellement la consommation électrique des équipements en aval du compteur.
2. Le contrôleur numérique intègre la valeur de consommation du compteur sur une période ajustable de 5 à 15 minutes.
3. L'impression ou l'affichage à l'écran doivent comporter l'indication des mesures avec unité d'ingénierie (Var, kW et kWh), sous forme graphique et tableau.
4. Prévoir des rapports spécifiques (journalier, hebdomadaire, mensuel et annuel) sommant la consommation, indiquant la pointe et les charges délestées.

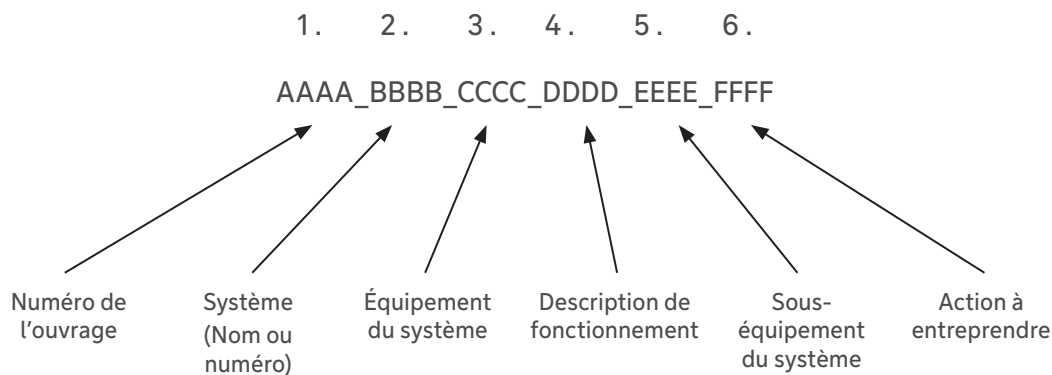
1.2.9 Standard pour la nomenclature des points

1. Règles générales :

1. Prendre en compte la nomenclature des points (existants) dans un bâtiment existant, de façon à éviter d'utiliser un nom de système existant pour nommer un nouveau système de télégestion.
2. Les noms de points sont composés de champs qui contiennent des acronymes.
3. De gauche à droite, les champs passent des éléments les plus communs entre les points aux éléments les plus spécifiques à chaque point.
4. Les lettres majuscules sont utilisées sans égard aux accents.
5. Les champs sont séparés par un souligné.
6. Les acronymes qui sont utilisés proviennent d'une liste maîtresse qui a été élaborée par la section énergie en collaboration avec Télégestion.

7. La quantité de champs est constituée d'au moins trois champs selon la complexité des systèmes. Les champs de base qui sont tout le temps requis sont : le numéro de l'ouvrage, le système et l'action.

2. Les champs :



Les champs dans l'ordre sont :

1. Le numéro de l'ouvrage, 4 chiffres.
0001, 0450, 2463, etc.
2. Le nom du système (utiliser le nom actuel du système dans la télégestion).
AC1, V5, ECD, etc.

ECD	Eau chaude domestique
EFD	Eau froide domestique
PCH	Préchauffage
CHF	Chauffage ou réseau de chauffage
REF	Refroidissement ou réseau de refroidissement
VAP	Réseau de vapeur
AMMO	Ammoniac ou réseau de refroidissement à l'ammoniac
SAU	Saumure ou réseau de refroidissement utilisant un caloporteur (saumure)
PIS	Piscine
FIL	Filtration

ENT_ELEC	Entrée électrique
ECL	Éclairage
GEN	Génératrice
DESH	Déshumidificateur
SIPHON	Amorceur de siphon
PUISARD	Puisard
PINC	Panneau d'alarme incendie
PINT	Panneau d'alarme intrusion
PIE_#	Pièce n° #

Exemples :

0001_ECD_PO_PECD1_AD	Dans le bâtiment 0001, commande de la pompe PECD1 du réseau d'eau chaude domestique
0001_EFD_PO_Pefd2_AMP	Dans le bâtiment 0001, ampérage de la pompe PEFD2 du réseau d'eau froide domestique
0002_CHF_CHD_C1_MOD	Dans le bâtiment 0002, modulation de la chaudière C1 du réseau de chauffage
0002_REF_THP_TP2_STG1	Dans le bâtiment 0002, commande du stage 1 de la thermopompe TP2 du réseau de refroidissement
0003_AC1_VE_ALIM_V1_AD	Dans le bâtiment 0003, commande du ventilateur d'alimentation V1 du système AC1
0003_VA1_VE_RET_MOD	Dans le bâtiment 0003, modulation de la vitesse du ventilateur de retour du système VA1
0004_UTA2_VOL_MEL_MOD	Dans le bâtiment 0004, modulation des volets de mélange du système UTA2
0004_UTA2_T_ALIM	Dans le bâtiment 0004, lecture de la température d'alimentation du système UTA2

0004_UTA2_H_RET	Dans le bâtiment 0004, lecture de l'humidité de retour du système UTA2
0005_PUISARD_X_PO1_AL	Dans le bâtiment 0005, alarme de la pompe 1 du puisard X
0005_ENT_ELEC_KW_LEC	Dans le bâtiment 0005, lecture de la puissance électrique instantanée
0006_ECL_Z1_AD	Dans le bâtiment 0006, commande de l'éclairage de la zone 1
0006_ECL_PIE_123_DM	Dans le bâtiment 0006, détection de mouvement dans le local 123
0007_AMMO_PR ALIM	Dans le bâtiment 0007, lecture de la pression d'alimentation du réseau de réfrigération à l'ammoniac
0007_SAU_T_RET_PC	Dans le bâtiment 0007, ajustement du point de consigne de la température de retour du réseau de saumure
0008_PINT_AL	Dans le bâtiment 0008, alarme du panneau d'alarme intrusion
0006_PIE_123_T_PIE	Dans le bâtiment 0006, lecture de température de pièce du local 123

3. Le nom de l'équipement, le numéro ou nom du local ou de la zone du système (si requis)
L123, HALL, AC1_Z1, SYS2_1A, etc.

L'équipement contrôlé est défini par la composante et le type de composante (si requis).
Inclure le # aux plans.

ECHAN	Échangeur
CE	Chauffe-eau
CHD	Chaudière
COMB	Combustion
COMP	Compresseur
PO	Pompe
TOUR	Tour d'eau
THP	Thermopompe
COND	Condenseur
EVAP	Évaporateur
VLV	Vanne
RESERV	Réservoir de liquide (huile, glycol, eau, etc.)

HUM	Humidificateur
RT	Roue thermique
FLT	Filtre
PFLT	Préfiltre
VE	Ventilateur
VE_ALIM	Ventilateur d'alimentation
VE_RET	Ventilateur de retour
VE_EV	Ventilateur d'évacuation
VOL	Volet
VOL_AN	Volet d'air neuf
VOL_MEL	Volet d'air mélangé
VOL_EV	Volet d'air évacué
VOL_ISOL	Volet d'isolation
SERP	Serpentin de chauffage ou refroidissement
SERP_CHF	Serpentin de chauffage
SERP_PCH	Serpentin de préchauffage
SERP_REF	Serpentin de refroidissement
SERP_ELEC	Serpentin de chauffage électrique
CONV	Convecteur de chauffage
RAD	Radiateur de chauffage
AERT	Aérotherme
AERC	Aéroconvecteur

VC	Ventilo-convecteur
PLN	Plinthe électrique

Exemples :

0001_ECD_PO_PEC1_AD	Dans le bâtiment 0001, commande de la pompe PEC1 du réseau d'eau chaude domestique
0001_EFD_PO_PEF2_AMP	Dans le bâtiment 0001, ampérage de la pompe PEF2 du réseau d'eau froide domestique
0002_CHF_CHD_CHAUD1_MOD	Dans le bâtiment 0002, modulation de la chaudière CHAUD1 du réseau de chauffage
0002_CHF_THP_COND_T_ALIM	Dans le bâtiment 0002, température d'alimentation au condenseur de la thermopompe du réseau de chauffage
0002_REF_THP_TP1_EVP_T_RET	Dans le bâtiment 0002, température de retour à l'évaporateur de la thermopompe TP1 du réseau de refroidissement
0002_CHF_ECHAN_2_CHG_T_ENT	Dans le bâtiment 0002, température d'entrée du côté charge (réception) à l'échangeur 2 du réseau de chauffage
0003_AC1_VE_ALIM_V1_MOD	Dans le bâtiment 0003, modulation de la vitesse du ventilateur d'alimentation V1 du système AC1
0003_AC2_VE_RET_MOD	Dans le bâtiment 0003, modulation de la vitesse du ventilateur de retour du système AC2
0003_VA1_VOL_ISOL_OF	Dans le bâtiment 0003, commande d'ouverture/fermeture du volet d'isolation du système VA1
0004_UTA2_SERP_ELEC_MOD	Dans le bâtiment 0004, modulation du serpentin de chauffage électrique du système UTA2
0004_UTA2_FLT_PR	Dans le bâtiment 0004, lecture de la pression du filtre du système UTA2
0004_UTA2_SERP_REF_MOD	Dans le bâtiment 0004, modulation du serpentin de refroidissement du système UTA2
0005_CHF_VLV_SM1_MOD	Dans le bâtiment 0005, modulation de la vanne de chauffage SM1 du réseau de chauffage
0200_PIE_123_VC_AD	Dans le bâtiment 0200, commande de marche du ventilo-convecteur de la pièce 123
0200_PIE_124_PLN_PUL	Dans le bâtiment 0200, pulse de la plinthe électrique de la pièce 124

4. Description de l'équipement en termes de fonctionnalité. Ce champ décrit la fonction de l'équipement :

AN	Air neuf
AV	Air vicié
MEL	Mélange
ALIM	Alimentation
RET	Retour
EV	Évacuation
EXT	Extérieur
CONT	Contournement
ISOL	Isolation
ELEC	Électrique
REF	Refroidissement (vanne ou serpentin)
CHF	Chauffage (vanne ou serpentin)
PCH	Préchauffage (vanne ou serpentin)
ENT	Entrée
SOR	Sortie
SRC	Source. Peut être utilisé pour désigner le côté de production de chaleur pour les échangeurs.
CHG	Charge. Peut être utilisé pour désigner le côté de réception de chaleur pour les échangeurs.

Exemples :

0002_CHF_VLV_ CONT _SM2_MOD	Dans le bâtiment 0002, modulation de la vanne de contournement SM2 du réseau de chauffage
0003_AC1_VE_ ALIM _V1_MOD	Dans le bâtiment 0003, modulation de la vitesse du ventilateur d'alimentation V1 du système AC1
0003_AC2_VE_ RET _V2_AMP	Dans le bâtiment 0003, ampérage du ventilateur de retour V2 du système AC2
0004_UTA3_VE_ EV _AD	Dans le bâtiment 0004, commande du ventilateur d'évacuation du système UTA3
0003_VA1_VOL_ ISOL _OF	Dans le bâtiment 0003, commande d'ouverture/fermeture du volet d'isolation du système VA1
0004_UTA2_VOL_ AN _OF	Dans le bâtiment 0004, commande d'ouverture/fermeture du volet d'air neuf du système UTA2
0004_UTA2_VOL_ MEL _MOD	Dans le bâtiment 0004, modulation des volets de mélange du système UTA2
0004_UTA2_SERP_ ELEC _MOD	Dans le bâtiment 0004, modulation du serpentin de chauffage électrique du système UTA2
0004_UTA2_SERP_ REF _MOD	Dans le bâtiment 0004, modulation du serpentin de refroidissement du système UTA2
0002_CHF_ECHAN_2_ SRC _T_ENT	Dans le bâtiment 0002, température d'entrée du côté source (production de chaleur) à l'échangeur 2 du réseau de chauffage
0002_CHF_ECHAN_2_ SRC _T_SOR	Dans le bâtiment 0002, température de sortie du côté source (production de chaleur) à l'échangeur 2 du réseau de chauffage
0002_CHF_ECHAN_2_ CHG _T_ENT	Dans le bâtiment 0002, température d'entrée du côté charge (réception) à l'échangeur 2 du réseau de chauffage
0002_CHF_ECHAN_2_ CHG _T_SOR	Dans le bâtiment 0002, température de sortie du côté charge (réception) à l'échangeur 2 du réseau de chauffage

5. Il arrive qu'un équipement soit constitué de plusieurs sous-équipements tels que deux ventilateurs d'alimentation d'un même système, un groupe de deux thermopompes, de deux chaudières ou plus d'un réseau de chauffage, de deux pompes. Le cinquième champ sert à identifier le nom ou le numéro du sous-équipement.

Exemples :

0003_AC1_VE_ALIM_V1_MOD	Dans le bâtiment 0003, modulation de la vitesse du ventilateur d'alimentation V1 du système AC1
0003_AC2_VE_RET_V2_AMP	Dans le bâtiment 0003, ampérage du ventilateur de retour V2 du système AC2
0003_VA1_VOL_ISOL_ME1_OF	Dans le bâtiment 0003, commande d'ouverture/fermeture du volet d'isolation ME1 du système VA1
0004_UTA2_GCHF_T_ALIM	Dans le bâtiment 0004, température d'alimentation de la gaine chaude
0002_CHF_VLV_CONT_SM2_MOD	Dans le bâtiment 0002, modulation de la vanne de contournement SM2 du réseau de chauffage
0002_CHF_CHD_CHAUD1_AD	Dans le bâtiment 0002, commande de marche de la chaudière CHAUD1 du réseau de chauffage
0002_CHF_CHD_CHAUD2_MOD	Dans le bâtiment 0002, modulation de la chaudière CHAUD2 du réseau de chauffage

6. Le dernier champ décrit l'action prise sur l'équipement.

Lorsque requis, un qualificatif est ajouté à l'action prise sur l'équipement et le type de lecture, ou pour identifier un objet du système. Par exemple :

1. VE_ALIM__VA5_PM_TL Tendance de la preuve de marche système d'alimentation VA5
2. T_PIE_PC_JR Température de pièce, point de consigne de jour
3. 2463_T_ALIM_MX Température d'alimentation maximale ouvrage # 2463

1. Actions de sortie :

A	Arrêt
D	Départ
AD	Arrêt/départ
PERM	Permission
O	Ouverture
F	Fermeture

OF	Ouverture/fermeture
MOD	Modulation. Ne pas utiliser l'acronyme suivant : Entraînement à fréquence variable (EFV)
PC	Ajustement du point de consigne
PUL	Pulse
STG#	Commande du stage No #

2. Actions d'entrée :

LEC	Lecture
ETAT	État de fonctionnement d'un équipement
PM	Preuve de marche détectée par une entrée binaire
AMP	Ampérage
PR	Pression
DEB	Débit
AL	Alarme
DM	Détecteur de mouvement
VIT	Vitesse
HZ	Fréquence
NIV	Niveau
HN	Haut niveau
BN	Bas niveau
HL	Haute limite
XX_HL	Haute limite de la variable XX (gaz, température, humidité, pression, débit, etc.)
BL	Basse limite

XX_BL	Basse limite de la variable XX (gaz, température, humidité, pression, débit, etc.)

T : Température

T_ALIM	Température d'alimentation
T_RET	Température de retour
T_MEL	Température de mélange
T_EV	Température d'air évacué
T_AN	Température d'air neuf
T_EXT	Température extérieure
T_PIE	Température de pièce
T_ENT	Température d'entrée
T_SOR	Température de sortie

H : Humidité

H_ALI	Humidité d'alimentation
H_RET	Humidité de retour
H_EV	Humidité d'air évacué
H_EXT	Humidité extérieure
H_PIE	Humidité de pièce

Détection et lecture de gaz :

CO2	Dioxyde de carbone
CO	Monoxyde de carbone
NO2	Dioxyde d'azote

CH4	Méthane
NH3	Ammoniac
C3H8	Propane
O2	Oxygène

Électricité :

KW	Lecture de puissance active instantanée en Kilowatt
KWH	Lecture de l'énergie en Kilowatt par heure
KVAR	Lecture de puissance réactive instantanée en Kilovar
KVA	Lecture de puissance apparente en Volt Ampère

Exemples :

0001_ECD_PO-PECD1_ AD	Dans le bâtiment 0001, commande de la pompe PECD1 du réseau d'eau chaude domestique
0001_ECD_PO-PECD1_ PERM	Dans le bâtiment 0001, permission de marche de la pompe PECD1 du réseau d'eau chaude domestique (selon les conditions préétablies)
0001_EFD_PO-PEFD2_ AMP	Dans le bâtiment 0001, ampérage de la pompe PEFD2 du réseau d'eau froide domestique
0002_CHF_CHD1_ MOD	Dans le bâtiment 0002, modulation de la chaudière 1 du réseau de chauffage
0002_CHF_CHD2_ STG1	Dans le bâtiment 0002, commande du stage 1 de la chaudière 2 du réseau de chauffage
0002_AC2_VE-ALIM_ MOD	Dans le bâtiment 0002, modulation de la vitesse du ventilateur d'alimentation du système AC2
0002_AC2_VE-RET_ VIT	Dans le bâtiment 0002, lecture de la vitesse du ventilateur de retour du système AC2
0002_REF_THP1_ PM	Dans le bâtiment 0002, Preuve de marche de la thermopompe 1 du réseau de refroidissement
0003_VA1_VOL2_ OF	Dans le bâtiment 0003, commande d'ouverture/fermeture du volet 2 du système VA1
0002_CHF_THP_TP2_COND_ T_ALIM	Dans le bâtiment 0002, température d'alimentation au condenseur de la thermopompe TP2 du réseau de chauffage

0002_CHF_ECHAN_2_SRC_T_ENT	Dans le bâtiment 0002, température d'entrée du côté de production de chaleur à l'échangeur 2 du réseau de chauffage
0003_AC1_T_RET	Dans le bâtiment 0003, modulation de la vitesse du ventilateur d'alimentation V1 du système AC1
0001_UTA2_GCHF_T_ALIM	Dans le bâtiment 0001, Lecture de température d'alimentation de la gaine chaude du système UTA2
0004_UTA2_FLT_PR	Dans le bâtiment 0004, lecture de la pression du filtre du système UTA2
0004_UTA2_CO2_RET	Dans le bâtiment 0004, lecture du taux de dioxyde de carbone dans le retour
0004_UTA2_H_ALIM	Dans le bâtiment 0004, lecture de l'humidité d'alimentation du système UTA2
0004_UTA2_HUM_AL	Dans le bâtiment 0004, alarme de l'humidificateur du système UTA2
0005_CHF_RESERV_GLY_NIV	Dans le bâtiment 0005, lecture du niveau du réservoir de glycol du réseau de chauffage
0005_CHF_RESERV_GLY_BN	Dans le bâtiment 0005, détection du bas niveau du réservoir de glycol du réseau de chauffage
0005_PUISARD_X_PO1_AL	Dans le bâtiment 0005, alarme de la pompe 1 du puisard X
0005_T_EXT	Lecture de la température extérieure du bâtiment 0005
0200_PIE_123_DM	Dans le bâtiment 0200, commande de marche du ventilo-convecteur de la pièce 123
0200_PIE_124_PLN_PUL	Dans le bâtiment 0200, pulse de la plinthe électrique de la pièce 124

7. Nomenclatures diverses qui peuvent être utilisées :

ENT	Entrée
SOR	Sortie
CONT	Contournement
GLY	Glycol ou eau glycolée
G	Gaine
GCHF	Gaine chaude
GREF	Gaine froide

AN	Air neuf
AV	Air vicié
ACOMB	Air de combustion
MEL	Mélange
PRI	Primaire
SEC	Secondaire
ALI	Alimentation
RET	Retour
EV	Évacuation
EXT	Extérieur
AUTO	Automatique
MAN	Manuel
Z#	Zone n°# d'éclairage, de chauffage, etc.

8. Raccordement des points de contrôle dans un contrôleur :

1. Lorsqu'un contrôleur numérique a des cartes modulaires d'entrée/sortie, les points de contrôle d'un même équipement doivent être raccordés sur le même module.
 1. Exemple 1 : l'ampérage ou la preuve de marche, l'arrêt-départ, la modulation et l'alarme d'un même ventilateur doivent être raccordés sur le même module d'entrée-sortie.
 2. Exemple 2 : le signal de modulation d'un volet et la lecture de position (*feedback*) du même volet doivent aussi être raccordés sur le même module.

2. Ordre des points de contrôle :

1. Dans la mesure du possible, les points de contrôle doivent être raccordés dans un contrôleur numérique, dans l'ordre suivant :

Bâtiment			
1	Température extérieure		À raccorder prioritairement dans le contrôleur numérique du réseau de chauffage
2	Humidité extérieure		
Système de ventilation			
Entrées			
1	État de marche	1	Ventilateur d'alimentation
		2	Ventilateur de retour
		3	Ventilateur d'évacuation
Entrées			
2	Lecture de vitesse	1	Ventilateur d'alimentation
		2	Ventilateur de retour
		3	Ventilateur d'évacuation
3	Température	1	Air neuf
		2	Mélange
		3	Autre sonde en amont de la sonde de température d'alimentation
		4	Alimentation
		5	Gaine chaude (système double gaine)
		6	Gaine froide (système double gaine)
		7	Retour
		8	Évacuation
4	Humidité	1	Air neuf

		2	Alimentation
		3	Retour
		4	Évacuation
5	Pression	1	Ventilateur d'alimentation
		2	Ventilateur de retour
		3	Ventilateur d'évacuation
		4	Alimentation au 2/3 de cours
		5	Préfiltre d'air neuf
		6	Filtre d'air neuf
		7	Préfiltre d'air dans la section de mélange
		8	Filtre d'air dans la section de mélange
		9	Préfiltre d'alimentation

Entrées

		10	Filtre d'alimentation
		11	Filtre de retour
6	Lecture de gaz (CO2, CO, etc.)	1	Retour
		2	Pièce
7	Alarme	1	Ventilateur d'alimentation
		2	Ventilateur de retour
		3	Ventilateur d'évacuation
		4	Haute pression du ventilateur d'alimentation
		5	Haute pression dans l'alimentation
		6	Basse pression du ventilateur de retour
		7	Basse limite de température
		8	Humidificateur

Sorties			
1	Arrêt/Départ	1	Ventilateur d'alimentation
		2	Ventilateur de retour
		3	Ventilateur d'évacuation
		4	Humidificateur
		5	Réarmement de faute
2	Modulation de vitesse	1	Ventilateur d'alimentation
		2	Ventilateur de retour
		3	Ventilateur d'évacuation
3	Modulation de volets	1	Air neuf
		2	Air de Retour/mélange

Sorties			
		3	Air vicié
4	Modulation de vannes	1	Préchauffage
		2	Chauffage (vanne ou SCR)
		3	Refroidissement
		4	Chauffage gaine chaude (système double gaine)
		5	Refroidissement gaine froide (système double gaine)
5	Modulation de l'humidificateur		

Réseau de chauffage

Entrées			
1	État de marche	1	Chaudière
		2	Thermopompe

		3	Pompe primaire
		4	Pompe secondaire
2	Lecture de vitesse	1	Pompe primaire
		2	Pompe secondaire
3	Température	1	Alimentation chaudière
		2	Retour chaudière
		3	Alimentation thermopompe (condenseur)
		4	Retour thermopompe (condenseur)
		5	Alimentation thermopompe (évaporateur)
		6	Retour thermopompe (évaporateur)
		7	Alimentation réseau primaire

Entrées

		8	Retour réseau primaire
		9	Alimentation réseau secondaire
		10	Retour réseau secondaire
		11	Entrée échangeur côté source de chaleur
		12	Sortie échangeur côté source de chaleur
		13	Entrée échangeur côté charge (utilisateur)
		14	Sortie échangeur côté charge (utilisateur)
4	Pression		
5	Alarme	1	Chaudière
		2	Thermopompe
		3	Pompe primaire
		4	Pompe secondaire

Sorties			
1	Arrêt/Départ	1	Chaudière
		2	Stages de la chaudière
		3	Thermopompe
		4	Stages de la thermopompe
		5	Pompe primaire
		6	Pompe secondaire
2	Modulation	1	Chaudière
		2	Pompe primaire
		3	Pompe secondaire
3	Modulation de vannes	1	Vannes de contrôle de température
		2	Vannes de contournement
		3	Vannes de zones
		4	Vannes d'isolation

•

Annexe 6.4 - Régulation – Contrôleurs numériques de bâtiment et centralisation

1.1 Contrôleurs numériques de bâtiments

1.1.1 Généralités

1. Le système de régulation et de surveillance doit être de type distribué à commandes numériques directes (DDC) pour la gestion du bâtiment, incluant la régulation et la surveillance des systèmes de ventilation, chauffage, climatisation ainsi que la gestion d'énergie.
2. Le système de régulation et de surveillance doit être fourni et installé par un distributeur autorisé du système de régulation automatisé. Le travail doit être effectué par des techniciens qualifiés et expérimentés.
3. Les installations de la Ville de Montréal sont gérées par différentes centrales de télégestion qui sont mentionnées à l'article « Produits acceptés » et résident à la même adresse.
 1. Dans un bâtiment donné, tous les contrôleurs numériques (CNP) et le gestionnaire de réseau (GR) fournis dans le cadre d'un projet doivent provenir d'un seul et même fabricant et faire partie de la même famille de contrôleurs que l'une des centrales de télégestion existantes.
 2. Les contrôleurs numériques doivent être compatibles avec les serveurs et les centrales de télégestion de la Ville de Montréal.
4. La fourniture d'un nombre suffisant de commutateurs Ethernet pour assurer la communication entre les contrôleurs du réseau Ethernet TCP/IP de l'édifice. Le réseau de communication reliant ces contrôleurs est considéré comme un réseau local indépendant du réseau informatique de la Ville. Seul le gestionnaire de réseau (GR) de l'édifice et, si applicable, le poste de contrôle local sont raccordés au concentrateur informatique fourni par la Ville et relié à son réseau. Les adresses des composantes sont attribuées en coordination avec les représentants de la Ville. Pour des fins de diagnostic et d'entretien, chaque panneau de contrôle abritant un gestionnaire de réseau (GR) ou un contrôleur hybride (CNP-GR) doit être muni d'une prise pour un éventuel raccordement d'ordinateur portable. Cette prise est reliée au commutateur du réseau de communication local et non pas au concentrateur de la Ville. L'architecture du réseau de communication doit être conforme aux articles mentionnés dans « Système de centralisation ».

5. Le protocole de communications des composantes raccordées sur le réseau principal de communications du site doit être conforme aux prescriptions des standards Ethernet et TCP/IP et fonctionner sous la plateforme Windows la plus récente et compatible avec la version utilisée par la Ville.
6. Tout l'équipement utilisé doit être de type standard, régulièrement manufacturé pour ce genre de système et non pas conçu et fabriqué spécialement pour projet spécifique. Tout l'équipement utilisé doit avoir été soigneusement testé et approuvé.
7. Système de construction modulaire permettant d'ajouter ultérieurement du matériel et des logiciels sans changer l'équipement servant à la communication et à la gestion.
8. Les produits utilisés doivent être de la dernière génération de produits, rendus disponibles par le fabricant sélectionné, ayant les performances, la certification ou l'homologation décrites dans le présent document.
9. Tous les contrôleurs numériques (CNP) et les gestionnaires de réseau (GR) doivent être certifiés BTL (*BACnet Testing Laboratories*). À cette fin, la certification doit être clairement identifiée sur les fiches techniques en fonction du type de contrôleur selon les paramètres suivants :
 1. GR – Certification *BTL-BC (BACnet Building Controller)*;
 2. CNP-GR – Certification *BTL-BC (BACnet Building Controller)*;
 3. CNP-A – Certification *BTL-AAC (BACnet Advanced Application Controller)*;
 4. CNP-S – Certification *BTL-ASC (BACnet Application Specific Controller)*.
10. L'utilisation de contrôleurs paramétrables n'est pas acceptée. De plus, la programmation ne doit pas compléter une application paramétrable préprogrammée dans le contrôleur numérique.
11. En aucun cas la programmation des séquences de fonctionnement ne doit résider dans la centrale de commandes. Elle doit résider dans le contrôleur numérique afin qu'il puisse opérer de façon autonome.
12. Le système doit être conçu et installé de façon que les fonctions vitales soient maintenues pendant une panne de courant et que la mémoire et le fonctionnement ne soient pas affectés par les variations possibles de la tension d'alimentation électrique.
13. Les panneaux de contrôle des systèmes doivent être localisés aux endroits stratégiques (salles de mécanique et d'électricité).
14. Pour le contrôle des unités terminales et le contrôle de pièce, il est permis d'installer les contrôleurs CNP-A et CNP-S dans des boîtiers métalliques près de l'équipement contrôlé dans l'entre-plafond. Le boîtier contenant le CNP doit être accessible par une porte d'accès pour l'entretien. À noter qu'il n'est pas permis d'installer un contrôleur local (CNP-A) ou terminal spécifique (CNP-S) à l'extérieur d'un boîtier de contrôle secondaire.

15. Pour chaque modèle de contrôleur, soumettre les dessins d'atelier. Les documents doivent être publiés par le fabricant et certifier que les produits satisfont aux prescriptions quant aux caractéristiques physiques et aux critères de performance.
16. Tous les contrôleurs doivent être homologués NEMA-1 et peuvent opérer sous les conditions suivantes : température allant de 0 à 50 °C et taux d'humidité relative s'échelonnant de 10 % à 90 % (sans condensation).
17. Chaque contrôleur numérique (GR, CNP-GR, CNP-A et CNP-S) doit être protégé par un fusible sur l'alimentation électrique.

1.1.2 Description

1. Système de régulation automatique et de centralisation du type distribué à commandes numériques directes DDC, comprenant :
 1. Les unités de gestion de réseau (GR) nécessaires à l'intégration des contrôleurs locaux (CNP-A, CNP-S) et des systèmes de tierces parties pour un fonctionnement sur le réseau principal de communications Ethernet TCP/IP (norme IEEE 802-3) (Ethernet TCP/IP) selon le protocole *BACnet*.
 2. Le réseau de communications principal, incluant les câbles et les interfaces de communications – Réseaux Ethernet TCP/IP (norme IEEE 802-3), le ou les commutateurs Ethernet.
 3. Le transfert d'informations entre le gestionnaire de réseau (GR), les contrôleurs hybrides (CNP-GR) et les logiciels comprenant les postes d'opération et serveurs doit être selon le standard ASHRAE 135.1-M – *BACnet* (annexe J).
 4. Les réseaux de communications secondaires fonctionnant selon le protocole *BACnet* MS/TP.
 5. Les contrôleurs numériques. Le type de contrôleur numérique (CNP-GR, CNP-A ou CNP-S) est à attribuer à chacun des systèmes à contrôler selon l'application et la complexité du système :
 1. Les contrôleurs CNP-GR (contrôleurs hybrides) avec entrées/sorties (E/S) pour le contrôle point à point de systèmes, de réseaux d'eau ainsi que pour l'intégration des composantes en sous-réseau (contrôleurs CNP-A et CNP-S, mesurage de puissance, compteurs d'énergie, variateurs de vitesse, etc.) au réseau de communications Ethernet TCP/IP selon le protocole *BACnet*.
 2. Les contrôleurs CNP-A (contrôleurs locaux autonomes) avec entrées/sorties (E/S) pour le contrôle point à point de petits systèmes (thermopompes, ventilo-convecteurs, ventilation des salles mécaniques, contrôle de pièce, etc.).
 3. Les contrôleurs CNP-S (contrôleurs spécifiques terminaux) avec entrées/sorties (E/S) pour le contrôle point à point des boîtes terminales.

6. Les unités d'alimentation statique sans coupure (« *UPS* »).
7. Lorsque demandé par la Ville :
 1. Un ordinateur de bureau local portable agissant aussi en tant que serveur Web et base de données. Logiciel d'exploitation Windows 10 Professionnel et fureteur Web avec un lot de logiciels de commandes et de gestion complet permettant toutes les fonctions d'opération et de gestion censées être effectuées à partir de la centrale immotique de télégestion.
8. Niveaux de communications :
 1. Le niveau primaire Ethernet TCP/IP assure la communication entre les gestionnaires de réseau (GR), les contrôleurs numériques hybrides (CNP-GR) et le poste d'opération local. Les contrôleurs numériques du niveau primaire doivent communiquer entre eux par un réseau à haute vitesse à 10 ou 100 Mbit/s via le protocole *BACnet/IP* ou *BACnet Ethernet*.
 2. Le niveau secondaire entre les gestionnaires de réseau ou contrôleurs hybrides (GR ou CNP-GR), les contrôleurs (CNP-A), les contrôleurs d'applications spécifiques (CNP-S) et les systèmes de tierces parties intégrés par communication *BACnet MS/TP*. Les contrôleurs du niveau secondaire doivent communiquer à une vitesse minimale de 76.8 kbps.

1.1.3 Fonctionnalité

1. Les contrôleurs numériques et les interfaces homme-machine (HMI) sont fournis avec la mémoire, les logiciels et les programmes d'exploitation requis pour accomplir les fonctions spécifiées aux plans et aux séquences de fonctionnement, collecter les données, procéder aux alarmes, effectuer les commandes (manuelles ou automatiques), procéder avec des fonctions de temps et d'événements et exécuter des sous-routines d'économie d'énergie.
2. La panne d'un contrôleur numérique ou d'une passerelle de communication multi-protocole ne doit ni altérer le fonctionnement ni affecter l'information et les activités rattachées des autres contrôleurs numériques.
3. Tous les points d'entrée/sortie, boucles de régulation et programmation relative à un système doivent être dans un seul et même contrôleur numérique. De plus, et sauf indications contraires, l'utilisation d'un contrôleur pour plus d'un système est prohibée.
4. Chaque contrôleur numérique doit pouvoir fonctionner de façon autonome et indépendamment des autres unités de contrôles numériques, des unités de gestion (GR) et des postes d'opération et doit pouvoir contrôler tous les systèmes s'y raccordant, incluant la capacité d'évaluer et d'activer les alarmes.
5. L'information sur les contrôleurs doit être accessible à partir du poste local au fur et à mesure que les raccordements sont effectués.

6. Chaque contrôleur numérique CNP-GR ou CNP-A nouveau ou existant modifié, doit avoir un espace libre le plus élevé parmi les deux cas suivants :
 1. minimum de 25 % de chaque type de points d'entrée/sortie (numériques et analogiques);
 2. minimum de 2 entrées universelles et 2 sorties universelles.
7. Chaque contrôleur autonome CNP-GR ou CNP-A doit avoir des espaces libres d'au moins 50 % de mémoires et capacités pour les modifications futures.
8. Lorsqu'il est nécessaire d'ajouter des cartes d'expansion pour augmenter le nombre de points d'un contrôleur, le nombre de points d'entrée/sortie doit être limité de manière que la capacité du contrôleur ne soit pas inférieure à 50 % de la capacité théorique et que le nombre total des points du même contrôleur ne dépasse pas 96.
9. Les contrôleurs de gestion de premier niveau GR et CNP-GR doivent être configurés de façon à avoir une réserve de 30 % pour chaque « bus » de communications aux contrôleurs CNP-A, CNP-S ou autres contrôleurs de tierces parties.
10. Chaque contrôleur CNP-GR doit avoir un affichage intégré avec clavier interactif afin de visualiser les valeurs des entrées/sorties, points de consigne, programmes horaires, états d'alarme, etc. Le clavier permet de naviguer et d'effectuer des commandes à travers les divers tableaux d'affichage.
11. Pour chaque ouvrage incluant une salle de mécanique ou électrique principale abritant plusieurs contrôleurs numériques, prévoir un panneau avec une interface homme-machine (HMI) pour afficher et visualiser les entrées/sorties, les paramètres d'opération, les horaires, les alarmes, etc. Il doit être également possible d'effectuer des commandes de dérogation manuelle sur les sorties analogiques et numériques.

1.2 Contrôleurs numériques de bâtiments – (produits)

1.2.1 Gestionnaire de réseau (GR)

1. Caractéristiques générales :
 1. Le gestionnaire de réseau GR doit être entièrement programmable et est responsable de la gestion des communications. Toutes les fonctions de contrôle des systèmes électromécaniques doivent être réalisées par les CNP-GR, les CNP-A et les CNP-S sans l'intervention du gestionnaire de réseau GR. Le gestionnaire de réseau ne doit pas être utilisé à plus de 50 % de sa capacité totale. Il a pour fonction la supervision des activités de commandes des contrôleurs locaux autonomes CNP-A, des contrôleurs d'applications spécifiques CNP-S et des systèmes de tierces parties avec lesquels il communique via le « bus » secondaire.

2. Le GR est muni d'un module de contrôle de réseau, assurant la supervision des fonctions de commandes et d'accès au réseau de hiérarchie supérieure Ethernet TCP/IP. Le protocole de transfert de l'information sur le réseau principal Ethernet TCP/IP doit être selon le standard ASHRAE – *BACnet* - Annexe J (version la plus récente).
3. Le gestionnaire de réseau GR doit comporter une banque de mémoires avec batterie de soutien pour emmagasiner les logiciels d'applications, les données de base de l'utilisateur et l'historique des points.

2. Exigences minimales requises :

Les éléments cités ci-dessous constituent un minimum requis pour les GR :

1. Un module d'alimentation électrique pour chaque GR : ledit module assure l'alimentation électrique de toutes les interfaces et agit comme filtre de la tension d'entrée. Il doit en outre comporter la logique nécessaire à un démarrage par étapes pour assurer l'intégrité des données. Dans le cas où le module d'entrée ne possède pas la fonction de filtre de la tension d'entrée, la fourniture et l'installation d'une unité d'alimentation statique sans coupure (UPS) sont une solution acceptée.
2. Tous les raccords doivent se faire à l'aide de terminaux à vis.
3. Un processeur central de 32 bits.
4. Mémoire interne suffisante pour prendre en charge la base de données, l'archivage des données historiques, la gestion locale des programmes horaires et des alarmes, la gestion locale des autorisations d'accès et le système d'exploitation. La programmation doit être protégée des fluctuations et pannes électriques, soit en résidant sur des mémoires de type Flash de 4 Go.
5. Configurations, données, tables et diagrammes sur mémoire de type RAM de 250 Mo avec support à batterie minimum de 72 heures.
6. Mémoire interne suffisante pour prendre en charge l'archivage local des données historiques considérant tous les points d'entrée/sortie avec une période d'échantillonnage de 15 minutes pour une durée minimale de 48 heures.
7. Le système d'exploitation doit fonctionner en temps réel avec une horloge interne incluant les mois, semaines, jours, heures, minutes, secondes et ayant une précision de plus ou moins cinq secondes/année avec une réserve de 72 heures grâce à un super condensateur en cas de panne électrique.

8. Un nombre minimum des ports suivants :
 1. un port de communication Ethernet 10/100 Mbps (RJ45);
 2. deux ports de communication *BACnet* MS/TP (RS-485);
 3. un port USB;
 4. un port de carte SD permettant une expansion de mémoire.

3. Fonctions :

Le gestionnaire de réseau GR doit au minimum permettre de réaliser les fonctions *BACnet* ci-dessous. À noter que le GR doit pouvoir créer, modifier et supprimer les objets *BACnet* de manière dynamique :

1. la synchronisation du temps;
2. le traitement et l'implémentation des alarmes et des événements;
3. la lecture/écriture d'objets *BACnet* de type : entrée/sortie/valeur analogique, entrée/sortie/valeur numérique, calendrier, horaire, boucle PID, journal d'historique et alarmes;
4. la visualisation et la modification de courbes de tendances;
5. l'émission et la réception d'alarmes, notifications et événements.
6. Le produit doit être certifié BTL-B-BC.

Produits à titre de référence : le produit de NAE ou SNE de Johnson Controls, série eBMGR de Delta Controls, série Eclipse ou EC-BOS de Distech Controls ou équivalent approuvé.

1.2.2 Contrôleur hybride (CNP-GR)

1. Caractéristiques générales :

1. Le contrôleur numérique hybride (CNP-GR) est entièrement programmable et a les mêmes fonctions qu'un gestionnaire de réseau (GR). De plus, il est doté de cartes d'entrée/sortie pour le contrôle des systèmes électromécaniques. Il assure la transmission des données et l'intégration des contrôleurs CNP-A, CNP-S et des systèmes de tierces parties avec lesquels il communique via le « bus » secondaire.
2. Le CNP-GR doit être installé dans un panneau de contrôle à proximité des systèmes à superviser ou à commander.
3. Le CNP-GR est muni d'un module de contrôle de réseau assurant la supervision des fonctions de commandes et d'accès au réseau de hiérarchie supérieure Ethernet TCP/IP. Le protocole de transfert de l'information sur le réseau principal Ethernet TCP/IP doit être de standard ASHRAE – *BACnet* - Annexe J (version la plus récente).

4. Le CNP-GR doit comporter une banque de mémoires avec batterie de soutien pour emmagasiner les logiciels d'application, les données de base de l'utilisateur et l'historique des points.
5. Toutes les cartes d'expansion d'entrée/sortie doivent être installées dans le même panneau de contrôle là où réside le contrôleur CNP-GR. Dans le cas où l'espace à l'intérieur du panneau est insuffisant (tout en respectant un minimum d'espace libre et un maximum de nombre de points de contrôle), il est permis d'installer ces cartes dans un panneau secondaire déporté et dédié à la condition que ledit panneau secondaire soit localisé dans le même local à une distance maximale de 3 m du contrôleur primaire (CNP-GR). Lorsqu'il n'est pas possible de respecter les conductions énumérées plus haut, la fourniture d'un autre contrôleur de type CNP-GR est requise pour les cartes/modules déportées.

2. Exigences minimales requises :

Les éléments cités ci-dessous constituent un minimum requis pour les CNP-GR :

1. Un module d'alimentation électrique qui assure l'alimentation électrique de toutes les interfaces et agit comme filtre de la tension d'entrée. De plus, il doit comporter la logique nécessaire à un démarrage par étapes pour assurer l'intégrité des données. Dans le cas où le module d'entrée ne possède pas la fonction de filtre de la tension d'entrée, la fourniture et l'installation d'une unité d'alimentation statique sans coupure (UPS) sont une solution acceptée.
2. Tous les raccords doivent se faire à l'aide de terminaux à vis.
3. Un processeur central de 32 bits pour fonctionnement multitâche et contrôle numérique en temps réel.
4. Mémoire interne suffisante pour prendre en charge la base de données, l'archivage des données historiques, la gestion locale des programmes horaires et des alarmes, la gestion locale des autorisations d'accès et le système d'exploitation. La programmation doit être protégée des fluctuations et pannes électriques, soit en résidant sur des mémoires de type Flash.
5. Configurations, données, tables et diagrammes sur mémoire de type RAM d'au moins 128 Mo avec support à batterie minimum de 72 heures.
6. Mémoire interne suffisante pour prendre en charge l'archivage local des données historiques considérant tous les points d'entrée/sortie avec une période d'échantillonnage de 15 minutes pour une durée minimale de 48 heures.
7. Le système d'exploitation doit fonctionner en temps réel avec une horloge interne incluant les mois, semaines, jours, heures, minutes, secondes et ayant une précision de plus ou moins cinq secondes/année avec une réserve de 72 heures grâce à un supercondensateur en cas de panne électrique.

8. Un nombre minimum des ports suivants :
 1. un port de communication Ethernet 10/100 Mbps (RJ45);
 2. deux ports de communication *BACnet* MS/TP (RS-485);
 3. un port USB;
 4. un port de carte SD permettant une expansion de mémoire.
9. Un affichage intégré avec clavier interactif pour visualiser les entrées/sorties, paramètres d'opération, horaires, alarmes, faire des dérogations manuelles sur les sorties, etc.
10. Module de base avec entrées/sorties ou modules d'expansion. Prévoir des terminaux à vis pour le raccordement des équipements de champs aux entrées/sorties. Les entrées analogiques ont une résolution minimale de 12 bits et les sorties analogiques ont une résolution minimale de 8 bits. Prévoir un minimum de 4 entrées et de 4 sorties de chaque type suivant :
 1. entrées analogiques acceptant les signaux suivants : thermistances, 0-5 Vcc, 0-10 Vcc, 0/4-20 mA;
 2. entrées numériques à contact sec;
 3. sorties analogiques acceptant les signaux suivants : 0-10 Vcc, 0/4-20 mA;
 4. sorties binaires de type triac ou relais.

3. Fonctions :

En plus des fonctions d'un gestionnaire de réseau énumérées plus haut, le CNP-GR doit également pouvoir réaliser les fonctions suivantes :

1. la gestion complète d'énergie et de contrôle;
2. la sauvegarde en mémoire de toute la base de données, des historiques et des séquences de contrôle;
3. la capacité de communiquer avec les autres contrôleurs afin de répondre à ses propres besoins et aux besoins requis par les contrôleurs en sous-réseau et autres CNP-GR et GR.
4. Le produit doit être certifié BTL-B-BC.
5. Produit à titre de référence : le produit de NCE ou SNC de Johnson Controls, série eBMGR de Delta Controls, série Eclipse de Distech Controls ou équivalent approuvé.

1.2.3 Contrôleur local d'application avancé (CNP-A)

1. Caractéristiques générales :

1. Le contrôleur numérique autonome local (CNP-A) est entièrement programmable avec module de base d'entrées/sorties pour le contrôle des petits systèmes électromécaniques. Il doit être capable de transmettre et de recevoir des données avec les autres contrôleurs et les systèmes de tierces parties via le « bus » secondaire.
2. Lorsque le CNP-A est utilisé pour le contrôle de pièces (serpentins terminaux, plinthes et convecteurs de chauffage, etc.), limiter l'utilisation d'un CNP-A pour un maximum de 4 locaux.
3. Le CNP-A doit être installé dans un panneau de contrôle à proximité des systèmes à superviser ou à commander. Lorsque le CNP-A est utilisé pour le contrôle de pièces, ce dernier peut être installé dans un boîtier de contrôle métallique.
4. Le CNP-A est muni d'un module de contrôle de réseau assurant la supervision des fonctions de commandes et d'accès au réseau secondaire. L'accès au réseau de hiérarchie supérieure Ethernet TCP/IP s'effectue par l'intermédiaire d'un gestionnaire de réseau (GR) ou d'un contrôleur hybride (CNP-GR). Le protocole de transfert de l'information doit être selon le standard ASHRAE – *BACnet* (version la plus récente).

2. Exigences minimales requises :

Les éléments cités ci-dessous constituent un minimum requis pour les CNP-A :

1. Le CNP-A est constitué d'une source d'alimentation électrique et d'un module de base avec des entrées/sorties.
2. Tous les raccords doivent se faire à l'aide de terminaux à vis.
3. Un processeur central de 32 bits pour fonctionnement multitâche et contrôle numérique en temps réel.
4. Mémoire interne suffisante de type Flash d'au moins 1 Mo pour contenir le système d'exploitation, le programme d'application, les sous-programmes.
5. Mémoire interne de type RAM de capacité suffisante et minimalement de 96 Ko pour contenir les paramètres d'opérations, les variables et constantes de contrôles, les données ou consignes d'opération, les tables horaires, les seuils de déclenchement des alarmes, etc. Ces données doivent être protégées des fluctuations et pannes électriques, soit par de super condensateurs ou un support à batterie avec une réserve minimum de 72 heures.
6. Le système d'exploitation doit fonctionner en temps réel avec une horloge interne ayant une précision de plus ou moins cinq secondes/année avec une réserve de 72 heures grâce à un super condensateur ou un support à batterie pour une réserve minimum de 72 heures en cas de panne électrique.

7. Un nombre minimum des ports suivants :
 1. un port de communication *BACnet* MS/TP (RS-485);
 2. un port de communication pour un réseau propriétaire.
8. Un affichage intégré avec clavier interactif pour visualiser les entrées/sorties, paramètres d'opération, horaires, alarmes, faire des dérogations manuelles sur les sorties, etc.
Lorsque le clavier n'est pas disponible, le CNP-A doit avoir pour chaque sortie binaire des interrupteurs « en/hors/auto » avec voyant lumineux local et pour chaque sortie analogique un potentiomètre de positionnement manuel avec indication de dérogation au système de gestion centralisée.
9. Module de base avec entrées/sorties. Prévoir des terminaux à vis pour le raccordement des équipements de champs aux entrées/sorties. Les entrées analogiques et les sorties analogiques doivent avoir une résolution minimale de 10 bits. Prévoir un minimum de 4 entrées et de 4 sorties de chaque type suivant :
 1. Entrées analogiques acceptant les signaux suivants : thermistances, 0-5 Vcc, 0-10 Vcc, 0/4-20 mA.
 2. Entrées numériques à contact sec.
 3. Sorties analogiques acceptant les signaux suivants : 0-10 Vcc, 0/4-20 mA.
 4. Sorties binaires de type triac ou relais.
 5. À noter que les entrées et les sorties peuvent être universelles configurables selon l'application.

3. Fonctions :

Le CNP-A doit opérer de façon autonome sans aucune assistance d'un autre contrôleur ou gestionnaire de réseau. Il doit pouvoir réaliser les fonctions suivantes :

1. la gestion complète d'énergie et de contrôle;
2. la sauvegarde en mémoire de toute la base de données, des historiques et des séquences de contrôle;
3. la capacité de communiquer avec les autres contrôleurs afin de répondre à ses propres besoins et aux besoins des autres contrôleurs.
4. Le produit doit être certifié BTL-B-AAC.
5. Produit à titre de référence : le produit de FEC ou CGM de Johnson Controls, série DAC de Delta Controls, série ECB de Distech Controls ou équivalent approuvé.

1.2.4 Contrôleur d'application spécifique (CNP-S)

1. Caractéristiques générales :

1. Le contrôleur numérique spécifique (CNP-S) est entièrement programmable avec module de base d'entrées/sorties pour le contrôle des boîtes terminales d'air, simples ou doubles, serpentins terminaux, plinthes et convecteurs de chauffage, et tout autre contrôle de pièce. L'utilisation de contrôleurs paramétrables est prohibée.
2. Les contrôleurs numériques de type CNP-S ne peuvent en aucun cas être utilisés pour le contrôle des systèmes de ventilation ou du réseau de chauffage-refroidissement.
3. Le CNP-S doit être capable de transmettre et de recevoir des données conjointement avec les autres contrôleurs via le « bus » secondaire.
4. Le CNP-S doit être installé dans un boîtier de contrôle métallique à proximité de la boîte terminale ou de l'équipement associé.
5. Un CNP-S doit être fourni par équipement ou par pièce.
6. Lorsque le CNP-S est muni d'une seule sonde de débit intégrée ou qu'il n'en a pas, les sondes manquantes doivent être fournies.
7. Le CNP-S est muni d'un module de contrôle de réseau, assurant la supervision des fonctions de commandes et d'accès au réseau secondaire. L'accès au réseau de hiérarchie supérieure Ethernet TCP/IP s'effectue par l'intermédiaire d'un gestionnaire de réseau (GR) ou d'un contrôleur hybride (CNP-GR). Le protocole de transfert de l'information doit être selon le standard ASHRAE - *BACnet* (version la plus récente). Le protocole de communication propriétaire est autorisé seulement entre le CNP-S et le thermostat intelligent qui lui est associé.

2. Exigences minimales requises :

Les éléments cités ci-dessous constituent un minimum requis pour les CNP-S :

1. Le CNP-S est constitué d'une source d'alimentation électrique et d'un module de base avec des entrées/sorties.
2. Tous les raccords doivent se faire à l'aide de terminaux à vis.
3. Un processeur central de 32 bits pour fonctionnement multitâche et contrôle numérique en temps réel.
4. Mémoire interne de type Flash de capacité suffisante et d'au moins 512 Ko pour contenir le système d'exploitation, le programme d'application, les sous-programmes.
5. Mémoire interne de type RAM de capacité suffisante et d'au moins 64 Ko pour contenir les paramètres d'opérations.

6. Un nombre minimum des ports suivants :
 1. un port de communication *BACnet* MS/TP (RS-485);
 2. un port de communication pour un réseau propriétaire, notamment pour les sondes de température/humidité/CO2 de la pièce.
7. Toutes les entrées/sorties analogiques et numériques requises pour le raccordement des points montrés aux plans de commandes et pour la réalisation des séquences de fonctionnement, incluant notamment les éléments suivants (lorsque applicable) :
 1. Entrées analogiques acceptant les signaux suivants : 0-5 Vcc, 0-10 Vcc, 0/4-20 mA.
 2. Entrées analogiques pour la lecture des sondes de température (avec affichage et ajustement du point de consigne), sondes de température aveugles, sondes de température d'alimentation de gaine, sondes de débit d'air avec convertisseur pneumatique-électronique (lorsque applicable).
 3. Entrées numériques à contact sec.
 4. Sorties analogiques acceptant les signaux suivants : 0-10 Vcc, 0/4-20 mA.
 5. Sorties binaires de type triac ou relais pour application tout ou rien ou pulsée pour le contrôle des plinthes électriques et les serpentins de terminaux.
 6. Deux sorties proportionnelles ou flottantes pour la modulation des volets de contrôle du débit. Durant l'utilisation des volets motorisés flottants, une rétroaction du positionnement réel du servomoteur est requise.
 7. Les entrées et les sorties analogiques peuvent être universelles configurables selon l'application.

3. Fonctions :

Le CNP-S doit opérer de façon autonome sans aucune assistance d'un autre contrôleur ou gestionnaire de réseau. Il doit pouvoir réaliser les fonctions suivantes :

1. l'exécution de la séquence de fonctionnement pour des applications de contrôles de pièce;
2. la capacité de communiquer avec les autres contrôleurs afin de répondre à ses propres besoins et aux besoins des autres contrôleurs.
3. Le produit doit être certifié BTL-B-ASC ou BTL-B-AAC.
4. Produit à titre de référence : le produit de VAV ou CVM de Johnson Controls, série eZVP de Delta Controls, série ECB-VAV de Distech Controls ou équivalent approuvé.

1.2.5 Système d'opération et logiciels des contrôleurs numériques

1. Généralités :

1. Sauf indication contraire, l'entrepreneur en régulation automatique est responsable de fournir tous les logiciels et les licences nécessaires à la programmation des contrôleurs numériques. Les logiciels doivent être compatibles avec les versions présentes dans la centrale de télégestion de la Ville de Montréal. À la fin des travaux, fournir une copie des logiciels et des programmes implantés dans les contrôleurs et dans les interfaces HMI (lorsque applicable).
2. Les caractéristiques citées ci-dessous constituent un minimum requis permettant de déterminer les besoins demandés. L'entrepreneur en régulation automatique est tenu de fournir un système complet et fonctionnel.
3. Le logiciel doit être résident au contrôleur numérique et ne doit pas relever d'un ordinateur de grande capacité.
4. Le logiciel doit se constituer de programmes pouvant satisfaire la séquence de contrôle. Ces programmes permettent au contrôleur d'exécuter les commandes adéquates pour les équipements de sortie en fonction des états des entrées et de la séquence requise programmée.
5. Le logiciel doit minimalement permettre :
 1. la programmation des boucles de contrôle de façon à satisfaire les séquences de fonctionnement;
 2. la consultation du statut du contrôleur;
 3. la dérogation des entrées/sorties;
 4. le visionnement, la modification et l'ajustement des opérations, points de consigne, paramètres d'alarme, horaire, etc. en mode *Online* et *offline*;
 5. le chargement (*Upload/Download*), dans la mémoire des contrôleurs, des programmes de contrôle, du journal d'historique et d'autres données afin qu'ils puissent être analysés, imprimés et sauvegardés sur un support de sauvegarde pour utilisation ultérieure;
 6. la simulation du programme pour vérifier l'opération du programme;
 7. l'exportation des données stockées dans le contrôleur vers une autre application telle qu'Excel;
 8. le transfert des données via un branchement direct et via une communication à distance par modem ou localement par réseau.

2. Fonctions :

1. Algorithme :

Les algorithmes et fonctions mathématiques doivent être réalisés par les contrôleurs numériques :

1. Contrôle Tout ou Rien (*On/Off*).
2. Proportionnel (P), Proportionnel-intégral (PI) et Proportionnel-intégral-dérivé (PID). Les gains des boucles de contrôle doivent être accessibles et ajustables afin de permettre à un équipement d'avoir un fonctionnement stable avec un minimum de cyclage. Le mode d'opération doit permettre d'obtenir un fonctionnement stable. Les gains peuvent être modifiés par l'opérateur qui a un niveau d'accès suffisant.
3. Les fonctions mathématiques telles qu'addition, soustraction, multiplication, division, les racines, etc.
4. La mise à l'échelle des constantes.

2. Fonctionnement cyclique :

1. L'appareil qui peut être cyclé doit pouvoir être limité dans un intervalle de temps ajustable selon les directives des responsables des opérations. Le logiciel de cyclage doit être conçu de manière à pouvoir ajuster les durées minimales et maximales de marche et d'arrêt. Le logiciel peut également fonctionner seul ou de concert avec le programme de délestage des charges.
3. Les fonctions de gestion suivantes doivent être gérées automatiquement par le gestionnaire de réseau GR ou le contrôleur CNP-GR, sans aucune intervention extérieure :
 1. cédules selon des horaires quotidiens, des dates du calendrier et des vacances;
 2. dérogations temporaires aux cédules;
 3. optimisation des arrêts et des départs;
 4. réajustement de température pour la nuit et les horaires d'inoccupation;
 5. commutation en fonction de l'enthalpie;
 6. limitation de la demande;
 7. alternateur de charges avec pondération pour la température;
 8. contrôle de vitesse de rotation des équipements ou des mécanismes de régulation des fluides caloporteurs;
 9. verrouillage chauffage/refroidissement;
 10. réajustement en fonction d'une seconde variable.

4. Démarrage :

1. Pour les systèmes ayant les mêmes horaires de départ, prévoir des délais de décalage ajustables afin d'éviter de créer des pointes de demandes énergétiques.
2. Après une panne électrique, les équipements doivent être remis en marche ou maintenus à l'arrêt selon une cédule ajustable.

5. Programmes horaires :

1. Il permet de générer des commandes de départ, arrêt et réajustement du point de consigne, selon les cédules (heure de la journée, journée de la semaine, date du calendrier, été/hiver).
2. Pour chaque équipement, au moins quatre horaires de mise en marche et quatre horaires d'arrêt par jour peuvent être programmés.
3. La programmation des horaires d'arrêt/départ, des jours de congès, etc., doit être d'utilisation simple et conviviale (format « calendrier » et tableau horaire requis).
4. Le gestionnaire de réseau GR ou le contrôleur hybride CNP-GR peut automatiquement passer d'une cédule à une autre selon une date ou un événement programmé.
5. Des cédules « jour de congé » peuvent aussi être programmées pour remplacer les cédules de fonctionnement normal (jour de semaine). Trente congés peuvent être programmés jusqu'à un an d'avance, chaque congé étant ajustable d'un à trente-et-un jours.
6. Un programme d'exception peut aussi être implanté jusqu'à un an d'avance. Pour l'ajustement du point de consigne, ce programme a la priorité sur les programmes normaux, et ce pour la journée assignée seulement.

3. Historiques et tendances :

1. Le logiciel doit permettre de relever à un intervalle de temps les variations de la valeur d'un point (température, humidité, pression, débit, etc.). Ce programme aide à diagnostiquer les problèmes pouvant survenir dans l'installation. Les relevés doivent pouvoir être effectués par le gestionnaire de réseau GR, le contrôleur CNP-GR ou CNP-A.
2. Historique du point pour les 48 dernières heures passées, échantillonnage aux 15 minutes et changement d'état pour chaque entrée/sortie binaire. Ces historiques peuvent être transférés dans un fichier d'un poste d'opérateur ou autre support informatique pour un emmagasinage à plus long terme. Ces historiques sont automatiquement disponibles pour tous les points.

3. Pour les tendances, le gestionnaire de réseau GR et le contrôleur CNP-GR doivent pouvoir effectuer un échantillonnage avec une résolution ajustable à la seconde avec des intervalles variant de 5 à 300 secondes. Ces tendances permettent à l'utilisateur de créer des historiques pour des points choisis et de vérifier la performance des boucles de régulation.
4. Pour l'échantillonnage, les points physiques et virtuels doivent pouvoir être assignés à des études de tendances définies par l'utilisateur pour des périodes variant de 10 secondes à 60 minutes avec intervalle ajustable. Chaque gestionnaire de réseau GR ou contrôleur CNP-GR doit posséder une mémoire tampon pour les données de tendances et doit pouvoir emmagasiner un minimum de 5 000 échantillons de ces données ou 48 heures de données avec une période d'échantillonnage de 15 minutes.
5. Les données de tendances peuvent être transférées de la mémoire du contrôleur vers un autre média si un archivage est requis. Les transferts doivent pouvoir être effectués à un intervalle fixé par l'utilisateur ou automatiquement lorsque la mémoire tampon des tendances n'a plus d'espace disponible. Les données doivent être disponibles sous forme de fichiers pouvant être utilisés dans d'autres programmes informatiques.

4. Programmes de gestion d'énergie :

Les fonctions de gestion d'énergie suivantes doivent pouvoir être gérées par le gestionnaire de réseau GR ou le contrôleur CNP-GR. Ces fonctions doivent s'exécuter automatiquement sans intervention extérieure et être suffisamment flexibles pour satisfaire les besoins de l'utilisateur :

1. cédules selon des horaires quotidiens, des dates du calendrier et de vacances;
2. dérogations temporaires aux cédules;
3. démarrage et arrêt optimal;
4. réajustement de température pour les périodes hors occupation;
5. commutation en fonction de l'enthalpie;
6. limitation de la demande (délestage de charge);
7. contrôle de vitesse de rotation des équipements ou des mécanismes de régulation des fluides caloporteurs;
8. verrouillage chauffage/refroidissement;
9. réajustement en fonction d'une seconde variable;
10. mise en séquence d'équipements.

5. Mot de passe et niveaux d'accès :

1. Afin d'assurer une sécurité d'accès aux systèmes, le logiciel doit accommoder une quantité définie d'utilisateurs (un minimum de 50 comptes d'utilisateurs). Le gestionnaire de réseau GR ou le contrôleur hybride CNP-GR assurent une protection d'accès par l'utilisation

de mots de passe. Un mot de passe variant entre un minimum de 4 et un maximum de 32 caractères est assigné à chacun des utilisateurs. Cette identification est programmée pour indiquer à quel niveau d'accès et à quel groupe de points l'utilisateur est autorisé.

2. Les niveaux d'accès sont maintenus par le GR ou le CNP-GR. Les droits autorisés pour les 5 niveaux d'accès sont :

1. Niveau 1 - Observateur : Visualisation des valeurs seulement.
2. Niveau 2 - Usager : Commande et réajustement de certaines conditions d'opération telles que les points de consignes de pièce et redémarrage des systèmes en périodes inoccupées. Les commandes sont restreintes par l'administrateur.
3. Niveau 3 - Opérateur : Commande et réajustement de certaines conditions d'opération telles que les points de consignes de pièce ou de systèmes, redémarrage des systèmes en périodes inoccupées, modification des graphiques, horaires et dérogation en mode manuel. Les commandes sont restreintes par l'administrateur.
4. Niveau 3 - Superviseur : Commande et réajustement de toutes les conditions d'opération telles que la modification de programmes, graphiques, horaires, points de consigne de pièce et systèmes, les dérogations en mode manuel, etc.
5. Niveau 5 - Administrateur : Accès total à tous les systèmes. Création et gestion des usagers. Modification des mots de passe.

6. Gestion des alarmes et des messages :

1. Le programme de gestion des alarmes doit permettre de surveiller, d'emmagasiner et de diriger les rapports d'alarmes aux interfaces d'usager et aux fichiers de mémoire.
2. Les alarmes peuvent être créées et modifiées par l'opérateur ayant un niveau d'accès suffisant.
3. Chaque gestionnaire de réseau GR où le contrôleur CNP-GR doit analyser et filtrer les alarmes de façon à minimiser les interruptions sur le réseau de communications causées par des alarmes non critiques tout en prévenant la perte de ces alarmes.
4. La capacité d'un contrôleur de rapporter des alarmes ne doit pas être affectée par les activités de l'utilisateur à un poste central ou local ou par la communication avec d'autres contrôleurs sur le réseau.
5. Les messages d'alarme doivent comporter la description du point ainsi que la date et l'heure de l'événement.
6. Les rapports, messages et fichiers d'alarmes doivent pouvoir être dirigés à des interfaces dédiées à l'archivage d'informations d'alarmes définies par l'utilisateur. Les alarmes doivent aussi être automatiquement dirigées vers un appareil de soutien dans l'éventualité où l'appareil soit hors communication.

7. L'utilisateur doit pouvoir définir un minimum de 250 messages d'alarmes de 65 caractères chacun pour décrire la condition d'alarme et l'action à prendre en réponse à l'alarme. Chaque message doit pouvoir être assigné à n'importe quel nombre de points du système.
8. La programmation des avertissements et des alarmes doit être conforme aux exigences à l'article « Principes à respecter, alarmes, avertissements, tendances, points virtuels ».
9. Priorité :
 1. L'utilisateur doit pouvoir définir l'action spécifique du système pour chacun des points. Un ordre de priorité des alarmes doit pouvoir être établi de façon à minimiser les rapports inutiles et accélérer le temps de réponse de l'utilisateur aux alarmes critiques. Le système doit contenir un minimum de trois niveaux d'alarme.
 2. Le contrôleur doit pouvoir empêcher l'acheminement d'alarmes choisies durant les arrêts et départs des systèmes. Pour chacun des points, l'utilisateur doit pouvoir manuellement empêcher l'acheminement d'alarmes.
 3. L'utilisateur doit pouvoir choisir les conditions pour lesquelles les changements d'état doivent pouvoir être acquittés ou acheminés à des fichiers de suivi pour recouvrement et analyse futurs.
7. Optimisation de fonctionnement :
 1. Des programmes d'optimisation peuvent être implantés dans les contrôleurs numériques, comme : heure optimum de démarrage, réajustement du point de consigne en dehors des périodes d'occupation et en fonction des conditions atmosphériques extérieures, économiseur d'air extérieur, etc.
 2. Ces programmes d'économie d'énergie sont entrés d'une station d'opérateur et implantés dans les contrôleurs via le réseau de communications.
8. Totalisation :
 1. Temps de marche :
 1. Les contrôleurs numériques doivent pouvoir totaliser automatiquement les heures de fonctionnement. La résolution doit être inférieure à une minute. Des limites doivent pouvoir être assignées afin de générer automatiquement des alarmes et les messages qui y sont associés.
 2. Points analogiques ou d'impulsions et rapports de consommation :
 1. Les contrôleurs numériques doivent pouvoir échantillonner, calculer et emmagasiner automatiquement les totaux de consommation de points analogiques ou d'impulsions sélectionnés, et ce sur une base quotidienne, hebdomadaire, mensuelle, etc. Cette totalisation doit permettre 99,999 unités (kWh, GPM, gallons, MBH, etc.). L'utilisateur

peut, à un intervalle régulier choisi, obtenir un rapport de consommation d'énergie dans une unité de mesure compatible avec la variable mesurée. Une remise à zéro des compteurs doit être possible.

2. La résolution doit être d'un maximum d'une minute. Des limites doivent pouvoir être assignées afin de générer automatiquement des alarmes et les messages qui y sont associés.

3. Événements :

1. Les contrôleurs numériques doivent pouvoir compter les événements, tels que nombre d'arrêts/départs d'un équipement et ce, sur une base de temps régulière choisie. Cette totalisation doit permettre 20 000 événements avant d'être automatiquement remise à zéro.
2. Des limites doivent pouvoir être assignées afin de générer automatiquement des alarmes et les messages qui y sont associés.

9. Délestage de charges :

1. Le logiciel doit permettre le délestage de charge afin de limiter la pointe électrique et d'utiliser la pleine capacité de la disponibilité électrique. Le programme de délestage doit permettre de superviser le compteur électrique et anticiper la demande. Si la prédiction excède la valeur cible, des charges raccordées non essentielles sont alors délestées. Un alternateur de charges cycle le fonctionnement des équipements pour diminuer la consommation.
2. Les charges délestées ou cyclées doivent être équitablement distribuées dans l'ouvrage. De plus, la température de pièce ou autres indications de confort est constamment supervisée afin d'éviter l'arrêt d'équipements qui contribueraient à une perturbation des conditions de confort des occupants.
3. Chaque contrôleur numérique sur le réseau de communication peut superviser jusqu'à 4 compteurs, cependant les charges à délester peuvent se situer sur n'importe lequel des contrôleurs numériques présents sur le réseau.
4. En tout temps la puissance réelle en kW est enregistrée et est affichée. Le programme de délestage de charge doit être conçu pour donner les mêmes quantités de kWh et les mêmes pointes de consommation à la fin du mois qu'Hydro-Québec.
5. Le programme doit permettre l'affichage de données enregistrées de délestage sous forme de graphiques et de tableaux.
6. Lorsqu'il y a dépassement de la puissance maximale, un message d'alarme est inscrit avec la puissance lue à ce moment. Le message doit contenir la puissance maximale, l'heure et la date où l'événement s'est produit.

10. Paramètres et consignes :

1. Les paramètres ajustables comme les points de consigne, bandes proportionnelles, gains de PID, temps d'intégration, heure, date, horaire et autres doivent être accessibles et ajustables par l'utilisateur ayant un niveau d'accès suffisant. Ces paramètres doivent être inaccessibles en totalité ou en partie aux utilisateurs ayant un niveau d'accès limité.
2. Si le système ne répond pas à la commande de réajustement dans un délai ajustable (en fonction du temps de réaction de l'équipement contrôlé), un message d'alarme doit s'afficher.
3. Advenant une panne d'électricité ou une panne du poste d'opération, le point de consigne le plus récent doit être conservé. Le cas échéant, des valeurs par défaut doivent être programmées.

1.2.6 Produits acceptés

1. Pour des raisons d'uniformité, de continuité et de compatibilité avec les plateformes de télégestion existantes, seuls les produits des manufacturiers déjà présents dans les bâtiments de la Ville de Montréal sont autorisés pour effectuer les travaux relatifs à la régulation automatique. Les contrôles doivent être de dernière génération et compatibles avec les plateformes de télégestion existantes.
2. Les produits Johnson Controls (Johnson), les produits Delta Controls (Delta) et les produits Distech Controls (Distech) sont les produits existants, utilisés et acceptés dans les installations de la Ville de Montréal.

1.2.7 Uniformisation des systèmes de contrôle dans un ouvrage

1. Dans un bâtiment donné, le système de télégestion doit être entièrement construit avec les composantes d'un seul manufacturier, soit Johnson, Delta ou Distech, jamais deux ni les trois.
2. Lorsqu'un bâtiment est déjà équipé de deux systèmes (partiels) de télégestion construit avec des produits de deux manufacturiers acceptés il est inacceptable d'y installer un troisième système (partiel).
3. Lorsqu'un bâtiment est déjà équipé d'un système de télégestion construit avec le produit Johnson, il est inacceptable d'y installer un système partiellement construit avec le produit Delta ou Distech.
4. Cependant, il est possible et accepté d'enlever les installations existantes Johnson et de tout remplacer par une nouvelle installation Delta ou Distech. La même exigence s'applique lorsqu'un bâtiment est déjà équipé d'un système de télégestion construit avec le produit Delta ou Distech.
5. Lorsque l'entrepreneur enlève un produit existant pour y substituer le produit qu'il distribue et installe, tous les travaux impliqués s'ajoutent aux obligations contractuelles de l'entrepreneur.

1. L'entrepreneur doit :
 - a. remplacer tous les contrôleurs numériques existants du système de gestion du bâtiment dans l'ouvrage. Cette exigence ne s'applique pas aux contrôleurs autonomes fournis avec les systèmes électromécaniques existants;
 - b. transférer tous les points de contrôle et des séquences existantes vers les nouveaux contrôleurs;
 - c. remplacer toutes les composantes de contrôles existantes non compatibles avec les nouveaux contrôleurs.
2. À la fin des travaux, tous les contrôleurs dans le bâtiment doivent être du même fabricant.
3. Tous les graphiques doivent être construits dans la centrale de télégestion existante du même fabricant que les nouveaux contrôleurs numériques. Delta dans Enteliweb, Johnson dans Metasys et Distech dans Distech.
4. L'entrepreneur qui enlève un produit existant afin d'y substituer un nouveau produit doit payer les travaux à ses frais en plus de ses obligations contractuelles.
5. L'entrepreneur doit proposer au propriétaire la récupération des contrôleurs numériques existants. À cette fin, l'entrepreneur doit procéder au démantèlement et à l'entreposage de ces composantes avec précaution afin d'éviter de les endommager.

1.2.8 Réseau existant de CNP - Johnson ou Delta ou Distech

1. Le protocole *BACnet* doit être utilisé pour standardiser l'interface de communication avec les différents bâtiments de la Ville. Chaque système doit pouvoir communiquer en utilisant ce protocole.
2. L'entrepreneur ajoute les points, réalise la configuration, confectionne les tables de données et les objets pour tous les systèmes, qu'ils soient existants, nouveaux ou modifiés par le présent contrat.
3. Dans le cas de l'utilisation du produit Johnson : Lorsqu'il est nécessaire de réaliser une installation dans un bâtiment contenant déjà un système dudit fabricant, le gestionnaire de réseau doit être remplacé par un nouveau gestionnaire de réseau tel que décrit à l'article « Architecture de réseau primaire et secondaire ». Si le gestionnaire de réseau existant gère plus d'un bâtiment, il doit demeurer fonctionnel sous ce protocole pour les autres bâtiments qui ne font pas l'objet du présent contrat. L'entrepreneur doit modifier et convertir le réseau existant pour qu'il soit structuré selon la structure telle que décrite à l'article « architecture de réseau primaire et secondaire ».

Noter qu'il est possible que le système existant utilise un protocole de communication N2 pour la communication entre les CNP et le gestionnaire de réseau (GR) ainsi qu'un protocole *BACnet* pour la communication sur le réseau TCP/IP de la Ville de Montréal.

4. Dans le cas de l'utilisation du produit Delta : Lorsqu'il est nécessaire de réaliser une installation dans un bâtiment contenant déjà un système dudit manufacturier, l'entrepreneur doit utiliser le protocole de communication *BACnet* TCP/IP existant pour la communication entre les CNP et le réseau TCP/IP de la Ville de Montréal tout en respectant la structure du réseau telle que décrite à l'article « Architecture de réseau primaire et secondaire ».
5. Dans le cas de l'utilisation du produit Distech : Lorsqu'il est nécessaire de réaliser une installation dans un bâtiment contenant déjà un système dudit manufacturier, l'entrepreneur doit utiliser le protocole de communication *BACnet* TCP/IP existant pour la communication entre les CNP et le réseau TCP/IP de la Ville de Montréal tout en respectant la structure du réseau telle que décrite à l'article « Architecture de réseau primaire et secondaire ».

1.2.9 Nouveau réseau de contrôleurs numériques programmables (CNP)

1. Le réseau de contrôleurs numériques programmables doit communiquer selon les protocoles tels que décrits à l'article « Architecture de réseau primaire et secondaire ».
2. Pour tout nouveau gestionnaire de réseau mis en opération sur le réseau Ville, la version du logiciel d'opération doit être compatible et ne causer aucune interférence avec la version utilisée par les autres gestionnaires de réseaux (GR).
3. Les contrôleurs numériques (CNP) doivent être conçus pour opérer avec la version la plus récente, le tout sujet à l'approbation du représentant de la Ville.

1.2.10 Critères d'équivalence

1. Tout autre produit que ceux mentionnés ci-haut (Johnson, Delta, Distech) doit respecter toutes les exigences décrites aux présentes prescriptions et être équivalent en tout point en termes de performance et de fonctionnalité. En plus de respecter les exigences au présent document, le produit équivalent proposé doit être approuvé par le représentant de la Ville.
2. Le système de contrôles numériques équivalent doit répondre aux exigences suivantes :
 1. Compatible avec au moins une des plateformes d'intégration et de centralisation existantes (Enteliweb ou Metasys) localisées dans la centrale de télégestion (CIMS : Centre immotique multiservice) de la Ville de Montréal. Les graphiques doivent être construits sur une des plateformes existantes citées ci-dessus.

2. Le soumissionnaire doit démontrer à ses frais le bon fonctionnement de l'intégration de ses contrôleurs. Via une des plateformes d'intégration et de centralisation existantes (Enteliweb ou Metasys), il doit être possible d'effectuer les actions suivantes pour les nouveaux contrôleurs proposés :
 - a. l'accès à distance aux différentes composantes immotiques, par exemple les compteurs d'eau, les compteurs électriques, les transmetteurs de température, de pression, de débit, de courant, les vannes motorisées, etc.;
 - b. l'accès à distance à tous les contrôleurs des autres manufacturiers existants et les équipements tiers tels que les variateurs de vitesse, les compteurs d'énergie, les systèmes autonomes, les chaudières, les refroidisseurs, etc. qui seront intégrés;
 - c. le diagnostic à distance afin de déceler les différents problèmes de trafic de communication et la visualisation de tous les contrôleurs en alarme ou hors ligne. Prévoir des alarmes de perte de communication.
3. Le soumissionnaire qui propose un produit équivalent doit :
 1. Fournir une analyse documentée afin de prouver l'équivalence du produit proposé.
 2. Présenter un projet dont les travaux de contrôle sont de l'intégration de contrôleurs du soumissionnaire dans un des logiciels (Enteliweb ou Metasys), ainsi que la création de graphiques dynamiques de réseau d'eau et de systèmes de ventilation, projet ayant eu un minimum de 75 points physiques à intégrer.
 3. Configurer, sous la supervision des représentants de la Ville, des graphiques dynamiques, des alarmes et cédules horaires dans une des plateformes de télégestion existante (Enteliweb ou Metasys).
 - a. Créer un graphique dynamique d'un réseau hydraulique (chauffage/refroidissement) contenant deux (2) chaudières, deux (2) thermopompes, une (1) tour d'eau ou un refroidisseur à sec et un (1) refroidisseur de fluide.
 - b. Créer un graphique dynamique d'un réseau aéraulique contenant un système d'apport d'air frais avec une roue thermique, un système en « H », quatre (4) boîtes à volume d'air variable.
 4. Par l'entremise d'une des plateformes de télégestion existante (Enteliweb ou Metasys), effectuer pour les nouveaux contrôleurs proposés, les éléments suivants :
 - a. La configuration et la programmation d'un relevé de tendance pour six (6) points.
 - b. La lecture de tous les points d'entrée et de sortie des contrôleurs (point physique et virtuel).
 - c. La modification de l'état ou la consigne de points d'entrées et de sorties des contrôleurs (point physique et virtuel).

- d. La démonstration que les nouveaux contrôleurs peuvent échanger de façon bidirectionnelle toute donnée sous format *BACnet* provenant d'un point physique ou virtuel avec n'importe quel contrôleur *BACnet* existant.
 - e. L'intégration de tous les points de commande d'un équipement MODBUS et *BACnet* MS/TP (autres que ses propres contrôleurs) et afficher les points sur la plateforme de télégestion existante.
 - f. La modification d'un horaire via *BACnet*.
 - g. La création des seuils d'alarmes sur les différents points de commande.
 - h. La lecture d'un transmetteur de température avec ajustement et dérogation de point de consigne.
5. Prouver qu'il est en mesure de fournir une assistance technique adéquate et pérenne (entretien, réparation et dépannage) des systèmes de contrôles qu'il propose de fournir et installer. Le soumissionnaire doit aussi être en mesure de fournir une réponse aux appels de service dans les jours ouvrables et un service d'urgence disponible 7 jours/24 h.
 6. Avoir une équipe de personnel technique pour effectuer les tâches/fonctions telles que la conception, la gérance (chargé de projets et surintendant), la programmation et la mise en service.
 7. Fournir les services d'un programmeur qui s'occupe de la programmation, de la vérification statique et dynamique des programmes, des ajustements (« *fine tuning*») assurant la stabilité et l'optimisation du fonctionnement et agit en support au technicien responsable de la mise en service du projet. Cette personne doit détenir au minimum un DEC ou tout autre diplôme équivalent reconnu au Québec et posséder au moins cinq (5) ans d'expertise liée au produit proposé.
 8. Fournir sans frais additionnels tous les logiciels et les licences illimitées (sans restriction) permettant au personnel de la Ville :
 - a. la sauvegarde des programmes;
 - b. la restauration des programmes;
 - c. la modification des séquences programmées;
 - d. l'archivage des données.
 9. Avoir un inventaire des pièces de rechange (contrôleurs numériques, instruments de champs, etc.).
 10. En plus de la main-d'œuvre, fournir tous les accessoires, serveurs si nécessaire, les logiciels, les postes de commande requis afin d'obtenir un système intégré fonctionnel qui répond aux exigences de la Ville de Montréal et est capable d'archiver les données et l'historique pour une période minimale de 5 ans, et ce pour tous les points de contrôle du projet.

11. Respecter tous les points de l'article intitulé « Uniformisation des systèmes de contrôle dans un ouvrage ». En d'autres termes, lorsque l'ouvrage visé par les travaux est équipé d'un autre système de gestion de bâtiment (contrôleurs numériques), l'entrepreneur en régulation automatique doit remplacer le produit existant dans cet ouvrage par le produit équivalent qu'il propose de fournir et d'installer conformément à l'article « Uniformisation des systèmes de contrôle dans un ouvrage ». À la fin des travaux, le nouveau système de gestion du bâtiment doit être entièrement construit avec les composantes d'un seul manufacturier.

1.3 Système de centralisation

1.3.1 Description du système de communication

1. La transmission des données s'organise en deux niveaux :
 1. Un réseau primaire Ethernet TCP/IP permet la communication à haute vitesse, il raccorde le gestionnaire de réseau (GR) ou le contrôleur hybride maître CNP-GR et la centrale de télégestion, assurant un transfert complet sans suture des informations entre toutes les composantes du système.
 2. Des réseaux secondaires « bus » de communications RS-485 MS/TP relient les contrôleurs d'application avancée (CNP-A), les contrôleurs d'application spécifique (CNP-S) et les contrôleurs numériques de tierces parties (systèmes d'entraînement à couple et fréquence variables, compteurs, chaudières, refroidisseurs, etc.) aux contrôleurs de communication et de gestion (GR) ou aux contrôleurs (CNP-GR).

1.3.2 Architecture de réseau primaire et secondaire

PORTÉE DES TRAVAUX

1. La fourniture et l'installation du réseau de communications primaire de type Ethernet TCP/IP, ainsi que les composantes actives (commutateurs – « switch »), les conduits et les câbles de cuivre.
2. Un commutateur principal est fourni et installé dans le panneau principal. Toutes les composantes utilisant la communication Ethernet doivent être reliées au réseau de la Ville via ce commutateur.
3. La longueur maximale des câbles de communication Ethernet est de 90 m. La longueur de tous les câbles entre le commutateur principal et un autre équipement est moins de 90 m. Advenant l'impossibilité de respecter cette distance, il faut prévoir un autre commutateur secondaire.

4. Lorsqu'il est requis d'installer des commutateurs secondaires, chaque commutateur doit être relié au commutateur principal. Lorsque la distance entre le commutateur secondaire et principal est supérieure à 90 m, il est permis de raccorder un commutateur secondaire à un autre plus proche situé à une distance inférieure à 90 m.
5. La fourniture et l'installation des réseaux de communications secondaires reliant les divers contrôleurs.
6. Les adresses IP disponibles dans un bâtiment donné sont implantées dans le contrôleur GR ou CNP-GR maître, dans les différents équipements, munies d'un port IP conforme au protocole *BACnet* et relié au réseau TCP/IP Ville.
7. Pour raccorder le GR ou le CNP-GR maître au réseau TCP/IP, il est requis une première (1^{re}) prise réseau dans le panneau du gestionnaire. Pour raccorder l'ordinateur sur table qui assure la communication avec le système de télégestion et permet de le commander, il est requis une deuxième (2^e) prise réseau.
8. Lorsque requis selon le projet, pour raccorder le panneau TL-250 qui assure la transmission des alarmes de détection d'ammoniac dans les installations frigorifiques d'arénas à la centrale, il est requis une troisième (3^e) prise réseau. Note : Le panneau TL-250 est fourni et installé par la Ville. Voir le plan normalisé intitulé «Système de régulation normalisé pour aréna» ainsi que les documents normalisés en lien avec les exigences demandées dans les arénas.
9. Lorsque deux TL-250 sont exigés dans un ouvrage afin de couvrir les communications avec deux centrales de surveillance, un TL-250 est requis pour les alarmes du réfrigérant R-717, tandis que l'autre l'est pour les alarmes incendie et intrusion. Il faut prévoir une quatrième (4^e) prise réseau. L'entrepreneur doit consulter le représentant de la Ville pour préciser l'emplacement des trois (3) prises réseau.
10. L'entrepreneur en régulation automatique doit consulter le représentant de la Ville pour établir la localisation des panneaux de contrôle, et il doit s'assurer du libre accès permanent à ces panneaux pour les employés d'entretien.
11. Implanter un ou plusieurs réseaux primaires de type *BACnet* Ethernet ou MSTP pour raccorder tous les contrôleurs (CNP) des systèmes principaux au gestionnaire de réseau (GR).
12. Raccorder tous les contrôleurs d'éléments terminaux (boîte VAV, thermopompe, ventilo-convecteur, chaudière, refroidisseur, monobloc dessicant, etc.) des systèmes principaux. Ils doivent être reliés au contrôleur des systèmes principaux par un réseau *BACnet* MSTP. Lorsque l'ouvrage est constitué de plus de trois (3) niveaux, prévoir un GR et un commutateur secondaire par niveau pour y raccorder les contrôleurs terminaux.
13. Réaliser la cartographie (Mapping) de tous les points, rendus disponibles par l'interface *BACnet* de chacun des systèmes, qui doivent être intégrés au système de télégestion. Ces points doivent apparaître dans l'arborescence du système de contrôle. Cette cartographie doit

nommer les points conformément à la liste du fabricant. Ladite liste doit être affichée sur le réseau soit en format pdf ou png et un bouton est disponible sur l'interface graphique pour la consulter.

14. Pour réaliser l'intégration des équipements de tierces parties tels que les variateurs de fréquence, chaudières, refroidisseurs, unités de ventilation, thermopompes, etc., l'intégrateur doit utiliser un réseau MS/TP différent et dédié pour chaque fournisseur d'équipement (soit une boucle MS/TP par fabricant). Il est important de noter que l'intégration par communication doit être utilisée seulement pour la supervision et non pas pour le contrôle (ex. : les commandes des arrêts-départs, des stages de chauffage, de refroidissement, les modulations, etc. doivent être réalisées par des points physiques).
15. Les composantes doivent être certifiées *BACnet* BTL.

1.3.3 Réseau de transmission de données primaire Ethernet TCP/IP

1. Les travaux requis pour le réseau de télécommunications du système de gestion centralisé doivent être effectués par un entrepreneur accrédité pour ce type d'installation.
2. L'entrepreneur en télécommunications doit être détenteur d'un certificat d'accréditation délivré par le fabricant de la quincaillerie, faisant l'objet des travaux de mise en service, pour certifier que l'installation finale soit conforme aux exigences du fabricant en termes de garantie. Une fois l'installation complétée, un rapport de vérification des essais doit être présenté selon les normes EIA/TIA applicables.
3. La sélection des équipements se fait selon la technologie des câbles de cuivre de catégorie 6 (standard EIA/TIA-568-B.2-1).
4. Sauf pour les points de branchement au commutateur (maximum de 3 m), les câbles sont sous conduit. Les normes et les recommandations d'installation des fabricants doivent être respectées.
5. Toutes les normes EIA/TIA applicables doivent être respectées.
6. Prise de télécommunications :
 - Prise de télécommunications de catégorie 6, de type modulaire, à déplacement d'isolant, qui s'adapte à des plaques de montage.
 - L'assignation des paires et des broches doit être de type T-568-B, comme illustré à la figure 11.1 de la norme CAN/CSA-T529-M91.
 - La prise de télécommunications doit avoir été approuvée par le ministère fédéral des Communications, selon la norme NH-03.
 - Catégorie 6, de couleur orange.

7. Plaque de montage et cache :

- Les plaques de montage doivent pouvoir recevoir un minimum de deux prises simples de télécommunications.
- Fournir des plaques de montage d'un seul type. La plaque de montage doit pouvoir s'installer dans une boîte électrique encastrée au mur et dans un monument de plancher.
- Avec plaque de montage.
- Utiliser des caches modulaires.

8. Commutateurs :

- Les commutateurs (« *switchs* ») assurent un fonctionnement de réseau à 1000 Mbps au minimum.
- Prévoir 10 % de ports libres à la fin des travaux. Arrondir à l'unité supérieure.
- Commutateur principal : installer dans le panneau de contrôle principal. De 8 à 24 ports selon l'application. De classe industrielle pour environnement difficile, haute température, sans ventilateur.
- Commutateur secondaire : installer dans les panneaux de contrôle secondaires. Les commutateurs doivent être de classe industrielle avec montage sur rail type DIN.

9. Câbles :

- Réseau principal : selon les distances et les besoins d'immunité aux bruits et aux interférences, la sélection des équipements se fait selon la technologie des câbles de cuivre de catégorie 6 (standard EIA/TIA-568-B.2-1). Voir spécifications à l'article « Câble (<50 volts) ».
- Réseaux secondaires : câble torsadé ou blindé, en conformité avec les instructions du fabricant des contrôleurs du bâtiment. Voir spécifications à l'article « Câble (<50 volts) ».

1.3.4 Raccordement au réseau TCP/IP Ville

1. Le réseau de contrôleurs numériques programmables de l'établissement doit être relié au réseau TCP/IP Ville.
2. Dans le cas où le réseau TCP/IP est disponible ou le sera dans l'établissement à l'adresse du chantier, l'installation doit être conforme à la Fig. 2.

1. Voici ce qui est requis localement au chantier :

Il s'agit de travaux nécessitant qu'un GR et des CNP soient raccordés au réseau TCP/IP Ville via un concentrateur fourni et installé dans ledit établissement, par TELUS/BELL.

Lorsqu'il y a d'autres appareils qu'il est requis de raccorder (ex. : refroidisseur, monobloc dessicant, chaudière, etc.), le port IP de l'appareil doit être raccordé sur un commutateur fourni par l'entrepreneur en régulation automatique.

3. Dans le cas où le réseau TCP/IP n'est pas disponible dans l'établissement à l'adresse du chantier, l'installation doit être conforme à la Fig. 3.

1. Voici ce qui est requis localement au chantier:

Il s'agit de travaux qui ne nécessitent qu'un GR et des CNP qui sont raccordés au réseau TCP/IP Ville, via un messenger sécurisé et un modem cellulaire.

Lorsqu'il y a d'autres appareils qu'il est requis de raccorder (ex. : refroidisseur, monobloc dessiccant, chaudière, etc.), le raccordement doit être fait sur un commutateur fourni par l'entrepreneur en régulation automatique. Ainsi, le commutateur est raccordé sur le messenger sécurisé.

4. Câble téléphonique BELL/TELUS : Le conduit et le câble débutent sur le contreplaqué BELL/TELUS) situé à l'entrée téléphonique de l'établissement et se terminent dans l'armoire de télégestion. La prise DATA peut parfois être située sur le contreplaqué BELL/TELUS à condition que l'entrepreneur démontre au représentant de la Ville qu'il est impossible de l'installer dans l'armoire de télégestion.

5. Adresses MAC et IP

1. L'adresse MAC de la carte réseau est formée d'une chaîne alphanumérique de 12 caractères en hexadécimale. L'adresse MAC doit être transmise au représentant de la Ville.
2. Une adresse IP doit être unique sur le réseau TCP/IP Ville et être formée d'une chaîne numérique de 4 champs de 3 caractères séparés par un point.
3. Pour le GR de la télégestion, l'adresse IP est déterminée par l'équipe de télégestion et TI de la Ville et implantée par l'entrepreneur en régulation automatique.
4. Pour toute autre adresse IP nécessaire, elle est déterminée par l'équipe de télécommunications et implantée par l'entrepreneur en régulation automatique.
5. L'entrepreneur en régulation automatique offre toute la coordination nécessaire avec le représentant des télécommunications du bâtiment pour l'attribution des adresses des composantes.
6. L'entrepreneur en régulation automatique fournit et installe le réseau de communication de type secondaire *BACnet* MS/TP incluant les conduits et les câbles.
7. L'entrepreneur en régulation automatique réalise l'identification de toutes les composantes, panneaux, conduits, conducteurs, sur les systèmes touchés par les travaux.

6. Processus de coordination et de réservation des adresses IP

1. Lorsqu'une adresse IP est requise pour un ouvrage donné, l'équipe de télécommunications de la Ville doit entamer le processus de réservation de cette adresse IP. Par conséquent, l'entrepreneur en régulation automatique a l'obligation de transmettre au représentant de la Ville l'adresse MAC du contrôleur maître (GR) ou (CNP-GR) dans les sept (7) jours suivant l'adjudication du contrat.
 2. À l'achèvement du processus de réservation de l'adresse IP, le représentant de la Ville transmet à l'entrepreneur en régulation automatique l'adresse IP incluant le masque et la passerelle.
 3. L'entrepreneur en régulation automatique procède à l'implantation de l'adresse IP dans le contrôleur maître.
- 7. Réseau de communication primaire dans l'ouvrage :**
- L'entrepreneur en régulation automatique a l'obligation de fournir une installation fonctionnelle incluant le réseau de communication primaire au moins trente (30) jours avant la réception provisoire du projet. Ceci inclut les éléments suivants :
1. L'installation des câbles de réseau informatique entre les équipements IP fournis par l'entrepreneur en régulation automatique et le concentrateur de TELUS/BELL.
 2. La fourniture et l'installation de deux (2) prises réseau :
 - a. Prise réseau n° 1 : installée dans le panneau de contrôle principal et réservée pour le contrôleur de régulation automatique.
 - b. Prise réseau n° 2 : pour l'utilisation du poste informatique portable, durant les interventions.
 3. Tests et essais :
 - a. En collaboration avec l'équipe de télégestion de la Ville, l'entrepreneur en régulation automatique teste la bonne connexion des contrôleurs et traite toute problématique de réseau de télégestion. Un compte-rendu des essais réalisés est transmis par l'équipe de télégestion.
 - b. L'entrepreneur en régulation automatique procède aux essais sur site et produit un compte-rendu d'essais et le rapport d'entrées/sorties pour approbation.
 - c. En collaboration avec l'équipe de télégestion de la Ville, l'entrepreneur procède ensuite aux essais d'intégration et à la mise en service des systèmes. La validation de la programmation est assurée par les professionnels avec la participation du représentant de la Ville.

8. Important : Avant de brancher les équipements de contrôle au réseau intranet de la Ville, en collaboration avec le représentant de la Ville et l'équipe de télégestion, l'entrepreneur en régulation automatique s'assure que les nouveaux équipements de contrôle peuvent fonctionner à distance sans générer de problèmes de communication au niveau du réseau de télégestion après l'ajout de ces nouveaux équipements.

1.3.5 Réseau de centralisation *BACnet* TCP/IP Ville de Montréal

1. L'entrepreneur doit consulter le schéma intitulé « Fig. 1, Réseau de Centralisation *BACnet* TCP/IP Ville de Montréal » afin de bien le connaître et de réaliser les tâches propres à chaque niveau d'intégration. La Fig. 1 est un schéma de l'ensemble du réseau de centralisation, faisant référence à d'autres schémas comportant des informations plus détaillées.
2. La Fig. 2 est un schéma qui s'applique dans le cas où le réseau TCP/IP Ville serait disponible dans l'établissement à l'adresse du chantier. Ledit schéma montre l'architecture du réseau que l'entrepreneur doit créer.
3. La Fig. 3 est un schéma qui s'applique dans le cas où le réseau TCP/IP Ville n'est pas et ne serait pas disponible dans l'établissement à l'adresse du chantier. Ledit schéma montre l'architecture du réseau que l'entrepreneur doit créer.

1.3.6 Réseau de centralisation *BACnet* TCP/IP de Montréal, FIG. 1

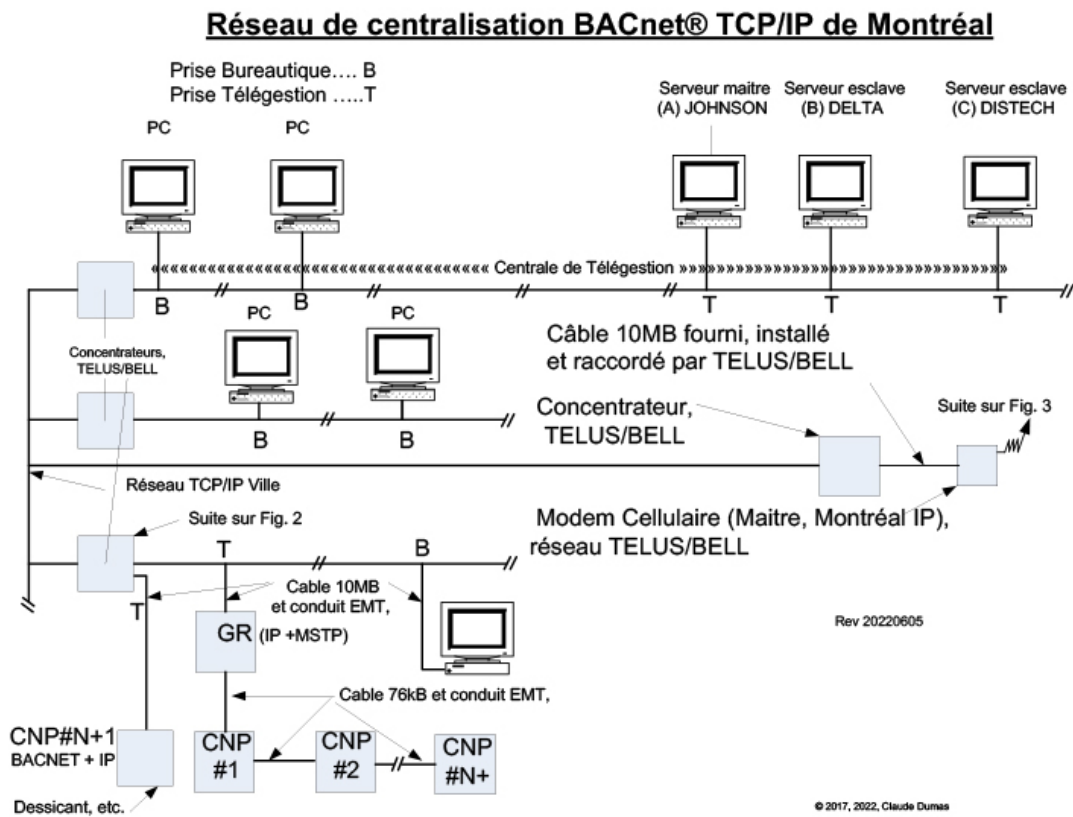


Fig-1-2-3-reseau_ville_TCP_IP20200605.vsd

Fig. 1

1.3.7 Installation dans un bâtiment où il existe un réseau, TCP/IP de Montréal, FIG. 2

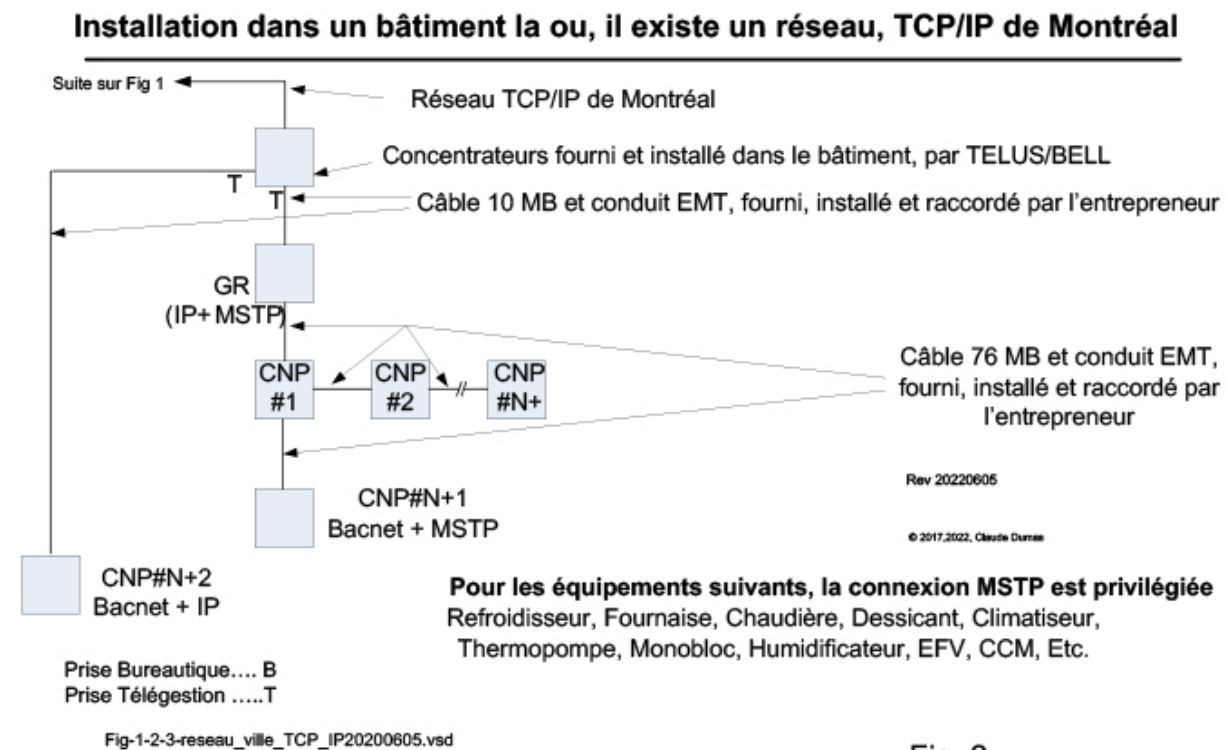


Fig. 2

1.3.8 Dans un bâtiment où il n'existe pas de réseau TCP/IP de Montréal, FIG. 3

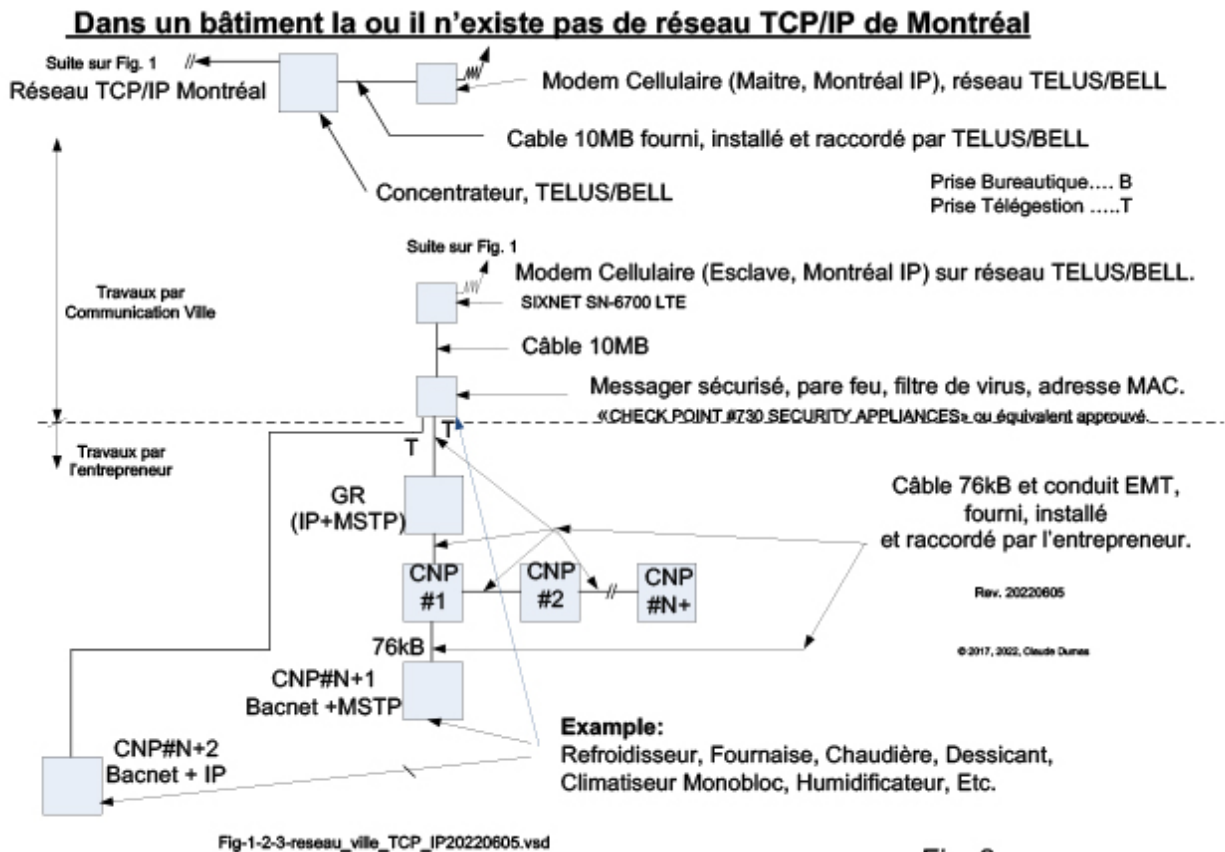
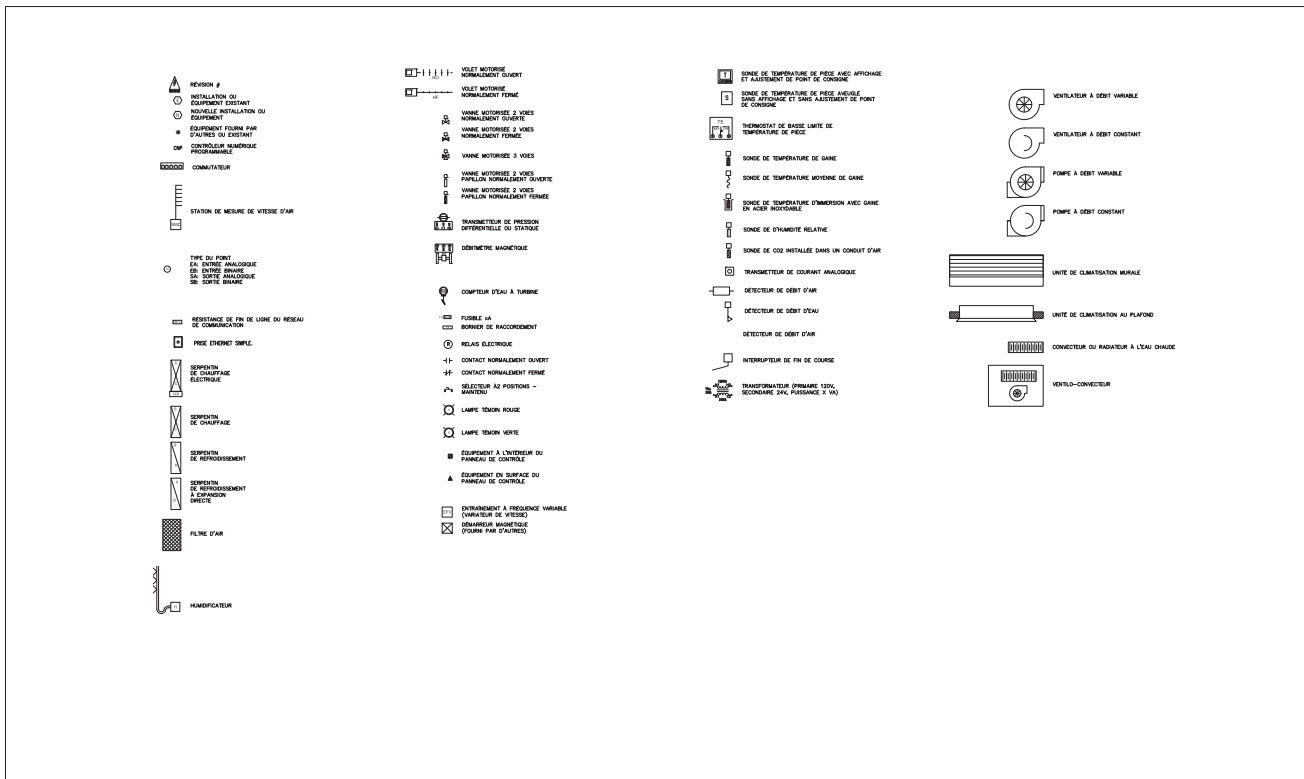


Fig. 3

Annexe 6.5

Montréal 

00	POUR NORMALISATION	04.11.11
No	RÉVISIONS DU PROJET APPLIQUÉES À CETTE FEUILLE	DATE

TYPE DU PROJET

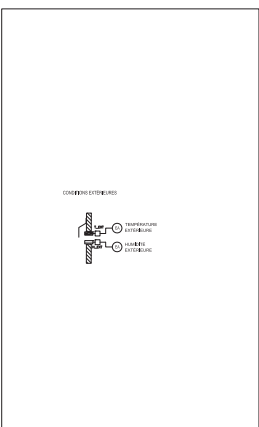
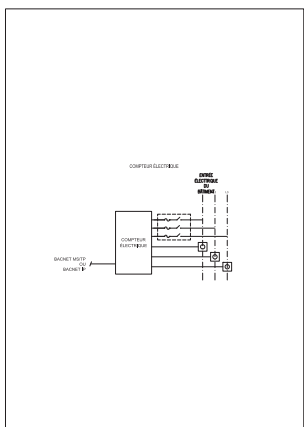
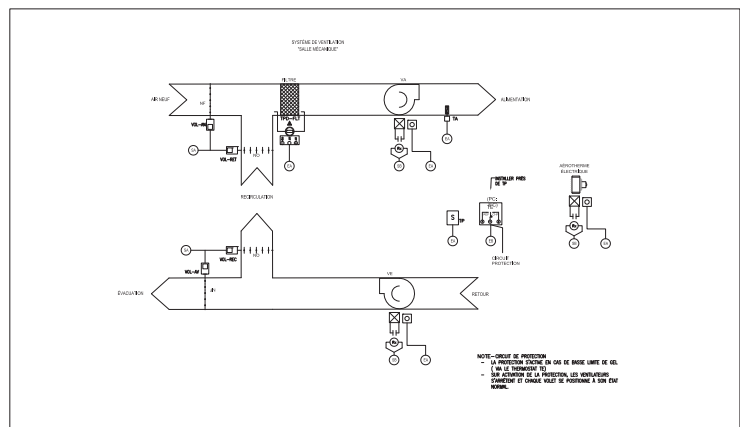
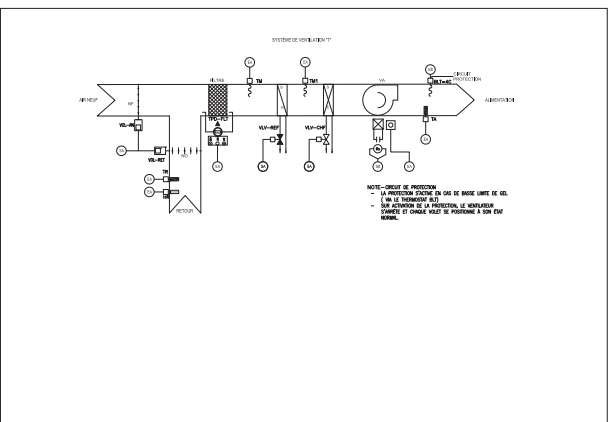
SYSTÈME DE RÉGULATION

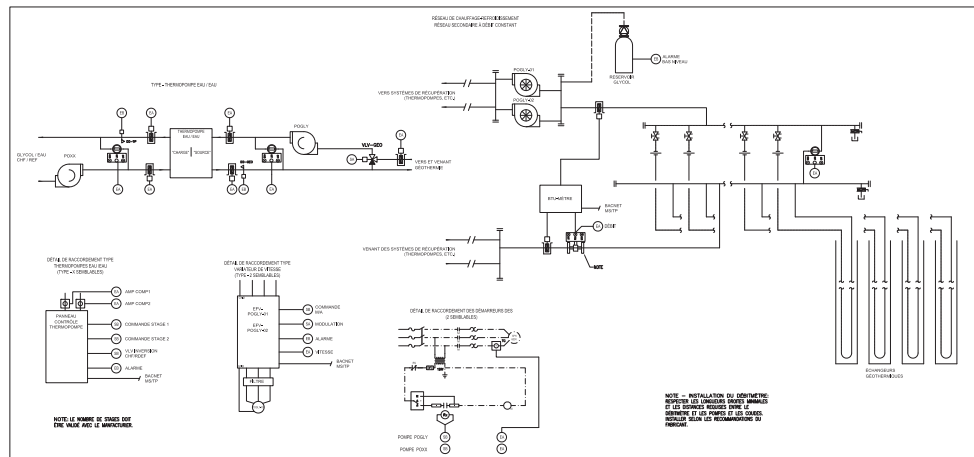
DIAGRAMMES TYPIQUES

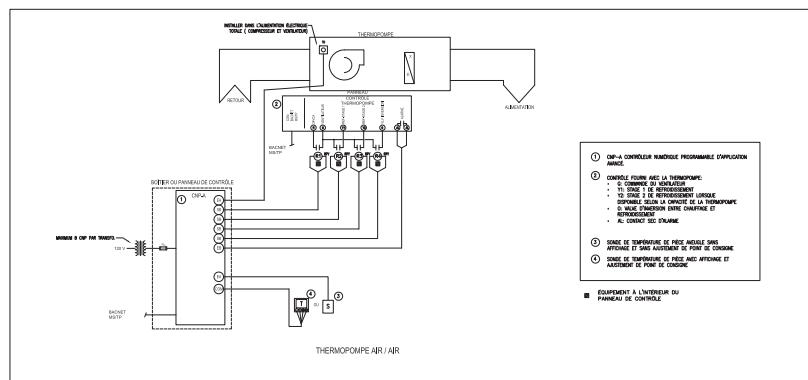
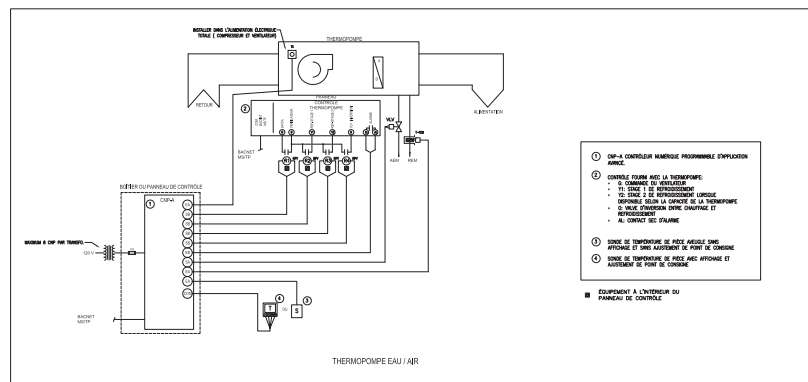
TRE DE LA FEUILLE
TÉLÉGESTION—RÉGULATION
LÉGENDE

	ED-ELLE
	AJOUTE
CONTRAT	DATE
JAMES BENCHOU	2024-11-11
REPLICATION	DATE
JAMES BENCHOU	0000
APPREHENSION	INVEST
JAMES BENCHOU	5/0
RECONSTRUCTION	CONTRAT
APPREHENSION	APPEL D'OFFRES

Montréal 	FEUILLE C-01 008







00	POUR NORMALISATION	34
N°	REVISIONS DU PROJET APPLICABLES A CETTE FEUILLE	34

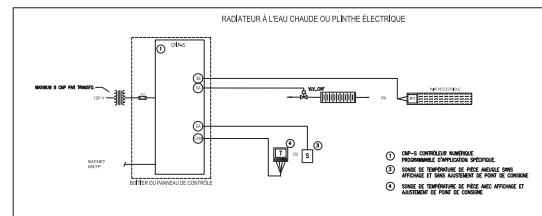
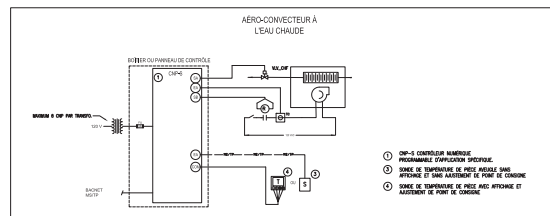
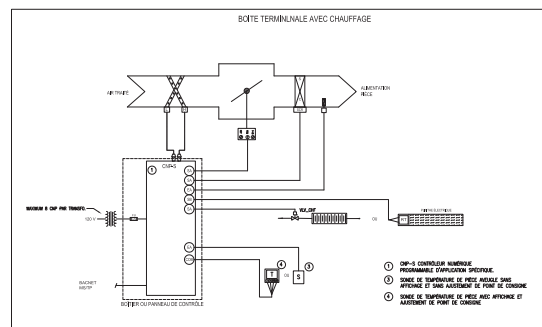
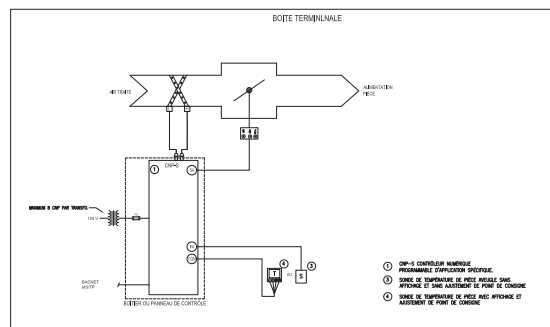
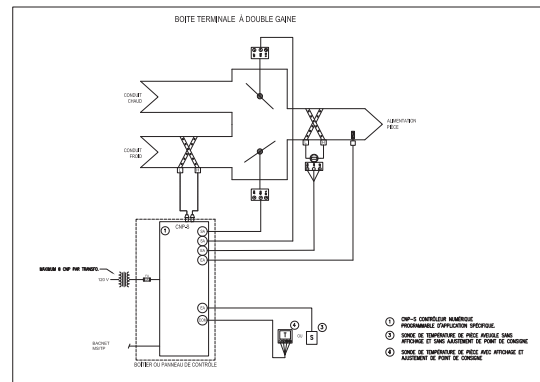
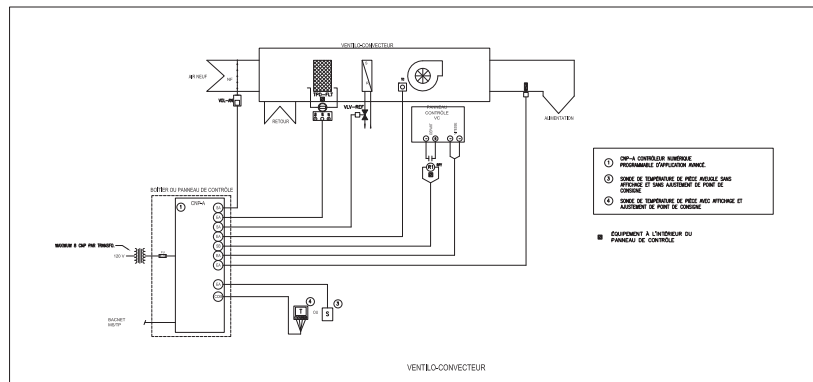


TITRE DU PROJET
SYSTÈME DE RÉGULATION
DIAGRAMMES TYPIQUES

TELEGESTION-RÉGULATION
CONTRÔLE DE PIÈCE
THERMOPOMPES

	EDHELLE
	ALICIA
NAME	2024-15
VERIFICATION	SATMET
NAME	0000
APPROPRIATION	ENDDAT
NAME	5/0
RESTONWARE	ENDDAT
APPROPRIATION	APPEL D'OFFRES

Montréal 	FOUJUE C-0 008



Montréal

PROJET
SYSTÈME DE RÉGULATION
DIAGRAMMES TYPÉES

PROJET
TELEGESTION - RÉGULATION
CONTRÔLE DE PIÈCE
CH / REF / TERMINAL

PROJET
SYSTÈME DE RÉGULATION
DIAGRAMMES TYPÉES

PROJET
TELEGESTION - RÉGULATION
CONTRÔLE DE PIÈCE
CH / REF / TERMINAL

PROJET
SYSTÈME DE RÉGULATION
DIAGRAMMES TYPÉES

PROJET
TELEGESTION - RÉGULATION
CONTRÔLE DE PIÈCE
CH / REF / TERMINAL

Annexe 6.6

1.1 Régulation - appareils de régulation

1.1.1 Alimentation à découpage (« *switching power supply* »)

1. Les alimentations régulées à découpage transforment une tension d'entrée AC en tension de sortie DC. Ces alimentations sont équipées de la technologie électronique à découpage qui permet d'obtenir des rendements très élevés dans des dimensions très réduites.
 1. Protections.
 2. Court-circuit.
 3. Surtensions.
 4. Surtensions d'entrée.
2. Signalisations :
 1. DEL signalant la tension trop faible.
 2. DEL signalant l'alimentation.
3. Caractéristiques selon l'emploi :
 1. tension assignée : 100 à 240 Vac;
 2. tension nominale de sortie : 12 Vdc ou 24 Vdc;
 3. fréquence de réseau : 60 Hz;
 4. réglage de la tension de sortie par potentiomètre frontal;
 5. rendement élevé jusqu'à 89 %;
 6. fixation sur profilé DIN 35 mm;
 7. terminaux de connexion à vis;
 8. boîtier modulaire en plastique;
 9. degré de protection des terminaux : IP20;
 10. Certification : cULus;
 11. Capacité de 1 à 20 A, selon les besoins. Fusibles de protection à l'entrée/sortie de la source de tension. La charge maximale raccordée ne doit pas être supérieure à 75 % de la capacité du bloc d'alimentation.

1.1.2 Armoire

1. Les armoires sont de construction modulaire, en acier peint, calibre 16, NEMA 1A (joint d'étanchéité autour du couvercle). Une serrure avec clef est requise pour chaque armoire. L'armoire doit être constituée de trois (3) parties (la base, la plaque de fixation, et le couvercle sur charnière, dont l'assemblage doit être homologué CSA).
2. Dans les salles de filtration de piscine, les armoires sont conformes à NEMA 4x.
3. Accessoires :
 1. bouton poussoir : de type momentané, normalement fermé (N.F.) ou ouvert (N.O.) selon l'application, étanchéité NEMA-4X, de 22 mm;
 2. lampe témoin : indicateur lumineux de type à diodes électroluminescentes (DEL), fonctionnant à 24 VA.C./D.C. ou 120 VA.C., étanchéité NEMA-4X, de 22 mm;
 3. sélecteur : sélecteur à deux (2) ou trois (3) positions, selon les indications aux dessins, étanchéité NEMA-4X, de 22 mm;
 4. disjoncteur : disjoncteur miniature pour montage sur rail DIN. Capacité en fonction de l'application;
 5. port Ethernet combiné avec une prise de courant simple : complet avec joint d'étanchéité et couvercle de protection, monté en façade du panneau.

1.1.3 Bague d'identification sur conducteur

1. La bague d'identification est en matière plastique, résistante à la chaleur et à l'huile. Elle doit être enfilée sur le conducteur au moment de la pose du conducteur. Seules les bagues en forme de «O» sont acceptées.

1.1.4 Boîte de sorties, de tirage et d'épissures

1. Sauf indication contraire, les boîtes de sorties, de tirage ou d'épissures sont de type octogonal ou carré de 100 mm, lorsqu'employées dans les murs ou les plafonds.
2. Les boîtes installées en surface sont de type FS de 43 mm de profondeur.
3. Les boîtiers en surface sont munis d'une serrure, d'une penture et d'une poignée. Ils sont de dimensions appropriées pour l'usage.
4. Installer des boîtes de tirage, en nombre suffisant, pour faciliter le tirage et le remplacement des câbles.
5. Placer les boîtes des appareils de contrôle à 1800 mm du plancher, à moins d'avis contraire.

1.1.5 Boîtier de contrôle secondaire

1. Boîtier en acier peint, calibre 16, avec couvercle et serrure avec clef, conforme à NEMA 1A, homologué CSA, lequel doit être muni d'une garniture d'étanchéité permettant une protection à l'épreuve de la poussière.
2. Dans les salles de filtration de piscine, les boîtiers de contrôle secondaire doivent être conformes à NEMA 4x.

1.1.6 Boîtier de contrôle pour les contrôleurs terminaux et locaux (contrôle de pièce)

1. Le boîtier doit être en acier galvanisé de calibre 22 avec couvercle et de dimensions suffisantes afin d'y installer le CNP-S ainsi que tous les accessoires qui s'y rattachent. Installer le boîtier sur un support rigide pour montage au mur, au plafond ou directement sur la boîte d'unité terminale.
2. Les contrôleurs numériques de type CNP-S ne peuvent en aucun cas être installés à l'extérieur des boîtiers de contrôle.
3. À l'intérieur du boîtier de commande, tous les fils doivent être raccordés aux blocs de jonction. Toutes les entrées/sorties des contrôleurs, ainsi que l'alimentation électrique et la communication, doivent aussi être raccordées aux blocs de jonction.
4. Une protection par fusible ou un disjoncteur adéquatement sélectionné est requis sur l'alimentation électrique du contrôleur.
5. Identifier le boîtier avec une plaque en ébonite blanche et lettrage noir.
6. À l'intérieur du boîtier, tous les accessoires doivent être identifiés au Dymo.
7. Identifier tout le câblage électrique aux deux extrémités.
8. Identifier tous les tubes pneumatiques avec code de couleur.

1.1.7 Borniers, cavalier et rail

1. Tous les borniers doivent être identifiés.
 1. Utiliser deux plaques de bout par rail.
2. Lorsque le bornier doit être installé sur le côté intérieur de l'armoire, le rail doit être vissé sur une courte section de profilé métallique, vissée à l'armoire, dans le but de créer un dégagement pour les fils.
3. Les borniers sont des blocs terminaux à vis et doivent être enfichables sur un rail de type DIN avec code de couleur, séparateurs pour les sources de tension ou voltage différents. Chaque bornier doit être identifié.

1.1.8 Câble (<50 volts)

1. Pour chaque paire de fils, le blindage doit être en Beldfoil aluminium-polyester incluant le conducteur 24 AWG de mise à la terre en cuivre multibrins étamé. L'ensemble du câble doit être blindé et recouvert d'une gaine en fils de cuivre étamés et tressés. La gaine extérieure doit être en chrome PVC ayant une capacitance n'excédant pas 12,5 pF/pi, 60 °F et homologuée UL 2493.
2. Pour les entrées binaires, utiliser des câbles SPP 2#18, torsadés, tandis que pour les entrées analogiques, utiliser des câbles TSP 2#18, torsadés.
3. Pour les sorties binaires, utiliser des câbles TSP 2#16 ou TSP 3#16, tandis que pour les sorties analogiques, utiliser des câbles TSP 2#18 ou 3#18, torsadés.
4. Pour les circuits de communication entre les contrôleurs ainsi qu'entre le contrôleur et le gestionnaire de réseau, utiliser des câbles 3#24, torsadés et blindés.
5. Le fil de drainage doit être raccordé à la terre au point de source tandis que l'autre extrémité doit être protégée contre les mises à la terre. L'utilisation des câbles multipaires est permise à condition que chaque paire soit torsadée et toronnée individuellement.
6. Tout le câblage doit être installé selon les règles de l'art et bien fixé à l'équipement.
7. Le câble doit être installé de manière à éviter tout contact avec une arrête vive pouvant l'endommager.
8. Dans chaque boîte, laisser suffisamment de longueurs de fil pour le raccordement. Cette longueur ne doit jamais être inférieure à 150 mm.
9. La gaine des câbles de contrôle 24 Vac ou 24 Vdc et moins doit être de couleur grise. Ces câbles doivent être utilisés pour le réseau MSTP, 2 conducteurs, blindés, ayant une faible capacitance, 24 Vac ou 24 Vdc et moins.
10. Câbles de transmission de données :
 1. câble de type non blindé, à quatre paires torsadées, de calibre 24 AWG et portant la désignation PCC de CSA;
 2. câble devant être de caractéristiques supérieures aux spécifications de la norme CAN/CSA T529 M91 (ETA/TIA568). Il doit être de catégorie 6, comme définie dans les bulletins techniques du comité EIATIA;
 3. câble étiqueté FT4 (CMR) et conforme à la norme CAN/CSA-C22.2.
11. Cordons de raccordement (« patch-cable ») en cuivre servant à interconnecter les équipements actifs (contrôleurs numériques, ordinateurs, portables, etc.) :
 1. les câbles de raccordement doivent avoir une longueur de 2,1 m;
 2. câbles de raccordement gris.
12. Les câbles utilisés pour les communications réseau doivent être de couleur orange.

1. Le produit doit être de type à faible capacitance, câbles pour ordinateurs et homologués FT4, conducteurs en cuivre multibrin (7 x 32) étamé et toronné.
2. Le produit doit être de type à faible capacitance (12,5 pF) avec feuillard d'aluminium et homologué FT4.

1.1.9 Câble (≥ 50 volts)

1. Sauf indication contraire, les câbles doivent être en cuivre torsadé de calibre tel que requis selon le Code de construction du Québec (CCQ), avec gaine de 900C, de type RW-90 et isolé pour une tension nominale de 600 V. Exemple d'application : longs trajets entre les armoires et les borniers.
2. Les câbles des circuits de contrôle portant un courant de faible intensité (2 A à 3 A) doivent être de calibre tel que dicté par le CCQ. Utiliser le fil de cuivre torsadé, de type TEW. Exemple d'application : câbles à l'intérieur des armoires.
3. Les câbles des circuits de communication ou de contrôle de faible tension (en bas de 70 V) ne sont pas soumis aux exigences des paragraphes précédents, mais choisis selon leur application.
4. Dans chaque boîte, laisser suffisamment de longueurs de fil pour le raccordement. Cette longueur ne doit jamais être inférieure à 150 mm.
5. Réaliser les épissures soigneusement et solidement avec des connecteurs démontables. L'usage de connecteurs non démontables n'est pas permis.

1.1.10 Capteur d'humidité, ou combiné humidité/température – conduit (gaine de ventilation)

1. Le capteur d'humidité doit permettre la lecture précise et stable du pourcentage d'humidité relative à l'intérieur d'un conduit de ventilation ou dans une pièce. Le capteur doit répondre aux changements d'humidité relative dans un délai maximal de 15 secondes.
2. Les capteurs pour conduits doivent être installés de manière à éviter que de l'eau ne pénètre à l'intérieur du boîtier. Ils doivent être installés verticalement avec la sonde vers le bas ou horizontalement.
3. Caractéristiques :
 1. plage de température d'opération – conduit : -40°C à 70°C (-40°F à 158°F);
 2. lecture d'humidité relative : 0 à 100 % RH;
 3. précision de lecture d'humidité relative requise : $\pm 2\%$;
 4. précision de lecture de température requise : $\pm 0,2^{\circ}\text{C}$;
 5. sortie : 0-10 Vdc et 4-20 mA lorsque la sonde est située à une distance supérieure à 25 m du CNP;
 6. boîtier : conforme à l'application.

1.1.11 Capteur d'humidité et température extérieures

1. Le capteur d'humidité doit permettre la lecture précise et stable du pourcentage d'humidité relative à l'extérieur. Le capteur doit répondre aux changements d'humidité dans un délai maximal de 15 secondes. Le capteur doit être installé sur un mur ou surface extérieure non exposé aux rayonnements du soleil et doit être résistant aux intempéries. Prévoir une installation sur mât, fixé au bâtiment, permettant d'éloigner la sonde des sources de chaleur radiante. Toutes les composantes doivent être anticorrosion. Complet avec protection météorologique. Le capteur de température/humidité extérieure doit être raccordé au contrôleur du réseau de chauffage. Le capteur d'humidité et la sonde de température doivent être séparés de façon à permettre le remplacement d'une sonde (température ou humidité) en cas de défaillance de l'autre sonde (température ou humidité).
2. Performances :
 1. plage de température d'opération : -40 °C à 70 °C (-40 °F à 158 °F);
 2. lecture d'humidité relative : 0 à 100 % RH;
 3. temps de réponse : 15 secondes;
 4. précision de lecture d'humidité relative requise : $\pm 2\%$;
 5. précision de lecture de température requise : $\pm 0,2\text{ °C}$;
 6. sortie : 4 à 20 mA;
 7. boîtier : ABS.

1.1.12 Conduit

1. À moins d'avis contraire, les conduits EMT sont en acier galvanisé. Les extrémités des conduits doivent être alésées pour enlever les bavures de métal.
2. L'utilisation de conduits en PVC homologué FT-4 est acceptable lorsque permise par le code électrique et par le représentant de la Ville. S'ils risquent d'être endommagés, des conduits métalliques EMT doivent obligatoirement être installés.
3. Dans les salles de filtration de piscine/pataugeoire, l'utilisation de conduits en PVC homologué FT-4 est obligatoire.
4. Les installations qui utilisent des conduits en PVC doivent être munies de joints de dilatation.
5. Les conduits EMT peuvent être installés dans un milieu non humide, en surface ou dans des plafonds suspendus.
6. Vérifier la continuité de la mise à la terre et faire accepter celle-ci par le représentant de la Ville.
7. Utiliser des conduits flexibles et étanches (« *sealtight* ») d'une longueur minimale de 500 mm (maximale 1000 mm) étanches et recouverts de PVC pour exécuter le raccord à un instrument de commande, à un moteur, etc.

8. Les conduits de type « BX » ne sont pas acceptés.
9. Sauf indication contraire, les conduits ont les diamètres exigés par le Code de construction du Québec (CCQ).
10. Les dessins de conduits sont schématiques et représentés de manière à donner une idée la plus juste possible de l'installation projetée. L'emplacement final des conduits doit être approuvé par le représentant de la Ville tout en tenant compte des exigences du CCQ.
11. De façon générale, les conduits sont dissimulés dans les planchers, les plafonds ou les murs. Dans les murs, ils sont installés verticalement, horizontalement si impossible de faire autrement, mais jamais diagonalement. Partout où il y a danger d'infiltration, ils sont inclinés d'une faible pente pour des fins de drainage.
12. Dans le cas d'un local technique (salle de machine et salle de contrôle) pour un aréna, les conduits peuvent aussi être installés en surface des murs et du plafond.
13. Dans le cas d'une salle de mécanique, les conduits peuvent aussi être installés en surface des murs et du plafond.
14. Dans le cas d'un espace commun, les conduits doivent être encastrés.
15. Dans le cas d'un corridor, les obstacles situés à moins de 1980 mm et à plus de 680 mm au-dessus du plancher ne peuvent pas empiéter de plus de 100 mm horizontalement.
16. Aucun conduit ne peut traverser un mur fini et se raccorder à un équipement de contrôle sans l'usage d'une sortie murale appropriée, tel que décrit au code électrique.
17. Dans un cas de force majeure et là où il est absolument impossible de cacher les conduits dans un mur, il est requis d'obtenir, par écrit, une dérogation du représentant de la Ville pour :
 1. permettre l'installation de conduits en surface en ayant recours à des moulures;
 2. incorporer les conduits dans une dalle d'au moins 50 mm et plus de béton en utilisant des raccords d'expansion en quantité suffisante, tel que recommandé par le manufacturier et le CCQ.
18. Au besoin, utiliser des pièces de fixation métalliques pour y soutenir et y fixer les conduits avec ou sans tiges filetées. L'emploi de bandes perforées n'est pas permis.
19. Les conduits sont installés parallèlement aux lignes du bâtiment. Ils sont attachés solidement en surface à l'aide d'attaches espacées d'au maximum 75 cm de façon à prévenir tout déplacement. Aucun conduit ne doit être attaché à des conduits de ventilation ou autres accessoires à moins d'une autorisation du représentant de la Ville.
20. Les conduits sont installés à une distance minimale de 150 mm de toute source de chaleur.
21. Durant les travaux de construction, en attente d'être raccordés, les conduits sont obstrués et rendus étanches.

1.1.13 Témoin de débit à palette – (liquide)

Caractéristiques : Voir aussi : TÉMOIN DE PRESSION DIFFÉRENTIELLE – EAU

1. usage : mesurer la présence ou l'absence de débit pour l'eau, l'éthylène glycol ou autres fluides non inflammables et non corrosifs;
2. contact : de type SPDT;
3. palette : en acier inoxydable. Ne pas installer deux palettes d'épaisseur;
4. ajustable : selon le débit circulé et la dimension de la tuyauterie;
5. boîtier certifié : CSA, NEMA 3R;
6. courant nominal : 16 A sous 120 V;
7. pression maximale du liquide : 160 psi;
8. plage de températures ambiantes : de -29 °C (-20 °F) à 121 °C (250 °F);
9. le témoin de débit doit être de construction étanche à la vapeur d'eau, pour usage sur des tuyaux d'eau glacée.

1.1.14 Témoin de débit électronique – (liquide, gaz, saumure, glycol)

1. usage : mesurer la présence ou l'absence de débit. Conçue pour service dans l'air, le gaz, les hydrocarbures, l'eau, l'éthylène glycol, la saumure ou autres fluides;
2. principe de fonctionnement : dispersion thermique;
3. raccord pour le câble de communication : raccord vissé ¾ pouces MNPT, adapté pour câble PVC (200 °F);
4. raccord au procédé : au moyen d'une bride 1 pouces Ø à face surélevée, inox 316L;
5. pression de conception : 150 lb/po²;
6. sonde longueur d'insertion : 1,8 pouces standard ou 1,2 pouces (option) ou tel que spécifié;
7. sonde fabriquée en inox 316L, ou spéciale en titane;
8. alimentation disponible : 117 Vac, 12 Vdc, 24 Vac, 24 Vdc ou 200-240 Vac;
9. plage de température : de -46 °C (-50 °F) à 65 °C (150 °F);
10. électronique locale;
11. contact : de type relais SPDT 3A;
12. Boîtier en inox 316L certifié : UL/CSA, NEMA 4X, de construction étanche à la vapeur d'eau, pour usage sur des tuyaux d'eau glacée ou sur un réseau de saumure.

1.1.15 Interface homme-machine de type-écran tactile (HMI)

1. Le contrôleur afficheur est une interface à écran tactile, couleur, haute résolution, communiquant avec les contrôleurs sur un réseau local. Il permet de visualiser des graphiques et peut être personnalisé pour une application donnée. Il permet notamment de surveiller en temps réel certains points de contrôle. L'appareil doit être muni d'un port de communication réseau *BACnet*, d'une source de courant 24 Vac/13VA, d'un câble réseau de 12 pieds et d'une mémoire vive minimale de 256 Mb. Le contrôleur afficheur doit être alimenté 24 Vac via le contrôleur numérique le plus près. L'entrepreneur doit fournir la clef qui est requise pour activer le lien *BACnet* du contrôleur afficheur.
2. L'information accessible sur ledit contrôleur afficheur doit être disponible, en lecture seulement, pour tout employé du bâtiment qui ouvre le panneau et touche l'écran.
3. Le contrôleur afficheur doit être installé à l'intérieur ou en surface d'un boîtier défini à l'article « BOÎTIER DE CONTRÔLE SECONDAIRE ».
4. Caractéristiques minimales requises : Écran de 175 mm (7 pouces), résolution de l'écran 800*480, 262 144 couleurs. Logiciel graphique intégré.

1.1.16 Détecteur de niveau en un point

1. Le détecteur de niveau transmet un signal lorsque le niveau d'eau ou du liquide mesuré est sous le niveau minimal accepté.
2. Le détecteur de niveau en un point est utilisé pour tout liquide possédant les caractéristiques suivantes :
 1. température de procédé : -50 °C à 150 °C ;
 2. pression : jusqu'à 64 bar;
 3. viscosité : jusqu'à 10000 mm²/s;
 4. densité : 0,5 g/cm³ ou 0,7 g/cm³ ou autre.
3. La fonction du détecteur ne doit pas être affectée par le débit, les bulles, la mousse, la vibration ni l'accumulation de dépôts.

1.1.16.1 Gyrophare/Criard

1. Le gyrophare est utilisé dans le cas où un avertissement visuel ou sonore est requis.
2. Caractéristiques :
 1. application : intérieur ou extérieur;
 2. base de montage - matériel : zinc;
 3. bague de serrage : acier inoxydable;

4. imperméable dans les limites de température : -34,4 °C à 47,8 °C (-30 °F à 118 °F);
5. plage d'opération : -35 °C à 66 °C (-30 °F à 150 °F);
6. lentille à l'épreuve du bris;
7. alimentation : 120 Vac;
8. consommation : 40 W;
9. couleur disponible : bleu, rouge ou ambre;
10. indicateur : lumière clignotant (1 clignotant par seconde);
11. alarme : activée ou désactivée, au besoin (72 dBA à 3 mètres);
12. homologation : CSA.

1.1.17 Transmetteur de niveau pour les piscines

1. Transmetteur de niveau à radar, résistant aux intempéries extérieures.
2. Plage de mesure – Distance : 15 m.
3. Plage de mesure – Pression : 1-3 bar.
4. Température ambiante : -40 à 60 °C.
5. Précision de mesure : ± 5 mm.
6. Sortie : 4 à 20 mA.
7. Gamme de fréquence : 80 GHz.
8. Protection : Nema 4X.

1.1.18 Moniteur de gaz CO

1. Le moniteur est conçu pour détecter avec exactitude la présence de monoxyde de carbone dans la pièce ou dans les systèmes de ventilation et transmettre l'information à un contrôleur numérique.
2. Caractéristiques :
 1. boîtier : polycarbonate;
 2. type de sonde : électrochimique;
 3. plage de détection : 0 à 250 ppm;
 4. résolution : 1 ppm;
 5. précision : $\pm 3\%$ à 25 °C;
 6. Plage de température d'opération : -20 °C à 50 °C (-4 °F à 122 °F);
 7. signal de sortie : 0-10 Vdc;

8. utilisation : montage mural ou sur conduit;
9. certification : CSA.

1.1.19 Transmetteur de conduit ou de pièce – CO₂

1. Le transmetteur et la sonde CO₂ sont conçus pour détecter avec exactitude la présence de dioxyde de carbone dans les systèmes de ventilation ou dans la pièce et transmettre l'information à un contrôleur numérique.
2. Caractéristiques :
 1. plage de détection : 0 à 2000 ppm;
 2. précision : ± 100 ppm + 3 % en lecture;
 3. plage de température d'opération : 0 °C à 40 °C (32 °F à 100 °F);
 4. plage d'opération d'humidité : 0-95 % RH, sans condensation;
 5. signal de sortie : 0-10 Vdc;
 6. garantie : 5 ans.

1.1.20 Protection contre le survolage

1. Prévoir l'installation de mécanismes de protection contre les pointes de voltage pour protéger les dispositifs électroniques à partir d'éléments de commutation ou de surtension induite par la foudre. Ces mécanismes sont connus sous le nom de « *Metal Oxyde Varistor (MOV)* ». Ces dispositifs doivent être certifiés UL et CSA.

1.1.21 Puits thermométrique

1. Les puits thermométriques doivent être en laiton/cuivre pour utilisation régulière et en acier inoxydable du type 304 pour immersion dans les fluides corrosifs, dans la vapeur, dans la saumure, dans l'huile de compresseur ou dans l'eau chaude (température >121 °C). La longueur d'immersion doit être conforme à l'usage ou telle que spécifiée sur les plans. Le puits thermométrique a un diamètre nominal de 13 mm (½ po), 19 mm (¾ po) ou 25 mm (1 po) en fonction de son lieu d'installation et un diamètre intérieur suffisamment grand pour y loger le dispositif de contrôle.
2. Enduire la sonde de température d'une pâte conductrice avant de l'insérer dans un puits.

1.1.22 Interrupteur de niveau à flotteur

1. L'interrupteur de niveau permet de détecter le niveau à l'aide d'un interrupteur mécanique dans un boîtier en plastique, suspendu librement au bout d'un câble à la hauteur désirée. Lorsque le liquide atteint le régulateur de niveau, le boîtier bascule et l'interrupteur mécanique ferme (ou ouvre) le circuit permettant de démarrer ou d'arrêter une pompe ou d'activer une alarme.

2. L'interrupteur de niveau doit posséder les caractéristiques suivantes :
 1. température du liquide : 0 °C min. et 60 °C max.;
 2. densité du liquide : 0,65 g/cm³ min. et 1,5 g/cm³ max.;
 3. certifié CSA;
 4. enveloppe : polypropylène;
 5. manchon de délestage : caoutchouc EPDM;
 6. câble : composé PVC spécial;
 7. aucune adhérence de dépôts ni d'impuretés sur l'enveloppe.
3. Advenant le raccordement sur le système d'alarme intrusion ou sur la télégestion, suivre le protocole de raccordement du centre d'analyse et de soutien.

1.1.23 Transmetteur de courant

1. Le transmetteur de courant est ajustable en fonction du courant du moteur afin de surveiller l'ampérage de celui-ci. Cette surveillance permet notamment au CNP de détecter la défectuosité d'une courroie ou une panne de moteur.
2. Performances :
 1. transducteur de courant avec signal de sortie analogique fonctionnant sur 2 fils;
 2. gamme de courant ajustable : 0 à 200 A ou plus selon l'application;
 3. isolation : 600 V A.C. RMS;
 4. précision : $\pm 2\%$ sur toutes les gammes;
 5. température : -15 à 60 °C (5 à 140 °F);
 6. humidité : 10 à 90 % sans condensation;
 7. signal de sortie : 0 à 5 Vcc ou 4 à 20 mA lorsque la distance entre le transmetteur et le contrôleur numérique est supérieure à 25 m;
 8. version avec cavalier de sélection de gammes de courant seulement. Les modèles avec potentiomètre sont prohibés.

1.1.24 Relai enfichable

1. Les relais et leur base enfichable sont montés sur rail DIN.
2. Selon les applications, les relais sont :
 1. conçus spécifiquement pour 24 Vac ou 120 Vac, ou 12 Vdc;

2. munis spécifiquement d'un nombre de pôles et d'un nombre de directions appropriées à l'usage (ex. : SPDT « *Single Pole Double Throw*» DPDT « *Double Pole Double Throw*», 3PDT « *3 Pole Double Throw*», etc.);
 3. avec contacts en alliage d'argent et de nickel, avec indicateur lumineux, bouton d'essais automaintenu;
 4. dans les applications de commutation, utiliser des contacteurs de capacité suffisante;
 5. munis d'un boîtier anti-poussière;
 6. munis d'une base enfichable à huit (8) ou onze (11) broches.
3. Pour une sortie universelle d'un contrôleur numérique, prévoir un relai servant uniquement à interfacer directement cette sortie. Le relai d'interface ne peut servir à des applications de commutation directe et doit tolérer une charge de 6A minimum.

1.1.25 Relai électronique (SSR)

1. Relai SSR de type « *Solid State Relay*», conçu pour des applications nécessitant un grand nombre de cycles de charge. La capacité est de 50 % supérieure à la charge raccordée.
2. Complet avec dissipateur de chaleur (« *heat sink*»). Longévité supérieure à 1 000 000 000 d'opérations. Nombre de pôles selon la charge contrôlée.
3. Température d'opération : -20 à 45 °C.
4. Tension d'alimentation et de sortie : 48 à 600 Vca.
5. Entrées :
 1. tension de contrôle : 3-32 Vcc, 24 Vcc et 24 Vca;
 2. isolation : 4 000 Vrms entre l'entrée et la sortie. 1 500 Vrms entre l'entrée et la mise à la terre;
 3. fréquence : 47 à 63 Hz;
 4. temps d'ouverture : < 10 m secs;
 5. temps de fermeture : < 10 m secs.
6. Courant nominal : 10 à 750 A selon la charge.

1.1.26 Thermostats électriques de détection de basse ou haute température

1. Dans les gaines de ventilation de grandes dimensions dont le diamètre est supérieur à 350 mm :

1. Il doit réagir lorsque la température devient inférieure à son point de consigne, n'importe où le long de son bulbe. Prévoir un nombre suffisant de détecteurs pour protéger adéquatement les pièces d'équipements pouvant être endommagées par le gel. Protéger le bulbe capillaire lorsqu'il traverse une paroi métallique. Prévoir tous les accessoires de fixation du capillaire.
2. Le nombre de contournements doit être limité à un maximum de 3 détections, lorsqu'il est requis de contourner le thermostat dans les systèmes à 100 % d'air neuf. Un circuit électrique et un bouton poussoir doivent être prévus pour redémarrer le système à la suite de trois (3) détections de gel ou lorsqu'une remise en service manuelle est requise.
3. La sécurité basse température doit posséder les caractéristiques suivantes :
 1. courant nominal maximal : 16 A sous 120 V ou 8 A sous 240 V en pleine charge;
 2. tube capillaire de 6 m de longueur;
 3. mécanisme de remise en service automatique;
 4. plage de température : de 1,7 °C à 15,5 °C;
 5. contact SPDT, ouverture sur basse température.
2. Dans les gaines de ventilation de petites dimensions dont le diamètre est inférieur à 350 mm ou dans les tuyauteries d'eau :
 1. Le contact unipolaire à deux (2) directions doit opérer lorsque la température devient supérieure ou inférieure à son point de consigne. Protéger le bulbe capillaire lorsqu'il traverse une paroi métallique. Prévoir tous les accessoires de fixation.
 2. Le nombre de contournements doit être limité à un maximum de trois (3) détections, lorsqu'il est requis de contourner le thermostat dans les systèmes à 100 % d'air neuf. Un circuit électrique et un bouton poussoir doivent être prévus pour redémarrer le système à la suite de trois (3) détections de gel ou lorsqu'une remise en service manuelle est requise.
 3. Choisir la gamme d'opérations selon l'application. De façon générale, le thermostat protège contre le gel pour les systèmes de ventilation et contre le gel ou la haute température pour les réseaux d'eau.
 4. Prévoir une gaine d'immersion indépendante en acier inoxydable permettant de retirer le bulbe sans vider la tuyauterie, lorsque le thermostat est installé dans la tuyauterie. Remettre cette gaine à l'entrepreneur responsable de la plomberie ou chauffage/ refroidissement afin qu'il puisse en faire l'installation là où indiqué au plan de mécanique.
 5. caractéristiques selon application (refroidissement ou chauffage) :
 1. montage disponible : conduit, immersion ou extérieur selon l'application;
 2. réarmement : automatique;
 3. stage : simple ou double;

4. capillaire : simple, double ou de type « retour d'air »;
5. matériel – capillaire : cuivre;
6. plage de fonctionnement : -40 °C à 49 °C ou 38 °C à 127 °C, selon l'application;
7. longueur et dimension du capillaire : variable selon l'application.

1.1.27 Servomoteur électrique pour registres de ventilation

1. Caractéristiques

1. Servomoteur électrique à puissance constante et vitesse constante.
 2. La sélection du type et du nombre de servomoteurs doit être faite de façon à obtenir une puissance supérieure à la puissance théorique requise :
 1. 50 % pour les volets des systèmes de ventilation;
 2. 20 % pour les unités terminales.
 3. Alimentation électrique : 24 Vac, 24 Vdc, 120 Vac, 240 Vac ou à voltage universel 24 à 240 Vac.
 4. Coupleur de type à bride en « U » et double boulon de serrage 8 ou 10 mm.
 5. Ressort de rappel mécanique avec durée de vie minimale de 60 000 cycles.
 6. Le servomoteur peut être choisi à 2 positions ou modulant, selon l'application, complet avec ressort de rappel à la position normale, à moins d'avis contraire. Avec un signal 0-10Vcc de « *feedback* », indiquant la position du volet.
 7. Boîtier de série disponible étanche type NEMA 1, 2, 4 ou 4X, le tout selon l'application et les conditions environnementales. Par exemple :
 1. Nema 1 : usage général;
 2. Nema 2 : usage intérieur. Protection contre la pénétration de l'eau (gouttes et éclaboussures);
 3. Nema 4 : usage extérieur;
 4. Nema 4X : salle de filtration d'une piscine.
 8. Composantes garanties pendant 5 ans.
 9. Câblage de raccordement de 3 pieds à double isolation.
 10. Protection thermique interne et capacité d'arrêter son moteur interne au bout de sa course.
- ### 2. Servomoteurs de volets spéciaux pour les applications de feu-fumée
1. Pour les systèmes ayant besoin d'une ouverture ou d'une fermeture rapide, les moteurs de volets doivent être à action rapide (< 15 secondes), de type « *fire and smoke* ».

3. Lorsque le servomoteur est installé à l'extérieur
 1. Il doit être installé dans un boîtier NEMA-4X et accompagné d'un élément chauffant.

1.1.28 Sonde de pression différentielle (SPD)

1. La sonde de pression différentielle permet la mesure et le contrôle de la pression différentielle entre deux pièces ou entre une pièce et l'extérieur. Elle doit permettre une lecture précise de la différence de pression (positive ou négative).
2. Dans un local de grande hauteur, la sonde est installée le plus haut possible tout en étant facilement accessible pour sa calibration, sa lecture et son entretien, étant donné la variation de pression importante. Une installation permanente d'accès peut être requise.
3. Caractéristiques
 1. Raccord : en laiton;
 2. Voltage d'alimentation : 24 Vac;
 3. Courant d'alimentation maximum : 60 mA;
 4. Choix de sorties : 0-10 Vdc;
 5. Plage d'opération : 0 °C à 60 °C (32 °F à 140 °F), 0 à 90 % d'humidité relative, pour air sec ou gaz inerte;
 6. Ajustement du zéro : bouton poussoir ou entrée binaire;
 7. Mode : unidirectionnel (par défaut) ou bidirectionnel, sélection par cavalier;
 8. Précision : $\pm 1\%$ pleine échelle;
 9. Effet de la température : 0,05 % par 1,0 °C ;
 10. Afficheur de type LCD.
4. Au besoin, la sonde de pression différentielle est protégée dans un boîtier de protection possédant les caractéristiques suivantes :
 1. niveau de protection : approprié selon l'application;
 2. boîtier muni de débouchures et de multiples options de montage;
 3. couvercle : transparent avec une hauteur suffisante de 90 mm (3,54 po), 111 mm (4,37 po) ou 165 mm (6,50 po);
 4. matériel : polystyrène ou polycarbonate selon les plages de température suivantes :
 1. polystyrène : -40 °C à 70 °C (-40 °F à 158 °F);
 2. polycarbonate : -35 °C à 120 °C (-31 °F à 248 °F).
 5. joint d'étanchéité : polyuréthane.

5. La sonde de pression différentielle doit pouvoir être facilement calibrée sans devoir procéder à son démontage.
6. Dans le cas d'une sonde mesurant le différentiel de pression entre l'intérieur de l'édifice et l'extérieur, une prise de lecture extérieure, à l'abri des intempéries, des vents et des zones de turbulence, est requise. Le garde contre les intempéries doit être à l'épreuve de la corrosion. Une fois installé, le garde ne doit présenter qu'une seule ouverture à sa base inférieure. Prévoir l'utilisation de manchons et de conduits, non conducteurs, permettant le passage aisé des tubes. Le pourtour est isolé des manchons sur toute leur longueur et rendu étanche du côté extérieur. De la même façon, le pourtour est isolé du tube permanent pour éviter les infiltrations. Installer un bouchon isolé, amovible c/a chaînette, côté intérieur sur le puits dédié uniquement à l'outil de calibration.

1.1.29 Sonde de température – caractéristiques générales

1. La sonde de température permet la lecture précise d'une température, soit à l'intérieur, à l'extérieur, dans des conduits d'air, d'eau, etc.
2. La sonde est construite avec thermistance (NTC) dont la résistance peut varier en fonction du modèle, de la marque et du contrôleur numérique auquel elle est rattachée.
3. Boîtier de la sonde conforme à l'application et au lieu d'installation.
4. Plage de température de -40 à 100 °C, précision de $\pm 0,2$ °C et coefficient de résistance/température standard.

1.1.30 Sonde de température à insertion dans un conduit d'air

1. Sonde conforme à l'article « Sonde de température – caractéristiques générales ».
2. Bulbe de la sonde installé au centre du conduit. Élément d'une longueur allant jusqu'à 18 pouces selon la dimension du conduit.

1.1.31 Sonde de température de mélange – conduits de grandes dimensions – air

1. Dans une section de mélange d'air ou dans les conduits de grandes dimensions dont le diamètre est supérieur à 350 mm, il est requis d'utiliser une sonde qui mesure la température moyenne résistante à l'humidité. L'élément de la sonde doit être contenu dans un tube, pouvant épouser des formes variables, d'une longueur de 6 m. Prévoir tous les accessoires nécessaires pour la fixation du capillaire. Prévoir un nombre suffisant de sondes pour avoir une lecture adéquate en fonction de la dimension du conduit.
2. Sonde conforme à l'article « Sonde de température – caractéristiques générales ».

1.1.32 Sonde de température de pièce

1. La sonde est installée à 1,5 m du plancher fini en position verticale, à moins d'avis contraire.
2. La sonde ne doit pas être installée au-dessus d'un corps de chauffe, de froid, de courant d'air ou de tout autre appareil de contrôles pouvant dégager de la chaleur, près d'une fenêtre ou d'une porte, à des endroits exposant l'appareil à de fortes vibrations ou à des rayonnements directs, sur des murs extérieurs ou des cheminées. Elle ne doit jamais être installée dans une niche. Elle doit être protégée contre les gouttes d'eau et les éclaboussures. Lorsque la sonde doit être installée obligatoirement sur un mur chaud ou froid, elle doit être munie d'une base isolante ventilée fournie par l'entrepreneur en régulation automatique.
3. Le choix du type de sonde de pièce dépend de l'usage. Celui-ci doit être également conforme aux plans :
 1. Usage privé : sonde murale avec affichage (écran LCD) et réglage de la température.
 1. Plage de température de 0 à 50 °C, précision de $\pm 0,2$ °C. Ajustement local du point de consigne, bouton de dérogation jour/nuit. Affichage de la température, du point de consigne (alphanumérique) et du mode de fonctionnement occupé/inoccupé ou jour/nuit sous forme graphique. L'affichage doit avoir une précision minimale de 0,5 °C. Sonde configurable (limitation de la plage d'ajustement du point de consigne, affichage, etc.).
 2. Montage mural avec boîtier ventilé en surface. Isolé de la température intérieure du mur.
 3. Pour les sondes utilisées avec un contrôleur spécifique CNP-S, inclure un point de branchement avec raccord rapide d'un ordinateur portable pour l'entretien et le dépannage.
 2. Usage public à risque de bris et locaux de service : sonde murale, sous forme de plaque métallique.
 1. Plage de température de 0 à 50 °C, précision de $\pm 0,2$ °C. Sans ajustement local du point de consigne et sans affichage. Installation murale encastrée avec couvercle en acier inoxydable et vis anti-vandales. Isolée de la température intérieure du mur.
 3. Usage public réglable : sonde murale avec affichage (écran LCD) et réglage de la température sous boîtier transparent sous clef.
 4. Usage public non réglable et sans risque de bris : sonde murale, sous forme de plaque en plastique.
 1. Plage de température de 0 à 50 °C, précision de $\pm 0,2$ °C. Sans ajustement local du point de consigne et sans affichage. Installation murale encastrée avec boîtier ventilé en surface. Couvercle en plastique robuste. Isolée de la température intérieure du mur.

1.1.33 Sonde de température – immersion pour réseaux hydrauliques

1. Sonde conforme à l'article « Sonde de température – caractéristiques générales ». Le présent article s'applique pour les sondes d'eau chaude/froide, glycol chaud/froid et saumure.
2. Élément d'une longueur de 2 à 6 pouces selon le diamètre de la tuyauterie. S'assurer que le puits d'immersion ne nuise pas au débit du fluide. Boîtier en acier galvanisé. Prévoir tous les accessoires nécessaires tels que les presse-étoupes et les adaptateurs de filetage.

1.1.34 Sonde de température - submersible

1. Sonde - matériel : sonde en acier inoxydable 304.
2. Sonde - diamètre : 6 mm (¼ po).
3. Type de sonde : Thermistance NTC 10 K Ω Type II ou Type III selon le contrôleur.
4. Gamme de température : -20 °C à 100 °C (-4 °F à 212 °F) (gamme supérieure disponible), précision de $\pm 0,2$ °C.
5. Câble – matériel : 1,524 m, isolé en PVC (FT-4).

1.1.35 Transformateur

1. Les transformateurs utilisés pour alimenter les panneaux de contrôle de régulation automatique sont installés dans un autre boîtier dédié installé à proximité du panneau de contrôle. Aucune source de plus de 30V ne doit être présente à l'intérieur du panneau de contrôle.
2. Spécifications électriques
 1. Monophasé de type fermé complet avec porte-fusible et fusibles.
 2. Puissance : 25 à 500 VA; la capacité du transformateur doit être de 20 % supérieure à la charge nominale.
 3. Fréquence d'opération : 60 Hz.
 4. Classe d'isolation : Classe B 130 °C de 25 à 750 VA.
 5. Certification : CSA.
 6. Primaire 120 Vac, secondaire 24 Vac.
 7. Bâti NEMA 1.

1.1.36 Transmetteur de CO₂ dans conduit

1. Le transmetteur CO₂ dans un conduit est conçu pour détecter avec exactitude la présence de dioxyde de carbone dans les systèmes de ventilation et transmettre l'information à un contrôleur numérique.

2. Caractéristiques

1. Plage de détection : 0 à 2000 ppm.
2. Précision : ± 2 ou $\pm 3\%$, selon la marque.
3. Plage de température d'opération : $-5\text{ }^{\circ}\text{C}$ à $50\text{ }^{\circ}\text{C}$ ($23\text{ }^{\circ}\text{F}$ à $122\text{ }^{\circ}\text{F}$), selon la marque.
4. Signal de sortie : 0 - 10 Vdc.
5. Temps de réponse : 1 minute.
6. Garantie : 3 ans.

1.1.37 Transmetteur de CO_2 de pièce

1. Le transmetteur de CO_2 de pièce est conçu pour détecter avec exactitude la présence de dioxyde de carbone dans la pièce et transmettre l'information à un contrôleur numérique.

2. Caractéristiques

1. Plage de détection : 0 à 2000 ppm.
2. Précision : ± 2 ou $\pm 3\%$, selon la marque.
3. Plage de température d'opération : $-5\text{ }^{\circ}\text{C}$ à $50\text{ }^{\circ}\text{C}$ ($23\text{ }^{\circ}\text{F}$ à $122\text{ }^{\circ}\text{F}$), selon la marque.
4. Signal de sortie : 0 - 10 Vdc.
5. Temps de réponse : 1 minute.
6. Garantie : 3 ans.

1.1.38 Transmetteur de pression différentielle

1. Le transmetteur de pression différentielle permet la lecture précise de la perte de pression au travers un filtre et de la pression dans un conduit de ventilation ou autre.

2. Caractéristiques

1. Précision : ≤ 0.1 colonne d'eau; $\pm 0,4\%$.
2. Température d'opération : $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$ à $79\text{ }^{\circ}\text{C}$ ($0\text{ }^{\circ}\text{F}$ à $175\text{ }^{\circ}\text{F}$).
3. Signal de sortie : 4-20 mA.

1.1.39 Transmetteur de pression différentielle ou statique – air

1. Il s'agit d'un transmetteur de très faible pression différentielle pour les fluides tels que l'air et les gaz non conducteurs. Il permet de mesurer une pression différentielle ou statique et de la convertir en signal électrique proportionnel. Il permet un contrôle du débit d'air et de la pression.

2. Caractéristiques (standard)

1. Unidirectionnel : 0 – 25 Pa à 0 – 25 kPa (0 – 0,1 à 0 – 100 po d'eau).
2. Bidirectionnel : 0 – $\pm$ 100 Pa à 0 – $\pm$ 12,5 kPa (0 – $\pm$ 0,05 à 0 – $\pm$ 50 po d'eau).
3. Signal de sortie : 4-20 mA.
4. Terminaison électrique : T1 « *Terminal Strip* ».
5. Précision : C ($\pm$ 1,0 % FS).
6. Température d'opération : -18 °C à 79 °C (0 °F à 175 °F).
7. Boîtier : polyester, approuvé UL.

1.1.40 Transmetteur de pression statique – eau chaude de chauffage

1. Caractéristiques

1. Sortie : 4-20 mA.
2. Matériaux : le corps doit être en acier inoxydable 304.
3. Sélection déterminée selon la pression d'opération.

2. Application - basse température (45 °C à 49 °C (115 °F à 120 °F) :

1. température d'opération : -40 °C à 85 °C (-40 °F à 185 °F).

3. Application - haute température (83 °C (180 °F) :

1. température d'opération : -40 °C à 125 °C (-40 °F à 257 °F).

1.1.41 Transmetteur de pression statique – eau chaude glycolée de chauffage

1. Caractéristiques

1. Sortie : 4-20 mA.
2. Matériaux : le corps doit être en acier inoxydable 304.
3. Sélection déterminée selon la pression d'opération.

2. Application - basse température (45 °C à 49 °C (115 °F à 120 °F) :

1. température d'opération : -40 °C à 85 °C (-40 °F à 185 °F).

3. Application - haute température : 83 °C (180 °F) :

1. température d'opération : -40 °C à 125 °C (-40 °F à 257 °F).

1.1.42 Transmetteur de pression différentielle – eau de chauffage - eau glacée et eau glycolée

1. Transmetteur de type « *Wet-to-Wet* », entièrement transistorisé. L'amplificateur assure un signal proportionnel à la gamme de pression choisie.
2. Caractéristiques
 1. Sortie : 4-20 mA.
 2. Précision : $\pm 1,0\%$ de la plage choisie.
 3. Gamme de pression et point zéro ajustable.
 4. Boîtier en aluminium, NEMA-4.
 5. Affichage à cristaux liquides LCD de la pression différentielle en pouce d'eau ou en PSI.
 6. Complet avec bloc collecteur en laiton avec 5 soupapes.
 7. Lorsqu'installé sur un réseau à grande variation de pression, prévoir l'ajout d'un amortisseur.
 8. Lorsqu'installé sur un réseau à haute température, prévoir l'ajout d'un siphon.

1.1.43 Transmetteurs de pression - vapeur

1. Élément de détection primaire
 1. Élément de détection primaire de type à membrane céramique et pont de Wheatstone. La cellule de détection constituée d'une membrane de mesure se déplaçant en fonction d'une pression différentielle transmise par les membranes séparatrices à l'huile de remplissage, membrane séparatrice et flasque de raccord du procédé en acier inoxydable.
 2. L'élément de détection possède les sondes et les circuits requis afin de permettre la compensation en température et en pression statique.
2. Accessoires d'interface au procédé
 1. Dans le cas de mesure de type jauge, installer un bloc collecteur en acier inoxydable avec deux (2) vannes, de type pointeau et garniture de type graphite. Prévoir un bloc collecteur pour le montage direct sur l'instrument.
 2. Dans le cas de mesure de type différentielle, installer un bloc collecteur en acier inoxydable avec cinq (5) vannes de type pointeau et garniture de type graphite. Prévoir un bloc collecteur pour le montage direct sur l'instrument.

3. Transmetteur

1. Transmetteur de pression, transmet un signal de 4 à 20 mA proportionnels à la pression, circuit d'amortissement du signal ajustable de 0 à 30 secondes, précision de l'ensemble de l'ordre de $\pm 0,15\%$ de la gamme, boîtier de type NEMA-4X pour une installation intérieure.
2. Afficheur à cristaux liquides quatre lignes, comprenant la pression mesurée avec unité d'ingénierie, ainsi que les messages de fautes.
3. Mesure de pression de vapeur avec siphon ou ensemble séparateur permettant d'isoler le procédé du transmetteur.
4. Pression d'opération 0 à 150 psig (0 à 10 bar) avec membrane de raccord au procédé en acier inoxydable 316L.
5. Un certificat de calibration en usine en 5 points est requis.

4. Installation

1. Le boîtier avec afficheur est installé à 1,5 m du plancher en un endroit facilitant la lecture des utilisateurs.
2. Durant les courses verticales, des pattes d'égouttement assurant la vidange des résidus dans les lignes sont requises.
3. La tuyauterie de raccord entre l'instrumentation et la tuyauterie de vapeur est en acier inoxydable avec raccords pour une pression de 300 psig.
4. Chaque raccord de l'instrument, sur la tuyauterie de vapeur, doit incorporer une section de tuyau, ayant la forme d'une queue de cochon et positionnée pour accumuler de l'eau à l'état liquide, dans l'instrument.
5. Les équipements sont installés selon les recommandations du fabricant.

1.1.44 Vanne motorisée d'amenée d'eau domestique

1. Type à bille ou papillon deux voies selon le diamètre de la tuyauterie. De même dimension que la tuyauterie. Interrupteurs de fin de course et indicateur de position. Respectant la norme NSF61.
 1. Service : eau refroidie domestique.
 2. Contrôle : tout ou rien ou flottant selon l'application.
2. Type papillon deux voies pour une tuyauterie d'un diamètre de 2 pouces et plus :
 1. Construction de la vanne : corps en fonte, garniture en EPDM-Food Grade. Disque en acier ductile recouvert de nylon 11, tige en acier inoxydable 416.

3. Type à bille pour une tuyauterie d'un diamètre inférieur à 2 pouces :
 1. Construction de la vanne : corps et bille en acier inoxydable 304, tige en laiton plaqué au nickel, garniture en PTFE.
4. Moteur électrique : indicateur de position, interrupteurs de fin de course (positions ouverte et fermée). Avec contournement manuel pour forcer la fermeture ou l'ouverture en cas de perte de l'alimentation électrique.

1.1.45 Vannes motorisées pour les systèmes et les réseaux hydrauliques

1. Généralités :
 1. La dimension des vannes doit être calculée par le fabricant de manière qu'elles aient un fonctionnement stable et exempt de pompage. Pour qu'une valve de contrôle soit stable, elle doit causer une perte de pression au moins égale à 30 % de la tête de la pompe.
 2. Sauf indication contraire, toutes les vannes motorisées sont avec ressorts de rappel ou de type « *fail-safe* » lorsque le ressort de rappel n'est pas disponible.
 3. Les vannes motorisées de type électrique sont avec servomoteur électronique ou électrohydraulique. La capacité des servomoteurs doit être de 125 % de la capacité théorique requise.
 4. Le concepteur doit fournir un tableau de toutes les vannes comprenant :
 1. les informations de la vanne : l'identification et la localisation de la vanne, le fluide, le fabricant, le modèle de la vanne et du servomoteur, le débit nominal, la perte de pression calculée, la perte de pression à la vanne, le coefficient de débit (CV) requis, la grosseur de la vanne, la position normale (NO ou NF), le type (2 voies ou 3 voies), la pression différentielle maximale (requis et réelle);
 2. les informations du réseau hydraulique : l'identification et la perte de pression de l'équipement qui se rattachent à la vanne, la pression de la tête de la pompe, la grosseur de la tuyauterie.
 5. Choisir la vanne de classe 125 ou 250 selon la courbe température/pression. La classe est déterminée par la pression vue par la vanne ainsi que par la température du fluide.
 6. Caractéristique de débit :
 1. à pourcentage égal pour le contrôle de température;
 2. linéaire pour le contrôle de pression lorsque la vanne est en contournement.
2. Vannes motorisées pour les serpentins des systèmes et les réseaux hydrauliques :
 1. deux ou trois voies selon l'application;

2. de type globe;
 3. température de fonctionnement de -7 °C à 120 °C (20 °F à 250 °F), pression différentielle maximale de 345 kPa (50 lb/po²), marge de réglage théorique de 100:1. étanchéité de classe IV. Tige manchon et clapet en acier inoxydable;
 4. servomoteur avec ressort de rappel et signal de contrôle proportionnel de 0-10 V ou 4-20 mA;
 5. pour les raccords de 50 mm (2 pouces) et moins : vanne guidée, métal à métal, filetée, corps en bronze;
 6. pour les raccords de 65 mm (2½ pouces) et plus : vanne guidée, simple siège, à brides, corps en fonte.
3. Vannes motorisées pour la réchauffe terminale avec raccords de 50 mm (2 pouces) et moins :
1. deux ou trois voies selon l'application;
 2. de type à bille;
 3. température de fonctionnement de 2 °C à 120 °C (35 °F à 250 °F), filetés, corps en laiton plaqué au nickel, bille et tige en acier inoxydable, siège en téflon PTFE avec garniture en EPDM, disque de caractérisation en Tefzel, caractéristique de débit à pourcentage égal, CV non inférieur à 0,4. Différentiel de pression jusqu'à 345 kPa (50 lb/po²);
 4. servomoteur avec ressort de rappel et signal de contrôle proportionnel de 0-10 V ou 4-20 mA.
4. Vannes motorisées deux voies à pression indépendante pour les convecteurs, radiateurs et serpentins de réchauffe terminale :
1. à utiliser pour les équipements avec un débit maximal de 9 GPM;
 2. à bille caractérisée, de type à contrôle modulant et indépendant de la pression, température de fonctionnement jusqu'à 120 °C (250 °F), filetés, corps en laiton, bille et tige en acier inoxydable. Sièges en téflon PTFE avec garniture en EPDM. Différentiel de pression jusqu'à 345 kPa (50 lb/po²). Ports de lecture de pression différentielle intégrés. Caractéristique de débit à pourcentage égal;
 3. servomoteur avec dispositif de retour à la position normale et signal de contrôle proportionnel de 0-10 V ou 4-20 mA;
 4. la plage d'ajustement de débit du robinet doit être sélectionnée de façon à permettre un contrôle complet, sur une plage équivalente à 120 % du débit spécifié de l'équipement.
5. Vannes motorisées pour contrôle de type ON-OFF:
1. deux ou trois voies selon l'application;
 2. de type à bille;

3. température de fonctionnement de 2 °C à 120 °C (35 °F à 250 °F), bille et tige en acier inoxydable, siège en téflon PTFE avec garniture en EPDM, sans disque de caractérisation. Différentiel de pression jusqu'à 345 kPa (50 lb/po²);
 4. servomoteur avec ressort de rappel et signal de contrôle de type ON-OFF à 24 V;
 5. pour les raccords de 65 mm (2½ pouces) et moins : filetés, corps en laiton plaqué au nickel;
 6. pour les raccords de 80 mm (3 pouces) et plus : vanne guidée, simple siège, à brides, corps en fonte.
6. Vannes motorisées de type papillon :
1. deux ou trois voies selon l'application;
 2. corps en fonte, garniture en EPDM, disque en acier inoxydable 316, tige en acier inoxydable 416;
 3. servomoteur avec dispositif de retour à la position normale, indicateur de position, interrupteurs de fin de course (ouvert et fermé). Selon l'application avec signal de contrôle proportionnel de 0-10 V, 4-20 mA ou ON-OFF à 24 V;
 4. pour les vannes trois voies, fournir un montage de deux vannes sur un té en acier sans soudure, ASTM A234XS. La configuration doit être adaptée en fonction du principe de fonctionnement et de la disposition de la tuyauterie. Le concepteur doit absolument prendre connaissance des plans de plomberie.
7. Vannes motorisées deux voies avec lecteur de débit d'eau :
1. à utiliser pour les thermopompes eau/eau, thermopompes eau/air, ventilo-convecteurs, contournement (maintien de pression) et lorsque demandé pour les serpentins des systèmes de ventilation;
 2. de type à bille;
 3. température de fonctionnement de -10 °C à 120 °C (14 °F à 250 °F), pression différentielle maximale de 345 kPa (50 lb/po²), étanchéité de classe IV. Bille, tige manchon et clapet en acier inoxydable. Siège en téflon PTFE avec garniture en EPDM, caractéristique de débit à pourcentage égal ou linéaire pour une application de contournement (maintien de pression);
 4. pour les raccords de 50 mm (2 pouces) et moins : vanne guidée, métal à métal, filetée, corps en laiton plaqué au nickel. Disque de caractérisation en Tefzel;
 5. pour les raccords de 65 mm (2½ pouces) et plus : vanne guidée, simple siège, à brides, corps en fonte. Disque de caractérisation en acier inoxydable;
 6. munie d'un lecteur de débit d'eau de type ultrasonique à 2 % de précision pré-calibré en usine pour une application avec du fluide jusqu'à 60 % propylène-glycol. Il doit être possible de lire le débit via un signal de sortie 2-10 V directement sur le lecteur de débit;

7. servomoteur modulant avec dispositif de retour à la position normale, indicateur de position avec signal de contrôle proportionnel de 0-10 V ou 4-20 mA;
8. fournir tout le matériel nécessaire pour configurer l'ensemble des vannes incluant le lecteur de débit.

1.1.46 Vanne motorisée d'isolation de conduits de gaz naturel

1. Vanne motorisée d'isolation pour utilisation sur le gaz, normalement fermée, avec indicateur de pression, approbation CGA (*Canadian Gas Association*) et UL (« *Underwriters Laboratories*»), température d'utilisation de -28 °C à 60 °C.
2. Servomoteur électrique à deux positions, fonctionnant à 115 ou 24 V A.C., complet avec interrupteur de fin de course DPDT (contact fermé lorsque le robinet est ouvert).
3. Prévoir l'alimentation électrique de cette vanne et de tous les autres équipements électroniques (automate, sonde de détection de gaz, etc.) à travers une unité UPS afin de prévenir la fermeture de la valve sur une perturbation électrique ou une courte interruption de l'alimentation.

1.1.47 SVA – Sonde de lecture de vitesse d'air

1. Dans les prises d'air neuf et les conduits d'air :
 1. Caractéristiques générales :
 1. De type microprocesseur.
 2. Sensibilité de bas – débit d'air : 0 pi/min.
 3. Chaque point de mesure indépendant.
 4. Sortie : valeurs moyennes réelles de vitesse et de température.
 5. Sortie de vitesse avec compensation pour la température.
 2. Précision :
 1. débit : ± 2 à 3 %;
 2. température : 0,18 °F typique et 0,36 °F maximum.
 3. Vitesse : selon l'application et les dimensions du conduit.
 4. Température de fonctionnement : -20 °F à 160 °F.
 5. Humidité relative de fonctionnement : 0 à 90 %.
 6. Nombre de sondes par entrée : selon les recommandations du manufacturier.
 7. Corps de la sonde : en acier inoxydable 316 pour les conduits de section supérieure à 3 m et en aluminium pour les conduits de section inférieure à 3 m.

8. Sonde de vitesse et de température : de type thermistor.
 9. Boîtier : en aluminium.
 10. Transmetteurs : de type microprocesseur, signal de sortie de 0 à 10Vcc ou 4 à 20 mA lorsque la sonde est située à une distance supérieure à 25 m du CNP.
2. Dans les cloches d'entrées d'air des ventilateurs :
1. Caractéristiques générales :
 1. De type microprocesseur.
 2. Chaque point de mesure indépendant.
 3. Sortie : valeurs moyennes réelles de vitesse et de température.
 4. Sortie de vitesse avec compensation pour la température.
 5. Affichage à cristaux liquides de la vitesse (ppm) ou du débit d'air en pcm et de la température.
 2. Précision :
 1. débit : linéarité de 3 à 10 % de la mesure;
 2. température : 0,18 °F typique et 0,36 °F maximum.
 3. Vitesse : selon l'application et le diamètre de la cloche d'entrée.
 4. Température de fonctionnement : 30 °F à 120 °F.
 5. Humidité relative de fonctionnement : 0 à 99 %.
 6. Nombre de sondes par entrée : 2.
 7. Braquette de montage : en acier.
 8. Sonde de vitesse et de température : de type thermistor.
 9. Transmetteur électronique, de type microprocesseur, signal de sortie linéaire de 0 à 10Vcc ou 4 à 20 mA lorsque la sonde est située à une distance supérieure à 25 m du CNP.

1.1.48 Batterie 14 A.H.

1. Accumulateurs 12 Vdc, 14 A.H. de type « *Gel-Cel* », de capacité suffisante pour alimenter un équipement pendant un minimum de 24 h.

1.1.49 Interrupteur de fin de course

1. Indicateur de position, complet avec boîtier métallique étanche et tige en acier inoxydable.
2. Construction homologuée IP67.
3. Contacts : SPDT, 600 V A.C., 10 A, continu (NEMA-A600).

1.1.50 Transmetteur de température et d'humidité combiné mural

1. Sonde au polymère ayant une résistance globale à pellicule fine, plage de lecture de 0 à 95 % d'humidité relative, version murale, précision de $\pm 2\%$ sur deux ans, avec sonde de type « *Humicap* » et module de mesure de la température.
2. Sonde et transmetteur homologué par un certificat de traçabilité confirmant la calibration et la précision sur toute la gamme de mesure.
3. Avec afficheur LCD pour une installation murale.

1.1.51 Compteur d'énergie électrique

1. Interface électronique de mesurage de la puissance et de la consommation électrique avec communications de type *BACnet* MS/TP et *BACnet* IP, complet transmetteur de courant et écran installé dans un boîtier NEMA-4X. L'ensemble boîtier et interface doit être monté à l'usine.
2. Lecteur de puissance et d'énergie :
 1. Répond aux standards ANSI C12.20 Classe 0.2.
 2. Affichage amovible en surface du boîtier.
 3. Mesure les distorsions harmoniques total DHT et individuelles.
 4. De type électronique avec une précision de $\pm 0,2\%$ maximum.
 5. Mesure en temps réel le RMS par phase et total : la tension et l'ampérage, ainsi que le kW, kVAR et kVA.
 6. Calcule le nombre de MWh cumulatif et la demande en kW.
 7. Permet minimalement la transmission des données suivantes au système de gestion automatisé du bâtiment :
 1. puissance en kW (RMS);
 2. consommation en kWh;
 3. crête de consommation (kW) (période ajustable);
 4. puissance en kVAR;
 5. énergie réactive (kVARh);
 6. puissance apparente (kVA);
 7. facteur de puissance (PF);
 8. tension entre deux phases;
 9. tension entre phase et neutre;
 10. courant de phase et de ligne;
 11. fréquence (Hz).

3. Transmetteur de courant :

1. De type flexible « *split core* ».
2. Diamètre selon l'application.
3. Longueur du câble : le transmetteur doit être livré avec une longueur suffisante sans recourir à une extension.
4. Plage de courant : 1 à 60KA selon l'application.
5. Précision : 0,5 %.

4. Boîtier :

1. Boîtier : En polycarbonate, Nema 4X, complet avec transmetteur d'Energy, borniers de raccordement montés sur rail DIN à l'intérieur, transformateur.

1.1.52 Débitmètre à vortex pour la vapeur

1. Débitmètre :

1. De type Vortex avec une précision de $\pm 2\%$ du débit. Complet avec thermorésistance (compensation) pour mesure massique de vapeur saturée.
2. Brides : ANSI de classe 300 en acier inoxydable, tube de mesure et rectificateur de débit (si requis) en acier inoxydable.
3. Réducteur : possibilité de réduction jusqu'à deux diamètres, interne au débitmètre.
4. Transmetteur : module électronique à installer à distance avec affichage LCD et protégé par mot de passe.
5. Pression d'opération 0 à 150 psig (0 à 10 bar) avec membrane de raccord au procédé en acier inoxydable 316L.
6. Tension : 24 VCC.
7. Sortie : analogique de 4 à 20 mA et contact sec pour sortie pulsée.
8. Certificat : approuvé CSA, étalonnage en trois (3) points différents.

2. Sélection et installation :

1. Les recommandations du fabricant doivent être respectées pour l'installation (distances à respecter), l'orientation du capteur et l'isolation.
2. L'afficheur est localisé sur le support de montage et positionné pour être lisible par l'opérateur à 1,5 m du plancher.
3. Le choix de débitmètre est préconisé pour couvrir la plage d'opération en tenant compte de la pression d'opération et du diamètre du conduit.

4. Le débitmètre doit être sélectionné avec réduction interne au vortex (maximum deux (2) diamètres) afin de conserver le même diamètre que la tuyauterie.
5. Le sens de l'écoulement de la vapeur doit être vérifié et, si requis, un purgeur est ajouté.
6. Des joints d'étanchéité sont installés aux brides en bande métallique réformée enroulée en spirale.

3. Documents à fournir :

1. Avant de commencer les travaux, les fiches techniques détaillées ainsi qu'un plan d'installation montrant les distances en amont et en aval du débitmètre doivent être soumis pour approbation.

1.1.53 Débitmètre magnétique

1. Généralités :

1. Transmetteur de débit de type électromagnétique à électrodes en acier inoxydable, revêtement polyuréthane, complet avec boîtier pour installation à distance avec affichage rétroéclairé LCD. Tous les raccords doivent être effectués à l'aide de brides ANSI 150.

2. Caractéristiques minimales requises :

1. De même diamètre que la tuyauterie.
2. Précision de $\pm 0,5\%$ de la valeur mesurée.
3. Gamme de mesurage : de 1 à 44000 gpm selon l'application.
4. Tension : 120 VAC, 24 VAC/60 Hz ou 24 VCC.
5. Signal de sortie proportionnel de 4 à 20 mA et pulsé.
6. Certificat : approuvé CSA, étalonnage en trois (3) points différents.
7. Le boîtier avec afficheur à cristaux liquides est installé à distance (voir l'installation).
8. Pression d'opération jusqu'à 150 psig (1034 kPa).
9. Température d'opération : entre -20 °C et 60 °C.
10. Étanchéité NEMA-4X.
11. Transmetteur de 4 à 20 mA, proportionnel au débit sur la gamme de débit du compteur.
12. Fournir un certificat de calibration en usine.
13. Certification NSF 61 lorsqu'installé dans une conduite d'eau potable.

3. Sélection et installation :

1. Les recommandations du fabricant doivent être respectées pour l'installation (distances à respecter), l'orientation du capteur et l'isolation. L'afficheur doit être positionné pour être lisible par l'opérateur. Dans le cas où le transmetteur est installé en version séparée, celui-ci doit être localisé sur le support de montage. Se référer aux spécifications du fabricant pour déterminer la longueur maximale du câble de liaison entre le capteur et le transmetteur (installation montage version séparée).

4. Documents à fournir

1. Avant de commencer les travaux, les fiches techniques détaillées ainsi qu'un plan d'installation montrant les distances en amont et en aval du débitmètre doivent être soumis pour approbation.

1.1.54 BTU-Mètre

1. Station de mesure d'énergie complète, un débitmètre, deux transmetteurs de température, certification de calibration du fabricant.
2. Écran de type LCD avec panneau de contrôle fonctionnant sous le protocole de communications *BACnet* MS/TP.
3. Transmetteurs de température calibrés en usine en fonction de la température spécifique à l'application avec signaux de sorties de 4 à 20 mA. Le différentiel de température est d'une précision de 0,5 °F.
4. Transmetteur de débit à turbine rotative de type axial avec détecteur électronique d'impédance, permettant de réduire les erreurs de lecture dues à la turbulence. Les composants installés dans l'eau sont en acier inoxydable.
5. L'installation permet de retirer le débitmètre sans avoir à faire la vidange ou l'arrêt complet du système.
6. Documents à fournir
 1. Avant de commencer les travaux, les fiches techniques détaillées ainsi qu'un plan d'installation montrant les distances en amont et en aval du débitmètre doivent être soumis pour approbation.

1.1.55 Station de mesurage de la consommation de gaz naturel

1. Débitmètre massique thermique pour les gaz purs et les mélanges gazeux :
 1. Sélectionné spécifiquement pour le mesurage du gaz naturel distribué par Gaz Métro (95,4 % CH₄, 1,8 % éthane, 1,9 % azote, 0,7 % CO₂, 0,2 % autres hydrocarbures).

2. Caractéristiques

1. Avec compensation intégrée pour le type de gaz mesuré, la température du gaz mesuré et la pression du gaz mesuré.
2. Incertitude de $\pm 1,5\%$ sur toute l'étendue de mesure.
3. Mesurage du volume en m^3/h .
4. Température d'opération : $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$ à $100\text{ }^{\circ}\text{C}$.
5. Pression d'opération : -7 à 580 psig.
6. Installation par brides.
7. Calibré en usine avec table de compensation pour le gaz naturel.
8. L'affichage LCD alphanumérique de type « *remote* » pour permettre la lecture sur place même si le débitmètre est installé en hauteur ou difficilement accessible. À coordonner au chantier pour le positionnement exact.
9. Approbation CSA.
10. Sorties : 4 à 20 mA et pulse de 1 kHz et Modbus RS 485.
11. Entrées : 4 à 20 mA pour la compensation de pression.

3. Sélection et installation :

1. Les recommandations du fabricant doivent être respectées pour l'installation (distances à respecter), l'orientation du capteur et l'isolation. L'afficheur doit être positionné pour être lisible par l'opérateur. Dans le cas où le transmetteur est installé en version séparée, celui-ci doit être localisé sur le support de montage. Se référer aux spécifications du fabricant pour déterminer la longueur maximale du câble de liaison entre le capteur et le transmetteur (installation montage version séparée).

4. Documents à fournir

1. Avant de commencer les travaux, soumettre pour approbation les fiches techniques détaillées ainsi qu'un plan d'installation montrant les distances en amont et en aval de la station de mesurage.

1.1.56 Compteur d'eau froide

1. Généralités :

1. Transmetteur de débit de type à déplacement volumétrique, complet avec indicateur local (litres) transmetteur Tricon/E3 pour mesure du débit d'eau froide.
2. Haute résolution, détection de fuites.

3. Homologation pour utilisation sur l'eau domestique, certifiée et conforme aux normes ANSI et NSF 61.
4. Pression d'opération jusqu'à 150 psig (1034 kPa) et température maximale de fonctionnement de 27 °C (80 °F).
5. Totaliseur : sortie pulsée (fréquence) pour comptage du volume d'eau.
6. Transmetteur de 4 à 20 mA, proportionnel au débit sur la gamme de débit du compteur de débit.

2. Installation :

1. La tuyauterie des pièces de transition entre la tuyauterie existante et les nouveaux transmetteurs est en acier inoxydable ou en cuivre, selon la tuyauterie avec des brides (acier inoxydable ou bronze selon la tuyauterie), classe 150, conforme à la norme ANSI/ASME B16.24.
2. La soudure en atelier ou au chantier doit être effectuée par des soudeurs qualifiés. Chaque soudure doit porter la marque du soudeur. Les soudures doivent avoir une résistance égale ou supérieure à la tuyauterie. Les soudures doivent être uniformes et sans bavures, projections ou autres imperfections. Toutes pièces montrant des soudures de mauvaise apparence ou de qualité douteuse doivent être remplacées.
3. Dans le cas de la tuyauterie en cuivre, les raccords des pièces de transitions et des compteurs à la tuyauterie existante peuvent être effectués à l'aide de raccords pour tuyauterie en cuivre avec écrous et boulons en acier inoxydable.
4. Installer les équipements selon les recommandations du fabricant.

1.1.57 Unité d'alimentation statique sans coupure (UPS)

1. L'unité d'alimentation électrique sans coupure permet le soutien de l'équipement pour une période de quinze (15) minutes.
 1. Alimentation : 120 V A.C.
 2. Sortie : capacité excédentaire minimum de 15 %, selon la charge raccordée.
 3. De type en ligne avec double conversion.
 4. Remplacement des batteries en conservant l'unité en fonction.
 5. Régulation de ligne : -10 % + 6 %.
 6. Batteries de type plomb-acide rechargeables sans entretien avec une vie utile de 3 à 6 ans.
 7. Garantie du système et des batteries, prolongée de 3 ans.



Chapitre 7

Électricité du bâtiment

Chapitre 7

7. Électricité du bâtiment	449
7.1 Objectifs de conception et indicateurs de performance.....	449
7.1.1 Exigences obligatoires et crédits LEED prioritaires.....	449
7.1.2 Qualité et santé/sécurité.....	450
7.1.3 Développement durable	451
7.1.4 Résilience	452
7.1.5 Études et analyses des installations électriques	452
7.1.6 Entretien et exploitation.....	453
7.1.7 Accessibilité universelle.....	456
7.2 Systèmes, composantes et équipements.....	457
7.2.1 Entrée électrique, distribution et alimentation	457
7.2.1.1 Entrée électrique	457
7.2.1.2 Artères d'alimentation.....	458
7.2.1.3 Équipements électriques.....	460
7.2.2 Éclairage.....	463
7.2.2.1 Éclairage intérieur	463
7.2.2.2 Éclairage extérieur	465
7.2.2.3 Contrôle de l'éclairage.....	466
7.2.3 Services et circuits de dérivation.....	467
7.2.3.1 Circuits de dérivation pour éclairage.....	468
7.2.3.2 Circuits de dérivation pour prises de courant.....	468
7.2.3.3 Bornes de recharge pour véhicules électriques.....	470
7.2.3.4 Moteurs	471
7.2.4 Autres systèmes électriques	471
7.2.4.1 Système de mise à la terre	471
7.2.4.2 Système de protection contre la foudre et paratonnerre.....	472
7.2.4.3 Système de correction du facteur de puissance	472
7.2.4.4 Système de correction de la qualité d'onde.....	472
7.2.4.5 Systèmes auxiliaires.....	472
7.2.5 Alimentation électrique de secours.....	473
7.2.5.1 Réseau d'alimentation d'urgence.....	473
7.2.6 Éclairage de secours et signalisation des issues.....	476
7.2.7 Aménagement et emplacement des salles électriques.....	477

Annexe 7.1 - Exigences – Raccordement des génératrices mobiles.....	479
1.1 Exigences techniques.....	479
1.1.1 Boîtier de raccordement.....	479
1.1.2 Interrupteur de transfert manuel.....	480
1.1.3 Boîtier pour alarme et commande.....	480
1.1.4 Prises de courant.....	481
1.2 Exigences d’installation	481
1.2.1 Boîtier de raccordement.....	481
1.2.2 Interrupteur de transfert manuel.....	481
1.2.3 Boîtier d’alarme et de commande.....	481
1.2.4 Identification	481
1.2.5 Mise à la terre	482
1.2.6 Schémas de raccordement et d’identification.....	482

7. Électricité du bâtiment

7.1 Objectifs de conception et indicateurs de performance

Les exigences liées à l'électricité du bâtiment servent à orienter l'élaboration du projet et à statuer sur les critères de conception à atteindre. Ce contenu technique représente ainsi les préférences de la Ville en matière de conception. En aucun cas, ces exigences ne peuvent se substituer aux exigences déjà prescrites dans les lois, règlements, codes et normes. Il incombe à l'équipe de conception de respecter les exigences et recommandations des lois, règlements, codes et normes en vigueur applicables à la conception en électricité.

L'équipe de conception doit prendre connaissance de l'ensemble des exigences connexes et des particularités indiquées dans les chapitres du présent Cahier des exigences du propriétaire (CEP), de même que des documents auxquels elles font référence, et les respecter.

7.1.1 Exigences obligatoires et crédits LEED prioritaires

En accord avec l'orientation stratégique d'accélérer la transition écologique et en concordance avec la Politique de transition écologique et de développement durable des immeubles municipaux de la Ville de Montréal, l'équipe de conception doit se familiariser avec la liste des exigences obligatoires en développement durable (Chapitre 1 - 1.3.8) et celle des crédits LEED prioritaires (Chapitre 1 - 1.3.9) disponibles au chapitre 1 – Exigences générales.

Ces listes indiquent les actions obligatoires et les crédits LEED à privilégier en fonction des priorités municipales, ainsi que les crédits proscrits ou non souhaités.

La liste des exigences obligatoires en développement durable décrit les performances à mettre en place au moment du démarrage du projet. Ces objectifs doivent être accomplis par l'équipe lauréate pour tous les projets de construction et rénovations, peu importe leurs superficies.

Les crédits LEED prioritaires s'appliquent à tous les projets de 500 m² et plus pour lesquels une certification LEED à jour est exigée. Dans le cas d'un projet inférieur à 500 m², l'équipe lauréate doit quand même mettre en place, exécuter et documenter le plus de crédits LEED prioritaires possible. La documentation pour ces projets de 500 m² et moins est soumise au gestionnaire de projet.

7.1.2 Qualité et santé/sécurité

Les objectifs de conception en électricité visent à fournir un système d'alimentation électrique sécuritaire, fiable et simple d'entretien. La conception du système électrique doit permettre de respecter les critères suivants :

1. comporter du matériel et de l'équipement neufs (en excluant les équipements existants à relocaliser) certifiés par un organisme reconnu par la Régie du bâtiment du Québec (RBQ);
2. pouvoir répondre aux charges prévues de l'immeuble;
3. optimiser l'emplacement des équipements afin de rendre possible l'installation d'autres équipements dans le futur;
4. être coordonnée en termes de pouvoir de coupure, de calibre de matériel et de câblage, de valeurs de défaut et de relais de protection;
5. permettre un entretien sécuritaire par le personnel d'entretien et appliquer les règles de cadenassage;
6. permettre les initiatives d'économie d'énergie;
7. être installée de manière sécuritaire, c.-à-d. en prévenant sa dégradation prématurée et en maintenant l'intégrité des équipements et matériels selon les recommandations des manufacturiers;
8. être en adéquation avec l'usage et l'environnement de chaque local.

Les installations électriques doivent être bien exécutées. Pour ce faire, il faut que l'infrastructure électrique :

1. soit fixée ou soutenue de façon sécuritaire et permanente;
2. soit installée à niveau et d'aplomb;
3. soit munie de câbles et de conduits installés parallèlement ou perpendiculairement aux axes du bâtiment;
4. présente une apparence soignée et finie;
5. comporte un degré de protection adéquat selon son environnement (NEMA correspondant), y compris un degré de protection contre la corrosion et le lavage à grande eau. À noter que l'équipement installé à l'extérieur doit être NEMA 4X;
6. soit constituée d'un matériau résistant à la corrosion si les conditions sont propices à la formation de corrosion.

Les équipements électriques, les dispositifs de filerie et les appareils d'éclairage doivent être de qualité commerciale lorsqu'ils sont installés à l'intérieur, à l'exception des environnements avec une application industrielle (ex. : ateliers d'entretien des véhicules), dans lesquels ils doivent

être de qualité industrielle. Les équipements électriques, les dispositifs de filerie et les appareils d'éclairage doivent être de qualité exclusivement industrielle lorsqu'ils sont installés à l'extérieur.

Les panneaux en contreplaqué utilisés pour fixer les panneaux électriques installés en surface doivent être enduits d'un ignifuge résistant deux (2) heures au feu. Leur épaisseur doit être minimalement de 21 mm. De plus, ils doivent être renforcés tous les 300 mm. Les panneaux ne doivent pas être peints, et ils doivent être installés de manière à ce que l'étampe certifiant leur ignifugation soit visible.

L'installation de l'équipement électrique doit répondre aux exigences sismiques pour la zone où est situé l'immeuble. Les équipements électriques desservant un réseau de sécurité des personnes, ou localisés dans un immeuble de protection civile, doivent faire l'objet d'essais en laboratoire afin de vérifier la résistance de leur enceinte aux vibrations sismiques.

Le matériel électrique destiné à l'extérieur doit être peinturé en « vert machine » selon la norme AMEEEC Y1-1-1955. Les armoires d'appareils de commutation et de distribution installées à l'intérieur doivent être peintes en gris pâle selon la norme AMEEEC 2Y-1-1958.

Sauf indication contraire, notamment les exigences d'accessibilité universelle, l'équipement électrique doit être installé à la hauteur indiquée ci-après :

1. Interrupteurs d'éclairage :

1. en général : 1 200 mm
2. dans les locaux techniques : 1 400 mm

2. Prises murales :

1. en général : 400 mm
2. au-dessus d'un comptoir ou d'un dossier : 175 mm
3. dans les locaux d'installations mécaniques : 1 400 mm

3. Panneaux de distribution : selon les exigences du Code ou selon les indications.

4. Prises de téléphone : 400 mm

5. Thermostat : 1 400 mm

7.1.3 Développement durable

La Ville de Montréal adhère au principe du développement durable et promeut des pratiques respectueuses de l'environnement.

Un mesurage de l'entrée électrique de l'immeuble est requis. Ce mesurage doit indiquer la tension, la fréquence, la puissance, l'énergie et le facteur de puissance. La distribution secondaire, à des fins de mesurage, doit permettre de distinguer les types de charges (éclairage, services, etc.). Un

système de mesurage doit également être installé pour les charges ayant une influence importante sur la consommation électrique du bâtiment (équipements de chauffage et de refroidissement, chauffe-eau, etc.). Le système de mesurage doit conserver les données pour un minimum de trois (3) ans.

Pour réduire la consommation énergétique du système d'éclairage, l'utilisation de la lumière naturelle (également appelée « mise en valeur de l'éclairage naturel ») doit être valorisée pour toute nouvelle construction ainsi que pour des rénovations majeures. L'aménagement des espaces doit exploiter au maximum les possibilités de la lumière naturelle. Les systèmes de contrôle d'éclairage dans les espaces de travail doivent être couplés avec l'éclairage naturel. Le contrôle d'éclairage doit être assuré par des détecteurs de luminosité permettant la gradation plutôt qu'un simple fonctionnement « marche/arrêt » afin de réduire au minimum la consommation d'énergie.

La conception de l'éclairage extérieur doit être conforme aux exigences en matière de réduction de la pollution lumineuse dans la dernière version du programme de certification LEED des bâtiments.

En conformité avec le chapitre 9 – Énergie et émissions de gaz à effet de serre, l'électricité doit constituer la principale source d'énergie des systèmes de chauffage d'un bâtiment.

Pour les nouvelles installations, un contrôle d'éclairage doit être spécifié pour réduire la consommation électrique (voir la section « Éclairage » du présent chapitre pour plus de détails sur les exigences liées à chaque type d'usage).

Se référer au chapitre 9 – Énergie et émissions de gaz à effet de serre pour connaître les autres exigences à considérer en lien avec le développement durable pour la conception du projet.

7.1.4 Résilience

Il importe de vérifier au préalable si l'immeuble visé par un projet de construction ou de rénovation est concerné par la directive de la sécurité civile portant sur les avertissements de chaleur extrême ou s'il est considéré comme un bâtiment dont les opérations doivent être maintenues en cas de panne électrique majeure. Dans de tels cas, les charges de l'immeuble doivent être analysées afin que celui-ci puisse remplir les fonctions attendues, et ce, malgré une interruption de courant.

Selon la nature du bâtiment, il est possible qu'un système de délestage, automatique ou manuel, soit requis afin d'assurer la continuité opérationnelle de certaines activités critiques. Le recours à un système de délestage doit être validé auprès de la Ville.

7.1.5 Études et analyses des installations électriques

Les études de coordination des éléments de protection, des courants de court-circuit et des arcs électriques (analyse de l'énergie incidente) doivent être réalisées pour l'ensemble des installations électriques.

Une étude de coordination permettant de sélectionner les caractéristiques et les réglages des relais, des disjoncteurs et des calibres des fusibles doit être réalisée. L'étude doit démontrer que les réglages sélectionnés garantissent que, dans l'éventualité d'un défaut, le dispositif de protection isolera l'élément en cause dans le réseau. Sur demande, un rapport doit être fourni en version électronique compatible avec les logiciels utilisés par la Ville de Montréal.

Une étude des courants de court-circuit doit également être réalisée pour l'appareillage de distribution et d'alimentation. Sur demande, un rapport comprenant la capacité de courant de court-circuit devant être respectée pour l'ensemble des équipements de distribution et d'alimentation installés dans le bâtiment doit être fourni en version électronique compatible avec les logiciels utilisés par la Ville de Montréal.

Une analyse des dangers de choc et d'éclat d'arcs électriques (analyse de l'énergie incidente) doit être effectuée pour l'appareillage électrique de plus de 50 V dans les nouveaux projets de construction, ainsi que pour les projets de rénovation majeure. L'analyse, signée par un membre de l'OIQ, doit être transmise à la Ville de Montréal. Elle doit s'effectuer en conformité avec la norme CSA Z462 - Sécurité en matière d'électricité au travail et IEEE 1584 - *Arc Flash Calculations*. L'ensemble de l'appareillage électrique doit être identifié sur le site au moyen d'une étiquette de sécurité informant le personnel sur la catégorie de risque. Les étiquettes doivent être facilement visibles et être apposées sur la face avant de l'appareillage. Les étiquettes doivent respecter la norme ANSI Z535.4 - *Safety Labels*. Enfin, la conception de la distribution électrique doit, autant que possible, minimiser la catégorie de risques. Il importe de déterminer si les niveaux d'énergie disponibles dans les arcs électriques peuvent être réduits par l'accélération des protections ou par un autre moyen approprié.

7.1.6 Entretien et exploitation

Les lignes directrices suivantes doivent être suivies pour assurer un entretien adéquat des installations électriques :

1. prévoir des dégagements adéquats autour des équipements selon les normes et les recommandations du fabricant, notamment pour effectuer les opérations d'entretien, de réparation et de remplacement des pièces;
2. permettre de respecter les procédures du Cahier d'exigences du propriétaire pour le cadenassage – Domaine immobilier;
3. identifier les équipements, boîtes de jonction et de tirage, prises électriques et commutateurs d'éclairage conformément à la nomenclature établie dans le Cahier d'exigences du propriétaire pour le cadenassage – Domaine immobilier;

4. inscrire les plaques d'identification comme suit :
 - a. écriture noire sur fond blanc pour le réseau électrique normal;
 - b. écriture blanche sur fond rouge pour le réseau électrique de sécurité des personnes;
 - c. écriture blanche sur fond orange pour le réseau électrique d'urgence autre que les charges de sécurité des personnes.
5. installer un point de sectionnement cadenassable à proximité de chaque équipement mécanique (chauffage, ventilation, pompes, etc.). Les démarreurs et panneaux de contrôle avec sectionneurs cadenassables installés à côté d'une charge mécanique sont considérés comme un point de sectionnement cadenassable. Les sectionneurs doivent avoir la possibilité de verrouillage en position ouverte, par trois (3) cadenas.
6. étiqueter clairement chaque circuit avec un répertoire dactylographié durable apposé sur le revers de la porte du panneau;
7. fournir un mécanisme de commande à distance pour les disjoncteurs dont le calcul d'énergie incidente est supérieur à 25 cal/cm^2 ;
8. installer des prises électriques de service de configuration 5-20R, verrouillables au besoin, en périphérie du bâtiment, dans les salles mécaniques et sur la toiture (si unités de toiture);
9. afficher un schéma unifilaire de la distribution sous plexiglas près de l'entrée dans les salles électriques principales (dimensions minimales de 600 mm par 600 mm);
10. prévoir un espace libre mural dans les salles électriques près de l'entrée pour y installer une station de cadenassage;
11. installer un point de sectionnement au secondaire du transformateur lorsque la charge qu'il alimente ne se retrouve pas dans la même salle;
12. Munir d'un disjoncteur principal les panneaux de distribution secondaires installés à l'extérieur des salles électriques;
13. s'assurer qu'il y aura au cours des prochaines années des pièces de remplacement disponibles sur le marché pour les équipements et composants installés;
14. faire en sorte que les équipements techniques soient accessibles pour permettre au personnel d'exploitation et d'entretien d'intervenir facilement sur les systèmes du bâtiment. Ces équipements ne doivent pas être accessibles au public;
15. grouper les équipements et les systèmes dans les salles mécaniques et électriques intérieures afin d'en faciliter l'accès au personnel d'entretien. Éviter autant que possible l'installation des équipements sur la toiture des bâtiments;
16. fixer les équipements installés au sol sur une dalle de propreté de 100 mm d'épaisseur et qui excède de 75 mm de chaque côté l'empreinte de l'équipement;
17. assurer les accès aux équipements majeurs par des escaliers et non des échelles;
18. assurer un accès facile aux composantes et aux équipements installés dans l'entre-plafond ou dans les puits électromécaniques;

19. installer les dispositifs de protection et de sécurité nécessaires (signaux d'avertissement visibles, dispositifs cadenassables, crochets pour les harnais de sécurité, passerelles d'accès, garde-corps, travail en espaces clos, etc.). Les crochets pour les harnais de sécurité doivent être utilisés uniquement si aucun autre dispositif de sécurité ne peut être installé.
20. fournir les renseignements nécessaires pour exécuter des entretiens périodiques efficaces des équipements et systèmes;
21. fournir une documentation (manuels d'entretien et d'exploitation, plans TQC, etc.) adéquate et représentative des installations;
22. prévoir un espace dans l'immeuble pour y ranger les manuels et les plans;
23. enlever les équipements et le câblage existants devenus inutiles après la réalisation d'un projet.

IDENTIFICATION DE LA FILERIE

1. À l'aide d'un ruban de plastique numéroté ou coloré, marquer de façon permanente et indélébile les deux extrémités des conducteurs de phase de chaque artère et de chaque circuit de dérivation.
2. Conserver l'ordre des phases et le même code de couleur pour toute l'installation.
3. Le code de couleur doit être conforme au code électrique en vigueur.
4. Utiliser des câbles de communication formés de conducteurs avec repérage couleur et utilisant les mêmes couleurs pour tout le réseau.

IDENTIFICATION DES CONDUITS ET DES CÂBLES

1. Attribuer un code de couleur aux conduits, aux boîtes et aux câbles sous gaine métallique.
2. Utiliser un ruban de plastique ou de la peinture comme repère de couleur sur les câbles ou les conduits tous les 15 mètres et aux pénétrations des murs, des plafonds et des planchers.
3. Les bandes des couleurs de base doivent avoir 25 mm de large et celles des couleurs complémentaires doivent avoir 20 mm de large.

	Couleur de base	Couleur complémentaire
Jusqu'à 250 V	jaune	
Jusqu'à 600 V	jaune	vert
Téléphone	vert	
Autres réseaux de communication	vert	bleu
Alarme incendie	rouge	
Communication d'urgence	rouge	bleu
Autres systèmes de sécurité	rouge	jaune

7.1.7 Accessibilité universelle

L'équipe de conception doit prendre connaissance du *Guide en matière d'accessibilité universelle pour les nouveaux bâtiments et pour l'agrandissement, la rénovation et l'entretien de bâtiments municipaux existants* de la Ville de Montréal. Une attention particulière doit être apportée pour intégrer les éléments suivants au moment de la conception des projets :

A. Systèmes auxiliaires (alarme incendie, contrôle d'accès, etc.)

- ouvre-portes automatiques/plaques poussoirs;
- interphones/communication phonique bidirectionnelle de type « main libre »;
- avertisseurs sonores et visuels pour alarme incendie;
- système d'aide à l'audition aux kiosques d'information/accueil;
- champ de vision des caméras permettant de capter à la fois les personnes debout et assises;
- choix de contrôles d'accès par carte magnétique placés au mur plutôt que de systèmes par codes d'accès ou systèmes intégrés à la poignée;
- téléphone avec système d'amplification du son;
- distributeur à numéro sonore et visuel.

B. Services

- ascenseur avec mesures d'évacuation en cas de panne;
- plateforme élévatrice avec mesures d'évacuation en cas de panne;
- batterie d'urgence pour porte coulissante;
- appareils sanitaires avec détection de présence;
- automatisation des distributeurs à savon, du papier à mains et des sèche-mains;
- hauteur de montage des prises électriques/télécoms;
- écrans tactiles dans les bibliothèques (avec rétroaction visuelle et sonore lorsque l'écran est touché).

C. Éclairage

- éclairage distinctif des entrées;
- éclairage utilisé comme repérage;
- transition graduelle des niveaux d'éclairement entre l'extérieur et l'intérieur;
- hauteur de montage des interrupteurs;
- interrupteurs à voyant lumineux pour être plus facilement repérables;

- niveau d'éclairement supérieur dans les escaliers d'issue;
- éclairage ambiant supérieur au minimum de la norme IES;
- absence de variations importantes d'intensité d'éclairage;
- rendu des couleurs neutre pour ne pas modifier les couleurs;
- fenêtres munies de toiles permettant de contrôler l'intensité de l'éclairage naturel dans les salles de réunion.

7.2 Systèmes, composants et équipements

7.2.1 Entrée électrique, distribution et alimentation

La distribution électrique primaire comprend l'entrée électrique du bâtiment et les artères d'alimentation entre les équipements de l'infrastructure électrique (poste blindé, appareillages de commutation, panneaux de distribution, transformateurs primaires et secondaires, centres de commande de moteurs, etc.). La distribution électrique secondaire comprend l'alimentation entre un équipement de l'infrastructure électrique et un panneau de dérivation, une charge ou un appareillage.

La distribution électrique doit comprendre, à chaque étage ou espace requis, des panneaux de distribution et de dérivation à disjoncteur en quantité et de capacité suffisantes pour satisfaire les besoins actuels. De plus, il faut prévoir un accroissement de 20 % des besoins actuels pour des services futurs, sans excéder la capacité de l'immeuble (dans le cas d'un immeuble existant).

La distribution doit pouvoir fournir la puissance à 347/600 V, 120/208 V, 120/240 V ou selon les besoins spécifiques du programme.

Le chauffage doit être principalement de nature électrique dans l'immeuble selon les types et capacités définis par la discipline mécanique et selon les encadrements exigés au chapitre 9 – Énergie et émissions de gaz à effet de serre.

7.2.1.1 Entrée électrique

Si elle est offerte par le fournisseur du service public, l'entrée électrique basse tension doit être privilégiée. Pour les immeubles ayant des besoins importants en électricité ou pour des complexes d'immeubles à bureaux où il n'est ni pratique ni économique d'utiliser une basse tension, une tension de plus de 750 V peut être utilisée.

Pour les nouvelles entrées électriques, il importe de soumettre à la Ville le type et le point de raccordement pour validation dès le début de la conception. Les besoins liés à l'entrée électrique doivent être coordonnés avec les autres disciplines (urbanisme, architecture, etc.). D'autre part, dès le début, l'équipe de conception doit valider le type de raccordement de l'entrée électrique auprès

du fournisseur du service public. Les nouveaux ouvrages doivent être alimentés à partir d'une seule entrée électrique.

Une capacité électrique de réserve pour les besoins futurs doit être considérée dans le dimensionnement des entrées électriques. Les balises suivantes doivent être considérées pour évaluer cette capacité de réserve :

- Le pourcentage s'applique uniquement sur les charges ajoutées dans le cadre du projet;
- Lorsque le coffret de branchement est de 600 A ou moins, une capacité de réserve se situant entre 10 % et 15 % doit être appliquée sur la somme des charges identifiées au calcul de charges;
- Lorsque le coffret de branchement est supérieur à 600 A, une capacité de réserve de 5 % doit être appliquée sur la somme des charges identifiées au calcul de charges;
- À la discrétion de la Ville, un pourcentage autre peut être utilisé si la capacité de réserve oblige à modifier le type du service d'électricité auprès du fournisseur;
- À la discrétion de la Ville, la valeur du pourcentage de la capacité de réserve à considérer dans le calcul de charges peut être revue en fonction des particularités d'un projet.

7.2.1.2 Artères d'alimentation

Les exigences des entreprises de services publics doivent s'appliquer intégralement sur la portion de leur réseau qui se situe sur le site du projet.

Sur le réseau client, l'installation d'un massif de conduits enrobé de béton est exigée pour l'entrée électrique ainsi que l'entrée du système de téléphonie et de télécommunications. Les conduits de l'entrée électrique et du système de téléphonie et de télécommunications doivent, de préférence, être installés dans des massifs de béton complètement séparés. Si cela n'est pas possible, ils doivent être séparés par une plaque de bois, et un espace minimal de 100 mm entre les deux services doit être respecté.

Dans les stationnements ou à l'extérieur, un massif de conduits enrobé de béton est exigé :

- pour l'alimentation des appareils d'éclairage du stationnement ou des services du stationnement lorsque l'artère d'alimentation est sous une voie carrossable où passent des véhicules lourds;
- lorsque de nombreux conduits suivent le même trajet;
- lorsque les équipements alimentés sont critiques pour la sécurité des personnes ou la fonctionnalité du bâtiment.

Pour chaque massif de conduits enrobé de béton, des conduits vides supplémentaires doivent être fournis pour des besoins futurs. La quantité de conduits vides doit être validée auprès de la Ville au moment de la conception des projets.

Lorsque le recours à un massif bétonné n'est pas exigé, des conduits enfouis adaptés aux conditions du site doivent être utilisés afin de faciliter la modification et la réparation du réseau de distribution électrique. Une plaque métallique doit être positionnée au-dessus des conduits s'il y a une voie carrossable. Un ruban rouge doit être positionné au-dessus des conduits pour avertir de leur présence au cours d'une excavation. Il est interdit d'utiliser des câbles directement enterrés.

Une corde de tirage toronnée, en polypropylène, de 6 mm de diamètre, présentant une résistance à la traction de 5 kN et dépassant de 3 m les deux extrémités du conduit, doit être posée en longueur ininterrompue dans chaque conduit. Outre les exigences spécifiques provenant d'un fournisseur de services publics, chaque conduit doit être nettoyé et vérifié avec un mandarin mesurant au moins 300 mm de longueur et ayant un diamètre inférieur de 6 mm au diamètre intérieur du conduit, suivi d'un écouvillon (brosse) à crins raides.

L'alimentation sur le réseau de distribution primaire, soit entre les équipements électriques, peut s'effectuer à l'aide de canalisations (conducteurs dans un conduit) ou de câble de type « TECK ». L'alimentation des charges et des services, soit la distribution secondaire, doit s'effectuer à l'aide de canalisations.

Un chemin de câbles doit être fourni et installé lorsque plusieurs câbles de type « TECK » suivent le même trajet.

Le diamètre des conduits doit être compris entre 21 et 103 mm. Utiliser des tubes électriques métalliques (EMT) à l'intérieur du bâtiment lorsque les conduits sont situés à plus de 2,4 m au-dessus du sol et qu'ils ne risquent pas d'être endommagés. Ne pas utiliser de conduits EMT lorsque noyés dans des ouvrages en béton. Utiliser des conduits rigides filetés en acier galvanisé à l'extérieur du bâtiment lorsque les conduits sont situés à moins de 2,4 m au-dessus du sol et à l'intérieur du bâtiment lorsqu'ils sont exposés à un endommagement mécanique. Utiliser des conduits rigides en PVC à l'extérieur du bâtiment lorsque les conduits sont situés à plus de 2,4 m au-dessus du sol, en massif de conduits dans le cas d'installations souterraines et à l'intérieur du bâtiment dans le cas d'installations situées en milieu corrosif ou lorsque noyés dans des ouvrages en béton. Utiliser des conduits rigides en PVC à l'épreuve de la flamme FT4 à l'intérieur. Poser suffisamment de boîtes de tirage pour que la longueur des conduits entre chaque boîte ne dépasse pas 30 mètres ou trois coudes à 90°.

Des conducteurs en alliage d'aluminium peuvent être utilisés pour un ampérage supérieur ou égal à 120 A. Toutefois, la compatibilité des terminaisons aluminium/cuivre dans les équipements doit être validée et l'appareillage électrique doit être conçu pour accepter des conducteurs en aluminium.

Les conducteurs doivent être toronnés s'ils sont de calibre 10 AWG avec une grosseur minimale de 12 AWG. Les conducteurs des circuits de contrôle portant un courant de faible intensité (2 à 3 ampères) peuvent être de calibre 14 AWG.

Les attaches de plastique (*tie-wrap*) ne sont pas acceptées pour supporter ou fixer les canalisations ou les câbles. Aucune canalisation ou câble ne doit être attaché à des conduites de ventilation ou autres accessoires architecturaux.

Lorsque les plafonds sont accessibles (tuiles amovibles), la trame de base des circuits d'éclairage doit être sous conduits avec boîtes de jonction ancrées à la charpente du bâtiment et réparties de façon homogène sur toute la surface de l'installation en question. À partir des boîtes de jonction, il est permis de raccorder individuellement chacun des appareils d'éclairage avec du câble armé de type flexible AC90 (câble de type « BX ») sur une distance horizontale de trois (3) mètres maximum. Fixer à la dalle les câbles AC90 jusqu'au point de descente vers l'appareil d'éclairage.

Les colonnes montantes pour l'alimentation électrique entre les étages doivent être regroupées afin d'optimiser la surface au sol utilisable. Les colonnes montantes doivent être entourées d'une bordure de 100 mm de hauteur au-dessus des pénétrations de plancher afin d'éviter que l'eau ne coule le long des services.

Il importe de dissimuler les alimentations des systèmes de distribution électrique dans les murs et les plafonds, sauf celles qui sont installées dans les locaux techniques (salles mécaniques, électriques) et les espaces non finis. Si les alimentations ne peuvent être dissimulées et demeurent apparentes, elles doivent longer parallèlement les éléments structuraux. Pour les installations apparentes, une coordination particulière doit être réalisée avant le début des travaux pour obtenir l'approbation de la Ville.

On doit éviter autant que possible l'installation des conduits dans les dalles et les ouvrages de béton. Ce type d'installation doit être approuvé par la Ville avant l'exécution des travaux. Dans tous les cas, les conduits flexibles sont interdits.

Il faut également éviter la distribution avec des répartiteurs (augets) et des sectionneurs dans les nouvelles installations. Les distributions électriques avec panneaux à disjoncteurs doivent être privilégiées.

7.2.1.3 Équipements électriques

Les équipements de la distribution électrique primaire doivent être regroupés et localisés dans les salles électriques principales de l'immeuble. Selon la nature du projet, la conception doit minimiser autant que possible la quantité de salles électriques.

A. Transformateurs des salles électriques principales

Les transformateurs doivent être installés conformément aux codes en vigueur. L'efficacité des transformateurs doit respecter ou dépasser la norme CAN/CSA C802.3 - Valeurs minimales de rendement pour les transformateurs de puissance. Les transformateurs des salles électriques principales doivent être du type sec. Les enroulements primaire et secondaire doivent être en

cuivre. Les transformateurs doivent avoir 4 prises de réglage de 2,5 % (2 au-dessus et 2 en-dessous du voltage normal primaire).

B. Appareillage de commutation

Les appareillages de commutation doivent satisfaire aux exigences de conception suivantes :

- il leur faut posséder un point de coupure (disjoncteur) principal;
- les disjoncteurs doivent être débrochables;
- les disjoncteurs ne doivent pas être de type SF₆;
- les disjoncteurs doivent intégrer un compteur pour renseigner sur la consommation électrique, mais non dans un objectif de facturation;
- les disjoncteurs doivent être munis d'unités de déclenchement (*trip unit*) de type « puissance »;
- les disjoncteurs doivent être cadenassables;
- les disjoncteurs doivent pouvoir être déplacés à l'aide d'un chariot prévu pour cette utilisation. La conception doit prévoir un dégagement conforme aux prescriptions du fabricant devant l'appareillage pour déplacer les disjoncteurs;
- l'appareillage de commutation doit être pourvu d'un schéma synoptique sur sa face avant;
- l'appareillage de commutation doit comporter des fenêtres pour prendre des mesures de température (infrarouge); les barres omnibus doivent être en cuivre;
- on doit inclure un compteur de mesurage client;
- on doit prévoir un espace pour l'ajout des disjoncteurs pour les charges futures;
- on doit inclure des points fixes de mise à la terre sur les jeux de barres (points de phase) facilement accessibles pour l'entretien.

C. Panneaux de distribution principale

Les panneaux de distribution doivent satisfaire aux exigences de conception suivantes :

- les disjoncteurs doivent être de type à boulonner;
- il doit y avoir 20 % d'espace dans les nouveaux panneaux;
- les disjoncteurs doivent être cadenassables;
- les barres omnibus doivent être en cuivre;
- les panneaux ne doivent pas comprendre de disjoncteurs approuvés en série.

D. Transformateurs secondaires

Les transformateurs doivent satisfaire aux exigences de conception suivantes :

- ils doivent être du type sec;

- leur niveau de bruit ne doit pas causer d'interférences dans les aires de travail;
- ils doivent être conformes à NRCan 2019;
- ils doivent être conformes à CSA C802.2;
- ils doivent avoir 4 prises de réglage de 2,5 % (2 au-dessus et 2 en-dessous du voltage normal primaire);
- les enroulements primaire et secondaire doivent être en cuivre.

E. Centres de commande de moteurs

Des centres de commande de moteurs doivent être utilisés s'ils permettent un regroupement économique et pratique des commandes des forces motrices.

Les éléments fournis avec le centre de commande de moteurs (démarreurs, variateurs de vitesse et sectionneurs) doivent être cadenassables. Les variateurs de vitesse fournis avec le centre de commande des moteurs doivent avoir des réactances à l'entrée et à la sortie du variateur de vitesse.

F. Panneaux de dérivation

Pour les projets de construction ou de rénovation majeure, le réseau de distribution normal doit comporter des panneaux de dérivation distincts pour l'alimentation de l'éclairage, des services, du chauffage et des charges informatiques.

Pour le réseau de distribution d'urgence, les panneaux peuvent contenir des charges mixtes.

Les panneaux de dérivation doivent satisfaire aux exigences de conception suivantes :

- les disjoncteurs doivent être de type à boulonner;
- les disjoncteurs doivent être cadenassables;
- les disjoncteurs qui alimentent les besoins du système d'alarme incendie et des services liés à la sécurité des personnes doivent être de couleur rouge ou adéquatement indiqués dans le panneau;
- avoir 10 % de disjoncteurs libres (15A ou 20A) et 10 % d'espace dans les nouveaux panneaux;
- les panneaux doivent être montés avec des portes qui peuvent être verrouillées lorsqu'ils sont installés à l'extérieur de salles techniques. Fournir 2 clefs par panneau;
- les panneaux ne doivent pas comprendre de disjoncteurs approuvés en série;
- les barres des panneaux doivent être en cuivre.

Les panneaux alimentant des charges d'un réseau informatique doivent être munis d'un conditionneur-filtreur pour la protection de l'équipement contre les surtensions transitoires, avec filtration des bruits et parasites et atténuation des hautes fréquences. Les transformateurs utilisés pour alimenter ces charges doivent être d'un facteur K13, le cas échéant.

Aux panneaux de dérivation encastrés, il faut ajouter quatre (4) conduits de réserve vides d'un diamètre minimum de 35 mm se prolongeant jusqu'aux entre-plafonds.

7.2.2 Éclairage

Le choix des appareils d'éclairage doit être effectué selon le type d'usage et en fonction de leur emplacement. Les appareils d'éclairage admissibles aux subventions doivent être privilégiés. Il importe d'utiliser des appareils facilement et rapidement disponibles au cours des prochaines années et combinant fonctionnement pratique, entretien facile et efficacité énergétique. De plus, la sélection des appareils d'éclairage doit être effectuée avec l'objectif de réduire la quantité des modèles spécifiés aux plans et devis.

Les fiches techniques des appareils d'éclairage doivent contenir les renseignements suivants et toute autre information technique utile :

- la durée de vie, la puissance;
- le nombre de lumens;
- la température de couleur K;
- l'indice de rendu de couleur (IRC).

Il est requis de privilégier les appareils d'éclairage intérieur et extérieur qui sont fournis avec un dispositif de sectionnement intégré au luminaire, peu importe la tension d'alimentation. Néanmoins, l'inclusion de ce dispositif ne doit pas restreindre de manière significative le bassin de manufacturiers possibles.

7.2.2.1 Éclairage intérieur

L'éclairage doit être conçu de manière à répondre aux besoins de sécurité et de protection ainsi qu'aux exigences fonctionnelles des différents types de locaux. L'éclairage doit en outre accentuer l'architecture globale de l'immeuble. Les appareils d'éclairage doivent être positionnés selon l'aménagement des espaces et du mobilier sans entrer en conflit avec les autres disciplines.

A. Exigences en matière de conception d'éclairage

Le tableau ci-dessous indique le niveau d'éclairement requis pour des espaces génériques. Dans le cas où un espace ne serait pas mentionné, les niveaux d'éclairement par défaut sont ceux suggérés par le guide IESNA. Dans le cas d'une divergence, l'exigence la plus stricte prévaut.

Les niveaux d'éclairage indiqués dans le tableau ci-dessous sont des valeurs moyennes calculées à une hauteur de 760 mm du plancher, sauf indication contraire.

Tableau 7.1 - Niveaux d'éclairage

Espaces	Éclairage moyen requis (Lux)
Salles de travail en équipe, salle de réunion ou salle de formation	550
Bureau	450
Salle technique / salle de télécommunications	350
Cuisinette et aire de repos du personnel	300 général, 500 pour dessus de comptoir
Toilettes	300 général, 500 pour dessus de comptoir
Vestiaire	300 au plancher
Corridor	250 au plancher
Entreposage, aire de rangement	250
Débarcadère intérieur (livraison de matériel)	250
Issue/cage d'escalier	200 au plancher
Escalier (éclairage d'urgence)	50 au plancher
Terrasse	20 au plancher
Porte des entrées extérieures et espace des livraisons	20 au sol
Stationnement	10 au sol

La conception en matière d'éclairage doit prévoir des niveaux d'éclairage adéquats pour l'exécution de tâches de manière facile et confortable. Le niveau d'éclairage doit tendre vers une uniformité dans le cadre de mesures effectuées à 760 mm du sol et à plus de 300 mm d'un mur. De façon générale, une uniformité minimale de 5:1 (maximum/minimum) doit être assurée. Un éclairage d'appoint peut s'avérer nécessaire pour répondre à des besoins spécifiques. La conception de l'éclairage doit considérer le besoin de repérage des personnes malvoyantes. Des simulations de l'éclairage doivent être présentées à la Ville de même que les documents PDF des résultats des calculs d'éclairage.

Les appareils d'éclairage intérieur doivent avoir une température de couleur comprise entre 3500K et 4100K et un indice de rendu des couleurs (IRC) minimum de 0,8.

B. Critères généraux pour les appareils d'éclairage

Les appareils d'éclairage doivent être de conception commerciale standard. L'utilisation de l'éclairage de type DEL est exigée. Tous les appareils d'éclairage doivent être conformes aux exigences en éclairage spécifiées au Chapitre 9 du CEP. Les appareils prescrits doivent avoir une

durée de vie minimum de 50 000 heures avec garantie de 5 ans du fabricant. Les appareils DEL doivent avoir été testés conformément à LM-79 et LM-80.

L'éclairage fluorescent ne peut être envisagé que dans les projets de rénovation où seule une faible proportion des appareils d'éclairage est modifiée sur une grande superficie. Par exemple, un projet de rénovation d'un corridor qui n'affecterait que quelques appareils d'éclairage parmi une quantité importante peut conserver l'usage de lampes fluorescentes. Néanmoins, dans le cadre de ces projets, les lampes T12 sont proscrites. Les ballasts, lorsqu'ils sont utilisés, doivent présenter un niveau sonore classé « A » pour tous les espaces occupés. Les ballasts doivent être électroniques et écoénergétiques. Ils doivent avoir un facteur de puissance minimal de 0,95 et une distorsion harmonique totale d'au plus 10 %. La durée de vie des lampes fluorescentes doit être au minimum de 20 000 heures.

À moins d'exigences contraires, l'éclairage incandescent dans les bâtiments existants doit être remplacé par de l'éclairage de type DEL.

C. Applications d'éclairage particulières

Les appareils d'éclairage des salles techniques doivent être situés de façon à ce que l'éclairage ne soit pas obstrué par des éléments de matériel suspendus ou placés en hauteur. Dans ces mêmes salles, les appareils d'éclairage doivent être munis de grillages de protection.

Lorsqu'un éclairage suspendu est installé dans une salle de télécommunications ou une salle technique, celui-ci doit être placé à plus de 305 mm des échelles de câbles, des câbles informatiques, des conduits électriques et de ventilation ou de tout autre obstacle.

7.2.2.2 Éclairage extérieur

Des appareils d'éclairage extérieur doivent être installés à chaque entrée et issue de l'immeuble.

Les appareils d'éclairage extérieur doivent avoir une température de couleur de 3000K et un indice de rendu des couleurs (IRC) minimum de 0,7. Il faut choisir des appareils d'éclairage extérieur capables de résister à une température hivernale pouvant aller jusqu'à - 45 °C. L'éclairage doit être orienté vers le bas pour réduire la pollution lumineuse et respecter les exigences LEED.

L'éclairage du périmètre du bâtiment, des stationnements et des garages doit être alimenté par des circuits indépendants pour en faciliter le contrôle.

Les appareils d'éclairage situés dans les stationnements intérieurs et dans les stationnements extérieurs étagés doivent être munis de grillages de protection.

Les appareils d'éclairage des aires de stationnement doivent être placés de façon à respecter la hauteur de passage des véhicules.

L'éclairage extérieur au pourtour de l'immeuble doit être suffisant pour permettre une circulation sécuritaire en tout temps. Si l'immeuble a des caméras extérieures, l'éclairage doit également

permettre la captation adéquate d'images et être orienté de manière à ne pas nuire à la vision des personnes et des caméras.

Les appareils d'éclairage extérieur doivent être protégés contre le vandalisme et approuvés pour résister aux intempéries et conditions climatiques de la zone où ils sont situés.

7.2.2.3 Contrôle de l'éclairage

Les obligations requises dans le chapitre I.1, Efficacité énergétique du bâtiment ont préséance sur les exigences requises dans cette section pour les projets assujettis à celui-ci.

Selon le type de projet et les mesures d'efficacité énergétique requises, le contrôle de l'éclairage peut être assuré par l'un des systèmes suivants :

- système centralisé;
- système de contrôle local;
- une combinaison des deux systèmes.

Le système de contrôle d'éclairage centralisé doit être favorisé s'il permet un regroupement économique et s'il facilite l'exploitation et l'entretien.

L'éclairage doit être contrôlé individuellement dans les bureaux fermés et dans les locaux de petites et moyennes dimensions (salles de réunion, salles d'entreposage, etc.).

L'éclairage des aires ouvertes doit avoir un contrôle centralisé par secteur, avec des interrupteurs et des détecteurs de mouvement. Si le système de gestion du bâtiment (SGB) est déjà installé, le contrôle d'éclairage des aires ouvertes doit alors être raccordé à ce système.

Le système centralisé de contrôle d'éclairage doit être simple d'utilisation. Il doit permettre à l'utilisateur de reprogrammer facilement des zones d'éclairage ou des plages horaires sans avoir à recourir au fabricant ou à une expertise externe.

Les panneaux de système de contrôle d'éclairage ne doivent être accessibles qu'aux personnes autorisées.

Le système de contrôle d'éclairage centralisé doit être à basse tension. Il doit permettre l'ajustement des plages horaires et le balayage pour la mise hors circuit. Les interrupteurs doivent être installés dans les locaux, pour permettre de déroger à l'horaire pendant une période de temps ajustable.

Le système centralisé de contrôle d'éclairage doit fonctionner selon un protocole libre afin d'éviter tout blocage de la part du fournisseur. De plus, il doit être compatible avec le système immotique ou avec les systèmes de sécurité ou de gestion du bâtiment.

Lorsqu'il est requis de pouvoir contrôler le niveau d'éclairage dans une pièce, il faut alors prévoir un système de gradation pour l'éclairage d'appoint et la possibilité de fermer l'éclairage général.

La détection doit être prévue dans les locaux fermés utilisés de façon intermittente (ex. : salle de réunion, toilettes, cuisinette, local à vélo, salle d'entreposage, etc.). Les détecteurs doivent être de type à double technologie, soit ultrasonique et infrarouge, pour les locaux avec peu d'activité ou de circulation, ou ceux ayant de hautes partitions.

Dans les salles où des partitions et des casiers sont installés (douches, toilettes, vestiaires, etc.), les détecteurs doivent être positionnés pour éviter les problèmes de détection. Il est également requis de s'assurer que les détecteurs muraux puissent détecter adéquatement les mouvements, notamment pour les bureaux fermés.

Il importe de spécifier des contrôles munis de détecteurs de luminosité pouvant ajuster le niveau d'éclairage des salles en fonction de la lumière naturelle.

L'éclairage des garages intérieurs doit être réduit durant les heures d'inoccupation de l'immeuble pour économiser l'énergie.

Les appareils d'éclairage extérieur doivent être contrôlés par une horloge (minuterie astronomique) et des contacteurs pour permettre de réduire la consommation électrique.

7.2.3 Services et circuits de dérivation

Aucun câblage de circuit de dérivation ne doit être inférieur au calibre AWG 12.

Des conduits d'un diamètre minimal de 21 mm doivent obligatoirement être utilisés pour les circuits d'éclairage et d'alimentation des services.

L'emplacement des sorties, des prises de courant et des appareils mécaniques (appareils d'éclairage et de chauffage, interrupteurs, ventilateurs, etc.) peut être modifié sans frais additionnels, à la condition que le déplacement n'excède pas 3 000 mm et que l'avis soit transmis avant l'installation.

Dans les espaces administratifs, les prises électriques doivent être alimentées par l'entre-plafond afin d'offrir une plus grande flexibilité d'aménagement.

Les circuits d'alimentation des prises de courant doivent être séparés des circuits d'alimentation du système d'éclairage.

Il est important de ne pas installer les sorties et les prises de courant dos à dos dans un mur et de laisser un dégagement horizontal d'au moins 150 mm entre les boîtes.

7.2.3.1 Circuits de dérivation pour éclairage

Une tension de 120 V doit être privilégiée pour les circuits de dérivation de l'éclairage. L'éclairage des immeubles existants fonctionnant à 347 V peut toutefois être conservé.

Les interrupteurs d'éclairage doivent être situés près des portes, du côté de la poignée.

Les circuits qui alimentent le système d'éclairage doivent être installés dans un réseau séparé de conduits. Ils doivent être dédiés exclusivement à cet usage. Aucun autre service ne doit être raccordé au circuit qui alimente les services d'éclairage.

7.2.3.2 Circuits de dérivation pour prises de courant

Les prises de courant intérieures dans des espaces administratifs doivent être doubles, de configuration CSA 5-15R, de qualité commerciale ou industrielle selon le type de projet, sauf en cas de disposition contraire du Code. La couleur des plaques doit être coordonnée avec la couleur de la prise.

Un maximum de six (6) prises par circuit est autorisé.

Des prises inviolables à obturateurs (« *tamper proof*») doivent être utilisés pour les prises de service accessibles au public dans les zones où il peut y avoir des enfants de moins de cinq ans.

Dans les espaces d'entreposage, les corridors ainsi que les espaces publics, une prise double de configuration CSA 5-20R est requise tous les dix (10) mètres linéaires de mur ou de cloison.

Dans les aires de travail ouvertes, une prise double de configuration CSA 5-15R est requise tous les cinq (5) mètres linéaires de mur ou de cloison et deux (2) prises doubles de configuration CSA 5-15R sont requises par poste de travail.

Dans un bureau fermé, une prise de configuration CSA 5-15R doit être installée tous les quatre (4) m linéaires, en plus des prises requises pour alimenter les services du poste de travail.

Dans une cuisinette ou dans une aire de réception, une prise de configuration CSA 5-15R doit être installée pour chaque mètre et demi (1,5) linéaire au-dessus du comptoir. Pour les prises générales dans ces aires, un même circuit doit alimenter un maximum de deux (2) prises électriques.

Dans les salles électromécaniques, une prise de configuration CSA 5-20R doit être installée tous les dix (10) mètres linéaires accessibles pour les opérations d'entretien. Un maximum de trois (3) prises de courant par circuit est autorisé.

Dans les salles de télécommunications, une prise de service de configuration CSA 5-15R doit être installée sur chaque mur pour usage général. Un maximum de deux (2) prises de courant par circuit est autorisé.

Au moins une prise de configuration CSA 5-20R doit être installée à l'extérieur sur chaque façade de l'immeuble. Elle doit être à l'épreuve des intempéries et son accès doit être restreint aux personnes autorisées. Les prises de courant extérieures requises près des entrées, des sorties, pour la signalisation ou pour une zone de manutention sont raccordées chacune sur un circuit dédié.

Des prises électriques de service, avec des plaques à l'épreuve des intempéries, doivent être prévues au toit, à proximité des équipements installés sur la toiture.

Des prises de courant sur alimentation de secours doivent être fournies dans les salles électromécaniques principales lorsqu'une installation électrique de secours est disponible.

Chaque équipement mécanique, qu'il soit situé à l'intérieur ou à l'extérieur, doit avoir accès à une prise située à un maximum de sept mètres et demi (7,5).

Pour le raccordement de l'appareillage spécifique (réfrigérateurs, micro-ondes, photocopieurs, etc.), des prises doivent être installées selon les besoins de ces appareils et raccordées sur un circuit dédié à chacun d'entre eux.

Les couleurs des prises électriques sont indiquées ci-dessous et sont déterminées selon la provenance de l'alimentation et des services alimentés :

- « ivoire » ou « blanc » pour identifier des prises reliées au système électrique normal;
- « orange » pour les prises reliées au système d'alimentation du réseau informatique;
- « rouge » pour les prises reliées au système électrique d'urgence;
- « gris » pour les prises raccordées sur un circuit dédié.

Les prises doivent être identifiées avec des étiquettes normalisées posées à l'extérieur des plaques-couvercles indiquant le panneau et le circuit qui les alimentent.

Les colonnettes de services doivent avoir deux compartiments distincts (compartiment séparé pour les services électriques et les services de télécommunications) avec couvercles amovibles pour quatre (4) sorties informatiques et deux (2) prises doubles de configuration CSA 5-15R. Le raccordement des colonnettes de services doit s'effectuer avec un cordon souple d'une longueur minimale de 3000 mm muni d'une fiche. Le fini des colonnettes de service doit être coordonné avec les spécialistes en architecture.

Les caniveaux de services doivent comprendre des compartiments distincts pour les services électriques et les services de télécommunications.

7.2.3.3 Bornes de recharge pour véhicules électriques

Toute borne de recharge doit avoir une protection mécanique (ex. : bollards) pour éviter qu'elle soit endommagée durant les manœuvres de stationnement ou de déneigement.

A. Réseau de recharge grand public

Ces bornes ne sont pas alimentées en électricité par le bâtiment, mais directement par Hydro-Québec. Elles sont utilisées pour la recharge des véhicules des particuliers et doivent être accessibles au public.

Chaque projet nécessitant la réalisation de travaux dans un stationnement doit inclure la construction d'un massif pour alimenter des bornes de recharge pour véhicules électriques destinées au public.

Avant d'installer des bornes de recharge, une confirmation et un enregistrement de leur usage doivent être réalisés auprès du Guichet unique du Service de l'urbanisme et de la mobilité (SUM) à l'adresse courriel guichet.brve@montreal.ca. Les bornes doivent obligatoirement correspondre aux exigences du réseau Circuit électrique conformément à l'Entente de partenariat pour le déploiement de bornes de recharge pour véhicules électriques signée en 2017. Les bornes publiques doivent être acquises directement par la Ville pour pouvoir bénéficier des coûts préférentiels accordés dans l'Entente de partenariat.

B. Réseau de recharge pour le parc véhiculaire municipal

Ces bornes, utilisées pour la recharge des véhicules du parc municipal, sont généralement alimentées par le réseau de distribution électrique du bâtiment. Toutefois, une borne de recharge rapide de grande puissance (> 50kW) sera parfois alimentée directement par Hydro-Québec.

Chaque projet nécessitant la réalisation de travaux dans un stationnement doit faire l'objet d'une évaluation afin de déterminer si des bornes municipales sont nécessaires. Les demandes d'évaluation doivent être acheminées au guichet unique du Service de la gestion et de la planification des immeubles (SGPI) à l'adresse courriel sgpi_infobornes@montreal.ca. Ces demandes doivent inclure la quantité permettant d'obtenir les points LEED associés aux bornes, à titre indicatif. Le SGPI déterminera la quantité de bornes à installer, selon la stratégie de déploiement des bornes à l'échelle de la Ville. Il déterminera aussi les marques/modèles de bornes à installer et leurs équivalents acceptés.

C. Aménagement des cours de service – Planification de l'infrastructure de recharge

Au moment de la planification du réaménagement des cours de service, l'installation actuelle et future des bornes de recharge doit être prise en compte, incluant les bornes de recharge rapide nécessitant un aménagement particulier. Cette prise en compte doit se faire en consultant le Guide du *Programme des Cours de Services – Paramètres, Orientations et Cour Type*.

7.2.3.4 Moteurs

Les moteurs électriques spécifiés dans les projets d'une capacité de ½ hp et plus doivent fonctionner à une tension de 600 V, triphasée, si le fabricant rend cette tension disponible.

7.2.4 Autres systèmes électriques

7.2.4.1 Système de mise à la terre

La source d'alimentation du système électrique doit avoir une résistance à la masse de moins de 5 ohms, selon la méthode de test « chute de potentiel » décrite dans la norme 81 de l'*Institute of Electrical and Electronics Engineers : Standard IEEE 81-1983, Guide for Measuring Earth Resistivity, Ground Impedance, and Earth Surface Potentials of a Grounding System*. Des essais de continuité et de mesure de la résistance du réseau de la mise à la terre doivent être réalisés en cas de travaux majeurs ou de nouvelles constructions et un rapport doit être transmis à la Ville.

Les tiges de terre doivent être en acier cuivré, de 21 mm de diamètre sur 3 m de longueur.

Réaliser par soudage aluminothermique les connexions enfouies, les connexions aux électrodes et les connexions à une conduite d'eau souterraine présentant une bonne conductivité.

Le périmètre des salles électriques principales doit être ceinturé d'une barre omnibus de mise à la terre connectée au système de mise à la terre de l'immeuble avec un minimum de 25 % de bornes ou de perforations pour de futurs raccordements de mise à la terre. Il est permis que la barre omnibus de mise à la terre soit discontinue à condition que les différentes sections soient liées entre elles avec un raccordement à compression en utilisant un conducteur de calibre approprié.

Les salles électriques secondaires doivent être dotées d'une barre omnibus de mise à la terre connectée au système de mise à la terre de l'immeuble avec un minimum de 25 % de bornes ou de perforations pour de futurs raccordements de mise à la terre.

Chaque salle électrique contenant des transformateurs et chaque salle de télécommunications doit disposer de sa propre barre omnibus de mise à la terre.

Les salles de télécommunications doivent disposer d'un réseau de mise à la terre distinct de celui des salles électriques (réseau isolé). Ce réseau de mise à la terre distinct doit toutefois être relié à la barre de mise à la terre principale du bâtiment.

La continuité des masses doit être assurée par un conducteur à l'intérieur de chaque conduit. Le conduit seul ne peut pas être utilisé pour assurer la continuité des masses.

Les connexions enfouies, les connexions aux électrodes et les connexions à une conduite d'eau souterraine doivent être réalisées par un soudage aluminothermique directement sur le site à l'aide de connecteurs mécaniques permanents ou de connecteurs à compression en cuivre ouvré et conformes à la norme ANSI/IEEE 837.

Les conducteurs de mise à la terre susceptibles d'être endommagés doivent être protégés par un conduit.

Le système de mise à la terre ne doit pas être en aluminium.

7.2.4.2 Système de protection contre la foudre et paratonnerre

Les nouvelles constructions et les projets avec réfection de toiture ou de l'enveloppe doivent faire l'objet d'une évaluation du risque pour la protection contre la foudre. Le SGPI recommande l'installation d'un système de protection pour tout immeuble dont l'indice de risque « R » est supérieur à 4 et pour tout immeuble de protection civile. Malgré la règle établie ci-dessus, dans le cadre d'un projet, la Ville pourrait décider de ne pas installer de système de protection contre la foudre sur un immeuble donné.

Les descentes de terre accessibles doivent être protégées par un conduit afin d'empêcher l'endommagement ou le vol.

Des plans signés et scellés par un membre en règle de l'OIQ spécialisé dans cette discipline doivent être transmis à la Ville.

7.2.4.3 Système de correction du facteur de puissance

L'équipe de conception doit effectuer une analyse pour valider s'il est pertinent d'ajouter un système de correction du facteur de puissance au bâtiment.

Dans les projets de construction, il importe de prévoir un espace, dans la salle électrique principale, pour l'ajout des équipements liés à la correction du facteur de puissance.

7.2.4.4 Système de correction de la qualité d'onde

L'équipe de conception doit effectuer une analyse pour valider s'il est pertinent d'ajouter un système de correction de la qualité d'onde des installations électriques.

Dans les projets de construction, il importe de prévoir un espace à l'intérieur de la salle électrique principale pour permettre l'ajout des équipements liés à la correction de la qualité d'onde.

7.2.4.5 Systèmes auxiliaires

A. Système d'alarme incendie

Les exigences portant sur les réseaux d'alarme incendie sont détaillées dans le chapitre 8 – Mesures d'urgence, sûreté et sécurité.

B. Système de sécurité du bâtiment

Le système de sécurité du bâtiment englobe les sous-systèmes suivants :

- système d’alarme intrusion;
- système de contrôle d’accès;
- système de vidéosurveillance.

Les exigences spécifiques relatives aux systèmes de sécurité des bâtiments sont détaillées dans le chapitre 8 – Mesures d’urgence, sûreté et sécurité.

C. Système de réseau informatique

Les exigences portant sur les réseaux informatiques peuvent être consultées dans les documents de référence conçus par le Service des technologies de l’information (STI). Au moment de la conception des projets, une demande d’accompagnement doit être faite auprès du STI de la Ville de Montréal.

7.2.5 Alimentation électrique de secours

Les installations doivent disposer d’un système d’alimentation électrique de secours conforme au Code national du bâtiment du Canada et à la norme CSA C22.10. Lorsque l’installation d’un groupe électrogène approuvé CSA C282 est jugée nécessaire, il importe d’en aviser la Ville dès le début du projet.

Pour alimenter les systèmes assurant la sécurité des personnes, on doit privilégier le recours à des batteries plutôt qu’à un groupe électrogène.

Pour l’ensemble des projets où une alimentation électrique est requise en cas de panne de courant, il faut favoriser l’installation d’un groupe électrogène mobile pour permettre de minimiser les frais d’entretien. Pour ces projets, le recours à des connexions rapides de type *CamLock* doit être validé auprès de la Ville pour permettre d’installer au besoin cette génératrice mobile rapidement et de façon sécuritaire.

Pour les projets où l’installation d’un groupe électrogène fixe est jugée nécessaire, le recours à un groupe électrogène approuvé CSA C282 n’est pas requis, sauf si les charges liées à la sécurité des personnes installées du bâtiment sont considérables. Dans le cas où un immeuble n’exige pas un groupe électrogène spécifique pour le système d’alimentation électrique de secours pour la sécurité des personnes, mais que l’alimentation de certains systèmes est néanmoins jugée critique, le groupe électrogène doit clairement indiquer qu’il ne répond pas à la norme CSA C282.

7.2.5.1 Réseau d’alimentation d’urgence

A. Groupe électrogène fixe

Si un groupe électrogène est requis, son installation extérieure doit être privilégiée, en considérant la nécessité de mettre en place un abri d’insonorisation afin de respecter les exigences sonores en vigueur.

Au cours de la phase préliminaire du projet, il importe d'établir la liste des équipements devant être raccordés au réseau d'urgence en collaboration avec la Ville. Cette liste doit être validée et mise à jour tout au long des étapes du projet.

Les génératrices doivent être fournies avec deux disjoncteurs intégrés de même capacité, soit un disjoncteur pour alimenter les charges d'urgence du bâtiment, et l'autre pour alimenter le banc de charge externe. Le disjoncteur associé au banc de charge doit être équipé d'une fonctionnalité « *shunt trip* » pour assurer le bon fonctionnement des installations du réseau d'urgence.

Un boîtier de raccordement doit être fourni pour permettre une connexion rapide et sécurisée à un banc de charge portatif afin de tester le groupe électrogène. Ce boîtier de raccordement doit être installé séparément (par exemple sur un mur) et satisfaire aux exigences de l'environnement où il sera installé. Il doit être fourni avec des borniers de raccordement dont la grosseur est adéquate pour le raccordement du banc de charge. Les borniers doivent avoir un calibre supérieur d'au moins 4 à 5 par rapport à la grosseur du câble installé entre le boîtier de raccordement et le disjoncteur de la génératrice.

Pour assurer le raccordement et la gestion des alarmes du réseau d'urgence, un boîtier de gestion des alarmes de dimensions 36" x 36" x 8" doit être installé pour les installations avec un groupe électrogène permanent. Un conduit vide avec une corde de tirage doit être installé entre ce boîtier et les panneaux suivants :

- panneau du SGB;
- panneau du système d'alarme intrusion.

Les alarmes et signaux du boîtier de gestion des alarmes devant être acheminés vers le panneau de gestion du bâtiment ou le panneau d'alarme intrusion sont les suivants :

Tableau 7.2 - Alarmes de réseau d'urgence à relier au système de gestion de l'immeuble

Nom	Provenance	Description	Type
Présence tension - Normal	Commutateur de transfert	Signal indiquant que le commutateur de transfert détecte une tension sur le réseau normal.	Alarme
Présence tension - Urgence	Commutateur de transfert	Signal indiquant que le commutateur de transfert détecte une tension sur le réseau urgence.	Alarme
ITA sur normal	Commutateur de transfert	Signal indiquant que le commutateur de transfert est alimenté sur le réseau normal.	État
ITA sur urgence	Commutateur de transfert	Signal indiquant que le commutateur de transfert est alimenté sur le réseau urgence.	État
Trouble général GE	Groupe électrogène	Signal indiquant un trouble général sur la génératrice. Cette alarme doit comprendre les éléments suivants : groupe électrogène non en mode automatique, disjoncteur du groupe électrogène hors service, toutes les alarmes de mise à l'arrêt du groupe électrogène ainsi que les pré-alarmes, si disponibles. Le contact d'alarme pour ce point doit normalement être fermé. Il s'ouvre à la suite d'une alarme ou d'une perte de tension des batteries.	Alarme
Disj URG pas en position fermée	Boîtier de raccordement	Signal indiquant que le disjoncteur alimentant la charge du bâtiment est en position fermée.	Alarme
Basse tension batteries (chargeur)	Groupe électrogène	Signal indiquant une basse tension sur les batteries ou le fait que le chargeur de batteries n'est plus alimenté. Le contact doit normalement être fermé. Il s'ouvre à la suite d'une perte d'alimentation électrique ou d'une basse tension des batteries.	Alarme
Bas niveau carburant	Groupe électrogène	Signal indiquant qu'il y a un bas niveau de carburant dans le réservoir principal et que le réservoir auxiliaire reste trop longtemps en bas niveau de carburant (2 contacts fermés). Si le système de gestion de carburant (remplissage du réservoir auxiliaire) n'est plus alimenté par le réseau électrique, le contact doit ouvrir.	Alarme

Une quantité suffisante de borniers doit être prévue pour être en mesure d'acheminer quatre (4) alarmes supplémentaires.

Le panneau de gestion des alarmes doit être équipé de batteries internes pour suppléer à une interruption de sa source d'alimentation externe.

B. Groupe électrogène mobile

Se référer à l'annexe 7.1 pour plus d'information sur les installations exigées dans les projets qui demandent un raccordement à une génératrice mobile.

C. Système d'alimentation statique sans coupure (« ASSC »)

Si le bâtiment doit être muni d'un système d'alimentation sans coupure visant les charges critiques, on doit privilégier une installation au plancher avec une base de béton. Une analyse approfondie pour déterminer les charges qui nécessitent d'être alimentées par ce type de système doit être réalisée de concert avec la Ville.

D. Commutateur de transfert

Un commutateur de transfert automatique doit être installé dès qu'il y a un groupe électrogène permanent. Le commutateur de transfert automatique doit être à isolement par dérivation fixe pour permettre son entretien sans compromettre l'alimentation de la charge. Le commutateur de transfert automatique doit permettre les trois positions suivantes pour assurer le bon fonctionnement des tests associés au réseau d'urgence : urgence, normale et neutre.

Le commutateur de transfert automatique doit être équipé au minimum des contacts suivants :

- deux contacts d'information de présence sur l'alimentation normale;
- un contact d'information de présence sur l'alimentation d'urgence;
- deux contacts pour chaque position du commutateur;
- deux contacts normalement fermés pour le signal d'interrupteur qui n'est pas en mode automatique;
- un port RS485 pour assurer la communication.

Un conduit vide avec corde de tirage doit être installé entre le commutateur de transfert et le panneau de transfert des alarmes à la centrale de l'immeuble.

Dans le cadre de projets où un groupe électrogène et un commutateur de transfert ne sont pas spécifiés, il importe de valider auprès de la Ville l'option visant à prévoir un espace pour l'ajout futur de ces équipements.

7.2.6 Éclairage de secours et signalisation des issues

En plus des exigences requises par les codes, et bien qu'un groupe électrogène certifié CSA C282 soit présent sur le site, l'éclairage de secours alimenté par batterie doit également être installé dans :

- les principaux locaux électromécaniques où des services critiques pour l'opération du bâtiment sont hébergés;
- les locaux du groupe électrogène;
- les locaux des commutateurs de transfert automatique;
- les salles de télécommunications et d'informatique où des services critiques pour l'opération du bâtiment sont hébergés;

- la salle d'entrée d'eau;
- la salle des gicleurs.

Les enseignes de sortie doivent être de type à diodes électroluminescentes. Les phares d'éclairage d'urgence doivent être dotés de lampes de type DEL. L'installation des accumulateurs à batteries doit être optimisée afin d'en réduire le nombre. Les accumulateurs à batteries doivent être spécifiés avec des systèmes de gestion à distance. L'usage d'un système d'onduleur d'éclairage de secours est permis si le prix d'installation et le coût d'entretien sont avantageux.

L'ensemble des éléments qui sont spécifiés pour l'éclairage d'urgence doivent être certifiés CSA C22.2 N° 141 et approuvés pour cet usage.

7.2.7 Aménagement et emplacement des salles électriques

Un espace mural d'une largeur de 600 mm doit être réservé à l'entrée des salles électriques pour positionner une station de cadenassage. L'équipe de conception doit veiller à optimiser le placement des équipements afin de conserver un maximum d'espace pour des besoins futurs en regroupant les équipements sans compromettre leur fonctionnement. Il faut aussi :

- réserver un espace au sol adjacent à chaque appareillage de commutation dans les salles électriques principales qui soit suffisant pour permettre l'installation d'une cellule future;
- réserver un espace mural libre utilisable correspondant à 20 % de la superficie dans les salles électriques secondaires pour l'installation d'équipements futurs. La largeur minimale de l'espace mural doit être de 600 mm pour permettre l'installation d'un panneau de dérivation.

Les démarreurs et les variateurs de vitesse qui ne sont pas intégrés aux équipements installés à l'extérieur doivent idéalement être installés dans les salles électriques à proximité des panneaux d'alimentation.

À la fin du projet, un schéma unifilaire sous plexiglas de la distribution électrique complète de l'immeuble doit être fixé au mur des salles électriques principales. Les dimensions du schéma unifilaire ne doivent pas être inférieures à 600 mm x 600 mm.

Les salles électriques secondaires doivent autant que possible être superposées pour permettre un passage facile des colonnes montantes d'étage en étage.

Les salles électriques dans les nouvelles constructions doivent comporter des manchons installés en prévision de modifications à venir représentant 10 % des manchons installés dans le cadre du projet. Au minimum, deux manchons de 100 mm doivent être installés à travers les planchers porteurs. Tous les manchons traversant les dalles doivent se prolonger jusqu'à 100 mm au-dessus des planchers finis.

Dans les salles électromécaniques, le chemin réservé au remplacement et à l'entretien des équipements doit être peint au sol (avec une peinture époxy) pour indiquer visuellement que l'espace ne peut être utilisé pour l'installation future d'un équipement.

La conception doit optimiser la quantité et l'emplacement des salles électriques afin d'éviter d'avoir à augmenter le calibre des conducteurs alimentant une charge en raison des chutes de tension.

Lorsqu'elles contiennent des transformateurs, les salles électriques ne doivent pas être adjacentes aux salles de télécommunications.

À l'exception des gicleurs, aucune conduite transportant un fluide ne doit passer à l'intérieur des salles électriques principales. À l'exception des gicleurs, aucune conduite sous pression ne doit passer à l'intérieur d'une salle électrique secondaire, et les conduites de drainage doivent être évitées. Dans le cas où il est impossible d'éviter que des conduites transportant un fluide ne pénètrent à l'intérieur d'une salle électrique secondaire, la salle doit être pourvue de drains de plancher et les équipements doivent être protégés en conséquence.

Dans une salle électrique avec gicleurs, tous les équipements électriques doivent être approuvés pour cette installation. Pour les équipements suspendus, lorsqu'il y a un risque que le jet du gicleur pénètre dans l'équipement, celui-ci doit être NEMA 3R.

Annexe 7.1 - Exigences – Raccordement des génératrices mobiles

La présente section décrit les installations requises sur un bâtiment afin d'y raccorder une génératrice mobile. Cette section a pour objet d'uniformiser les installations sur les bâtiments et d'en rendre le raccordement rapide et sécuritaire.

1.1 Exigences techniques

Une liste des installations électriques nécessaires devant être installées au moment de la réalisation des projets pour effectuer le raccordement des génératrices mobiles est présentée ci-dessous.

1.1.1 Boîtier de raccordement

Le boîtier de raccordement doit être installé en se basant sur la capacité de la génératrice.

1. Raccordement d'une capacité de 800A et moins :

Pour les installations ayant une capacité maximale de 800A, un boîtier de raccordement doit être installé. Ce dernier est équipé d'un interrupteur à fusible ou d'un disjoncteur.

Le boîtier doit être installé à l'extérieur du bâtiment. Un boîtier en acier inoxydable de type 3R est préconisé. Fournir une base en béton dans le cas où le boîtier est installé sur le sol.

Le boîtier doit être équipé au minimum de deux compartiments, l'un comportant des prises avec des connexions rapides (« *Camlock* »), et l'autre pour le sectionneur ou le disjoncteur d'alimentation. Les deux compartiments doivent être équipés d'un système de verrouillage, c'est-à-dire que le compartiment des prises avec les connexions rapides ne peut s'ouvrir que lorsque l'interrupteur ou le disjoncteur est en position OFF. De même, l'interrupteur ou le disjoncteur ne peut être mis en position ON si la porte du compartiment des prises avec les connexions rapides est ouverte.

Le compartiment des réceptacles des prises avec les connexions rapides (*Camlock*) est utilisé pour raccorder les câbles d'alimentation de la génératrice mobile. Pour les installations à plus de 400A, les réceptacles des prises avec les connexions rapides doivent être en parallèles.

Les réceptacles des prises avec les connexions rapides (*Camlock*) doivent être identifiés selon un code de couleur. Le réceptacle pour la mise à la terre (vert) et le neutre (blanc) sont de

configuration femelle tandis que les réceptacles de phase (rouge, noir et bleu au besoin) sont de configuration mâle.

Les réceptacles des prises avec les connexions rapides (*Camlock*) ont une capacité minimale de 400A à 600V, peu importe la capacité de l'interrupteur installé.

Les réceptacles des prises avec les connexions rapides (*Camlock*) sont munis de capuchons retenus par des chaînettes afin de prévenir l'infiltration de matières indésirables et d'humidité dans les réceptacles lorsque ces derniers ne sont pas en utilisation.

2. Raccordement d'une capacité supérieure à 800A :

Pour les installations ayant une capacité supérieure à 800A, un auget avec des provisions pour le raccord des câbles en parallèle ou en triple est préconisé. L'auget doit être muni d'une poignée encastrée anti-vandale et d'une trappe d'accès avec portière barrée pour les câbles.

1.1.2 Interrupteur de transfert manuel

1. Un interrupteur de transfert manuel de la même capacité que le boîtier de raccordement extérieur doit être installé à l'intérieur du bâtiment.
2. L'interrupteur de transfert manuel doit être muni d'un pôle pour commuter le conducteur neutre.
3. L'interrupteur de transfert manuel doit être fourni avec contacts auxiliaires lorsque requis (ex. : dans le cas où la génératrice mobile est utilisée pour le remplacement d'une génératrice fixe).

1.1.3 Boîtier pour alarme et commande

Dans les situations où la génératrice mobile vient en relève à une génératrice permanente, l'installation électrique doit être équipée des équipements suivants :

1. Un boîtier d'alarme et commande : ce boîtier doit être installé à l'extérieur, à proximité du boîtier de raccordement de la génératrice mobile. Voir le schéma #01 pour les raccordements liés à ce boîtier d'alarme et de commande.
2. Le signal de démarrage de la génératrice mobile doit être acheminé de l'interrupteur de transfert automatique via un contact auxiliaire de l'interrupteur de transfert manuel vers la génératrice mobile. De même, un signal d'alarme générale de la génératrice mobile doit être acheminé au panneau d'alarme du bâtiment lui-même relié au central de télégestion. Voir détail du schéma de contrôle indiqué au schéma #02.
3. Le boîtier d'alarme et de commande est également équipé de circuits électriques afin d'alimenter les services auxiliaires de la génératrice mobile tels que le chargeur à batteries, le chauffe-bloc et le chauffe-alternateur. Voir détail des services électriques auxiliaires indiqué au schéma #03.

1.1.4 Prises de courant

Une prise de prise de courant de 120V, 20A de configuration 5-20RA doit être installée à l'extérieur du bâtiment et à proximité du boîtier de raccordement de la génératrice mobile. Cette prise doit être raccordée sur un panneau d'urgence et être résistante aux intempéries.

1.2 Exigences d'installation

1.2.1 Boîtier de raccordement

Le professionnel doit déterminer l'endroit le plus approprié à l'extérieur du bâtiment pour y installer le boîtier de raccordement. Des facteurs de proximité à la génératrice mobile, d'encombrement du boîtier et d'interconnexion avec l'interrupteur de transfert manuel doivent être considérés quant à l'emplacement du boîtier.

1.2.2 Interrupteur de transfert manuel

1. Le professionnel doit déterminer l'endroit le plus approprié à l'intérieur du bâtiment pour installer l'interrupteur de transfert manuel. Des facteurs de proximité au boîtier de raccordement, d'accessibilité de l'interrupteur et de réaménagement de distribution électrique doivent être considérés quant à l'emplacement de l'interrupteur.
2. Le professionnel doit évaluer les charges d'urgence à raccorder du côté CHARGE et raccorder la SOURCE 1 à un point d'alimentation de la distribution normale. La SOURCE 2 doit être raccordée au boîtier de raccordement décrit aux articles 2.1 et 3.1.

1.2.3 Boîtier d'alarme et de commande

1. Installer le boîtier d'alarme et de commande à l'extérieur, à proximité du boîtier de raccordement.
2. Raccorder les signaux de démarrage et d'alarme aux installations existantes dans le bâtiment.
3. Raccorder les services électriques du boîtier à un panneau d'alimentation du bâtiment relié à la distribution d'urgence. Voir les schémas #01, #02 et #03.

1.2.4 Identification

1. Identifier clairement chaque pièce d'équipement électrique au moyen d'une plaque d'identification gravée (lamicoïde).
2. Le boîtier de raccordement extérieur de la génératrice mobile doit être identifié à l'aide d'une plaque gravée des éléments suivants : voltage, ampérage, puissance en kW, sens de rotation des phases, capacité de la génératrice à installer et liste des charges à délester (s'il y a lieu). Voir exemple de plaque – Schéma #01.

3. Identifier les conducteurs selon le code de couleurs du code électrique.
4. Identifier les sources d'alimentation 1 et 2 de l'interrupteur de transfert en indiquant clairement, pour la source 1, le point d'alimentation normal (nom du panneau et # de circuit) et, pour la source 2, qu'il s'agit de la génératrice mobile.
5. Un schéma unifilaire complet du bâtiment, sous protection plexiglass, doit être affiché dans la salle électrique principale ainsi qu'à l'endroit où se trouve l'interrupteur de transfert (si ce dernier n'est pas dans le même local).
6. Une procédure de transfert sur génératrice mobile doit être affichée à proximité de l'interrupteur de transfert manuel. Indiquer clairement sur cette procédure les charges qui sont à délester, s'il y a lieu, lorsque la génératrice mobile est en opération. La procédure doit également inclure le scénario inverse pour revenir en opération normale.

1.2.5 Mise à la terre

1. Un conducteur de mise à la terre de calibre approprié doit être acheminé du boîtier de raccordement de la génératrice mobile jusqu'à la mise à la terre de la salle électrique principale.

1.2.6 Schémas de raccordement et d'identification

Les schémas typiques des installations et des raccordements pour les installations équipées d'une génératrice mobile sont présentés aux pages suivantes.

Schéma #01

Boîtier d'alarme et de contrôle

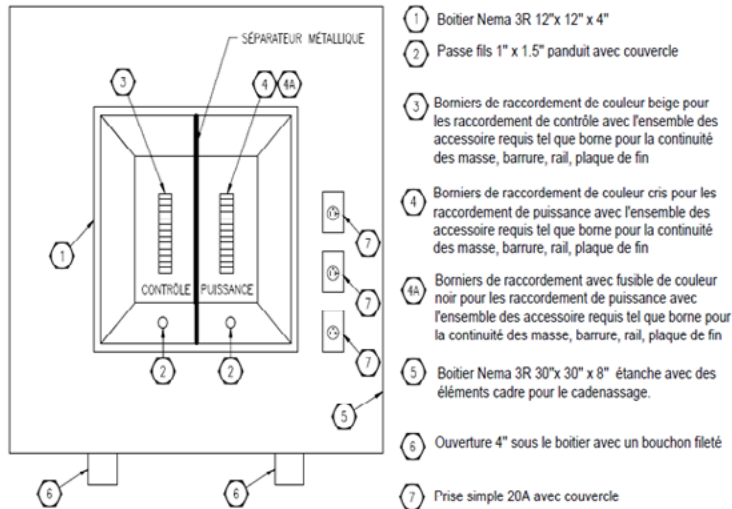


Schéma #02

Schéma unifilaire d'alarme et de commande (Partie contrôle)

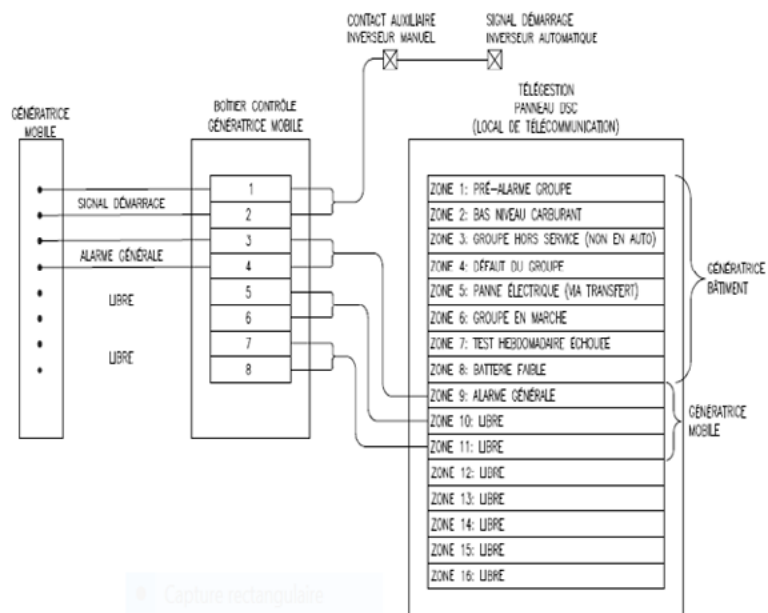


Schéma #03

Schéma de raccordement pour les services auxiliaires (Partie puissance)

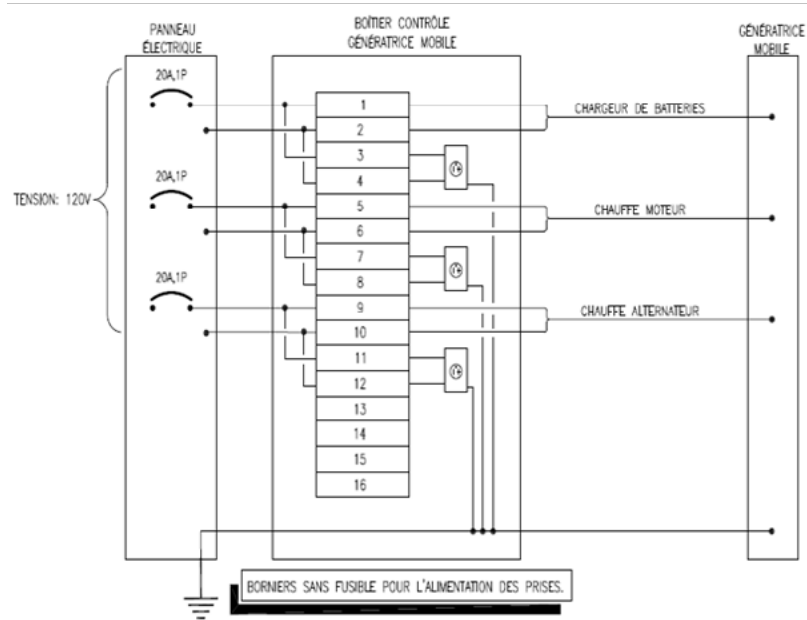


Schéma #04

Plaque d'identification du boîtier de raccordement pour génératrice mobile

CETTE FICHE DOIT ÊTRE AFFICHÉE À L'EXTÉRIEUR PRÈS DE BOÎTIER DE
RACCORDEMENT DE LA GÉNÉRATRICE MOBILE

VOLTAGE	_____
kVA	_____
TYPE DE CAM-LOCK REQUIS	_____
LONGUEUR DU CÂBLAGE, REQUIS POUR LE RACCORDEMENT	_____
ROTATION DES PHASES SENS DE ROTATION DES AIGUILLES D'UNE MONTRE OU SENS CONTRAIRE	_____



Chapitre 8

Mesures d'urgence, sûreté et sécurité

Chapitre 8

8. Mesures d'urgence, sûreté et sécurité	490
8.1 Généralités	490
8.1.1 Objectifs.....	490
8.1.2 Assurances.....	490
8.2 Sécurité incendie	491
8.2.1 Plan de mesures d'urgence en cas d'incendie/Plan de sécurité incendie (PSI)	491
8.2.2 Réseaux de détection et d'alarme incendie	492
8.2.2.1 Panneau d'alarme incendie	497
8.2.3 Système de gicleurs automatiques et canalisations d'incendie	498
8.2.4 Extincteurs portatifs	502
8.2.5 Plans d'évacuation (affichage).....	503
8.2.6 Affichage des symboles pertinents en santé et en sécurité	503
8.2.7 Affichage du nombre de personnes.....	504
8.2.8 Calculs et dessins	504
8.3 Sûreté et sécurité du bâtiment.....	505
8.3.1 Les grandes stratégies d'aménagement sécuritaire.....	505
8.3.1.1 Niveaux de priorité	505
8.3.1.2 Stratégie d'aménagement par zones	505
8.3.2 Application générale.....	507
8.3.3 Demande de branchement à la centrale de surveillance du SGPI.....	507
8.3.4 Température d'opération des systèmes de sécurité physique	508
8.3.5 Vidéosurveillance	508
8.3.6 Serrurerie	510
8.3.7 Quincaillerie	511
8.3.8 Boîtes à clés	511
8.3.9 Contrôle d'accès électrifié.....	511
8.3.10 Système de détection d'intrusion	512
8.3.11 Câblage et schémas unifilaires.....	514
8.3.12 Aménagement des panneaux de contrôle	515
8.4 Mise à l'essai des systèmes intégrés	515
Annexe 8.1 – Mesures de sûreté et sécurité par type de bâtiment.....	516
I – Aréna et centre sportif.....	516
II – Bâtiment administratif, bureau d'arrondissement et Bureau Accès Montréal	520

III – Bibliothèque, maison de la culture et centre communautaire	524
IV – Caserne de pompiers	528
V – Centre d’approvisionnement et lieu d’entreposage d’inventaire.....	532
VI – Chalet de parc, piscine extérieure et pavillon des baigneurs	536
VII – Cour de service, atelier municipal et poste d’essence	541
VIII – Écocentre.....	546
Annexe 8.2 - Obligations contractuelles de l’entrepreneur liées	
aux systèmes de sécurité incendie	550
1.1 Mise en service - Exigences liées au réseau de détection et d’alarme incendie	550
1.2 Protection incendie.....	554
1.3 Mise à l’essai des systèmes intégrés	562
Annexe 8.3 - Plans d’évacuation.....	567
1.1 Généralités.....	567
1.2 Affichage	568
1.3 Contenu	570
1.4 Normes graphiques	574
1.5 Gabarit	576



8. Mesures d'urgence, sûreté et sécurité

8.1 Généralités

Ce chapitre porte sur la planification et la mise en œuvre des mesures de sûreté et de sécurité visant à protéger les personnes et les bâtiments de la Ville de Montréal et à assurer une application uniforme de ces exigences.

En 2020, la Ville de Montréal s'est dotée d'une politique visant la sûreté et la sécurité des édifices municipaux. Les présentes exigences offrent par conséquent l'encadrement nécessaire pour déterminer les mesures de sûreté et de sécurité visant la mitigation du risque dans le cadre de projets de construction, de rénovation et d'optimisation du parc immobilier municipal.

L'affichage et la signalisation doivent être conformes à la Charte de la langue française.

8.1.1 Objectifs

Cette section du CEP vise à établir l'ensemble des exigences qui garantissent la sécurité des actifs de la Ville, ce qui comprend notamment :

- le maintien d'un bon niveau de protection des actifs de la Ville par la mise en œuvre de mesures adéquates de sûreté et de sécurité;
- le respect des lois, des règlements et des normes dans l'installation et l'utilisation des mesures de sûreté et de sécurité;
- l'uniformisation des stratégies de sûreté et de sécurité sur la base du niveau de priorité accordée aux ouvrages lorsque la nature des activités, le niveau de risque et les caractéristiques sont similaires.

8.1.2 Assurances

La Ville de Montréal s'assure elle-même, c'est-à-dire qu'elle ne traite pas avec des compagnies d'assurance. Dans ce contexte, l'équipe de conception qui réalise un projet de construction ou de rénovation doit prévoir toute la protection et la sécurité attendues pour protéger les personnes et les actifs immobiliers.

8.2 Sécurité incendie

8.2.1 Plan de mesures d'urgence en cas d'incendie/ Plan de sécurité incendie (PSI)

Comme son nom l'indique, le Plan de sécurité incendie (PSI), ou plan de mesures d'urgence en cas d'incendie, comprend les mesures de détection, de signalement et d'extinction en cas d'incendie. Celui-ci peut également inclure des plans particuliers d'intervention lorsqu'il y a présence de matières dangereuses. Il ne doit pas être confondu avec les plans d'évacuation affichés dans le bâtiment, lesquels sont traités dans leur propre sous-section.

Le Code national de prévention des incendies indique les normes portant sur la mise en œuvre d'un PSI et la supervision d'un bâtiment par un système d'alarme incendie. La nécessité d'un PSI repose également sur la gestion du risque associé à la protection des personnes.

Au moment de la construction ou de la rénovation d'un bâtiment municipal, il est de la responsabilité de l'équipe de conception de valider s'il est nécessaire d'implanter un système de détection ou de protection d'incendie.

En conformité avec les exigences du Code de sécurité du Québec (CNPIC-2010 modifié) et du Règlement sur la prévention des incendies de Montréal, les plans d'évacuation prévus dans le plan des mesures d'urgence en cas d'incendie doivent, le cas échéant, être affichés dès le premier jour de l'occupation du bâtiment.

Lorsqu'un bâtiment est conçu, en totalité ou en partie, comme un parcours sans obstacle, le plan des mesures d'urgence doit prévoir divers scénarios pour accompagner les personnes à mobilité réduite en cas d'évacuation d'urgence.

Le Code de sécurité du Québec, chapitre VIII bâtiment (CNPIC-2010 modifié) comprend notamment les éléments suivants, lesquels doivent être appliqués selon l'usage du bâtiment :

- le plan des mesures d'urgence;
- le plan de sécurité incendie;
- la formation du personnel de surveillance;
- la formation du personnel de surveillance pour l'utilisation du réseau de communication phonique;
- la tenue des exercices d'incendie et leur fréquence;
- les mesures pour évacuer les personnes ayant des besoins particuliers;
- la marche à suivre pour l'utilisation des ascenseurs;
- les équipements spéciaux installés dans les bâtiments de grande hauteur;
- la surveillance des risques d'incendie dans le bâtiment;
- l'inspection et l'entretien des installations prévues pour la sécurité des occupants.

Le plan des mesures d'urgence en cas d'incendie doit inclure les plans, à l'échelle (format 279 mm x 432 mm) suivants :

- le plan d'implantation;
- le plan de chaque étage;
- le dessin en coupe des ascenseurs, avec l'identification de chaque gaine et les étages desservis, ainsi que des ascenseurs destinés à l'usage des pompiers, le cas échéant;
- le dessin en coupe des escaliers, avec l'identification de chaque cage d'escalier, y compris les accès au toit et les portes permettant de réintégrer l'aire de plancher;
- le dessin en coupe des canalisations d'incendie, y compris les robinets, les soupapes et l'indication de la pression disponible à chaque étage.

Le plan d'implantation doit inclure :

- l'emplacement et l'orientation du bâtiment, y compris les distances par rapport aux limites de propriété;
- l'emplacement de tout autre bâtiment sur le terrain, y compris les distances par rapport aux limites de propriété et les distances entre les bâtiments;
- les voies d'accès à l'usage des véhicules d'incendie et leurs dimensions;
- les obstacles à la lutte contre l'incendie (clôtures, haies, piscines, constructions souterraines et aériennes, etc.);
- l'emplacement des raccords-pompiers ainsi que les bornes d'incendie publiques et privées, le cas échéant;
- les entrées de gaz;
- la chambre annexe d'Hydro-Québec.

8.2.2 Réseaux de détection et d'alarme incendie

Il importe de réaliser une étude pour déterminer si le réseau de détection et d'alarme incendie doit être installé et relié à une centrale de surveillance. Les conclusions de l'étude permettant de déterminer si des exigences particulières additionnelles doivent être respectées sont ensuite transmises à la Ville.

En plus du Code de construction du Québec, l'équipe de conception doit prendre connaissance des exigences relatives au système de détection et d'alarme incendie indiquées dans le « Guide en matière d'accessibilité universelle pour les nouveaux bâtiments et pour l'agrandissement, la rénovation et l'entretien de bâtiments municipaux existants ». L'équipe de conception doit valider avec la Ville si les exigences liées à l'article 6-A.2 sont applicables pour le projet.

Rappelons que les réseaux de détection et d'alarme incendie présents dans la plupart des bâtiments municipaux montréalais sont reliés à une centrale de surveillance afin de mieux assurer la sécurité des personnes et du parc immobilier.

Dans le cas d'un réseau de détection et d'alarme incendie existant, il est de la responsabilité de l'équipe de conception de prendre connaissance du dernier rapport d'inspection produit par une autorité compétente et d'intégrer les corrections recommandées aux travaux à effectuer dans le bâtiment. Il en va de même pour la mise à jour ou l'installation d'un nouveau panneau d'alarme incendie, et de toute autre nouvelle partie du réseau en place.

Bien que la nécessité de prévoir l'installation d'un réseau de détection et d'alarme incendie soit déterminée par la partie 10 du Code de construction du Québec pour les bâtiments existants, certains bâtiments municipaux pourraient être couverts par une clause grand-père ou autre mesure les exemptant de cette obligation. Malgré cela, il n'y a pas d'exception lorsqu'un tel bâtiment fait l'objet d'un projet de rénovation. En conséquence, si le Code de construction du Québec en vigueur et les exigences de la Ville nécessitent l'installation d'un réseau avertisseur d'incendie pour un bâtiment neuf équivalent en dimensions et ayant les mêmes usages, l'équipe de conception doit prévoir l'installation d'un tel réseau dans le cadre de son projet.

Aucune mesure différente ne peut être négociée à cet égard auprès des autorités compétentes, municipales ou provinciales.

Lorsqu'un réseau de détection et d'alarme incendie est mis en place, celui-ci doit être conçu, installé et vérifié selon les normes ULC, le Code de construction de Québec et le CNPI en vigueur.

Dans un souci d'accessibilité universelle et de sécurité, la Ville exige l'installation d'avertisseurs visuels dans les espaces suivants :

- espaces à bureaux à aires ouvertes comprenant plus de 60 personnes;
- salles de réunion ou de rassemblement public comprenant plus de 60 personnes;
- espaces prévus pour la tenue de spectacles;
- locaux techniques comprenant des équipements bruyants qui empêchent d'entendre adéquatement le signal sonore du système d'alarme incendie;
- locaux destinés à un usage public.

L'équipe de conception doit préparer des plans dédiés exclusivement aux équipements de réseau de détection et d'alarme incendie. Aucune autre fonction ne doit être indiquée sur ces plans.

Pour le système de détection et d'alarme incendie, l'équipe de conception doit spécifier un système à une étape si le Code de construction le permet pour l'usage du bâtiment. Dans le cas où un système à deux étapes est exigé par le Code ou demandé par la VDM, les modalités de fonctionnement du système spécifié doivent être coordonnées avec VDM (par exemple si le bâtiment est inoccupé pour une période de nuit, le système est programmé pour un

fonctionnement à une étape). Ce mode de fonctionnement doit être indiqué clairement sur les plans, le devis et les rapports d'inspection.

Lorsque le bâtiment est giclé, les zones de détection du réseau d'alarme incendie doivent être coordonnées avec les zones du système de protection incendie (gicleurs).

Les boucles de détection et de signalisation du réseau d'alarme incendie doivent être raccordées exclusivement avec du câblage de classe A.

Les éléments de détection et de signalisation doivent provenir du même fabricant afin d'assurer l'intégrité de l'installation.

Lorsqu'un bâtiment est giclé, l'installation de détecteurs de fumée est exigée dans les salles électriques, salles mécaniques, salles informatiques, salles d'archives et dans l'ensemble des salles présentant un risque d'incendie.

Il importe de fournir un plan qui indique un schéma unifilaire de réseau de détection et d'alarme incendie, ce schéma comprenant au minimum les éléments suivants :

- l'emplacement du panneau d'alarme incendie;
- l'emplacement du panneau annonciateur;
- les boucles de signalisation;
- les boucles de détection;
- l'emplacement du panneau de transfert des alarmes « transmetteur »;
- le type de liaison entre le panneau de transfert des alarmes et la centrale d'alarme;
- les circuits d'alimentation 120 V;
- le type de câblage.

L'ensemble des éléments nécessaires pour disposer d'une installation certifiée et fonctionnelle doivent être indiqués sur les plans d'alarme incendie. Parmi ceux-ci :

- le panneau d'alarme incendie;
- le panneau de l'annonciateur;
- les éléments de signalisation : klaxons, strobe, etc.;
- les éléments de détection : détecteurs, stations manuelles, etc.;
- les éléments de supervision : relais, modules adressables, isolateurs, etc.;
- le panneau transmetteur des alarmes;
- les modules de communication;
- le type de câblage.

Les conducteurs des boucles de signalisation et de détection doivent être installés dans des réseaux de conduits séparés.

L'ensemble des conduits de système de détection et d'alarme incendie doivent être d'une couleur rouge pour faciliter l'identification des éléments de ce réseau.

L'ensemble des boîtes du système de détection et d'alarme incendie doivent être bien identifiées avec une couleur rouge et porter une inscription « INCENDIE » pour faciliter l'identification des éléments de ce réseau. L'identification devrait se faire avec des plaques lamicoïdes ou des identifications de type *p-touch*.

L'installation de câbles flexibles (« câbles BX ») certifiés pour l'alarme incendie (sur une distance maximale de 1,5 m) n'est permise que pour raccorder les modules de surveillance avec les équipements électrifiés du réseau de protection incendie (gicleurs).

L'installation des attaches en plastique (« *Tie-wrap* ») ou des ancrages en plastique pour les câbles de réseau de détection et d'alarme incendie est strictement interdite.

Chaque fil d'un câblage interne doit être clairement identifié. De même, chaque câble et chaque conducteur entrant et sortant d'un équipement, d'un coffret, d'un boîtier ou d'une armoire doivent être identifiés à l'aide de bagues en matière plastique résistant à la chaleur et à l'huile, à l'aide d'étiquettes résistantes à la chaleur ou d'étiquettes en vinyle spécialement conçues pour cet usage. Les bagues ou les étiquettes doivent être enfilées sur le conducteur au moment de la pose du conducteur. Seules les bagues en forme de « O » sont acceptées.

Sauf indication contraire, faire solidement et soigneusement toutes les épissures des conducteurs dans les boîtes de jonction ou dans les boîtes d'alimentation avec des connecteurs démontables, par exemple de type marrette. Le recours à des connecteurs non démontables n'est pas permis.

Une trappe d'accès d'environ 12" x 12" doit être présente à proximité de chaque détecteur de produits de combustion installé dans les conduits de ventilation pour permettre l'entretien. Cette trappe doit être coordonnée avec le concepteur du système de ventilation.

À moins d'avis contraire, toutes les inscriptions sur les postes manuels sont rédigées en français.

Toutes les identifications doivent être transcrites sur les plans tels que construits.

La programmation doit être effectuée selon les indications de l'ingénieur concepteur. La fonction de chaque relais adressable installé dans le bâtiment doit être bien détaillée pour en faciliter la programmation et la maintenance.

Au moment de la programmation, chaque élément doit être bien identifié et comporter les indications ci-dessous :

- le type d'élément;
- l'emplacement de l'élément (numéro de la salle où l'élément est installé);
- la fonction de l'élément.

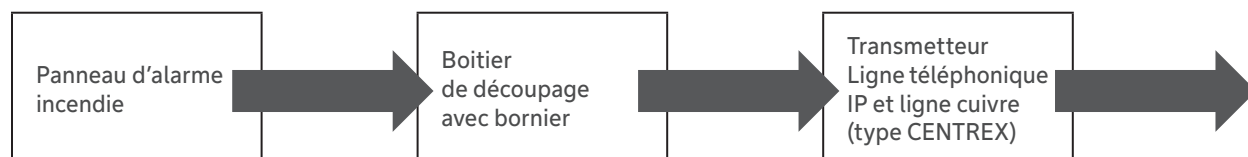
L'ajout de toute autre information pertinente doit être validé au moment de la programmation.

Les signaux « alarme, trouble et supervision » doivent être transférés à la centrale de surveillance. Le système d'alarme incendie doit être relié à la centrale de surveillance par un poste de transmission des signaux (ci-après nommé « transmetteur »). Le transmetteur doit être certifié CAN/ULC-S559. Un boîtier de découpage avec borniers doit être installé entre le panneau d'alarme incendie et le transmetteur. Ce boîtier doit être positionné à une distance maximale d'un (1) mètre du transmetteur.

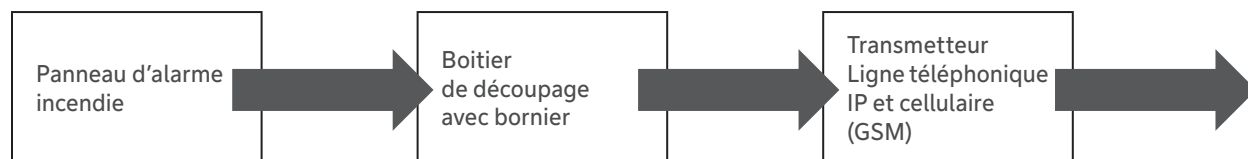
L'installation du transmetteur doit respecter les normes CAN/ULC-S561. Le boîtier de découpage avec borniers et le transmetteur doivent être installés dans une salle fermée à accès restreint.

La transmission des signaux à la centrale de surveillance doit s'effectuer par l'une des deux options suivantes. La seconde option ne doit être retenue que si le lien type Centrex n'est pas disponible dans le bâtiment.

Option 1 : Communication avec un lien IP et un lien téléphonique cuivre (type CENTREX)



Option 2 : Communication avec un lien IP et un module cellulaire (GSM)



À la fin des travaux d'installation, une vérification et une mise à l'essai du système d'alarme incendie doit être effectué selon la norme CAN/ULC-S537. Un rapport détaillé et une attestation doivent être transmis à la Ville pour vérification finale avant de permettre l'occupation du bâtiment. Le rapport d'inspection doit être tel que le modèle indiqué dans la norme CSA/ULC-S537.

De plus, avant l'acceptation provisoire, l'entrepreneur doit fournir des plans tels que relevés en format PDF et CAD. Ces plans doivent indiquer l'ensemble des éléments installés, leurs emplacements et leurs adresses, le diagramme unifilaire des boucles de signalisation et de détection, le cheminement des conduits et la quantité des conducteurs dans chaque conduit afin de permettre la gestion adéquate des actifs.

Se référer à l'annexe 8.2 pour l'ensemble des exigences liées à la mise en service et les particularités liées à la période de garantie pour le système de détection et d'alarme incendie.

8.2.2.1 Panneau d'alarme incendie

Pour les nouvelles constructions et installations, le réseau de détection et d'alarme incendie doit être de type adressable. Lorsqu'un panneau d'alarme incendie est installé dans un projet, il doit être alimenté par des batteries. La capacité de ces batteries doit assurer l'alimentation et la supervision, ainsi que l'exige le Code de construction.

Les circuits d'alimentation des panneaux de réseau de détection et d'alarme incendie doivent être dédiés, bien identifiés dans les panneaux de distribution et sur les plans de réseau d'alarme incendie. Les disjoncteurs alimentant ces panneaux doivent être verrouillés.

Chaque panneau d'alarme incendie, panneau d'alimentation des circuits de signalisation ou panneau de transmission des alarmes doit être alimenté par un circuit dédié.

Le système d'alarme incendie doit être fourni avec un logiciel qui permet la programmation et la modification du programme ainsi que cinq (5) copies du manuel d'entretien du logiciel. La programmation du système alarme incendie doit pouvoir être réalisée par une tierce partie accréditée et autorisée, et ce, au choix de la Ville. L'ensemble des codes d'accès pour la programmation du système alarme incendie doit être remis à un responsable accrédité et qualifié de la Ville de Montréal avant la fin de la période de garantie de l'installation.

Le système de détection et d'alarme incendie doit comprendre un panneau d'alarme incendie et un panneau annonciateur séparé ou intégré.

Le panneau d'alarme incendie et les batteries d'alimentation du réseau de signalisation devraient être installés dans une salle électrique ou une salle informatique à accès restreint.

L'annonciateur ou le panneau d'alarme incendie comprenant un annonciateur intégré doit être installé à l'entrée principale du bâtiment, soit à l'emplacement de son adresse civique.

Pour les nouvelles constructions et installations, un espace de 30 % est exigé dans les nouveaux panneaux d'alarme incendie.

Les nouveaux panneaux doivent être compatibles en permettant l'expansion et la communication avec d'autres panneaux en cas d'ajout d'installations futures.

Les circuits de détection et de signalisation raccordés aux nouveaux panneaux d'alarme incendie doivent avoir un espace pour ajout futur au minimum de 10 % de la capacité de la boucle, c'est-à-dire que les circuits doivent être conçus pour une charge de 70 % de leurs capacités maximales.

Le concepteur doit fournir les calculs de charge des circuits de signalisation au moment de la conception et de la construction pour l'ensemble de l'installation. Une coordination et une validation de ces calculs de charge doivent être effectuées avec l'entrepreneur spécialisé avant le début des travaux de construction. Une mise à jour du schéma des boucles de signalisation et de détection doit être faite une fois la validation avec le fournisseur terminée.

8.2.3 Système de gicleurs automatiques et canalisations d'incendie

Au niveau du système de gicleurs automatiques ou de canalisations d'incendie, le projet doit être conforme aux exigences du Code de construction du Québec en vigueur.

Bien que la nécessité de prévoir l'installation d'un réseau de protection incendie soit déterminée par la partie 10 du Code de construction du Québec pour les bâtiments existants, certains bâtiments pourraient être couverts par une clause grand-père ou autre mesure les exemptant de cette obligation. Malgré cela, il n'y a pas d'exception lorsqu'un tel bâtiment fait l'objet d'un projet de rénovation. En conséquence, si le Code de construction du Québec en vigueur exige un réseau de protection incendie pour un bâtiment neuf équivalent en dimensions et ayant les mêmes usages, l'équipe de conception doit prévoir l'installation d'un tel réseau dans le cadre de son projet, c'est-à-dire intégrer le NFPA 13 pour les systèmes de gicleurs.

Pour les bâtiments existants, bien que certains codes ou règlements permettent de conserver une situation non conforme aux exigences du Code de construction en vigueur, il importe de réaliser une analyse des principaux usages prévus dans l'ensemble du bâtiment, comme cela est indiqué au Code de construction. Cette analyse est essentielle, car elle permet de déterminer les systèmes de protection incendie requis (gicleurs, canalisations ou les deux).

Il est de la responsabilité de l'équipe de conception d'effectuer cette analyse de conformité et de s'assurer que la pression d'eau transmise par le réseau municipal d'aqueduc est suffisante pour répondre aux normes en vigueur.

Il incombe également à l'équipe de conception de s'assurer de la conformité des exigences du Code de la construction du Québec portant sur l'aménagement des voies d'accès pour les véhicules du service de sécurité incendie et d'informer le représentant de la Ville de tout élément empêchant cette conformité, le cas échéant.

Afin de permettre une gestion adéquate des actifs, l'équipe de conception doit transmettre à la Ville le certificat et le rapport de la première inspection, de même que les plans finaux signés et scellés du système de gicleurs automatiques ou du réseau de canalisations d'incendie.

Une analyse de conformité au Code de construction du Québec doit être effectuée au moment de la réalisation d'un projet de rénovation d'un bâtiment construit avant le 1^{er} décembre 1976, même si le projet n'en modifie pas l'usage ou n'en prévoit pas l'agrandissement. Les bâtiments construits après cette date doivent être conformes à la partie 10 du Code de construction du Québec.

Dans le cas d'un projet de transformation modifiant l'usage d'un bâtiment existant, c'est aussi la partie 10 du Code de construction du Québec qui s'applique.

La nécessité de prévoir un réseau d'extincteurs automatiques à l'eau (gicleurs) est prescrite dans la sous-section 3.2.2. du Code de construction du Québec (CNBC-2010 modifié). Lorsqu'une analyse soulève la non-conformité d'un bâtiment à cet égard dans les cas de bâtiments occupés par une résidence destinée aux personnes âgées, il importe de vérifier si les articles 369.1 et 369.2 du Code de sécurité du Québec (CNPIC-2010 modifié) le requièrent rétroactivement. Ces articles s'appliquent en dépit de l'article 10.3.2.2. du Code de construction du Québec qui prévoit les cas d'exception.

Bien que le Code de construction du Québec ne l'exige pas, certains bâtiments, dont ceux considérés comme « bâtiment de protection civile », doivent être équipés de gicleurs automatiques à l'eau, peu importe leur date de construction, nonobstant le Code en vigueur à l'époque, puisque leur perte à la suite d'un incendie aurait trop d'impacts négatifs sur les services à la population, advenant un événement majeur ou une situation d'urgence.

Les armoires des canalisations d'incendie et des tuyaux souples doivent être suffisamment grandes pour loger un robinet d'équerre, un râtelier, une lance, une clé tricoise, un extincteur portatif et une prise de refoulement DN 2 1/2.

Le raccord pompier doit être chromé au fini poli, du type encastré, et comporter une inscription gravée sur une plaque. Privilégier des bouchons faits d'un matériel avec un faible risque de vol lorsque possible. Le nombre de voies doit être conforme aux normes applicables. Pour un raccord pompier où deux (2) voies sont requises, le tuyau alimentant ce raccord doit avoir minimalement un diamètre nominal de 100 mm. Le raccord pompier doit être muni d'un clapet de retenue à passage direct et d'un dispositif automatique d'évacuation relié au renvoi de plancher le plus rapproché.

Les lances d'incendie doivent être en laiton forgé.

Les manomètres doivent être homologués par FM et ULC pour usage dans les systèmes de protection incendie et avoir une graduation en psi/kPa. Chaque manomètre doit être muni d'un robinet d'arrêt de type tournant sphérique. Le matériel du boîtier du manomètre doit être adapté à l'environnement de celui-ci pour éviter un bris ou une usure prématurée. La précision des manomètres doit être conforme à la norme ASME B40.100 applicable.

Les soupapes d'alarme du système à préaction (système déluge) doivent, en plus des éléments obligatoires au DDN, être constituées des éléments suivants :

- dispositif de maintien de pression d'air, avec alarme basse pression;
- robinet d'essai et tuyauterie connexe.

À moins d'un avis contraire, les identifications des composants doivent être rédigées en français. La tuyauterie apparente du réseau d'extincteurs automatiques doit être identifiée à l'aide d'étiquettes de vinyle auto-adhésive pour tuyauterie.

Fournir et installer une armoire métallique verrouillable contenant une réserve minimale de deux (2) têtes d'extincteurs automatiques pour chaque type de tête et pour chaque température de fonctionnement. Le coffret doit inclure tous les outils et clés nécessaires aux réparations urgentes. Le nombre minimal de têtes dans l'armoire est de :

- six (6) pour une installation de 300 têtes ou moins;
- douze (12) pour une installation de 300 têtes à 1000 têtes;
- vingt-quatre (24) pour une installation de plus de 1000 têtes.

Disposer les tuyaux de vidange de façon que l'écoulement se fasse en lieu sûr à l'intérieur du bâtiment, dans un endroit visible permettant le libre écoulement dans un drain. La conception doit permettre un drainage partiel pour chaque zone. Des renvois entonnoirs sont requis à tous les points bas de la tuyauterie.

Les clapets de retenue doivent être conçus pour un montage horizontal ou vertical avec disque remplaçable.

Les robinets de plus de 50 mm de diamètre nominal doivent être munis de tiges montantes et permettre le remplacement sous pression de la garniture d'étanchéité. Les robinets à soupapes de 50 mm ou moins de diamètre nominal doivent répondre aux caractéristiques suivantes : en bronze, selon la norme ASTM B61, à bouts filetés, disque composite remplaçable sans enlever le robinet. Les robinets à soupapes de 65 mm ou plus de diamètre nominal doivent répondre aux caractéristiques suivantes : à garnitures en bronze, vis extérieure en arcade, munie de brides, chapeau boulonné et arcade, siège et disque plein remplaçables sans enlever le robinet.

Assujettir les écriteaux extérieurs à l'aide de boulons en acier inoxydable.

Aucune conduite ou tuyau horizontal ne doit être placé longitudinalement dans un mur excepté dans le vide ou un espace entre les deux (2) murs prévu à cet effet. Les manchons sont faits de tuyaux d'acier calibre 40 ou de cuivre de 13 mm de diamètre plus grands que le diamètre du tuyau partout où les tuyaux passent à travers les murs, les planchers et les plafonds. Les tiges des supports doivent être rondes. L'usage de feuillards perforés est défendu. Les ancrages à explosif et les bouchons de bois ou de plastique sont défendus.

Tous les tuyaux et les raccords pour installation souterraine sont de 150 mm de diamètre minimum. Ils doivent être en fonte ductile et compatibles avec la section de tuyaux installée par le service d'aqueduc de la Ville, enduite d'asphalte ou goudron, et conforme à la liste produite par le laboratoire de la Ville de Montréal 96CQ-114. La tuyauterie pour l'entrée d'eau dans le bâtiment doit être construite en fonte ductile jusqu'au premier clapet situé sous le système de protection incendie. Un filtre à tamis est requis avant le début du réseau de protection incendie.

Le matériau de la tuyauterie, des raccords et des accessoires doit être adapté aux conditions environnementales.

Le groupe de pompage incendie doit privilégier le moteur électrique selon les tensions spécifiées au Chapitre 7 - Électricité. Le démarreur magnétique est à tension réduite pour un moteur de plus de 25 hp et démarreur pleine tension pour un moteur 25 hp et moins. La conception doit considérer s'il est préférable d'installer des robinets et raccords d'essai fixés au mur extérieur pour minimiser les risques d'inondation durant les essais du groupe de pompage. La pompe doit être conçue pour entraînement direct, avec un bâti en fonte, un impulseur en bronze, chemise d'arbre anti-corrosion, joint d'étanchéité mécanique avec pièces en acier inoxydable, siège en *Ni-resist*, rondelle de carbone et soufflet en Viton convenant à une pression d'aspiration.

Le contrôleur de la pompe incendie doit comporter les équipements suivants :

- Jeu de contacts secs de type DPDT 125 V (5 A) et lampe témoin correspondante, indiquant minimalement les points du tableau suivant :

Description du point	Contact DPDT	Lampe témoin
1- Sectionneur de la source d'urgence, en position HORS SERVICE	oui	rouge
2- Sectionneur de la source normale, en position EN SERVICE	oui	ambre
3- Contrôleur de pompe incendie sous tension Alarme audio-visuelle alimentée par une source de courant distincte (pile) indiquant la panne de courant	oui	vert
	sonore	rouge
4- Génératrice en fonction	oui	ambre
5- Inversion de phase	oui	rouge
6- Perte d'une phase	oui	rouge
7- Moteur de la pompe à incendie en marche	oui	ambre
8- Basse pression d'eau dans le système	oui	rouge
9- Inverseur en position normale alimenté par HQ	oui	vert
10- Inverseur en position urgence alimenté par génératrice	oui	rouge
11- Surtension de la source de courant	oui	rouge
12- Pompe d'appoint en marche	oui	rouge
13- Pompe d'appoint, contrôleur alimenté	oui	rouge
14- Pompe d'appoint, surcharge	oui	rouge
15- Sélecteur MARCHE/ARRET, pompe incendie	sel. local	sel. distance
16- Sélecteur MARCHE/ARRET, pompe d'appoint	sel. local	
17- Pressostat, pompe d'appoint	local	

- Minuterie :
 - minuterie de temps de marche minimal de 10 minutes après un démarrage sur baisse de pression détectée par le pressostat;
 - délai avant le transfert automatique et le départ du moteur électrique pour contrecarrer des baisses de tension momentanées de la source d'alimentation normale. Ajusté en usine à 3 secondes;
 - délai avant le retransfert. Ledit délai doit être automatiquement ignoré si la source d'urgence est défectueuse et que la source normale est disponible. Ajustable de 0-30 minutes, ajusté en usine à 5 minutes;
 - délai avant le démarrage du moteur électrique après le transfert, pour prévenir des pics de courant dus à la commutation des sources d'alimentation. Ajustable de 0-10 secondes, ajusté en usine à 1 seconde.
- Mémoire interne : un circuit à mémoire interne doit effectuer le redémarrage automatique du moteur électrique après la commutation des sources d'alimentation si le moteur a été démarré par le bouton-poussoir ou toute autre action requérant un arrêt par le bouton-poussoir.
- Ampèremètre et sélecteur de phase 4 positions indiquant le courant consommé par le moteur sur les 3 phases. Un transformateur de courant (CT) est requis pour chaque phase.
- Voltmètre et sélecteur de phase 4 positions indiquant la tension de ligne entre les 3 phases. Un transformateur de potentiel (PT) est requis pour chaque phase.
- Commandes manuelles :
 - un sectionneur d'isolement manœuvrable de l'extérieur de l'armoire, installé entre l'entrée électrique d'urgence et la connexion électrique d'urgence de l'inverseur;
 - une poignée d'opération manuelle pour permettre le transfert et le retransfert en conditions de pleine charge;
 - un bouton sélecteur d'essai pour simuler une courte panne de courant de la source normale.

La pompe d'appoint (*jockey pump*) doit être munie d'un robinet d'arrêt. Si l'aspiration de la pompe provient d'une source ouverte, la pompe doit être munie d'une crépine. Le refoulement de la pompe doit être muni d'une soupape de sûreté, d'un clapet de retenue du type silencieux et d'un robinet d'arrêt.

8.2.4 Extincteurs portatifs

L'installation d'extincteurs portatifs, là où cela est requis par la norme *NFPA-10 Portable Fire Extinguishers* en vigueur, fait partie intégrante du projet. Les extincteurs portatifs doivent être installés avant l'acceptation provisoire du bâtiment. La localisation et le type de chacun des

extincteurs portatifs doivent apparaître sur les schémas d'évacuation affichés aux murs intérieurs du bâtiment, comme cela est prévu au PSI.

Les extincteurs ci-dessous doivent notamment comporter les caractéristiques suivantes :

- extincteur à poudre polyvalente : à pression permanente, rechargeables;
- extincteur à poudre ordinaire : à pression permanente, rechargeables, contenance minimale de 4,5 kg;
- extincteur à gaz carbonique : contenance minimale de 4,5 kg;
- extincteur à poudre (feux de classe D) : à pression permanente, rechargeables;
- armoire pour extincteurs : montage d'affleurement, en verre de 5 mm d'épaisseur pour un repérage rapide par le public.

Attacher ou coller, sur l'extincteur, une étiquette bilingue (anglais/français) indiquant l'année et le mois de l'installation. Un espace doit être prévu pour l'inscription des dates d'entretien périodique.

8.2.5 Plans d'évacuation (affichage)

Les plans d'évacuation affichés sur chaque étage doivent être conçus selon l'annexe 8.3 Plans d'évacuation. Ceux-ci comportent notamment un schéma qui indique les voies d'évacuation et les lieux de rassemblement, une légende, les procédures à suivre en cas d'urgence et un plan clef. Ils ne doivent pas être confondus avec le plan des mesures d'urgence ou avec le plan de sécurité incendie, lesquels sont traités dans leur propre sous-section. Les plans doivent obligatoirement respecter les exigences du Code de sécurité du Québec et du Règlement sur la prévention des incendies de la Ville de Montréal.

8.2.6 Affichage des symboles pertinents en santé et en sécurité

Les symboles internationalement reconnus doivent être utilisés pour indiquer l'emplacement des équipements d'urgence et de sécurité.

Les symboles du Guide des normes signalétiques : Identification et affichage des immeubles de la Ville (Version 100 %) doivent être utilisés. S'ils ne font pas partie des symboles fournis dans le Guide des normes signalétiques, les symboles du Système d'information sur les matières dangereuses utilisées au travail (SIMDUT) et de la norme ISO 7010 Symboles graphiques – Couleurs de sécurité et signaux de sécurité – Signaux de sécurité enregistrés doivent être utilisés.

Les pictogrammes affichés près des équipements et ceux utilisés sur les plans d'évacuation doivent être les mêmes.

8.2.7 Affichage du nombre de personnes

Conformément au Code de sécurité du Québec, Chapitre VIII - Bâtiment, et Code national de prévention des incendies, il faut prévoir l'installation d'une affiche murale (placard) telle que présentée ci-dessous pour les locaux d'une capacité de plus de soixante (60) personnes :

Ville de Montréal
Service de la prévention des incendies

R.R.V.M., c. P-5.1

CETTE AFFICHE DOIT ÊTRE PLACÉE BIEN EN VUE, PRÈS DE L'ENTRÉE PRINCIPALE

DE LA PIÈCE ☒ DE L'AIRE DE PLANCHER ☐

Adresse _____ Occupant Ville de Montréal

Étage(s) Rez-de-chaussée Local gymnase Type d'occupation Centre communautaire

NOMBRE LIMITE DE PERSONNES

283

Renseignements: 872-3800 10/02/88 Date _____ Dacteur *Alan L. Desl*

Conformément au Code de construction du Québec, cet affichage est également requis si une aire de plancher est conçue en entier ou en partie pour un nombre de personnes différent de celui calculé selon le Code de construction du Québec. En effet, le nombre de personnes admises dans un local et le nombre de personnes admises sur un étage doivent être conformes aux capacités des portes de sortie, aux largeurs des moyens d'évacuation et des issues conformes (portes, rampes et escaliers), à la capacité de la structure et de la ventilation et au nombre d'installations sanitaires.

L'affichage doit comporter des lettres d'au moins 50 mm de hauteur et d'au moins 12 mm de largeur.

8.2.8 Calculs et dessins

L'équipe de conception doit réaliser l'aménagement des locaux, calculs et dessins à l'appui, pour obtenir auprès du Service de sécurité incendie de Montréal (SIM) les affiches qui sont ensuite installées aux endroits désignés par le Règlement sur la prévention des incendies – Montréal 12-005-1.

L'équipe de conception doit indiquer à la Ville de Montréal la capacité calculée et réelle de tous les espaces touchés directement ou indirectement par son mandat.

8.3 Sûreté et sécurité du bâtiment

L'Équipe sûreté de la Division de l'expertise conseil du Service de la gestion et de la planification des immeubles (SGPI) de la Ville a pour principal mandat de définir la sûreté et la sécurité dans les édifices municipaux par la création de politiques et d'encadrements administratifs. Elle s'occupe de la conception et de l'analyse des besoins en matière de sécurité physique dans les projets d'aménagement. L'équipe est aussi responsable de la création de moyens supportant la stratégie de sûreté et de sécurité et exerce un rôle-conseil auprès des clients du SGPI. Par conséquent, les plans des systèmes de sécurité devant être reliés au réseau de la Ville doivent être validés auprès de cette équipe dès l'étape de la conception intégrée des projets afin d'assurer leur conformité avec cette stratégie limitant ainsi d'éventuelles modifications aux installations et les coûts associés.

L'Annexe 8.1 - Mesures de sûreté et sécurité par type de bâtiment, complémentaire à la présente section, est disponible pour consultation. S'il s'avère que le type de bâtiment recherché n'est pas considéré dans cette annexe, il faut consulter l'Équipe sûreté de la Direction de la sécurité du SGPI.

8.3.1 Les grandes stratégies d'aménagement sécuritaire

L'établissement de la stratégie de protection d'un bâtiment municipal par son aménagement est basé sur le niveau de priorité de l'ouvrage, la conception de l'aménagement par zones ainsi que la réglementation applicable.

Même si plusieurs bâtiments d'un même service municipal peuvent sembler similaires, on peut toutefois les distinguer selon leur environnement, leur structure, leur occupation et leur usage. Ainsi, les recommandations de sécurité résultant de l'analyse des besoins de protection tiennent compte des spécificités et de la gestion des risques de sécurité propres à chaque bâtiment. En ce sens, ce document présente certains moyens de protection en matière de sécurité physique pouvant être mis en œuvre. C'est toutefois par l'analyse d'un site que l'Équipe sûreté de la Division de l'expertise conseil du SGPI détermine la stratégie de protection à adopter.

8.3.1.1 Niveaux de priorité

Le SGPI a classé les différents bâtiments municipaux en fonction de leur niveau de criticité, en établissant quatre niveaux distincts. Ainsi, plus le niveau est jugé critique, plus la stratégie de protection est élaborée. Au moment de la planification des mesures de sûreté et de sécurité d'un bâtiment en projet, il est fortement recommandé de valider la stratégie de protection auprès de l'Équipe sûreté de la Division de l'expertise conseil du SGPI.

8.3.1.2 Stratégie d'aménagement par zones

La stratégie d'aménagement par zones consiste à diviser, d'une part, le bâtiment en zones selon l'accès des usagers, et d'autre part selon la nature des actifs contenus dans chaque zone. Ainsi, à titre d'exemple, une zone publique est jugée moins critique qu'une zone réservée au

personnel. Une fois ces zones définies, la stratégie prévoit l'instauration de mesures visant à réduire les risques qu'un incident de sécurité se produise, et ce, en créant des filets de sécurité supplémentaires au passage d'une zone ayant un niveau de criticité plus faible à une zone à criticité plus élevée.

Les mesures doivent minimalement répondre à l'un des objectifs suivants : empêcher la perpétration de l'acte répréhensible; retarder sa commission; la détecter ou la signaler.

Par conséquent, une zone publique devrait comporter des mesures visant à ralentir le malfaiteur, favoriser sa détection et son signalement ainsi qu'à neutraliser le mode opératoire d'actes répréhensibles ou criminels. Dans le but d'ajouter un filet supplémentaire, les zones non publiques (zones d'accueil, de travail ou de sécurité) doivent mitiger davantage le risque avec des mesures de contrôle d'accès, de détection et de signalement supplémentaires. Il est donc fortement recommandé de dissocier clairement les zones publiques et non publiques par l'aménagement et l'affichage.

A. Zone à accès libre

Certaines zones d'un site doivent être pleinement accessibles pendant les heures d'utilisation. La conception des zones non restreintes doit permettre aux personnes de mener leurs activités et de quitter l'installation sans entrer dans les zones contrôlées ou restreintes. Ces zones à accès libre peuvent comprendre une aire où toute personne peut circuler sans avoir à s'adresser au personnel ni à passer un contrôle.

B. Zone de travail / zone contrôlée

Une zone de travail est un espace dédié au personnel, non accessible au public, où les personnes autorisées accèdent au moyen d'un dispositif d'accès (clé, carte, etc.).

C. Zone de sécurité / zone restreinte

Une zone de sécurité est restreinte aux personnes ayant le droit et le besoin d'y accéder dans le cadre d'un mandat défini, par le moyen d'un dispositif d'accès (clé, carte, etc.). Cette zone comprend des lieux dont la perte éventuelle des actifs constituerait un risque important pour l'organisation. La présence de personnes externes, même accompagnées d'un membre du personnel, n'y est généralement pas permise, à moins de circonstances exceptionnelles.

Parmi les fonctions et les services situés dans les zones restreintes, on retrouve notamment les chambres fortes, les locaux de dossiers sensibles, les locaux d'entreposage de matières dangereuses, les salles mécaniques et électriques, les salles d'équipements de télécommunication, les salles de contrôle et les laboratoires.

8.3.2 Application générale

A. Contrôle d'accès au terrain

L'accessibilité à un bâtiment par le public est un volet à considérer au moment de l'aménagement extérieur de la zone à accès libre et du contrôle d'accès au terrain. Lorsque l'accès au bâtiment est interdit au public, des mesures de contrôle extérieures additionnelles comme l'ajout d'une clôture ou de végétation, ou encore l'aménagement d'un sol en relief, peuvent être mises en place. Lorsqu'on installe une clôture munie d'une barrière, celle-ci doit demeurer en position fermée ou faire l'objet d'une supervision constante.

B. Contrôle d'accès au bâtiment

Les portes d'accès au bâtiment doivent être munies d'un dispositif de verrouillage, soit une serrurerie contrôlée ou standard, proportionnel au niveau de résistance de l'enveloppe du bâtiment et à la nature des actifs présents (sensibilité, impacts en cas de perte). Le niveau de résistance des structures et de la quincaillerie à utiliser dépend de la nature de l'actif à protéger et du niveau de criminalité environnant.

C. Aménagement intérieur d'un bâtiment

L'aménagement intérieur d'un bâtiment peut constituer un élément facilitateur pour la surveillance des actes répréhensibles en plus d'influer sur le sentiment de sécurité des personnes.

Voici quelques éléments proposés en ce sens :

- séparation claire des zones;
- absence de marques de vandalisme;
- mise en place de mesures de protection;
- installation de dispositifs de contrôle d'accès tels qu'un lecteur de carte ou une serrure à clé (sécurisée ou non) devant tout point d'accès aux locaux non publics à partir d'une zone publique, permettant ainsi la séparation des personnes autorisées et non autorisées;
- les aires accessibles au public doivent être conçues avec des matériaux ayant une résistance accrue aux dommages et au vandalisme.

8.3.3 Demande de branchement à la centrale de surveillance du SGPI

Bien que le branchement des systèmes de sécurité physique relève davantage de la mise en opération que de la conception, cette étape doit être réfléchiée dès l'amorce du projet. Pour déterminer si les systèmes présents (panneau d'alarme incendie, contrôle d'accès, alarme intrusion et vidéosurveillance) doivent être reliés au réseau de la Ville via la centrale de surveillance du SGPI, l'Équipe sûreté de la Direction de la sécurité du SGPI doit être consultée dès l'analyse initiale.

8.3.4 Température d'opération des systèmes de sécurité physique

Afin de maintenir l'efficacité et la capacité d'opération des composantes des systèmes de contrôle d'accès, d'alarme intrusion et de vidéosurveillance, une température ambiante minimale de 10 °C doit être maintenue en tout temps à l'intérieur du bâtiment.

8.3.5 Vidéosurveillance

L'utilisation de la vidéosurveillance dans les lieux publics est guidée et encadrée par la Commission de l'accès à l'information du Québec. Comme il s'agit de la collecte de renseignements personnels, la vidéosurveillance ne doit être utilisée que lorsqu'aucune autre mesure ne peut permettre l'atteinte de l'objectif visé. Son utilisation doit être légitime et se faire dans le respect des meilleures pratiques établies par la Commission.

Tout bâtiment municipal accessible au public et muni d'un système de vidéosurveillance doit afficher clairement la présence d'un tel système en zone publique, soit près des accès principaux du bâtiment et des zones extérieures surveillées, comme un stationnement. Consulter le Guide des normes signalétiques de la Ville pour sélectionner le pictogramme adapté.

La vidéosurveillance est une mesure appropriée pour protéger des bâtiments abritant des actifs stratégiques là où une surveillance humaine serait insuffisante ou inexistante. Notons que, sans autre outil, l'effet dissuasif de la vidéosurveillance sur la criminalité est limité et s'avère souvent inefficace. La vidéosurveillance doit par conséquent être accompagnée de mesures de prévention, de détection et de signalement supplémentaires.

A. Caractéristiques générales

Le système de vidéosurveillance vise à permettre aux personnes autorisées d'avoir un accès visuel au site en question, en direct ou en différé. Celui-ci est constitué :

- d'un enregistreur numérique;
- d'une ou de plusieurs caméras de surveillance numériques, mobiles ou fixes;
- d'un système de câblage structuré;
- d'un ensemble d'équipement réseau basé sur une plateforme IP;
- d'un cabinet de surveillance vidéo et de télécommunications;
- d'un commutateur réseau.

Tous les nouveaux systèmes de vidéosurveillance doivent être de type IP (numérique).

La conception doit considérer une distance maximale de quatre-vingt-dix (90) mètres entre chaque caméra vidéosurveillance et le commutateur réseau, sans quoi des extenseurs de signal deviennent nécessaires.

B. Exploitation

Lorsqu'un nouveau système de vidéosurveillance destiné à être relié au réseau centralisé de la Ville exploité par le SGPI est prévu, celui-ci doit être compatible avec le logiciel du manufacturier *i-PRO* utilisé par le SGPI. Veuillez consulter l'Équipe sûreté de la Direction de la sécurité du SGPI pour plus de détails.

L'architecture du système de vidéosurveillance est basée sur l'utilisation du réseau informatique de la Ville. Le système doit être rendu fonctionnel localement (permettre la captation et l'enregistrement des images de l'ensemble des caméras sur l'enregistreur) avant l'intégration de l'enregistreur sur le réseau central de la Ville. Chaque caméra doit être reliée par câble à un commutateur réseau dédié à la vidéosurveillance, lequel est relié par câble à l'enregistreur numérique. L'enregistreur numérique ainsi que le commutateur réseau dédié à la vidéosurveillance doivent être aménagés dans le râtelier dédié aux équipements de télécom de la Ville (salle télécom).

C. Licences

Le système de vidéosurveillance doit être livré par l'entrepreneur avec toutes les licences d'exploitation requises, soit celle servant à la mise en service de l'enregistreur numérique et du logiciel d'exploitation (par poste de visionnement) ainsi que, le cas échéant, toute licence d'extension de capacité de l'enregistreur numérique.

D. Installation

Les techniques de montage de construction et d'installation doivent satisfaire aux standards de l'industrie nord-américaine et refléter toutes les règles de l'art.

L'installation des composantes de la vidéosurveillance doit être réalisée de manière à :

- empêcher la neutralisation du système par une personne malveillante;
- faciliter l'entretien et le remplacement des composantes;
- ne pas nuire aux objectifs de couverture du système.

L'Entrepreneur qui installe et met en route le système de vidéosurveillance doit être un intégrateur certifié du manufacturier choisi et être membre du Bureau de la Sécurité privée (BSP).

E. Couverture

Les caméras devraient minimalement couvrir l'enveloppe du bâtiment ainsi que ses principaux accès.

F. Mise en service d'un système destiné à être relié au réseau centralisé de la Ville exploité par le SGPI

Une fois que ce système est fonctionnel localement, les images obtenues doivent être transmises à l'Équipe sûreté de la Direction de la sécurité du SGPI pour approbation.

L'entrepreneur doit fournir toute la documentation nécessaire à la programmation du système par les équipes de la Ville et prévoir le temps nécessaire pour aider à la configuration du système et effectuer des vérifications pré-opérationnelles ainsi que la mise en service.

8.3.6 Serrurerie

La Ville distingue deux (2) types de serrurerie :

- la serrurerie contrôlée, gérée par l'Équipe sûreté de la Division de l'expertise conseil du SGPI et utilisée exclusivement pour les portes et locaux des bâtiments municipaux nécessitant un niveau de sécurité accrue;
- la serrurerie générale, gérée par le responsable de l'immeuble et utilisée pour l'ensemble des portes n'étant pas munies de serrurerie contrôlée.

A. Serrurerie contrôlée

La stratégie d'implantation adoptée par le SGPI vise à limiter l'installation de la serrurerie contrôlée aux portes et aux locaux des bâtiments municipaux nécessitant un niveau de sécurité accrue.

La serrurerie contrôlée est généralement utilisée aux emplacements suivants :

- les accès périphériques du bâtiment (excluant les issues de secours);
- les portes nécessitant un système de contrôle d'accès électrifié (afin de permettre un accès mécanique en cas de défaillance);
- les locaux stratégiques, tels que :
 - une salle de télécommunications ou de serveurs;
 - une salle électrique ou mécanique;
 - un bâtiment abritant des équipements de communication ou autres équipements difficiles à remplacer.
- les locaux abritant des actifs non opérationnels pouvant néanmoins engendrer des conséquences importantes en cas de perte, vol ou dommage, tels que :
 - une voûte;
 - un centre de détention;
 - un centre d'archivage de données sensibles.

Les demandes de barillets et de clés contrôlées doivent être adressées directement à l'Équipe sûreté de la Division de l'expertise conseil du SGPI. Un membre de cette équipe coordonne la création ou la mise à jour de la charte en collaboration avec la Ville et valide la version finale.

B. Serrurerie générale

Pour les portes et les locaux qui ne sont pas inclus dans la stratégie d'implantation de la serrurerie contrôlée, le choix d'une serrurerie générale doit :

- être de type commercial ou industriel;
- permettre la mise en place d'un système de clé maîtresse avec un minimum de trois (3) niveaux (clé maîtresse, clé sous-maîtresse, clé unique);
- permettre la mise en place de restrictions entourant la reproduction des clés (ex. : inscrire la mention « Reproduction interdite »).

8.3.7 Quincaillerie

Les prescriptions normalisées relatives à la quincaillerie des portes peuvent être consultées au chapitre 3 – Architecture.

8.3.8 Boîtes à clés

Lorsque des clés excédentaires doivent être entreposées sur le site, il est recommandé d'utiliser une boîte à clés afin de restreindre l'accès aux clés aux seules personnes autorisées.

8.3.9 Contrôle d'accès électrifié

La nécessité d'installer un système de contrôle d'accès électrifié dépend de plusieurs facteurs, dont la nature de l'actif à protéger, le nombre de personnes ayant accès au bâtiment ou aux locaux, et la diversité des organismes ou unités administratives devant y accéder.

A. Caractéristiques générales

En tant que support à l'exploitation, le système de contrôle d'accès permet à la Ville de Montréal d'avoir un accès sécurisé aux différents édifices municipaux.

Le système de contrôle d'accès est constitué :

- d'un panneau de contrôle;
- d'au moins un contrôleur de porte;
- d'au moins un lecteur de carte d'accès par porte contrôlée;
- d'un mécanisme de verrouillage électrifié par porte contrôlée;
- d'un contact magnétique par porte contrôlée;
- d'une composante de détection ou de requête de sortie par porte contrôlée.

B. Exploitation

Lorsqu'un nouveau système de contrôle d'accès destiné à être relié au réseau centralisé de la Ville exploité par le SGPI est prévu, celui-ci doit être compatible avec le logiciel *Prowatch* du fabricant Honeywell. Veuillez consulter l'Équipe sûreté de la Direction de la sécurité du SGPI pour plus de détails.

C. Installation

Les techniques de montage de construction et d'installation doivent satisfaire aux standards de l'industrie nord-américaine et refléter toutes les règles de l'art.

L'installation des composantes de contrôle d'accès doit être réalisée de manière à :

- empêcher la neutralisation du système par une personne malveillante;
- faciliter l'entretien et le remplacement des composantes.

L'entrepreneur qui installe et met en route le système de contrôle d'accès doit être un intégrateur certifié du fabricant choisi et être membre du Bureau de la Sécurité privée (BSP).

D. Mise en service d'un système destiné à être relié au réseau centralisé de la Ville exploité par le SGPI

L'intégration des nouvelles composantes de contrôle d'accès au contrôleur est de la responsabilité de l'entrepreneur. Celui-ci doit fournir toute la documentation nécessaire à la programmation du système par les équipes de la Ville et prévoir le temps nécessaire pour aider à la configuration du système et effectuer des vérifications pré-opérationnelles ainsi que la mise en service.

8.3.10 Système de détection d'intrusion

La nécessité de recourir à l'utilisation d'un système de détection d'intrusion est directement liée à l'exploitation du bâtiment et à la présence d'actifs de valeur. Un système de détection d'intrusion est généralement employé pour protéger des actifs municipaux à l'intérieur d'un bâtiment lorsque les opérations et la présence humaine sont sporadiques.

A. Caractéristiques générales

Un système de détection d'intrusion peut s'avérer nécessaire afin de détecter les tentatives d'accès non autorisé en l'absence de personnel. Ce système est constitué :

- d'un panneau de contrôle;
- d'une ou de plusieurs consoles de sécurité;
- d'un ou de plusieurs détecteurs de mouvement;
- d'un ou de plusieurs contacts magnétiques;

- de détecteurs de bris de verre, lorsque nécessaire¹;
- de boutons transmetteurs (d'urgence), lorsque nécessaire;
- de sirènes intérieures, lorsque nécessaire².

Le panneau de contrôle doit être de type commercial ou industriel.

Bien qu'il soit possible de relier le système de détection d'intrusion au système de contrôle d'accès ou de vidéosurveillance, ces systèmes doivent demeurer indépendants les uns des autres.

B. Exploitation

L'architecture du système d'intrusion est basée sur l'utilisation du réseau informatique de la Ville de Montréal. Ce réseau relie tous les sites desservis par le système de détection d'intrusion.

Tout panneau de communication à relier à la centrale d'alarme du SGPI doit être compatible avec les récepteurs d'alarme utilisés par cette dernière. Veuillez consulter l'Équipe sûreté de la Direction de la sécurité du SGPI pour plus de détails.

C. Communication

Lorsqu'un nouveau système d'alarme intrusion destiné à être relié à la centrale de surveillance du SGPI est prévu, celui-ci doit utiliser un lien de communication qui lui est réservé. Le panneau de contrôle doit être adapté au lien de communication prévu. Le lien de communication à privilégier est le type Centrex / cuivre.

D. Installation

Les techniques de montage de construction et d'installation doivent satisfaire aux standards de l'industrie nord-américaine et refléter toutes les règles de l'art. Le système de câblage entre le panneau de contrôle, les consoles de sécurité et les équipements de détection d'intrusion à l'intérieur du même bâtiment se fait à l'aide de câblage de cuivre.

L'installation des composantes d'alarme intrusion doit être réalisée de manière à :

- empêcher la neutralisation du système par une personne malveillante;
- faciliter l'entretien et le remplacement des composantes;
- ne pas nuire aux objectifs de couverture du système.

1. Les détecteurs de mouvement sont à privilégier puisqu'ils nécessitent moins d'entretien.

2. Les sirènes extérieures ne doivent être utilisées que pour des bâtiments industriels où la présence d'intervenants est constante.

L'entrepreneur qui installe et met en route le système d'alarme intrusion doit être un intégrateur certifié du fabricant choisi et être membre du Bureau de la Sécurité privée (BSP).

Lorsque le système est destiné à être relié à une centrale de surveillance privée, celle-ci doit être certifiée par le BSP.

E. Mise en service d'un système destiné à être relié à la centrale de surveillance du SGPI

L'intégration des nouvelles composantes de détection au panneau de contrôle est de la responsabilité de l'entrepreneur. Celui-ci doit fournir toute la documentation nécessaire à la programmation du système par les équipes de la Ville et prévoir le temps nécessaire pour aider à la configuration du système et effectuer des vérifications pré-opérationnelles ainsi que la mise en service.

8.3.11 Câblage et schémas unifilaires

L'ensemble des câbles liés aux systèmes de contrôle du bâtiment doivent être installés dans des conduits bien identifiés.

L'installation des câbles directement dans les murs n'est pas acceptée.

L'installation des câbles liés aux systèmes de contrôle du bâtiment dans des chemins de câbles est acceptée pour les sections principales (ex. : section le long d'un corridor).

Lorsqu'un chemin de câbles est utilisé pour l'installation des câbles liés aux systèmes de contrôle du bâtiment, sa mise à la terre est obligatoire.

Aucun câble lié aux systèmes de contrôle du bâtiment ne doit être installé sur la structure du bâtiment.

La distribution du système de détection d'intrusion et de contrôle d'accès doit être entièrement dissimulée dans les murs et entre-plafonds. Elle doit également être protégée par un réseau complet de conduits de diamètre approprié réalisé à partir de la salle principale.

Les schémas unifilaires des installations liées aux systèmes de contrôle du bâtiment doivent être transmis à la Ville pour approbation. Les schémas unifilaires et les plans d'implantation doivent indiquer clairement les éléments suivants :

- l'emplacement des panneaux de contrôle;
- l'emplacement des panneaux de transmission;
- l'emplacement des éléments (lecteurs de carte, contacts de porte, caméras, etc.);
- les numéros des locaux et leur description;
- les numéros des portes de chaque local.

L'ensemble des équipements et des éléments liés à la sécurité du bâtiment doivent être indiqués sur des plans représentant uniquement ces systèmes.

8.3.12 Aménagement des panneaux de contrôle

L'ensemble des panneaux de contrôle et de transmission liés au système de sécurité du bâtiment doivent être installés dans une salle fermée et contrôlée.

8.4 Mise à l'essai des systèmes intégrés

L'ensemble des systèmes liés à la protection incendie et à la sécurité des personnes doivent être mis à l'essai selon les exigences de la norme CAN/ULC-S1001. Se référer à l'annexe 8.2 pour plus de détails sur les exigences applicables à la réalisation des projets.

Annexe 8.1 – Mesures de sûreté et sécurité par type de bâtiment

I - Aréna et centre sportif

Aréna et centre sportif

Criticité niveau 4
Non prioritaire

Accessible au citoyen : oui

Occupation : jour et soir

1.1 Général – Le site

Les orientations générales visant à guider les équipes de conception dans l'élaboration de la stratégie de protection à développer et à mettre en place sont disponibles dans le tronc commun du Cahier des exigences du propriétaire (CEP). Ce qui suit vient en complément pour préciser les éléments spécifiques des arénas et centres sportifs.

1.1.1 Aménagement par zones – Extérieur du bâtiment

L'aréna et le centre sportif sont des bâtiments accessibles au public. Par conséquent, leur aménagement extérieur ne nécessite généralement aucune division par zones. En ce sens, l'ensemble de l'aménagement extérieur du bâtiment est considéré comme une zone à accès libre.

À titre d'exemple, la zone à accès libre extérieure peut comprendre, sans s'y limiter :

- le stationnement extérieur (non clôturé);
- les trottoirs et escaliers extérieurs;
- les terrains de jeux extérieurs.

1.1.2 Éclairage extérieur

- Couvrir minimalement la périphérie des bâtiments principaux et leurs accès.
- Orienter l'éclairage vers le bas et éviter la couverture au-delà du terrain.

1.1.3 Végétation

- Choisir et disposer les espèces végétales de manière à ne pas nuire à l'éclairage ni à la surveillance et à ne pas constituer un moyen efficace de se dissimuler.

- Aménager la végétation de manière à maintenir un espace libre d'au moins un (1) mètre de distance avec tout bâtiment afin d'en faciliter la surveillance et l'entretien.

1.1.4 Vidéosurveillance

S'il y a un système de vidéosurveillance, afficher clairement sa présence aux accès principaux du bâtiment, de façon visible depuis la zone publique.

Informez le public de la présence d'un système de vidéosurveillance
vise à respecter l'encadrement proposé par la Commission de l'accès
à l'information sur l'utilisation de la vidéosurveillance.

1.2 Général – Les bâtiments

1.2.1 Aménagement par zones – Intérieur du bâtiment

L'aréna et le centre sportif sont des bâtiments dont seulement une partie est accessible au public. Il est donc important de prévoir des mesures de contrôle d'accès visant à séparer les zones à accès libre des zones de travail ou de sécurité.

La zone à accès libre intérieure :

La zone à accès libre intérieure d'un aréna ou d'un centre sportif comprend toute zone intérieure du bâtiment où toute personne peut circuler sans avoir à s'adresser au personnel en fonction ni à passer un contrôle durant les heures d'ouverture. Elle peut comprendre, sans s'y limiter :

- l'édicule;
- les corridors de circulation entre l'entrée principale et une porte verrouillée ou contrôlée;
- les gradins d'une patinoire ou de certains gymnases;
- les aires de restauration;
- les blocs sanitaires situés dans les aires mentionnées précédemment.

La zone de travail / zone contrôlée :

La zone de travail d'un aréna ou d'un centre sportif comprend les secteurs et locaux où travaille le personnel et dont l'accès n'est possible qu'au moyen d'une clé, d'une carte d'accès ou d'un autre dispositif de contrôle. À titre d'exemple, elle peut inclure :

- les bureaux administratifs;
- le garage de la zamboni;
- les locaux de conciergerie.

La zone de sécurité / zone restreinte :

Cette zone rassemble des lieux contenant des actifs dont la perte représenterait un risque jugé important pour l'organisation ou pour le maintien des opérations du bâtiment :

- les salles électriques et mécaniques;
- les salles télécom;
- les salles de contrôle;
- les locaux d'entreposage de matières dangereuses.

1.2.2 Contrôle d'accès électrifié

- Favoriser l'utilisation du contrôle d'accès électrifié lorsque les ressources le permettent en commençant par les portes d'accès principales des bâtiments et les locaux stratégiques.
- Prévoir une serrure contrôlée pour chaque porte munie d'un contrôle d'accès électrifié.

1.2.3 Serrurerie et quincaillerie – Accès au bâtiment et aménagement intérieur

- En l'absence d'un contrôle d'accès électrifié, munir les portes d'accès principales du bâtiment ainsi que les locaux stratégiques d'une serrurerie contrôlée.
- Prévoir l'utilisation de quincaillerie avec une haute résistance au vandalisme et aux dommages sur toute porte accessible depuis une zone publique.
- Évaluer le besoin de munir les fenêtres et trappes d'aération accessibles depuis une zone à accès libre extérieure de mesures de protection physique.

1.2.4 Accès au toit des bâtiments

Sécuriser les dispositifs d'accès au toit des bâtiments à partir du niveau du sol à l'aide d'un grillage cadenassé ou de tout autre moyen empêchant son utilisation par une personne non autorisée.

1.2.5 Système d'alarme intrusion

- Prévoir l'installation d'un système d'alarme intrusion à l'intérieur des bâtiments principaux lorsque la présence humaine n'est pas constante.
- Installer minimalement des détecteurs de mouvement afin de couvrir les portes d'accès extérieures et les fenêtres accessibles depuis le niveau du sol n'étant pas munies de mesures de protection physique.

1.3 Mesures d'urgence

1.3.1 Plan de mesures d'urgence (PMU)

Évaluer le besoin de développer un PMU de site adapté aux risques présents (ex. : matières dangereuses, appel à la bombe, etc.).

1.3.2 Plan de sécurité incendie (PSI)

- Évaluer le besoin de développer un PSI et, le cas échéant, s'assurer que celui-ci soit mis en œuvre à la première journée d'opération du bâtiment.
- Afficher l'emplacement du panneau d'alarme à l'accès principal du bâtiment si le panneau n'est pas installé à cet endroit.

L'obligation de mettre en œuvre un PSI et d'effectuer un exercice annuel est stipulée dans le Code national du bâtiment en présence d'un panneau d'alarme incendie.

1.3.3 Plan particulier d'intervention (PPI) en présence d'ammoniac

En présence d'ammoniac, s'assurer qu'un PPI soit mis en œuvre lorsque les procédures de manutention, d'entreposage et de gestion des incidents associés ne figurent pas dans un PMU.

1.4 Opérations

1.4.1 Incidents de sûreté et de sécurité

- Rapporter tous les incidents de sûreté et de sécurité impliquant un actif de la Ville au Bureau du contrôleur général.
- Rapporter tous les incidents de nature criminelle au Service de police de la Ville de Montréal.

Se référer à la directive C-RM-DG-D-17-001 concernant l'obligation de rapporter les dommages aux actifs de la Ville.

II – Bâtiment administratif, bureau d'arrondissement et Bureau Accès Montréal

Bâtiment administratif, bureau d'arrondissement et Bureau Accès Montréal

Criticité niveau 3
Important

Accessible au citoyen : oui

Occupation : variable

Dans le but d'alléger le texte, le terme « Bureau administratif » inclut également les bureaux d'arrondissement et les Bureaux Accès Montréal.

1.1 Général – Le site

Les orientations générales visant à guider les équipes de conception dans l'élaboration de la stratégie de protection à développer et à mettre en place sont disponibles dans le tronc commun du Cahier des exigences du propriétaire (CEP). Ce qui suit vient en complément pour préciser les éléments spécifiques des bâtiments administratifs.

1.1.1 Aménagement par zones – Extérieur du bâtiment

Les bâtiments administratifs sont des bâtiments accessibles au public. Par conséquent, leur aménagement extérieur ne nécessite généralement aucune division par zones. En ce sens, l'ensemble de l'aménagement extérieur du bâtiment est considéré comme une zone à accès libre.

À titre d'exemple, la zone à accès libre extérieure peut comprendre, sans s'y limiter :

- le stationnement extérieur (non clôturé);
- les trottoirs et escaliers extérieurs;
- les espaces verts.

1.1.2 Éclairage extérieur

- Couvrir minimalement la périphérie des bâtiments principaux et leurs accès, en plus offrir un éclairage général de toute la zone contrôlée, le cas échéant.
- Orienter l'éclairage vers le bas et éviter la couverture excédant le terrain du bâtiment.

1.1.3 Végétation

- Choisir et disposer les espèces végétales de manière à ne pas nuire à l'éclairage ni à la surveillance et à ne pas constituer un moyen efficace de se dissimuler.
- Aménager la végétation de manière à maintenir un espace libre d'au moins un (1) mètre de distance avec tout bâtiment afin d'en faciliter la surveillance et l'entretien.

1.1.4 Vidéosurveillance

S'il y a un système de vidéosurveillance, afficher clairement sa présence aux accès principaux du bâtiment, de façon visible depuis la zone publique.

Informez le public de la présence d'un système de vidéosurveillance
vise à respecter l'encadrement proposé par la Commission de l'accès
à l'information sur l'utilisation de la vidéosurveillance.

1.2 Général – Les bâtiments

1.2.1 Aménagement par zones – Intérieur du bâtiment

Un bâtiment administratif est un bâtiment dont seulement une partie est accessible au public. Il est donc important de prévoir des mesures de contrôle d'accès visant à séparer les zones à accès libre des zones de travail ou de sécurité.

La zone à accès libre intérieure :

La zone à accès libre intérieure d'un bâtiment administratif comprend toute zone intérieure du bâtiment où toute personne peut circuler sans avoir à s'adresser au personnel en fonction ni à passer un contrôle durant les heures d'ouverture. Elle peut comprendre, sans s'y limiter :

- l'édicule;
- les salles d'attente et les aires devant les bureaux de service;
- les blocs sanitaires et salles de bain;
- les corridors de circulation entre l'entrée principale et une porte verrouillée ou contrôlée.

La zone de travail / zone contrôlée :

La zone de travail comprend les secteurs et locaux où travaille le personnel et dont l'accès n'est possible qu'au moyen d'une clé, d'une carte d'accès ou d'un autre dispositif de contrôle. À titre d'exemple, elle peut inclure :

- les bureaux administratifs;
- les locaux de conciergerie;
- les lieux d'entreposage (excepté les magasins d'inventaire);
- les salles de repos du personnel.

La zone de sécurité / zone restreinte :

Cette zone rassemble des lieux contenant des actifs dont la perte représenterait un risque jugé important pour l'organisation ou pour le maintien des opérations du bâtiment :

- les salles électriques et mécaniques;
- les salles télécom;
- les salles contenant des coffres-forts ou des petites caisses.

1.2.2 Contrôle d'accès électrifié

- Favoriser l'utilisation du contrôle d'accès électrifié lorsque les ressources le permettent en commençant par les portes d'accès principales des bâtiments et les locaux stratégiques.
- Prévoir une serrure contrôlée pour chaque porte munie d'un contrôle d'accès électrifié.

1.2.3 Serrurerie et quincaillerie – Accès au bâtiment et aménagement intérieur

- En l'absence d'un contrôle d'accès électrifié, munir les portes d'accès principales du bâtiment ainsi que les locaux stratégiques d'une serrurerie contrôlée.
- Prévoir l'utilisation de quincaillerie avec une haute résistance au vandalisme et aux dommages sur toute porte accessible depuis une zone publique.
- Évaluer le besoin de munir les fenêtres et trappes d'aération accessibles depuis une zone à accès libre extérieure de mesures de protection physique.

1.2.4 Accès au toit des bâtiments

Sécuriser les dispositifs d'accès au toit des bâtiments à partir du niveau du sol à l'aide d'un grillage cadenassé ou de tout autre moyen empêchant son utilisation par une personne non autorisée.

1.2.5 Système d'alarme intrusion

- Prévoir l'installation d'un système d'alarme intrusion à l'intérieur des bâtiments principaux lorsque la présence humaine n'est pas constante.
- Installer minimalement des détecteurs de mouvement afin de couvrir les portes d'accès extérieures et les fenêtres accessibles depuis le niveau du sol n'étant pas munies de mesures de protection physique.
- Évaluer le besoin de munir les comptoirs de service de boutons de panique reliés au système d'alarme intrusion.

1.3 Mesures d'urgence

1.3.1 Plan de mesures d'urgence (PMU)

Évaluer le besoin de développer un PMU de site adapté aux risques présents (ex. : matières dangereuses, appel à la bombe, etc.).

1.3.2 Plan de sécurité incendie (PSI)

Évaluer le besoin de développer un PSI et, le cas échéant, s'assurer que celui-ci soit mis en œuvre à la première journée d'opération du bâtiment.

Afficher l'emplacement du panneau d'alarme à l'accès principal du bâtiment si le panneau n'est pas installé à cet endroit.

L'obligation de mettre en œuvre un PSI et d'effectuer un exercice annuel est stipulée dans le *Code national du bâtiment* en présence d'un panneau d'alarme incendie.

1.4 Opérations

1.4.1 Incidents de sûreté et de sécurité

- Rapporter tous les incidents de sûreté et de sécurité impliquant un actif de la Ville au Bureau du contrôleur général.
- Rapporter tous les incidents de nature criminelle au Service de police de la Ville de Montréal.

Se référer à la directive C-RM-DG-D-17-001 concernant l'obligation de rapporter les dommages aux actifs de la Ville.

III – Bibliothèque, maison de la culture et centre communautaire

Bibliothèque, maison de la culture et centre communautaire

Criticité niveau 4
Non prioritaire

Accessible au citoyen : oui

Occupation : jour et soir

1.1 Général – Le site

Les orientations générales visant à guider les équipes de conception dans l'élaboration de la stratégie de protection à développer et à mettre en place sont disponibles dans le tronc commun du Cahier des exigences du propriétaire (CEP). Ce qui suit vient en complément pour préciser les éléments spécifiques des bibliothèques, maisons de la culture et centres communautaires.

1.1.1 Aménagement par zones – Extérieur du bâtiment

Les bâtiments ciblés sont des bâtiments accessibles au public. Par conséquent, leur aménagement extérieur ne nécessite généralement aucune division par zones. En ce sens, l'ensemble de l'aménagement extérieur du bâtiment est considéré comme une zone à accès libre.

À titre d'exemple, la zone à accès libre extérieure peut comprendre, sans s'y limiter :

- le stationnement extérieur (non clôturé);
- les trottoirs et escaliers extérieurs;
- les espaces verts.

1.1.2 Éclairage extérieur

- Couvrir minimalement la périphérie des bâtiments principaux et leurs accès.
- Orienter l'éclairage vers le bas et éviter la couverture au-delà de la limite du terrain.

1.1.3 Végétation

- Choisir et disposer les espèces végétales de manière à ne pas nuire à l'éclairage ni à la surveillance et à ne pas constituer un moyen efficace de se dissimuler.
- Aménager la végétation de manière à maintenir un espace libre d'au moins un (1) mètre de distance avec tout bâtiment afin d'en faciliter la surveillance et l'entretien.

1.1.4 Vidéosurveillance

S'il y a un système de vidéosurveillance, afficher clairement sa présence aux accès principaux du bâtiment, de façon visible depuis la zone publique.

Informez le public de la présence d'un système de vidéosurveillance
visé à respecter l'encadrement proposé par la Commission de l'accès
à l'information sur l'utilisation de la vidéosurveillance.

1.2 Général – Les bâtiments

1.2.1 Aménagement par zones – Intérieur du bâtiment

Une bibliothèque, une maison de la culture et un centre communautaire sont des bâtiments dont seulement une partie est accessible au public. Il est donc important de prévoir des mesures de contrôle d'accès visant à séparer les zones à accès libre des zones de travail ou de sécurité.

La zone à accès libre intérieure :

La zone à accès libre intérieure comprend toute zone intérieure du bâtiment où toute personne peut circuler sans avoir à s'adresser au personnel en fonction ni à passer un contrôle durant les heures d'ouverture. Elle peut comprendre, sans s'y limiter :

- l'édicule, le hall ou l'aire d'accueil (avant d'être invité à s'enregistrer ou s'identifier);
- les salles d'attente et les aires devant les bureaux de service;
- les blocs sanitaires et salles de bain;
- les corridors de circulation entre l'entrée principale et une porte verrouillée ou contrôlée.

La zone de travail / zone contrôlée :

La zone de travail comprend les secteurs et locaux où travaille le personnel et dont l'accès n'est possible qu'au moyen d'une clé, d'une carte d'accès ou d'un autre dispositif de contrôle. À titre d'exemple, elle peut inclure :

- l'aire de lecture ou de consultation des livres;
- les bureaux administratifs;
- les salles d'archives;
- les locaux de conciergerie;
- les lieux d'entreposage (excepté les magasins d'inventaire);
- les salles de repos du personnel.

La zone de sécurité / zone restreinte :

Cette zone rassemble des lieux contenant des actifs dont la perte représenterait un risque jugé important pour l'organisation ou pour le maintien des opérations du bâtiment :

- les salles électriques et mécaniques;
- les salles télécom;
- les salles contenant des coffres-forts ou des petites caisses.

1.2.2 Contrôle d'accès électrifié

- Favoriser l'utilisation du contrôle d'accès électrifié lorsque les ressources le permettent en commençant par les portes d'accès principales des bâtiments et les locaux stratégiques.
- Prévoir une serrure contrôlée pour chaque porte munie d'un contrôle d'accès électrifié.

1.2.3 Serrurerie et quincaillerie – Accès au bâtiment et aménagement intérieur

- En l'absence d'un contrôle d'accès électrifié, munir les portes d'accès principales du bâtiment ainsi que les locaux stratégiques d'une serrurerie contrôlée.
- Prévoir l'utilisation de quincaillerie avec une haute résistance au vandalisme et aux dommages sur toute porte accessible depuis une zone publique.
- Évaluer le besoin de munir les fenêtres et trappes d'aération accessibles depuis une zone à accès libre extérieure de mesures de protection physique.
- Munir les portes de sortie ne servant pas de portes d'accès d'un mécanisme de verrouillage 3/15 retardant l'évacuation. Afficher également la procédure d'opération sur ces portes.

1.2.4 Accès au toit des bâtiments

Sécuriser les dispositifs d'accès au toit des bâtiments à partir du niveau du sol à l'aide d'un grillage cadenassé ou de tout autre moyen empêchant son utilisation par une personne non autorisée.

1.2.5 Système d'alarme intrusion

- Prévoir l'installation d'un système d'alarme intrusion à l'intérieur des bâtiments principaux lorsque la présence humaine n'est pas constante.
- Installer minimalement des détecteurs de mouvement afin de couvrir les portes d'accès extérieures et les fenêtres accessibles depuis le niveau du sol n'étant pas munies de mesures de protection physique.
- Évaluer le besoin de munir les comptoirs de service de boutons de panique reliés au système d'alarme intrusion.

1.3 Mesures d'urgence

1.3.1 Plan de mesures d'urgence (PMU)

Évaluer le besoin de développer un PMU de site adapté aux risques présents (ex. : matières dangereuses, appel à la bombe, etc.).

1.3.2 Plan de sécurité incendie (PSI)

Évaluer le besoin de développer un PSI et, le cas échéant, s'assurer que celui-ci soit mis en œuvre à la première journée d'opération du bâtiment.

Afficher l'emplacement du panneau d'alarme à l'accès principal du bâtiment si le panneau n'est pas installé à cet endroit.

L'obligation de mettre en œuvre un PSI et d'effectuer un exercice annuel est stipulée dans le *Code national du bâtiment* en présence d'un panneau d'alarme incendie.

1.4 Opérations

1.4.1 Incidents de sûreté et de sécurité

- Rapporter tous les incidents de sûreté et de sécurité impliquant un actif de la Ville au Bureau du contrôleur général.
- Rapporter tous les incidents de nature criminelle au Service de police de la Ville de Montréal.

Se référer à la directive C-RM-DG-D-17-001 concernant l'obligation de rapporter les dommages aux actifs de la Ville.

IV – Caserne de pompiers

Caserne de pompiers

Criticité niveau 1
Critique

Accessible au citoyen : non

Occupation : permanente

1.1 Général – Le site

Les orientations générales visant à guider les équipes de conception dans l'élaboration de la stratégie de protection à développer et à mettre en place sont disponibles dans le tronc commun du Cahier des exigences du propriétaire (CEP). Ce qui suit vient en complément pour préciser les éléments spécifiques des casernes de pompiers.

1.1.1 Aménagement par zones – Extérieur du bâtiment

Les casernes de pompiers sont des bâtiments qui ne sont pas accessibles au public. Cependant, l'ensemble de l'aménagement extérieur du bâtiment est considéré comme une zone à accès libre.

À titre d'exemple, la zone à accès libre extérieure peut comprendre, sans s'y limiter :

- le stationnement extérieur (non clôturé);
- les espaces verts.

1.1.2 Éclairage extérieur

- Couvrir minimalement la périphérie des bâtiments principaux et leurs accès, en plus d'assurer un éclairage général de toute la zone contrôlée.
- Orienter l'éclairage vers le bas et éviter la couverture au-delà du terrain.

1.1.3 Végétation

- Choisir et disposer les espèces végétales de manière à ne pas nuire à l'éclairage ni à la surveillance et à ne pas constituer un moyen efficace de se dissimuler.
- Aménager la végétation de manière à maintenir un espace libre d'au moins un (1) mètre de distance avec tout bâtiment afin d'en faciliter la surveillance et l'entretien.

1.1.4 Vidéosurveillance

S'il y a un système de vidéosurveillance, afficher clairement sa présence aux accès principaux du bâtiment, de façon visible depuis la zone publique.

Informez le public de la présence d'un système de vidéosurveillance
visé à respecter l'encadrement proposé par la Commission de l'accès
à l'information sur l'utilisation de la vidéosurveillance.

1.2 Général – Les bâtiments

1.2.1 Aménagement par zones – Intérieur du bâtiment

Étant donné que le public n'accède généralement pas au bâtiment, il est plus simple de découper le bâtiment par zones et de prévoir des mesures de contrôle d'accès visant à séparer les zones à accès libre des zones de travail ou de sécurité.

La zone à accès libre intérieure :

L'intérieur des casernes de pompiers ne présente généralement aucune zone à accès libre. Bien que la porte piétonnière principale de certaines casernes soit laissée déverrouillée le jour, l'édicule du bâtiment ne constitue pas une zone à accès libre puisque le personnel prend immédiatement tout visiteur en charge.

La zone de travail / zone contrôlée :

La zone de travail comprend les secteurs et locaux où travaille le personnel et dont l'accès n'est possible qu'au moyen d'une clé, d'une carte d'accès ou d'un autre dispositif de contrôle. Elle inclut donc l'ensemble des aires et locaux non compris dans la zone de sécurité ou la zone restreinte :

- les bureaux administratifs;
- les blocs sanitaires et douches;
- les lieux de repos, de formation et d'entraînement;
- les locaux de conciergerie;
- les lieux d'entreposage (excepté les magasins d'inventaire);
- le garage;
- et autres.

La zone de sécurité / zone restreinte :

Cette zone rassemble des lieux contenant des actifs dont la perte représenterait un risque jugé important pour l'organisation ou pour le maintien des opérations du bâtiment :

- les salles électriques et mécaniques;
- les salles télécom;
- les salles de contrôle;
- les lieux d'entreposage de matières dangereuses.

1.2.2 Contrôle d'accès électrifié

- Favoriser l'utilisation du contrôle d'accès électrifié lorsque les ressources le permettent en commençant par les portes d'accès principales des bâtiments et les locaux stratégiques.
- Prévoir une serrure contrôlée pour chaque porte munie d'un contrôle d'accès électrifié.

1.2.3 Serrurerie et quincaillerie – Accès au bâtiment et aménagement intérieur

- En l'absence d'un contrôle d'accès électrifié, munir les portes d'accès principales du bâtiment ainsi que les locaux stratégiques d'une serrurerie contrôlée.
- Prévoir l'utilisation de quincaillerie avec une haute résistance au vandalisme et aux dommages sur toute porte accessible depuis une zone publique.
- Évaluer le besoin de munir les fenêtres et trappes d'aération accessibles depuis une zone à accès libre extérieure de mesures de protection physique.

1.2.4 Accès au toit des bâtiments

Sécuriser les dispositifs d'accès au toit des bâtiments à partir du niveau du sol à l'aide d'un grillage cadenassé ou de tout autre moyen empêchant son utilisation par une personne non autorisée.

1.3 Mesures d'urgence

1.3.1 Plan de mesures d'urgence (PMU)

Évaluer le besoin de développer un PMU de site adapté aux risques présents (ex. : matières dangereuses, appel à la bombe, etc.).

1.3.2 Plan de sécurité incendie (PSI)

- Évaluer le besoin de développer un PSI et, le cas échéant, s'assurer que celui-ci soit mis en œuvre à la première journée d'opération du bâtiment.
- Afficher l'emplacement du panneau d'alarme à l'accès principal du bâtiment si le panneau n'est pas installé à cet endroit.

L'obligation de mettre en oeuvre un PSI et d'effectuer un exercice annuel est stipulée dans le *Code national du bâtiment* en présence d'un panneau d'alarme incendie.

1.4 Opérations

1.4.1 Incidents de sûreté et de sécurité

- Rapporter tous les incidents de sûreté et de sécurité impliquant un actif de la Ville au Bureau du contrôleur général.
- Rapporter tous les incidents de nature criminelle au Service de police de la Ville de Montréal.

Se référer à la directive C-RM-DG-D-17-001 concernant l'obligation de rapporter les dommages aux actifs de la Ville.

V – Centre d’approvisionnement et lieu d’entreposage d’inventaire

Centre d’approvisionnement et lieu d’entreposage d’inventaire

Criticité niveau 2
Essentiel

Accessible au citoyen : non

Occupation : variable, selon les saisons

Nous entendons par lieu d'entreposage, tout bâtiment ou lieu destiné à l'entreposage d'inventaire de magasin.

1.1 Général – Le site

Les orientations générales visant à guider les équipes de conception dans l'élaboration de la stratégie de protection à développer et à mettre en place sont disponibles dans le tronc commun du Cahier des exigences du propriétaire (CEP). Ce qui suit vient en complément pour préciser les éléments spécifiques des centres d'approvisionnement et lieux d'entreposage.

1.1.1 Aménagement par zones – Extérieur du bâtiment

Les bâtiments en objet ne sont pas accessibles au public. Cependant, l'ensemble de l'aménagement extérieur du bâtiment est considéré comme une zone à accès libre.

À titre d'exemple, la zone à accès libre extérieure peut comprendre, sans s'y limiter :

- le stationnement extérieur (non clôturé);
- les trottoirs et escaliers extérieurs;
- les espaces verts.

1.1.2 Éclairage extérieur

- Couvrir minimalement la périphérie des bâtiments principaux et leurs accès, en plus d'assurer un éclairage général du site.
- Orienter l'éclairage vers le bas et éviter la couverture de la zone publique.

1.1.3 Végétation

- Choisir et disposer les espèces végétales de manière à ne pas nuire à l'éclairage ni à la surveillance et à ne pas constituer un moyen efficace de se dissimuler.
- Aménager la végétation de manière à maintenir un espace libre d'au moins un (1) mètre de distance avec tout bâtiment afin d'en faciliter la surveillance et l'entretien.

1.1.4 Accès au terrain

Évaluer la possibilité de ceinturer le terrain d'une clôture hermétique :

- ceinturer la zone contrôlée d'une clôture formant un périmètre hermétique d'une hauteur minimale de six (6) pieds.
- maintenir une distance minimale d'un (1) mètre libre de tout objet ou véhicule à l'intérieur du périmètre.

1.1.5 Vidéosurveillance

- Couvrir le pourtour des bâtiments principaux, leurs accès, ainsi que les locaux servant d'entreposage de l'inventaire, d'un système de vidéosurveillance avec enregistrement.
- Afficher clairement la présence d'un système de vidéosurveillance de façon visible depuis la zone publique.

Informez le public de la présence d'un système de vidéosurveillance
vise à respecter l'encadrement proposé par la Commission de l'accès
à l'information sur l'utilisation de la vidéosurveillance.

1.1.6 Serrurerie – Accès au terrain

En présence d'une clôture de périmètre, prévoir l'utilisation d'un cadenas haute sécurité afin de cadenasser la ou les barrière(s) d'accès non motorisée(s) permettant l'accès à la zone contrôlée.

1.1.7 Contrôle d'accès électrifié – Barrières d'accès (véhicules)

En présence d'une barrière d'accès motorisée, disposer le ou les lecteur(s) de cartes d'accès de manière à faciliter la lecture des cartes d'accès depuis le siège du conducteur, indépendamment de la hauteur du véhicule ou de sa taille.

1.2 Général – Les bâtiments

1.2.1 Aménagement par zones – Intérieur du bâtiment

Un centre d'approvisionnement ou un lieu d'entreposage d'inventaire n'est pas un endroit accessible au public. Par conséquent, il ne comporte aucune zone à accès libre. Il faut un outil (clé, carte d'accès ou autre) pour y accéder.

La zone de travail / zone contrôlée :

L'ensemble des locaux de ce type de bâtiment fait généralement partie de la zone de travail du personnel. Celle-ci exclut toutefois les aires ou locaux compris dans la zone de sécurité ou zone restreinte :

- les bureaux administratifs;
- les blocs sanitaires;
- les lieux de repos, de formation ou de réunion;
- les locaux de conciergerie;
- autres.

La zone de sécurité / zone restreinte :

Cette zone rassemble des lieux contenant des actifs dont la perte représenterait un risque jugé important pour l'organisation ou pour le maintien des opérations du bâtiment :

- les salles électriques et mécaniques;
- les salles télécom;
- le magasin;
- les lieux d'entreposage de matières dangereuses.

1.2.2 Contrôle d'accès électrifié

- Favoriser l'utilisation du contrôle d'accès électrifié lorsque les ressources le permettent en commençant par les portes d'accès principales des bâtiments et les locaux stratégiques.
- Prévoir une serrure contrôlée pour chaque porte munie d'un contrôle d'accès électrifié.

1.2.3 Serrurerie et quincaillerie – Accès au bâtiment et aménagement intérieur

- En l'absence d'un contrôle d'accès électrifié, munir les portes d'accès principales du bâtiment ainsi que les locaux stratégiques d'une serrurerie contrôlée.
- Prévoir l'utilisation de quincaillerie avec une haute résistance au vandalisme et aux dommages sur toute porte accessible depuis une zone publique.
- Évaluer le besoin de munir les fenêtres et trappes d'aération accessibles depuis une zone à accès libre extérieure de mesures de protection physique.

1.2.4 Accès au toit des bâtiments

Sécuriser les dispositifs d'accès au toit des bâtiments à partir du niveau du sol à l'aide d'un grillage cadenassé ou de tout autre moyen empêchant son utilisation par une personne non autorisée.

1.2.5 Système d'alarme intrusion

- Prévoir l'installation d'un système d'alarme intrusion à l'intérieur des bâtiments principaux lorsque la présence humaine n'est pas constante.
- Installer minimalement des détecteurs de mouvement afin de couvrir les portes d'accès extérieures et les fenêtres accessibles depuis le niveau du sol n'étant pas munies de mesures de protection physique.
- Évaluer le besoin de munir les comptoirs de service de boutons de panique reliés au système d'alarme intrusion.

1.3 Mesures d'urgence

1.3.1 Plan de mesures d'urgence (PMU)

Évaluer le besoin de développer un PMU de site adapté aux risques présents (ex. : matières dangereuses, appel à la bombe, etc.).

1.3.2 Plan de sécurité incendie (PSI)

- Évaluer le besoin de développer un PSI et, le cas échéant, s'assurer que celui-ci soit mis en œuvre à la première journée d'opération du bâtiment.
- Afficher l'emplacement du panneau d'alarme à l'accès principal du bâtiment si le panneau n'est pas installé à cet endroit.

L'obligation de mettre en œuvre un PSI et d'effectuer un exercice annuel est stipulée dans le *Code national du bâtiment* en présence d'un panneau d'alarme incendie.

1.4 Opérations

1.4.1 Incidents de sûreté et de sécurité

- Rapporter tous les incidents de sûreté et de sécurité impliquant un actif de la Ville au Bureau du contrôleur général.
- Rapporter tous les incidents de nature criminelle au Service de police de la Ville de Montréal.

Se référer à la directive C-RM-DG-D-17-001 concernant l'obligation de rapporter les dommages aux actifs de la Ville.

VI – Chalet de parc, piscine extérieure et pavillon des baigneurs

Chalet de parc, piscine extérieure et pavillon des baigneurs

Criticité niveau 4
Non prioritaire

Accessible au citoyen : oui

Occupation : variable

1.1 Général – Le site

Les orientations générales visant à guider les équipes de conception dans l'élaboration de la stratégie de protection à développer et à mettre en place sont disponibles dans le tronc commun du Cahier des exigences du propriétaire (CEP). Ce qui suit vient en complément pour préciser les éléments spécifiques des chalets de parc, piscines extérieures et pavillons des baigneurs.

1.1.1 Aménagement par zones – Extérieur du bâtiment

Les bâtiments ciblés sont des bâtiments accessibles au public. Lorsqu'il y a une aire de baignade, elle est généralement clôturée et non accessible au public en dehors des heures d'ouverture. Ce secteur doit par conséquent être considéré comme une zone contrôlée.

Le cas échéant, un stationnement clôturé accessible au public durant des plages horaires définies doit quant à lui être considéré comme une zone à accès libre durant les heures d'ouverture et comme une zone contrôlée le reste du temps.

L'élaboration de l'aménagement par zones des secteurs extérieurs de ces bâtiments pourrait se découper comme suit :

Zone à accès libre extérieure :

- le stationnement extérieur (clôturé ou non, mais accessible au public pendant les heures d'ouverture);
- les trottoirs et escaliers extérieurs;
- les espaces verts et jeux extérieurs.

Zone contrôlée extérieure :

- aire de baignade clôturée;
- stationnement clôturé et non accessible au public en dehors des heures d'ouverture.

1.1.2 Éclairage extérieur

- Couvrir minimalement la périphérie des bâtiments principaux et leurs accès, en plus d'assurer un éclairage général de toute la zone contrôlée.
- Orienter l'éclairage vers le bas et éviter la couverture au-delà du terrain.

1.1.3 Végétation

- Choisir et disposer les espèces végétales de manière à ne pas nuire à l'éclairage ni à la surveillance et à ne pas constituer un moyen efficace de se dissimuler.
- Aménager la végétation de manière à maintenir un espace libre d'au moins un (1) mètre de distance avec tout bâtiment afin d'en faciliter la surveillance et l'entretien.

1.1.4 Accès au terrain

- Ceinturer les aires de baignade accessibles à certaines périodes d'une clôture formant un périmètre hermétique.
- Maintenir une distance minimale d'un (1) mètre libre de tout objet ou véhicule à l'intérieur et l'extérieur du périmètre.

1.1.5 Vidéosurveillance

S'il y a un système de vidéosurveillance :

- éviter de couvrir les aires de baignade;
- couvrir le pourtour des bâtiments principaux ainsi que leurs accès;
- afficher clairement sa présence de façon visible depuis la zone publique.

Informez le public de la présence d'un système de vidéosurveillance
vise à respecter l'encadrement proposé par la Commission de l'accès
à l'information sur l'utilisation de la vidéosurveillance.

1.1.6 Serrurerie – Accès au terrain

Toute barrière aménagée dans une clôture formant un périmètre hermétique doit être cadenassée au moyen d'un cadenas de haute sécurité.

1.2 Général – Les bâtiments

1.2.1 Aménagement par zones – Intérieur du bâtiment

Un chalet de parc, une piscine extérieure et un pavillon des baigneurs sont des bâtiments dont seulement une partie est accessible au public et durant des heures d'ouverture définies. Il est donc important de prévoir des mesures de contrôle d'accès visant à séparer les zones à accès libre des zones de travail ou de sécurité.

La zone à accès libre intérieure :

La zone à accès libre intérieure comprend toute zone intérieure du bâtiment où toute personne peut circuler sans avoir à s'adresser au personnel en fonction ni à passer un contrôle durant les heures d'ouverture. Elle peut comprendre, sans s'y limiter :

- l'édicule, le hall ou l'aire d'accueil (avant d'être invité à s'enregistrer ou s'identifier);
- les blocs sanitaires, les salles de bain et les douches;
- les corridors de circulation entre l'entrée principale et une porte verrouillée ou contrôlée.

La zone de travail / zone contrôlée :

La zone de travail comprend les secteurs et locaux où travaille le personnel et dont l'accès n'est possible qu'au moyen d'une clé, d'une carte d'accès ou d'un autre dispositif de contrôle. À titre d'exemple, elle peut inclure :

- les bureaux administratifs;
- l'infirmerie;
- les locaux de conciergerie;
- les lieux d'entreposage (excepté les magasins d'inventaire);
- les salles de repos du personnel.

La zone de sécurité / zone restreinte :

Cette zone rassemble des lieux contenant des actifs dont la perte représenterait un risque jugé important pour l'organisation ou pour le maintien des opérations du bâtiment :

- les salles électriques et mécaniques;
- les salles télécom;
- les salles de chloration et lieux d'entreposage de matières dangereuses;
- les salles contenant des coffres-forts ou des petites caisses.

1.2.2 Contrôle d'accès électrifié

- Favoriser l'utilisation du contrôle d'accès électrifié lorsque les ressources le permettent en commençant par les portes d'accès principales des bâtiments et les locaux stratégiques.
- Prévoir une serrure contrôlée pour chaque porte munie d'un contrôle d'accès électrifié.

1.2.3 Serrurerie et quincaillerie – Accès au bâtiment et aménagement intérieur

- En l'absence d'un contrôle d'accès électrifié, munir les portes d'accès principales du bâtiment ainsi que les locaux stratégiques d'une serrurerie contrôlée.
- Prévoir l'utilisation de quincaillerie avec une haute résistance au vandalisme et aux dommages sur toute porte accessible depuis une zone publique.
- Évaluer le besoin de munir les fenêtres et trappes d'aération accessibles depuis une zone à accès libre extérieure de mesures de protection physique.

1.2.4 Accès au toit des bâtiments

Sécuriser les dispositifs d'accès au toit des bâtiments à partir du niveau du sol à l'aide d'un grillage cadenassé ou de tout autre moyen empêchant son utilisation par une personne non autorisée.

1.2.5 Système d'alarme intrusion

- Prévoir l'installation d'un système d'alarme intrusion à l'intérieur des bâtiments principaux lorsque la présence humaine n'est pas constante.
- Installer minimalement des détecteurs de mouvement afin de couvrir les portes d'accès extérieures et les fenêtres accessibles depuis le niveau du sol n'étant pas munies de mesures de protection physique.

1.3 Mesures d'urgence

1.3.1 Plan de mesures d'urgence (PMU)

Évaluer le besoin de développer un PMU de site adapté aux risques présents (ex. : matières dangereuses, appel à la bombe, etc.).

1.3.2 Plan de sécurité incendie (PSI)

- Évaluer le besoin de développer un PSI et, le cas échéant, s'assurer que celui-ci soit mis en œuvre à la première journée d'opération du bâtiment.

- Afficher l'emplacement du panneau d'alarme à l'accès principal du bâtiment si le panneau n'est pas installé à cet endroit.

L'obligation de mettre en oeuvre un PSI et d'effectuer un exercice annuel est stipulée dans le *Code national du bâtiment* en présence d'un panneau d'alarme incendie.

1.4 Opérations

1.4.1 Incidents de sûreté et de sécurité

- Rapporter tous les incidents de sûreté et de sécurité impliquant un actif de la Ville au Bureau du contrôleur général.
- Rapporter tous les incidents de nature criminelle au Service de police de la Ville de Montréal.

Se référer à la directive C-RM-DG-D-17-001 concernant l'obligation de rapporter les dommages aux actifs de la Ville.

VII – Cour de service, atelier municipal et poste d'essence

Cour de service, atelier municipal et poste d'essence

Criticité niveau 2
Essentiel

Accessible au citoyen : non

Occupation : variable, selon les saisons

1.1 Général – Le site

Les orientations générales visant à guider les équipes de conception dans l'élaboration de la stratégie de protection à développer et à mettre en place sont disponibles dans le tronc commun du Cahier des exigences du propriétaire (CEP). Ce qui suit vient en complément pour préciser les éléments spécifiques des cours de service, ateliers municipaux et postes d'essence.

1.1.1 Aménagement par zones – Extérieur du bâtiment

Les bâtiments en objet ne sont pas accessibles au public. Cependant, l'ensemble de l'aménagement extérieur du bâtiment est considéré comme une zone à accès libre.

À titre d'exemple, la zone à accès libre extérieure peut comprendre, sans s'y limiter :

- le stationnement extérieur (non clôturé);
- les trottoirs et escaliers extérieurs;
- les espaces verts.

Un poste d'essence peut être aménagé à l'extérieur d'un périmètre clôturé, à proximité d'une voie publique, pour en faciliter l'accès aux véhicules et équipements de service. Bien que son accessibilité puisse sembler libre à tous, celui-ci devrait être considéré comme une zone contrôlée comprenant des mesures de surveillance permanentes.

1.1.2 Éclairage extérieur

- Couvrir minimalement la périphérie des bâtiments principaux et leurs accès, en plus d'assurer un éclairage général de toute la zone contrôlée.
- Orienter l'éclairage vers le bas et éviter la couverture de la zone publique.

1.1.3 Végétation

- Choisir et disposer les espèces végétales de manière à ne pas nuire à l'éclairage ni à la surveillance et à ne pas constituer un moyen efficace de se dissimuler.

- Aménager la végétation de manière à maintenir un espace libre d'au moins un (1) mètre de distance avec tout bâtiment afin d'en faciliter la surveillance et l'entretien.

1.1.4 Accès au terrain

- Ceinturer la zone contrôlée d'une clôture formant un périmètre hermétique d'une hauteur minimale de six (6) pieds.
- Maintenir une distance minimale d'un mètre libre de tout objet ou véhicule à l'intérieur du périmètre.

1.1.5 Vidéosurveillance

- Couvrir le pourtour des bâtiments principaux ainsi que leurs accès d'un système de vidéosurveillance avec enregistrement.
- Privilégier la surveillance humaine en continu du système.
- Lorsque la surveillance humaine permanente n'est pas possible, couvrir le poste d'essence de vidéosurveillance.
- Afficher clairement la présence d'un système de vidéosurveillance de façon visible depuis la zone publique.

Informez le public de la présence d'un système de vidéosurveillance
vise à respecter l'encadrement proposé par la Commission de l'accès
à l'information sur l'utilisation de la vidéosurveillance.

1.1.6 Serrurerie – Accès au terrain

Prévoir le cadenassage de la ou des barrière(s) d'accès non motorisée(s) permettant l'accès à la zone contrôlée à l'aide d'un cadenas haute sécurité.

1.1.7 Contrôle d'accès électrifié – Barrières d'accès (véhicules)

En présence d'une barrière d'accès motorisée, disposer le ou les lecteur(s) de cartes d'accès de manière à faciliter la lecture des cartes d'accès depuis le siège du conducteur, indépendamment de la hauteur du véhicule ou de sa taille.

1.2 Général – Les bâtiments

1.2.1 Aménagement par zones – Intérieur du bâtiment

Une cour de service, un atelier municipal et un poste d'essence ne sont généralement pas des lieux accessibles au public. Toutefois, une partie du bâtiment principal d'une cour de service peut être destinée à accueillir le public, se limitant souvent au hall d'entrée durant les heures d'ouverture. Il s'agit ici de la seule zone à accès libre de ce type de bâtiments ou lieux.

La zone de travail / zone contrôlée :

La zone de travail comprend les secteurs et locaux où travaille le personnel et dont l'accès n'est possible qu'au moyen d'une clé, d'une carte d'accès ou d'un autre dispositif de contrôle. À titre d'exemple, elle peut inclure :

- les bureaux administratifs;
- la cour extérieure;
- les garages d'entretien
- les lieux d'entreposage (excepté les magasins d'inventaire);
- les locaux de conciergerie;
- les salles de repos du personnel.

La zone de sécurité / zone restreinte :

Cette zone rassemble des lieux contenant des actifs dont la perte représenterait un risque jugé important pour l'organisation ou pour le maintien des opérations du bâtiment :

- les salles électriques et mécaniques;
- les salles télécom;
- les lieux d'entreposage de matières dangereuses.

1.2.2 Contrôle d'accès électrifié

- Favoriser l'utilisation du contrôle d'accès électrifié lorsque les ressources le permettent en commençant par les portes d'accès principales des bâtiments et les locaux stratégiques.
- Prévoir une serrure contrôlée pour chaque porte munie d'un contrôle d'accès électrifié.

1.2.3 Serrurerie et quincaillerie – Accès au bâtiment et aménagement intérieur

- En l'absence d'un contrôle d'accès électrifié, munir les portes d'accès principales du bâtiment ainsi que les locaux stratégiques d'une serrurerie contrôlée.

- Prévoir l'utilisation de quincaillerie avec une haute résistance au vandalisme et aux dommages sur toute porte accessible depuis une zone publique.
- Évaluer le besoin de munir les fenêtres et trappes d'aération accessibles depuis une zone à accès libre extérieure de mesures de protection physique.

1.2.4 Accès au toit des bâtiments

Sécuriser les dispositifs d'accès au toit des bâtiments à partir du niveau du sol à l'aide d'un grillage cadenassé ou de tout autre moyen empêchant son utilisation par une personne non autorisée.

1.2.5 Système d'alarme intrusion (à l'exclusion des postes d'essence)

- Prévoir l'installation d'un système d'alarme intrusion à l'intérieur des bâtiments principaux lorsque la présence humaine n'est pas constante.
- Installer minimalement des détecteurs de mouvement afin de couvrir les portes d'accès extérieures et les fenêtres accessibles depuis le niveau du sol n'étant pas munies de mesures de protection physique.

1.3 Mesures d'urgence

1.3.1 Plan de mesures d'urgence (PMU)

Évaluer le besoin de développer un PMU de site adapté aux risques présents (ex. : matières dangereuses, appel à la bombe, etc.).

1.3.2 Plan de sécurité incendie (PSI)

- Évaluer le besoin de développer un PSI et, le cas échéant, s'assurer que celui-ci soit mis en œuvre à la première journée d'opération du bâtiment.
- Afficher l'emplacement du panneau d'alarme à l'accès principal du bâtiment si le panneau n'est pas installé à cet endroit.

L'obligation de mettre en oeuvre un PSI et d'effectuer un exercice annuel est stipulée dans le *Code national du bâtiment* en présence d'un panneau d'alarme incendie.

1.4 Opérations

1.4.1 Incidents de sûreté et de sécurité

- Rapporter tous les incidents de sûreté et de sécurité impliquant un actif de la Ville au Bureau du contrôleur général.
- Rapporter tous les incidents de nature criminelle au Service de police de la Ville de Montréal.

Se référer à la directive C-RM-DG-D-17-001 concernant l'obligation de rapporter les dommages aux actifs de la Ville.

VIII – Écocentre

Écocentre

Criticité niveau 3
Important

Accessible au citoyen : oui

Occupation : variable, selon les saisons

1.1 Général – Le site

Les orientations générales visant à guider les équipes de conception dans l'élaboration de la stratégie de protection à développer et à mettre en place sont disponibles dans le tronc commun du Cahier des exigences du propriétaire (CEP). Ce qui suit vient en complément pour préciser les éléments spécifiques des écocentres.

1.1.1 Aménagement par zones – Extérieur du bâtiment

Les écocentres sont des bâtiments accessibles au public. Par conséquent, leur aménagement extérieur ne nécessite généralement aucune division par zones. En ce sens, l'ensemble de l'aménagement extérieur du bâtiment est considéré comme une zone à accès libre.

À titre d'exemple, la zone à accès libre extérieure peut comprendre, sans s'y limiter :

- le stationnement extérieur (non clôturé);
- les trottoirs et escaliers extérieurs;
- les espaces verts.

1.1.2 Éclairage extérieur

- Couvrir minimalement la périphérie des bâtiments principaux et leurs accès, en plus d'assurer un éclairage général de toute la zone contrôlée.
- Orienter l'éclairage vers le bas et éviter la couverture de la zone publique.

1.1.3 Végétation

- Choisir et disposer les espèces végétales de manière à ne pas nuire à l'éclairage ni à la surveillance et à ne pas constituer un moyen efficace de se dissimuler.
- Aménager la végétation de manière à maintenir un espace libre d'au moins un (1) mètre de distance avec tout bâtiment afin d'en faciliter la surveillance et l'entretien.

1.1.4 Accès au terrain

- Ceinturer la zone contrôlée d'une clôture formant un périmètre hermétique d'une hauteur minimale de six (6) pieds.
- Maintenir une distance minimale d'un mètre libre de tout objet ou véhicule à l'intérieur du périmètre.

1.1.5 Vidéosurveillance

- Couvrir le pourtour des bâtiments principaux ainsi que leurs accès d'un système de vidéosurveillance avec enregistrement.
- Afficher clairement la présence d'un système de vidéosurveillance de façon visible depuis la zone publique.

Informez le public de la présence d'un système de vidéosurveillance
visé à respecter l'encadrement proposé par la Commission de l'accès
à l'information sur l'utilisation de la vidéosurveillance.

1.1.6 Serrurerie – Accès au terrain

Prévoir le cadénassage de la ou des barrière(s) d'accès non motorisée(s) permettant l'accès à la zone contrôlée à l'aide d'un cadenas haute sécurité.

1.1.7 Contrôle d'accès électrifié – Barrières d'accès (véhicules)

En présence d'une barrière d'accès motorisée, disposer le ou les lecteur(s) de cartes d'accès de manière à faciliter la lecture des cartes d'accès depuis le siège du conducteur, indépendamment de la hauteur du véhicule ou de sa taille.

1.2 Général – Les bâtiments

1.2.1 Aménagement par zones – Intérieur du bâtiment

L'Écocentre est un bâtiment dont le service au client est offert depuis l'extérieur (généralement dans l'entrée de la cour) ou dont seulement une partie est accessible au public durant des heures d'opération définies. Il est donc important de prévoir des mesures de contrôle d'accès visant à séparer les zones à accès libre des zones de travail ou de sécurité.

La zone à accès libre intérieure :

Un écocentre ne comporte généralement aucune zone à accès libre intérieure, puisque le public doit s'identifier avant d'entrer dans le périmètre du site.

La zone de travail / zone contrôlée :

La zone de travail comprend les secteurs et locaux où travaille le personnel et dont l'accès n'est possible qu'au moyen d'une clé, d'une carte d'accès ou d'un autre dispositif de contrôle. À titre d'exemple, elle peut inclure :

- la cour clôturée;
- les bureaux administratifs;
- les locaux de conciergerie;
- les lieux d'entreposage (excepté les magasins d'inventaire);
- Les salles de repos du personnel.

La zone de sécurité / zone restreinte :

Cette zone rassemble des lieux contenant des actifs dont la perte représenterait un risque jugé important pour l'organisation ou pour le maintien des opérations du bâtiment :

- les salles électriques et mécaniques;
- les salles télécom;
- les lieux d'entreposage de matières dangereuses;
- les salles contenant des coffres-forts ou des petites caisses.

1.2.2 Contrôle d'accès électrifié

- Favoriser l'utilisation du contrôle d'accès électrifié lorsque les ressources le permettent en commençant par les portes d'accès principales des bâtiments et les locaux stratégiques.
- Prévoir une serrure contrôlée pour chaque porte munie d'un contrôle d'accès électrifié.

1.2.3 Serrurerie et quincaillerie – Accès au bâtiment et aménagement intérieur

- En l'absence d'un contrôle d'accès électrifié, munir les portes d'accès principales du bâtiment ainsi que les locaux stratégiques d'une serrurerie contrôlée.
- Prévoir l'utilisation de quincaillerie avec une haute résistance au vandalisme et aux dommages sur toute porte accessible depuis une zone publique.
- Évaluer le besoin de munir les fenêtres et trappes d'aération accessibles depuis une zone à accès libre extérieure de mesures de protection physique.

1.2.4 Accès au toit des bâtiments

Sécuriser les dispositifs d'accès au toit des bâtiments à partir du niveau du sol à l'aide d'un grillage cadenassé ou de tout autre moyen empêchant son utilisation par une personne non autorisée.

1.2.5 Système d'alarme intrusion

- Prévoir l'installation d'un système d'alarme intrusion à l'intérieur des bâtiments principaux lorsque la présence humaine n'est pas constante.
- Installer minimalement des détecteurs de mouvement afin de couvrir les portes d'accès extérieures et les fenêtres accessibles depuis le niveau du sol n'étant pas munies de mesures de protection physique.

1.3 Mesures d'urgence

1.3.1 Plan de mesures d'urgence (PMU)

Évaluer le besoin de développer un PMU de site adapté aux risques présents (ex. : matières dangereuses, appel à la bombe, etc.).

1.3.2 Plan de sécurité incendie (PSI)

- Évaluer le besoin de développer un PSI et, le cas échéant, s'assurer que celui-ci soit mis en œuvre à la première journée d'opération du bâtiment.
- Afficher l'emplacement du panneau d'alarme à l'accès principal du bâtiment si le panneau n'est pas installé à cet endroit.

L'obligation de mettre en œuvre un PSI et d'effectuer un exercice annuel est stipulée dans le *Code national du bâtiment* en présence d'un panneau d'alarme incendie.

1.4 Opérations

1.4.1 Incidents de sûreté et de sécurité

- Rapporter tous les incidents de sûreté et de sécurité impliquant un actif de la Ville au Bureau du contrôleur général.
- Rapporter tous les incidents de nature criminelle au Service de police de la Ville de Montréal.

Se référer à la directive C-RM-DG-D-17-001 concernant l'obligation de rapporter les dommages aux actifs de la Ville.



Annexe 8.2 - Obligations contractuelles de l'entrepreneur liées aux systèmes de sécurité incendie

1.1 Mise en service - Exigences liées au réseau de détection et d'alarme incendie

1.1.1 Documents de fin de projet

Durant toute la période de chantier, l'entrepreneur doit noter sur des plans tous les équipements installés : détecteurs, postes manuels, cloches, boîtes de jonction, panneaux, résistances de fin de ligne ou tout autre appareil dissimulé, etc.

L'entrepreneur doit indiquer sur ces plans, le parcours des câbles, le numéro d'identification de chaque câble, le numéro de point de chaque pièce d'équipement d'après la programmation, l'ordre de raccordement des appareils, le diagramme unifilaire des boucles de signalisation et de détection, la charge de chaque circuit de signalisation, le cheminement des conduits, la quantité des conducteurs dans chaque conduit. Ces plans sont transcrits proprement et de façon professionnelle. Une copie de ces plans doit faire partie intégrante des documents de fin de projet et du manuel d'entretien.

L'entrepreneur doit fournir une copie de ces plans en format PDF et CAD.

Ces plans doivent être validés par un ingénieur pour produire des plans tels que construits signés scellés. Une copie en format PDF et CAD de ces plans doit être remise à la VDM à la fin du projet avant l'occupation provisoire du bâtiment.

À la fin du projet, l'entrepreneur doit fournir l'ensemble des documents en format papier et PDF liés à l'installation de réseaux de détection et d'alarme incendie. Ci-dessous une liste non exhaustive des documents à fournir :

- Plans et devis
- Dessins techniques de l'ensemble des pièces et éléments installés
- Dessins liés aux détails d'installation des éléments
- Dessins liés à la programmation des équipements
- Rapport d'inspection et mise à l'essai

L'ensemble de ces documents doit être fourni en français.

1.1.2 Vérification et mise à l'essai de réseaux de détection et d'alarme incendie

L'entrepreneur est responsable de la programmation, la vérification et la mise en service de réseaux de détection et d'alarme incendie. Ces travaux sont faits au moyen d'instruments spécialisés en présence d'un représentant de la Ville.

Avant d'introduire définitivement le programme dans le panneau d'alarme incendie, l'entrepreneur doit présenter à l'ingénieur, pour approbation, l'algorithme ou un ordinogramme du programme ainsi qu'une liste de toute l'information qu'il se propose d'installer. Cette approbation permet à l'ingénieur de s'assurer que les fonctions demandées sont fournies et ne dégagent en rien la responsabilité de l'entrepreneur de fournir un système complet et opérationnel. Toute correction de la part de l'ingénieur est effectuée sans frais supplémentaires pour la Ville. Une copie du document final approuvé par l'ingénieur doit être soumise à la VDM avant l'occupation du bâtiment.

L'inspection et la mise à l'essai doivent respecter les exigences de la norme CSA/ULC S537 applicable au moment de la construction.

Lorsque la vérification et la mise à l'essai sont terminées, et avant l'acceptation provisoire, l'entrepreneur doit fournir à l'ingénieur et à un représentant de la Ville les documents ci-dessous :

- a. Un certificat en format PDF et papier attestant que la vérification et la mise en service de réseaux de détection et d'alarme incendie ont été effectuées par un technicien certifié. Le certificat doit être installé sur le panneau du réseau de détection et d'alarme incendie à la fin de l'inspection. Le certificat doit indiquer au minimum les informations suivantes :
 - Nom du technicien et de la compagnie
 - Date de l'inspection
 - Numéro de téléphone
 - Adresse du bâtiment inspecté
- b. Un rapport complet de l'équipement et de la vérification effectuée. Le rapport d'inspection doit être tel que le modèle indiqué dans la norme CSA/ ULC-S537. Il doit indiquer au minimum les informations ci-dessous :
 1. Les informations détaillées liées au système installé (ex. : le type de système, l'emplacement du panneau, le raccordement à la centrale...)
 2. La quantité d'équipements installés (panneaux d'annonceur, de stations manuelles, de cloches, de détecteurs thermiques, de détecteurs de produits de combustion, de transpondeurs, etc.) dans le projet

3. Tout équipement décrit dans les paragraphes précédents doit être énuméré individuellement en indiquant l'emplacement de chaque appareil, la zone d'incendie liée à chaque élément, la date de l'inspection
4. Toute déficience découverte au cours de l'inspection ainsi que la date à laquelle la nouvelle inspection a eu lieu pour corriger la déficience.

1.1.3 Formation et entraînement du personnel de la VDM

L'entrepreneur a la responsabilité d'entraîner le personnel de la Ville, avant l'acceptation provisoire des travaux. L'entrepreneur doit fournir à l'ingénieur et au responsable de la Ville de Montréal toute la documentation nécessaire dix (10) jours avant la date fixée pour la formation afin de mieux préparer le personnel de la Ville de Montréal avant la formation.

L'entrepreneur doit prévoir au minimum sept (7) heures de formation continue pour le personnel de la Ville de Montréal sur le fonctionnement, la programmation, l'utilisation des commandes des systèmes avertisseurs d'incendie (panneau de contrôle, poste d'alarme et de commande auxiliaire, etc.). Cette formation se donne sur les lieux de l'installation du panneau. Les heures de formation non utilisées sont créditées par la Ville à la fin du contrat. La formation, en français, se donne pendant les heures régulières de travail à la Ville, soit de 8 h 30 à 15 h 30 du lundi au jeudi inclusivement.

L'entrepreneur doit fournir le logiciel de programmation lié au système installé au technicien responsable de la VDM. L'entrepreneur doit former le personnel de la VDM sur place pour la manipulation du panneau. L'entrepreneur doit former les techniciens en alarme incendie de la VDM sur la programmation du panneau à la main et à l'aide du logiciel du fabricant du système installé.

1.1.4 Inspection et acceptation provisoire

Lorsque l'entrepreneur a complètement terminé les travaux, l'inspection et la mise à l'essai du réseau de détection et d'alarme incendie, il doit aviser l'ingénieur concepteur et le chargé du projet pour obtenir son autorisation de procéder aux inspections d'acceptation provisoire ou partielle.

L'ingénieur concepteur et le chargé du projet procèdent alors à une inspection générale de tous les travaux en présence de l'entrepreneur et assistent aux essais d'acceptation effectués par l'entrepreneur.

Ces heures d'inspection se font autant que possible pendant les heures régulières de travail à la Ville, soit de 8 h 30 à 15 h 30, du lundi au vendredi inclusivement. L'entrepreneur fournira, à ses frais, tout l'appareillage requis pour effectuer ces essais.

L'acceptation provisoire ou partielle est acceptée si :

- les travaux sont conformes en tout point au cahier des charges;
- le rapport de vérification et de la mise à l'essai n'indique aucune déficience qui rend l'installation non sécuritaire.

Dans les cas contraires, une liste de déficiences est remise à l'entrepreneur et celui-ci est tenu de faire tous les correctifs nécessaires.

Lorsque toutes les déficiences ont été corrigées, le professionnel et le directeur ou son représentant procèdent à une nouvelle inspection et l'entrepreneur doit refaire les essais d'acceptation en tout ou en partie selon ce que le directeur juge à propos en considération de la nature des déficiences constatées.

Une mise à jour du rapport d'inspection doit être fournie avant l'occupation du bâtiment et l'acceptation provisoire.

1.1.5 Responsabilités de l'entrepreneur durant la période de garantie

La période de garantie est de douze (12) mois à partir de l'acceptation provisoire des travaux. La garantie s'applique à toutes et chacune des pièces de l'appareillage ainsi qu'à la main-d'œuvre nécessaire pour remettre l'équipement en bon état, nonobstant toute clause de garantie coutumière du fournisseur à cet égard.

L'entrepreneur a la responsabilité totale de l'entretien du système durant la période de garantie.

Toute réparation durant la période de garantie doit être complétée dans les quatre (4) heures suivant tout appel téléphonique au sujet d'une panne ou d'une défectuosité du système.

Lors d'une réparation ou intervention, l'entrepreneur s'engage à remettre au responsable de la Ville de Montréal, dans les sept (7) jours qui suit l'intervention ou réparation, un rapport écrit qui contient, au minimum, les détails suivants :

- la nature de la panne;
- la description des causes de la panne;
- la description des effets de la panne;
- la liste des pièces remplacées ou des éléments ayant requis un réglage;
- la date et l'heure auxquelles l'entrepreneur a été avisé de la panne;
- la date et l'heure d'arrivée du dépanneur;
- la date et l'heure auxquelles le système a été remis en opération normale.

Durant la période de garantie, l'entretien et la réparation du système par l'entrepreneur doivent être faits en présence d'un responsable de la Ville de Montréal.

Si durant la période de garantie, l'entrepreneur est autorisé à modifier l'appareillage fourni, il doit donner à la Ville les détails de la modification avec dessins annotés, permettant à la Ville de tenir à jour le cahier d'instructions.

Si des réparations importantes sont nécessitées par suite de vices de construction ou d'imperfection dans les matériaux, le délai de garantie est prolongé d'une durée égale à celle du temps nécessaire pour de telles réparations. Durant cette période, les inspections annuelles exigées par les codes et normes liés à ce système sont à la charge de l'entrepreneur.

Les pièces fournies par l'entrepreneur en remplacement des pièces défectueuses bénéficient, à partir de leur réception, d'une garantie de l'entrepreneur identique à celle prévue pour la fourniture initiale.

À la fin de la période de garantie, l'entrepreneur doit signer une lettre de transfert de responsabilité avec un responsable qualifié de la Ville. À la suite de ce transfert de responsabilités, l'entrepreneur doit fournir les codes de programmation au responsable de la Ville.

Avant le transfert de responsabilité entre la Ville et l'entrepreneur, une inspection annuelle selon la norme CSA/ULC – S536 doit être effectuée par l'entrepreneur en présence d'un technicien en alarme incendie de la Ville de Montréal. L'entrepreneur doit fournir un rapport d'inspection au responsable de la VDM.

1.2 Protection incendie

1.2.1 Documents de conception

1.2.1.1 Dessins d'implantation

Les dessins d'implantation doivent indiquer clairement :

- le nom de l'organisme ayant juridiction;
- l'emplacement, y compris l'adresse du bâtiment;
- l'orientation et la position relative par rapport aux rues et services municipaux;
- les détails de construction des plafonds;
- les coupes transversales pleine hauteur;
- l'emplacement des murs coupe-feu;
- le genre d'occupation de chaque aire ou de chaque pièce;
- l'emplacement et les dimensions des culs-de-sac et des placards;
- toute pièce exiguë qui ne sera pas dotée de gicleurs automatiques;

- la dimension de la canalisation principale du service d'aqueduc sous la chaussée, la pression, et, s'il s'agit d'une canalisation en impasse ou d'une canalisation passante, indiquer la distance jusqu'à la canalisation passante la plus proche ainsi que la direction. Donner les résultats des essais quant à la canalisation du service d'aqueduc;
- la marque, le modèle et le diamètre de l'orifice des gicleurs automatiques;
- la température nominale de déclenchement et l'emplacement des gicleurs automatiques à haute température de fonctionnement;
- pour chaque étage, le nombre de gicleurs automatiques par colonne montante et par secteur et la superficie totale de chaque secteur protégé;
- le nombre de gicleurs automatiques par colonne montante et le total par étage;
- les croisements, les raccords de colonnes montantes et leurs dimensions;
- le type de supports, de douilles et de manchons;
- tous les robinets de commande, les clapets, les tuyaux d'évacuation et les tuyaux d'essai;
- les dispositions quant à la vidange du réseau;
- le nom et l'adresse de l'entrepreneur;
- la marque, le type, le modèle et le diamètre du clapet d'alarme;
- le nombre total de gicleurs automatiques de chaque système à air comprimé ou à pré-action;
- dans le cas où les plans comprennent des tuyaux souterrains, donner la classe du tuyau ainsi que son diamètre, le type de robinets, de compteurs et de fosses pour robinets et la profondeur d'enfouissement à partir du dessus du tuyau.

1.2.1.2 Calculs hydrauliques

Lorsque des calculs hydrauliques sont prescrits, les formules imprimées doivent indiquer sans s'y limiter :

- les critères de conception de l'installation, l'affectation, la densité et la surface d'arrosage, la superficie protégée par extincteur automatique, le débit minimal d'eau, le champ d'action prévu, le nombre d'extincteurs automatiques calculé. La description des gicleurs utilisés;
- les exigences réelles calculées : la quantité totale d'eau et la pression requises en un point de référence commun pour chaque installation;
- les points de référence des installations hydrauliques qui doivent être identifiés par une lettre ou un chiffre correspondant aux points indiqués sur les feuilles de calcul de l'installation;

- lorsque les calculs sont faits par ordinateur, fournir en plus de la description des travaux, les feuilles d'imprimés d'ordinateur indiquant les résultats et les notes de référence aux plans de manière à pouvoir en déchiffrer les données inscrites. Lorsque des corrections sont apportées aux dessins d'atelier, l'entrepreneur doit refaire les calculs par ordinateur de façon à valider lesdites corrections, il doit resoumettre pour approbation les calculs;
- les données concernant l'élévation, y compris l'élévation relative aux points de référence et de raccordement des gicleurs;
- la portée des boyaux (si le système est combiné).

Les mesures relatives aux installations hydrauliques doivent être présentées sur des formules imprimées comprenant une formule récapitulative, une formule de description détaillée des travaux et un graphique. Voici les informations récapitulatives devant figurer sur les calculs hydrauliques :

- la date;
- l'emplacement;
- le nom de l'organisme ayant juridiction;
- le numéro civique du bâtiment ou tout autre moyen de désignation;
- la description du risque d'incendie;
- le nom et l'adresse de l'entrepreneur ou du concepteur;
- le nom de l'organisme d'approbation;
- les critères de conception du réseau, y compris le champ d'action prévu, le débit minimal d'eau et la portée de chaque tête de gicleur;
- la quantité d'eau requise selon les calculs en tenant compte des boyaux intérieurs et des bornes d'incendie extérieures;
- les renseignements quant à l'installation en eau.

Voici les informations descriptives détaillées devant figurer sur les calculs hydrauliques :

- la numérotation de chaque feuille;
- la description des gicleurs et la constante du débit K;
- les points de référence des installations hydrauliques;
- le débit en L/s ou usgpm;
- le diamètre des tuyaux;
- la longueur des tronçons de tuyaux suivant l'entraxe des raccords;
- la longueur équivalente en « tronçon droit de tuyau » des raccords et autres dispositifs du réseau;
- la perte de charge par frottement exprimée en kPa/m de tuyau ou psi/pi de tuyau;
- la perte de charge totale par frottement entre les points de référence;

- la colonne d'eau en kPa entre les points de référence;
- la pression requise en kPa à chaque point de référence;
- la pression cinétique et la pression normale si elles sont comprises dans les calculs;
- des notes pour indiquer les points de départ, les références à d'autres feuilles ou pour préciser les données inscrites.

Les graphiques de type semi-logarithmique doivent comporter les courbes d'alimentation en eau, les exigences quant aux installations de même que celles relatives aux boyaux intérieurs et extérieurs de façon à présenter un aperçu graphique de l'ensemble des calculs hydrauliques.

1.2.2 Essais et mise en service

Tous les frais nécessaires aux inspections et essais doivent être inclus dans la soumission de l'entrepreneur.

Il est défendu d'encastrer, de peindre ou de dissimuler les canalisations/tuyauteries, les accessoires ou l'ouvrage avant qu'ils n'aient été inspectés ou approuvés par le directeur.

L'entrepreneur doit effectuer, en présence des représentants du directeur, tous les essais, ajustements et calibrations que le directeur juge nécessaires afin de vérifier la conformité du matériel fourni avec les exigences des plans et devis, et ce, sans frais supplémentaires pour la Ville. Ces essais se font autant que possible pendant les heures régulières de travail à la Ville, soit de 8 h 30 à 15 h 30 du lundi au jeudi inclusivement. L'entrepreneur doit fournir, à ses frais, tout l'appareillage requis pour effectuer ces essais, mais cet appareillage demeure la propriété de l'entrepreneur.

Tout l'équipement doit être vérifié pour s'assurer :

- que le système est installé suivant les plans et les présentes prescriptions;
- que le système est installé suivant les exigences du fabricant;
- que l'installation est faite de façon professionnelle (aucun rapiéçage de l'équipement, etc.);
- que le système fonctionne comme spécifié. Pour cela, chaque pièce d'équipement est vérifiée dans une séquence d'opération appropriée;
- que les changements nécessaires pour se conformer aux articles 1, b, c et d sont effectués par l'entrepreneur. L'assistance technique, pour effectuer ces changements, est fournie par le fabricant, si requis.

Lorsque cette vérification est terminée, l'entrepreneur doit faire parvenir avant l'acceptation provisoire, à l'ingénieur chargé du projet, les documents ci-dessous :

- le certificat attestant que ce travail a été effectué;
- le registre d'inspection;

Durée des essais :

- En atelier : Soumettre les pompes aux essais hydrostatiques pour une période d'au moins 5 minutes conformément à la norme NFPA 20.
- Au chantier : La durée de l'épreuve ne doit pas être moindre qu'une heure, et elle doit être conforme à la norme NFPA 20.

1.2.2.1 Contrôle de la qualité sur le chantier

1. Soumettre tous les réseaux et tout le matériel à des essais de fonctionnement en régime normal.
2. Nettoyer les tuyauteries et systèmes selon les prescriptions spécifiques des normes NFPA.
3. Utiliser un tamis temporaire pour le nettoyage des systèmes de tuyauterie. Pourvoir les brides pour l'installation du tamis temporaire.
4. Éprouver la tuyauterie pour un test hydrostatique à une température supérieure à 41 °C. Obtenir la permission écrite du directeur pour un test en-dessous de ladite température.
5. Lorsque l'eau doit servir aux essais, fixer un manomètre au point le plus élevé de l'installation. S'il n'est pas possible de faire l'essai de l'ensemble du réseau en une seule fois, le subdiviser en zones et procéder à l'essai de la façon prescrite.
6. Au cours des essais, remédier aux fuites, et enlever et réparer les pièces défectueuses. Reprendre les essais jusqu'à ce que les résultats obtenus soient satisfaisants.
7. Fournir les pièces de raccords temporaires ainsi que la main-d'œuvre nécessaire aux essais.
8. Faire le réglage définitif de l'équipement de manière à ce qu'il fonctionne à la satisfaction du directeur.
9. Protéger les têtes de gicleurs pendant les travaux de peinture. Remplacer les éléments endommagés ou enduits de peinture et en assumer les frais.

1.2.3 Documents à fournir

Pour l'approbation des dessins d'atelier, l'entrepreneur doit fournir :

Tous les dessins d'atelier dans un délai de trente (30) jours après avoir reçu l'ordre de commencer les travaux. Les dessins d'atelier doivent être conformes au paragraphe intitulé DESSINS D'ATELIER ET FICHES TECHNIQUES. Cinq (5) exemplaires des documents suivants doivent être intégrés dans une couverture rigide à anneaux.

Pour la réception provisoire des travaux, l'entrepreneur doit fournir :

- **Manuels d'entretien** : Ces manuels d'entretien sont rédigés de préférence en français ou en anglais. Ces manuels comprennent toutes les informations applicables, incluant une description des appareils et accessoires, la méthode d'installation incluant la procédure d'ajustement, le mode d'emploi, une description de la théorie du fonctionnement, un guide d'entretien, un répertoire de toutes les pièces détachées et les essais.
- **Légendes** : Une liste des légendes d'identification de la tuyauterie et des robinets.
- **Certificats** : Les certificats d'inspection, d'approbation et de garantie.
- **Plans** : Une série des plans tels que construits ainsi que les copies de cette série accompagnant les manuels d'entretien où chaque dessin est inséré dans une feuille en polypropylène antireflet (épaisseur .005") à trois (3) trous. Ces feuilles se retrouvent à la fin de la couverture rigide. Il y a donc une (1) série des plans tels que construits et cinq (5) copies de cette série.
- **Calculs** : Les feuilles de calculs signées par un ingénieur membre de l'O.I.Q.
- **Essais hydrauliques** : Les documents qui attestent des essais hydrauliques du système signés par un ingénieur membre de l'O.I.Q.
- **Essai pompe incendie** : Les documents qui attestent des essais de la pompe incendie signés par un ingénieur membre de l'O.I.Q.
- **Détails modifications** : Durant la période de garantie, lorsque l'entrepreneur est autorisé à modifier l'appareillage fourni, il doit donner au directeur les détails de la modification avec dessins annotés permettant à la Ville de tenir à jour le cahier d'instructions.

1.2.4 Formation du personnel

L'entrepreneur doit former le personnel de la Ville responsable de l'entretien des équipements installés, donner un cours théorique et pratique décrivant tous les aspects du fonctionnement et de l'opération du système de protection-incendie. Les personnes présentes doivent notamment être informées sur :

- a. emplacement et fonctionnement des robinets de réglage, robinets de purge et dispositifs d'alarme;
- b. transmission immédiate de l'alarme au service public ou privé d'incendie avant de tenter d'éteindre le feu;
- c. information des autorités concernées s'il y a incendie ou interruption du système d'extincteurs automatiques;
- d. inspection visuelle quotidienne de tous les robinets de réglage au cours de la première ronde afin de s'assurer qu'ils sont ouverts;
- e. information immédiate des autorités concernées s'il trouve un robinet fermé;

- f. information des autorités concernées si le dispositif d'alarme se met en marche afin de déterminer la cause de l'écoulement d'eau;
- g. ne pas fermer les robinets de réglage avant qu'il ait été clairement établi qu'il n'y a pas d'incendie;
- h. pendant la saison froide, s'assurer que les fenêtres ou autres ouvertures sont fermées et qu'une température appropriée est maintenue afin d'empêcher le gel;
- i. le fonctionnement et l'opération du système préaction à double sécurité (lorsqu'installé);
- j. l'opération du panneau de contrôle d'alarme incendie relié au système préaction (lorsqu'installé);
- k. le fonctionnement des boyaux d'incendie (lorsqu'installés);
- l. l'opération des extincteurs portatifs (lorsqu'installés).

L'entrepreneur doit aviser par écrit, dix (10) jours de calendrier précédant la séance d'information, l'ingénieur responsable de l'implantation du système d'extincteurs automatiques à eau.

La durée de ce cours est laissée à la discrétion de l'entrepreneur sans toutefois lui enlever la responsabilité de donner aux employés de la Ville les informations suffisantes pour l'utilisation optimale des équipements fournis. Nonobstant ce qui précède, la séance de formation doit être d'une durée minimale de deux (2) heures.

L'entrepreneur doit présenter, au moins dix (10) jours de calendrier avant la séance de formation du personnel de la Ville, un texte décrivant l'opération du système. Ce texte doit être approuvé par le directeur avant la séance de formation.

Les personnes présentes doivent notamment être formées sur :

- l'emplacement et le fonctionnement des robinets de réglage, robinets de purge et dispositifs d'alarme;
- la nécessité de la transmission immédiate de l'alarme au service public ou privé d'incendie avant de tenter d'éteindre le feu;
- la nécessité d'informer les autorités concernées s'il y a un incendie ou interruption du système d'extincteurs automatiques;
- la nécessité de faire une inspection visuelle quotidienne de tous les robinets de réglage au cours de la première ronde afin de s'assurer qu'ils sont ouverts;
- la nécessité d'informer immédiatement les autorités concernées s'ils trouvent un robinet fermé;
- la nécessité d'informer immédiatement les autorités concernées si le dispositif d'alarme se met en marche. Il est essentiel de déterminer la cause de l'écoulement d'eau;

- l'interdiction de fermer les robinets de réglage avant qu'il ait été clairement établi qu'il n'y a pas d'incendie;
- pendant la saison froide, s'assurer que les fenêtres ou autres ouvertures sont fermées et qu'une température appropriée soit maintenue afin d'empêcher le gel du système.

1.2.5 Obligations de l'entrepreneur après la réception provisoire

La période de garantie standard du système de protection-incendie est de douze (12) mois à partir de la réception provisoire des travaux et s'applique à toutes et chacune des pièces de l'appareillage ainsi qu'à la main-d'œuvre requise pour remettre le système ou l'équipement en bon état de fonctionnement.

Durant la période de garantie, l'entrepreneur doit répondre à tout appel de service et effectuer immédiatement (dans les quatre (4) heures suivant la réception de l'avis de défectuosité) les réparations requises.

L'entrepreneur s'engage en plus à remettre, dans les sept (7) jours qui suivent, au Directeur, un rapport écrit qui contient, au minimum, les détails suivants :

- a. la nature de la panne;
- b. la description des causes de la panne;
- c. la description des effets de la panne;
- d. la liste des pièces remplacées ou des éléments ayant requis un réglage;
- e. la date et l'heure auxquelles l'entrepreneur a été avisé de la panne;
- f. la date et l'heure d'arrivée du dépanneur;
- g. la date et l'heure auxquelles le système a été remis en opération normale.

Durant cette période de garantie, l'entretien et la réparation du système par l'entrepreneur doivent être faits en présence du directeur.

Les pièces fournies par l'entrepreneur en remplacement des pièces défectueuses bénéficient, à partir de leur réception, d'une garantie de l'entrepreneur identique à celle prévue pour la fourniture initiale. Si des réparations importantes sont nécessitées par suite de vices de construction ou d'imperfection dans les matériaux, le délai de garantie est prolongé d'une durée égale à celle du temps nécessaire pour de telles réparations.

Durant l'année de garantie, l'entrepreneur doit effectuer deux inspections du système de gicleurs automatiques sans frais supplémentaires pour la Ville de Montréal. L'inspection doit porter sur les points suivants :

- l'opération de toutes les valves;
- la lubrification des tiges opérantes à l'intérieur de toutes les valves;

- le nettoyage des valves d'alarme;
- la lubrification de l'entrée du raccord pompier.

Durant la période de garantie, lorsque l'entrepreneur est autorisé à modifier l'appareillage fourni, il doit donner au directeur les détails de la modification avec dessins annotés permettant à la Ville de tenir à jour le cahier d'instructions.

1.3 Mise à l'essai des systèmes intégrés

1.3.1 Norme CAN/ULC-S1001

La norme CAN/ULC-S1001 Essais intégrés de systèmes de protection incendie et de sécurité des personnes s'applique sur l'équipement et les réseaux avertisseurs d'incendie ainsi que sur l'équipement et les systèmes de sécurité des personnes. Cette norme présente le processus de mise à l'essai de systèmes intégrés et constitue la première norme ULC relative à la mise en service de l'ensemble des systèmes, dont les essais requérant des interactions.

Le plan d'action qui doit être établi à partir des exigences de cette norme contient notamment des spécifications sur les éléments suivants :

- choix de la personne responsable de la coordination;
- plans d'essais - liste des systèmes intégrés;
- responsabilités des spécialistes;
- représentants de l'autorité compétente;
- vérification de la liste des systèmes et principales composantes;
- plusieurs bâtiments reliés;
- méthodologie et développement des scénarios d'essais;
- liste des exigences pour chaque scénario;
- liste des spécialistes présents pour chaque scénario;
- rapport - cartable;
- essais périodiques et suivi;
- bâtiment existant - système(s) modifié(s);
- conservation des rapports, essais et tests;
- copies - copie papier (cartable) et copie électronique.

1.3.2 Choix de la personne responsable de la coordination

L'équipe de conception doit intégrer dans ses documents d'appel d'offres le choix d'une personne responsable de la mise à l'essai intégrée des systèmes de protection et de sécurité des personnes. Ce choix doit être effectué au début du processus de construction.

1.3.3 Plan d'essais - liste des systèmes intégrés

La personne responsable de la coordination planifie le choix des scénarios et les processus de mise à l'essai des systèmes intégrés (plan d'essais) pour l'ensemble des systèmes installés dans le bâtiment, soit :

- système d'alarme incendie, signaux d'alerte, signaux d'alarme;
- audibilité des signaux;
- système d'alarme intrusion;
- réseau de communication phonique;
- ascenseurs (rappel d'ascenseur et monte-personne, le cas échéant);
- systèmes de désenfumage;
- systèmes de contrôle des fumées et de ventilation d'extraction;
- dispositifs d'obturation au feu;
- éclairage d'urgence et de sécurité (sur groupe électrogène);
- sources d'alimentation électrique de secours des systèmes de sécurité des personnes (système d'alarme incendie, éclairage d'urgence, pompe incendie, etc.);
- déverrouillage automatique des portes d'issue et d'accès à l'issue, s'il y a lieu;
- arrêt des installations centrales d'aspirateurs sur déclenchement de l'alarme;
- liaison avec le Service de sécurité incendie de Montréal (par la centrale de surveillance);
- dispositif de maintien en position ouverte de certaines portes coupe-feu (3.1.8.12.), le cas échéant;
- tout autre système relié au panneau d'alarme incendie : Les points de supervision des systèmes de protection incendie (valves et détecteurs de débit de système des gicleurs) et les points de supervision des systèmes de sécurité des personnes (ex. : points de supervision de la génératrice d'alimentation d'urgence, pompes incendie, système de ventilation, portes coupe-feu, etc.);
- responsabilités des spécialistes.

1.3.4 Responsabilité des spécialistes

L'ensemble des spécialistes concernés par ces systèmes doivent transmettre à la personne responsable de la coordination, avant les dates prévues de mise à l'essai, une attestation écrite de chaque essai du système exécuté précédemment sous leur responsabilité et, si cela est requis par

une loi ou un règlement, une attestation de conformité écrite de l'autorité compétente concernée. Ces spécialistes doivent être présents durant les journées d'essais.

1.3.5 Autorités compétentes

Les autorités compétentes peuvent être présentes durant les essais. Si c'est le cas, la personne responsable de la coordination doit mentionner leur présence, prendre leurs coordonnées et noter leurs commentaires dans le cartable.

1.3.6 Vérification de la liste des systèmes et principales composantes

La liste des systèmes en place doit représenter tous les systèmes prévus aux plans et devis. Une liste de tous ces systèmes et de leurs principales composantes doit être dressée par la personne responsable de la coordination avant la mise à l'essai. Afin de s'assurer de son exactitude, il importe de transmettre cette liste à tous les spécialistes concernés par ces systèmes et équipements.

1.3.7 Plusieurs bâtiments reliés

Lorsque plusieurs bâtiments sont concernés par les systèmes, la personne responsable de la coordination doit obtenir une copie de tous les plans de ces bâtiments avant la mise à l'essai.

1.3.8 Méthodologie et développement des scénarios d'essais

La personne responsable de la coordination doit développer, de concert avec l'équipe de conception, la méthodologie et les scénarios appropriés au type et à l'occupation du bâtiment, et retenus pour la mise à l'essai. La méthodologie et les scénarios permettent de vérifier que toutes les interconnexions (6.8.1.1) entre les systèmes en place, neufs ou existants, fonctionnent conformément à leurs critères de conception et aux exigences des codes et des normes en vigueur.

1.3.9 Liste des exigences pour chaque scénario

La personne responsable de la coordination doit préciser les exigences relatives aux essais des systèmes intégrés et rédiger ce qu'on attend de ces mises à l'essai. On peut vouloir démontrer que si une tête de gicleur automatique à l'eau est déclenchée dans le garage, alors l'alarme incendie est également déclenchée et les ascenseurs passent automatiquement en mode rappel au premier étage où sont les sorties.

1.3.10 Liste des spécialistes présents pour chaque scénario

La personne responsable de la coordination doit dresser la liste des spécialistes devant être présents durant les essais intégrés, en informer au plus tôt les autorités compétentes (Régie du bâtiment du Québec, Direction de l'aménagement urbain et des services aux entreprises (DAUSE),

Service de sécurité incendie de Montréal (SIM), etc.) et leur faire part des dates prévues de ces essais.

1.3.11 Rapport - cartable

La personne responsable de la coordination doit recueillir tous les documents relatifs aux essais des systèmes intégrés et produire un rapport concluant de ces essais.

1.3.12 Essais périodiques et suivi

La personne responsable de la coordination doit procéder à des essais périodiques selon les types de systèmes et les normes qui les régissent.

1.3.13 Bâtiment existant - système(s) modifié(s)

La personne responsable de la coordination doit prévoir des essais de systèmes intégrés lorsqu'une modification effectuée sur l'un des systèmes en place peut avoir un impact sur l'intégration de l'ensemble des systèmes concernés.

Les mises à l'essai des systèmes intégrés selon la norme CAN/ULC-S1001 doivent être prévues pour toute transformation réalisée dans un bâtiment existant, quelle que soit sa date de construction, lorsque les travaux impliquent l'ajout, la correction, la réparation, l'entretien ou la transformation :

- d'un système de protection incendie;
- d'un système d'alarme incendie;
- d'un réseau de canalisations d'incendie;
- d'un réseau de communication phonique;
- d'ascenseurs;
- de dispositifs de retenues aux portes;
- de barres paniques aux portes;
- de dispositifs d'obturation au feu dans des séparations coupe-feu;
- de systèmes de désenfumage;
- de systèmes de contrôle des fumées;
- de systèmes de ventilation d'extraction;
- de centrale de surveillance.

1.3.14 Conservation des rapports, essais et tests

La vérification initiale et le rapport de test pour chacun des systèmes intégrés doivent être conservés pendant toute la durée de vie de ces systèmes.

Le cartable contenant toutes les vérifications initiales, les mises à l'essai et tous les essais intégrés doit rester disponible sur place en tout temps pour consultation par les autorités compétentes. Ce cartable doit conserver l'historique de ces essais.

1.3.15 Copies - copie papier (cartable) et copie électronique

Le cartable préparé par la personne responsable de la coordination doit être transmis à la Ville. Il doit en exister au moins deux (2) copies : un cartable reliant toutes les copies papier, authentiques et signées par les équipes professionnelles et les responsables des systèmes et une copie électronique formellement identique. Ce cartable doit contenir tous les rapports, essais et tests requis pour être en conformité avec la réglementation et la norme CAN/ULC-S1001.

Annexe 8.3 – Plans d'évacuation

1.1 Généralités

1. Conformité

Les plans d'évacuation doivent être réalisés conformément à la présente annexe ainsi qu'aux guides, normes et règlements intégrés par renvoi. Toute divergence requise afin de s'adapter aux particularités de certains bâtiments doit être approuvée à la fois par la division Expertise-conseil et par la gestion de projet ou la gestion immobilière.

La présente annexe ne doit pas avoir pour effet d'enfreindre les lois et règlements applicables, tels que le Code de sécurité du Québec, Chapitre VIII – Bâtiment, et Code national de prévention des incendies – Canada 2010 (modifié) et le Règlement sur le service de sécurité incendie de Montréal (12-003).

2. Terminologie

Les termes ci-dessous doivent être compris selon les significations suivantes :

Plan d'évacuation : Ensemble de textes et dessins affichés dans le bâtiment comportant notamment un schéma qui indique les voies d'évacuation et les lieux de rassemblement, une légende, les procédures à suivre en cas d'urgence et un plan clé.

Schéma d'évacuation : Dessin en plan du bâtiment qui indique les voies d'évacuation, les lieux de rassemblement et l'emplacement des équipements de sécurité et d'urgence.

Panneau : Support physique du plan d'évacuation, fixé sur un mur, une porte ou un poteau.

Informations administratives : Informations sur les plans d'évacuation qui ne sont ni destinées au public ni liées à la sécurité, telles que le nom du dessinateur et la date d'exécution.

3. Guides, normes et règlements

Les versions en vigueur les plus récentes des documents cités ci-dessous doivent être appliquées.

3.1 Guides municipaux

- Ville de Montréal et Signature design communication. *Guide des normes signalétiques : Identification et affichage des immeubles de la Ville* (Version 100 %).

- Ville de Montréal, Service de la gestion et de la planification des immeubles (SGPI) et Signature design communication. *Guide de conformité : Programme de francisation de l'affichage dans les immeubles sous la responsabilité du Service de la gestion et de la planification immobilière* (Version 100 %).

3.2 Lois et règlements

- Régie du bâtiment du Québec et Conseil national de recherches du Canada. *Code de sécurité du Québec, Chapitre VIII — Bâtiment, et Code national de prévention des incendies — Canada 2010 (modifié)*.
- Ville de Montréal. *Règlement sur le service de sécurité incendie de Montréal, RCG 12-003* (Codification administrative).
- Ville de Montréal. *Règlement sur la prévention des incendies 12-005* (Codification administrative).

3.3 Normes

Les normes ci-dessous doivent être appliquées selon les indications de la présente annexe.

- Organisation internationale de normalisation (ISO). (2019). *ISO 23601 :2020 Identification de sécurité — Plans d'évacuation et de secours* (en anglais).
- Organisation internationale de normalisation (ISO). (2019). *ISO 7010 :2019 Symboles graphiques — Couleurs de sécurité et signaux de sécurité – Signaux de sécurité enregistrés*.
- Organisation internationale de normalisation (ISO). (2019). *ISO 3864-1 : 2011 Symboles graphiques – Couleurs de sécurité et signaux de sécurité, Partie 1 : Principes de conception pour les signaux de sécurité et les marquages de sécurité*.
- Organisation internationale de normalisation (ISO). (2019). *ISO 3864-4 : 2011 Symboles graphiques – Couleurs de sécurité et signaux de sécurité, Partie 4 : Propriétés colorimétriques et photométriques des matériaux des signaux de sécurité*.

1.2 Affichage

1. Emplacement

Les plans d'évacuation doivent être positionnés conformément à la section 9. Installation et emplacement (*Installation and location*) de la norme *ISO 23601* et à l'article 2.8.2.7. Affichage du *Code national de prévention des incendies — Canada 2010 (modifié)*.

Il doit y avoir au minimum un plan d'évacuation à chaque étage. La quantité de plans installés doit être suffisante pour qu'ils puissent être consultés par toutes les personnes occupant le bâtiment. Selon la taille et la complexité de l'édifice, les personnes peuvent emprunter des parcours différents à l'intérieur de celui-ci. L'équipe de conception doit établir les besoins en collaboration avec la Ville.

De manière générale, des plans doivent être installés :

- près des entrées;
- près des ascenseurs et des escaliers;
- dans toutes les chambres d'habitations supervisées;
- dans les zones de circulation principale, selon la taille et la complexité du bâtiment :
 - aux principales intersections des circulations;
 - près de l'entrée des espaces de rassemblement les plus importants (ex. : les cafétérias, les grandes salles de réunion, les auditoriums, les gymnases, etc.);
 - près de l'entrée des pièces les plus critiques;
 - près de l'entrée des suites.

Les plans ne sont jamais installés à l'intérieur des issues. Selon les cas, ils peuvent être installés à l'intérieur ou à l'extérieur des espaces de rassemblement, des pièces les plus critiques ou des suites.

L'équipe de conception est responsable de proposer une quantité de plans d'évacuation et des emplacements qui permettent d'assurer convenablement la sécurité des usagers.

Le respect du *Code national de prévention des incendies* et du *Règlement sur la prévention des incendies 12-005* est essentiel.

2. Panneaux

Les panneaux présentant les plans d'évacuation doivent être fabriqués dans des matériaux suffisamment résistants et durables en fonction de leur emplacement. Par exemple, les plans affichés dans des endroits humides, exposés aux rayons UV ou propices aux dommages physiques ou au vandalisme doivent faire l'objet d'une attention particulière. Les plans doivent également rester lisibles et en bon état après le déclenchement du système de gicleurs, le cas échéant. Ils doivent être fixés solidement et définitivement au mur ou sur un support équivalent (ex. : poteau).

Les panneaux doivent avoir un fini mat afin d'éviter les reflets pouvant être causés par l'éclairage naturel ou artificiel. Ils ne doivent pas être recouverts de vitres (en verre ou en matière plastique) susceptibles de créer des reflets.

Les panneaux doivent être installés pour que le centre soit à 1500 mm de hauteur, sans que le haut du panneau soit plus élevé que 1830 mm. L'espace devant les panneaux doit être dégagé de tout obstacle. Les dimensions des dessins et du texte doivent répondre aux exigences des sections subséquentes de la présente annexe.

Se référer au Thème 9 : Orientation et signalisation du *Guide en matière d'accessibilité universelle pour les nouveaux bâtiments et pour l'agrandissement, la rénovation et l'entretien de bâtiments municipaux* pour plus d'information concernant les normes d'affichage.

1.3 Contenu

1. Généralités

Les éléments indiqués dans la présente sous-section doivent se retrouver sur tous les plans d'évacuation.

Les plans d'évacuation doivent présenter un maximum d'information. Toutefois, pour éviter de surcharger les plans, les concepteurs peuvent décider d'omettre certains éléments non essentiels à la sécurité après en avoir discuté avec la Ville de Montréal. La présence d'informations générales ne doit pas nuire à la localisation rapide des chemins d'évacuation et des équipements d'urgence, laquelle est prioritaire.

Lorsque l'affichage d'un plan complet dans les lieux accessibles au public peut présenter d'autres enjeux de sécurité pour des raisons de confidentialité, comme pour certains locaux du Service de police de la Ville de Montréal (SPVM), une coordination doit être effectuée avec l'occupant du bâtiment afin de ne pas présenter d'informations critiques non requises pour la sécurité incendie. La sécurité des occupants ne doit toutefois pas être compromise par de telles omissions.

Le contenu des plans d'évacuation doit toujours être coordonné avec l'occupant et être approuvé par la Ville de Montréal.

2. Éléments graphiques généraux

Les plans d'évacuation doivent inclure les éléments graphiques généraux suivants :

1. l'en-tête « Plan d'évacuation — *Evacuation Plan* »;
2. des titres pour les procédures à suivre, pour la légende et pour le plan clé;
3. une légende;
4. le logo de la Ville de Montréal accompagné du nom de l'arrondissement;
5. le nom du bâtiment;
6. le numéro d'étage;
7. les informations administratives suivantes :
 - a. nom du dessinateur ou de la firme ayant produit le plan d'évacuation;
 - b. date de publication et de révision;

- c. numéro du plan d'évacuation;
- d. numéro d'ouvrage.

Les informations administratives sont nécessaires pour assurer le suivi et la mise à jour des plans d'évacuation dans les bâtiments municipaux.

3. Plan clé

Les plans d'évacuation doivent inclure un plan clé. Un plan clé distinct n'est pas requis si le schéma d'évacuation représente l'ensemble du bâtiment et qu'il indique toutes les informations que doit communiquer le plan clé.

Le plan clé doit indiquer :

1. la position du nord;
2. les points de rassemblement numérotés;
3. le contour du bâtiment;
4. la zone représentée par le schéma d'évacuation si le bâtiment n'est pas dessiné au complet sur ce dernier;
5. les équipements de sécurité incendie extérieurs (raccords pompiers, etc.);
6. le nom des rues ou des bâtiments adjacents et leur représentation schématique;
7. l'emplacement du stationnement.

Les objectifs principaux du plan clé sont d'indiquer l'emplacement des points de rassemblement et de faciliter l'orientation du lecteur.

4. Mesures à prendre en cas d'incendie

Les plans d'évacuation doivent inclure les mesures à prendre en cas d'incendie en anglais et en français. Le texte est présenté dans l'article A-2.8.7.1. 1) de l'annexe A de la division B du *Code de sécurité du Québec, Chapitre VIII – Bâtiment, et Code national de prévention des incendies – Canada 2010 (modifié)*, tel que modifié par le *Règlement sur la prévention des incendies de Montréal (12-005)*.

En cas d'incendie : 1. Activez le déclencheur manuel d'incendie 2. Quittez l'édifice par les escaliers 3. Une fois à l'extérieur, éloignez-vous du bâtiment 4. Alertez le Service des incendies Pour urgence, faites le 9-1-1	In case of fire : 1. Pull the manual fire alarm station 2. Leave the building using stairways 3. Once outside, move away from the building 4. Call the Fire Department For emergency, call 9-1-1

Se référer au *Règlement sur la prévention des incendies de Montréal (12-005)*.

5. Schéma d'évacuation

Les plans d'évacuation doivent inclure un schéma d'évacuation. Le schéma doit être composé des éléments suivants, dans les couleurs indiquées entre parenthèses :

1. la localisation de chaque porte d'issue numérotée (en vert);
2. les chemins d'évacuation (zone vert pâle continue) et le sens d'évacuation (à l'aide de flèches vertes) :
 - a. Tous les chemins d'évacuation principaux susceptibles de desservir l'emplacement du plan d'évacuation doivent être représentés par une zone vert pâle continue;

Pour éviter de diriger les personnes dans des culs-de-sac ou de les éloigner des issues, seuls les chemins d'évacuation réels doivent être représentés par une bande vert pâle continue (zone hachurée), et non des pièces ou des corridors entiers.

- b. Des flèches vertes contrastant avec la zone vert pâle doivent représenter le parcours d'évacuation depuis l'emplacement du plan d'évacuation vers les deux issues les plus proches, ou vers l'issue la plus proche en cas d'impossibilité.
3. l'emplacement des escaliers et des ascenseurs numérotés :
 - a. Les escaliers donnant accès au toit doivent être identifiés.
4. les murs extérieurs, incluant les portes et les fenêtres, et le cloisonnement intérieur, incluant les portes et leur sens d'ouverture (en noir);
5. les équipements de sécurité incendie suivants (en rouge) :
 - a. les déclencheurs manuels d'incendie;
 - b. les extincteurs;
 - c. les cabinets d'incendie et leur classe d'équipement (extincteurs, boyaux, prises de refoulement);
 - d. les téléphones d'urgence incendie;
 - e. les panneaux annonceurs et les panneaux de contrôle du système d'alarme incendie;
 - f. les couvertures anti-feu;
 - g. les raccords pompiers et les bornes d'incendie, s'ils ne sont pas indiqués sur un plan clé;
 - h. les vannes de gicleurs;
 - i. les vannes de gaz.
6. les équipements de secours suivants (en vert) :
 - a. les trousses de premiers soins;
 - b. les douches de secours et les douches oculaires;

- c. les locaux de premiers soins;
 - d. les civières;
 - e. les aires de refuge pour personnes à mobilité réduite;
 - f. les téléphones d'urgence;
 - g. les points de rassemblement, s'ils ne sont pas indiqués sur un plan clé.
7. les locaux abritant des matières dangereuses et les équipements de sécurité associés (ex. : en présence d'ammoniac, de chlore liquide ou de liquide inflammable, les équipements de protection respiratoire individuels, les boutons d'arrêt d'urgence, etc.);
8. le nom des locaux principaux;
9. les entrées principales et les portes correspondant aux adresses civiles;
10. les informations additionnelles suivantes (pictogrammes gris) :
- a. les toilettes pour hommes, les toilettes pour femmes et les toilettes unisexes;
 - b. les toilettes universellement accessibles;
 - c. les tables à langer;
 - d. les salles d'allaitement;
 - e. les douches;
 - f. les fontaines pour boire;
 - g. l'emplacement du stationnement et des emplacements accessibles;
 - h. les plateformes élévatrices pour personnes à mobilité réduite;
 - i. les comptoirs d'accueil, d'information ou de sécurité;
 - j. les téléphones publics;
 - k. les équipements spéciaux d'accessibilité universelle (ex. : systèmes pour personnes malentendantes).

Le nom des locaux, l'emplacement des entrées principales et les informations additionnelles visent à faciliter l'orientation et à favoriser la consultation des plans d'évacuation.

Leur inclusion ne doit pas avoir pour effet de noyer les informations de sécurité dans une surabondance de pictogrammes et de texte.

Une coordination doit être effectuée avec l'occupant au sujet de l'information à afficher, telle que le nom officiel des locaux ou les informations additionnelles.

6. Langues

Les textes en français et en anglais doivent être faciles à distinguer l'un de l'autre, sans nuire à leur lisibilité et en se conformant aux exigences de la *Charte de la langue française* (français au moins aussi évident que l'anglais). Les titres, les informations concernant la sécurité et les équipements d'urgence doivent être bilingues pour assurer la sécurité d'un maximum de personnes.

Pour éviter de surcharger les plans, certaines informations générales peuvent être uniquement en français (noms de rue, noms de locaux, informations administratives).

Se référer à la sous-section 2.1.3. Francisation du *Guide de conformité : Programme de francisation de l'affichage dans les immeubles sous la responsabilité du Service de la gestion et de la planification immobilière*.

« Dans les catégories d'affichage de type "urgence", "danger" et "mise en garde", l'utilisation du français à 50 % ou mieux, combiné à une autre langue comme l'anglais est autorisée. »

1.4 Normes graphiques

1. Normes applicables

Les schémas doivent être effectués en se conformant à la norme *ISO 23601-2020 Identification de sécurité — Plans d'évacuation et de secours*. Sauf lorsqu'indiqué, les exigences détaillées dans cette section sont extraites de la norme *ISO 23601-2020*.

2. Couleurs

Les plans doivent être en couleur et se conformer à la norme *ISO 3864 Symboles graphiques — Couleurs de sécurité et signaux de sécurité*. Les couleurs suivantes doivent être utilisées :

1. fond blanc.
2. en vert :
 - a. le parcours d'évacuation continu (vert pâle);
 - b. les flèches indiquant le sens de l'évacuation;
 - c. les issues;
 - d. les pictogrammes d'équipement d'urgence (par exemple les trousse de premiers soins);
 - e. l'en-tête.

3. en rouge :
 - a. les pictogrammes d'équipement de sécurité incendie (par exemple les extincteurs, les déclencheurs manuels, etc.).
4. en noir :
 - a. le fond de plan (murs, escaliers, etc.);
 - b. le texte (sauf exception).
5. en bleu :
 - a. l'emplacement du lecteur («vous êtes ici»).

3. Dimensions

Les dimensions suivantes doivent être respectées :

1. L'échelle des schémas ne doit pas être plus petite que 1 : 250. Si possible, une échelle de 1 : 100 ou plus grande doit être favorisée.
2. La hauteur minimale des lettres est de 2 mm.
 - a. La hauteur minimale de l'en-tête doit représenter au minimum 7 % de la plus petite dimension du plan d'évacuation, avec une police de caractères dont la hauteur est d'au moins 60 % de la hauteur de l'en-tête;
 - b. Les informations administratives non pertinentes aux situations d'urgence telles que le nom du concepteur, le numéro du plan, la date, etc. doivent toutefois utiliser une police plus petite pour ne pas attirer l'attention (exigence propre à la Ville de Montréal).
3. Les pictogrammes doivent avoir une hauteur minimale de 7 mm.
4. Les murs extérieurs ou structuraux du bâtiment doivent être dessinés avec un trait d'au moins 1,6 mm d'épaisseur, et les cloisons intérieures avec un trait d'au moins 0,6 mm d'épaisseur. L'épaisseur minimale de trait pour les autres éléments est de 0,15 mm.
5. Le schéma d'évacuation doit occuper au moins 50 % du plan d'évacuation (exigence propre à la Ville de Montréal).
6. Le plan clé ne doit pas occuper plus de 10 % du plan d'évacuation.

4. Orientation

L'orientation des schémas affichés doit être cohérente avec la position du lecteur : les éléments apparaissant à gauche ou à droite sur un schéma doivent se situer respectivement sur la gauche ou la droite du lecteur.

Le plan clé doit avoir une orientation identique au schéma d'évacuation d'un même plan d'évacuation (précision par la Ville de Montréal).

5. Pictogrammes

En ordre de priorité décroissante, les pictogrammes utilisés doivent être ceux :

- affichés sur place (la signalisation devrait être mise à jour pour correspondre aux exigences graphiques de la Ville ou à la norme ISO 7010);
- définis par la norme NFPA 170-2015 « *Fire Safety and Emergency Symbols* » en ce qui concerne les raccords pompiers, comme exigé par l'article 23 du Règlement sur le service de sécurité incendie de Montréal (12-003);
- exigés par le *Guide des normes signalétiques : Identification et affichage des immeubles de la Ville*;
- recommandés par la norme ISO 7010 Symboles graphiques – Couleurs de sécurité et signaux de sécurité – Signaux de sécurité enregistrés.

Cette exigence est propre à la Ville de Montréal.

6. Fonds de plan

Les fonds de plan doivent être adaptés à la fonction de schémas d'évacuation et ne doivent pas être surchargés de détails non essentiels. Les éléments importants du plan doivent également être mis en évidence. Les plans d'architecture publiés pour construction ou pour soumission sont normalement trop détaillés pour être utilisés tels quels (précision par la Ville de Montréal).

Sauf lorsqu'expressément indiqué, les exigences graphiques de cette section sont copiées de la norme *ISO 23601-2020 Identification de sécurité – Plans d'évacuation et de secours* (en anglais) par le Service de la gestion et de la planification des immeubles, Ville de Montréal, avec la permission du Conseil canadien des normes (CCN) au nom de l'ISO. Vous pouvez vous procurer la norme auprès d'un membre de l'ISO de votre pays ou dans l'ISO Store. L'ISO conserve les droits d'auteur.

Il s'agit d'une traduction non officielle de la norme par le Service de la gestion et de la planification des immeubles. La transcription des exigences de la norme n'est pas exhaustive. Se référer à la norme originale pour consulter l'entièreté des prescriptions.

1.5 Gabarit

1. Gabarit de dessin assisté par ordinateur (DAO)

Un gabarit de dessin assisté par ordinateur en format .dwg est fourni sur demande par la division Expertise-conseil du Service de la gestion et de la planification des immeubles (SGPI). Il est accompagné d'un guide d'utilisation.

Ce gabarit est fourni à titre indicatif uniquement et afin de faciliter la réalisation. Il doit être modifié pour s'adapter à la forme et aux particularités de chaque bâtiment. Il ne remplace pas le travail des concepteurs des plans d'évacuation, qui sont responsables de leur qualité, de leur exactitude et de leur fiabilité.

2. Exemple

L'exemple suivant est fourni à titre indicatif. Les exigences décrites plus haut ont priorité.

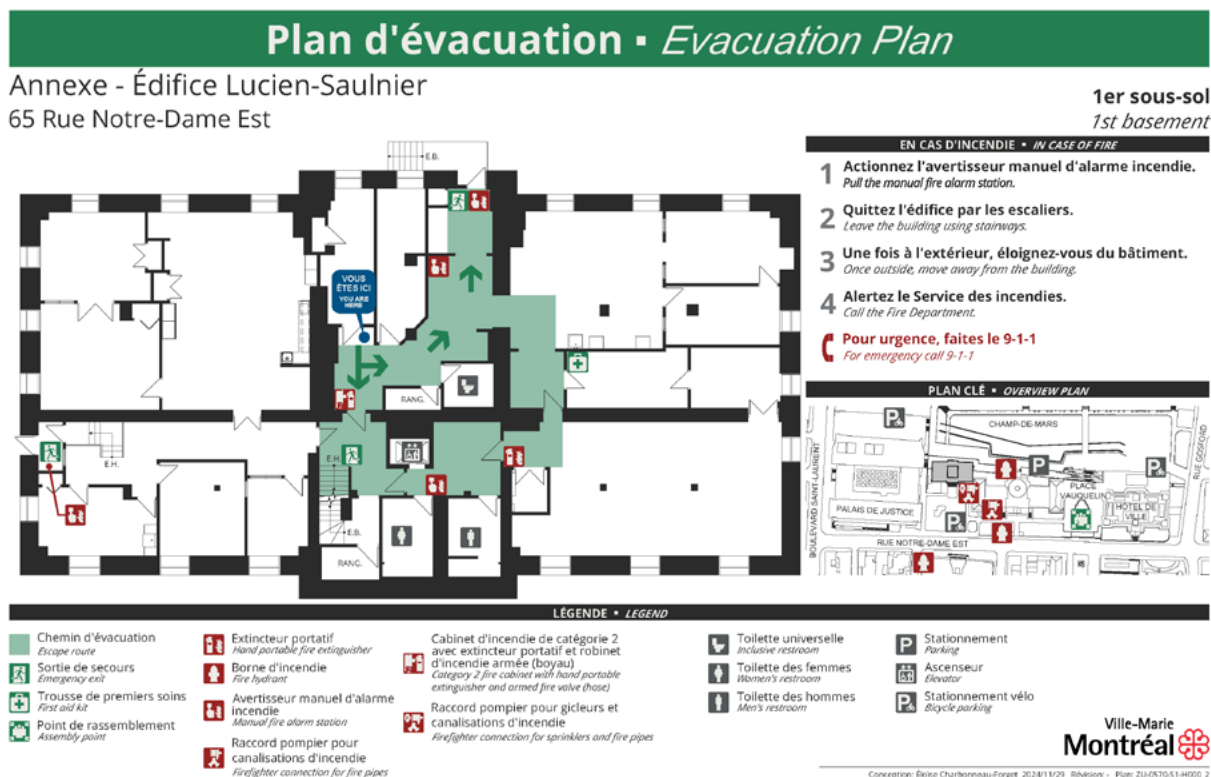


Image 1 – Exemple de plan d'évacuation



Chapitre 9

Exigences en énergie et émission de gaz à effet de serre

Chapitre 9

9. Énergie et émissions de gaz à effet de serre.....	581
9.1 Généralités	581
9.2 Objectifs	581
9.2.1 Bâtiment zéro carbone	582
9.2.2 Principes directeurs.....	582
9.2.3 Choix des concepts	583
9.3 Exigences obligatoires et crédits LEED prioritaires.....	583
9.4 Exigences générales	584
9.4.1 Sources d'énergie	584
9.4.1.1 Énergie renouvelable	584
9.4.1.2 Sources d'énergie en chauffage.....	585
9.4.1.3 Sécurité énergétique	586
9.4.2 Enveloppe	586
9.4.2.1 Plan de protection à l'air	587
9.4.2.2 Le plan de protection thermique.....	588
9.4.2.3 Fenestration	589
9.4.2.4 Compartimentation	590
9.4.3 Systèmes CVCA.....	590
9.4.3.1 Chauffage.....	590
9.4.3.2 Ventilation – Air neuf	591
9.4.3.3 Ventilation optimisation/zonage.....	591
9.4.3.4 Dimensionnement des systèmes de chauffage et de refroidissement	592
9.4.4 Eau chaude sanitaire.....	592
9.4.5 Pointe de puissance électrique.....	592
9.4.6 Contrôles.....	593
9.4.6.1 Implantation du mesurage.....	593
9.4.6.2 Rapport de consommation	595
9.4.7 Éclairage	596
9.4.7.1 Contrôle d'éclairage	596
9.4.8 Mise en service.....	596
9.4.9 Suivi de la performance énergétique.....	597
9.4.10 Gestion des réfrigérants	598
9.4.11 Liste de vérification	599

9.5 Nouvelles constructions, agrandissements et rénovations majeures	599
9.5.1 Performance énergétique	599
9.5.2 Enveloppe thermique	601
9.5.3 Étanchéité à l'air	603
9.5.4 Modélisation énergétique	604
9.6 Intervention dans un bâtiment existant.....	604
9.6.1 Source d'énergie	605
9.6.2 Enveloppe.....	605
9.6.2.1 Isolation	605
9.6.2.2 Fenestration	605
9.6.2.3 Étanchéité à l'air	605
9.6.3 Systèmes mécaniques et électriques	606
9.6.3.1 Remplacement d'équipement	606
Annexe 9.1 – Exigences de mise en service	608

9. Énergie et émissions de gaz à effet de serre

9.1 Généralités

Les présentes exigences sont développées pour établir les concepts généraux et les méthodes d'évaluation favorisant des choix efficaces pour l'utilisation de l'énergie et la réduction des émissions de gaz à effet de serre (GES). Ces exigences doivent être utilisées, au moment de la réalisation des projets, conjointement avec les autres exigences du propriétaire et politiques de la Ville.

En septembre 2018, dans la foulée du Sommet mondial en action climatique de San Francisco du réseau C40, la Ville de Montréal s'est engagée à décarboniser son parc immobilier en adhérant à la déclaration pour des bâtiments zéro carbone (*Net Zero Carbon Building Declaration*). L'Administration a réitéré par cet engagement son intention d'atteindre les objectifs de l'Accord de Paris. La déclaration est composée de deux volets :

- adopter des règlements ou des politiques qui garantissent que l'exploitation des nouveaux bâtiments sera zéro carbone d'ici 2030, mesure qui s'étendra à l'ensemble des bâtiments de la collectivité montréalaise d'ici 2050;
- posséder, occuper et développer exclusivement des bâtiments municipaux zéro carbone d'ici 2030.

Montréal vise la transition énergétique, d'ici 2030 pour ses bâtiments municipaux, en choisissant les énergies renouvelables pour combler les besoins en énergie des bâtiments.

9.2 Objectifs

- Réduire la consommation énergétique afin de diminuer les coûts d'opération et les frais liés à la transition aux énergies renouvelables
- Réduire les émissions de GES liées à la consommation d'énergie et à l'utilisation des réfrigérants
- Respecter l'engagement de la Ville de Montréal dans le cadre de la Déclaration pour des Bâtiment Zéro Carbone du C40 qui vise à rendre zéro carbone, d'ici 2030, tous les bâtiments qu'elle possède et occupe
- S'assurer que tous les bâtiments municipaux soient alimentés en énergie renouvelable d'ici 2030

- Participer à la transformation du marché des énergies renouvelables dans le domaine du bâtiment, dans une perspective d'exemplarité municipale
- Faire une bonne utilisation des énergies renouvelables et réduire au maximum la pression sur le réseau électrique en période de pointe pour laisser la possibilité à d'autres activités de se décarboner.

9.2.1 Bâtiment zéro carbone

Un bâtiment zéro carbone est un bâtiment sobre en demande énergétique, dont l'approvisionnement en énergie, produite sur site ou hors site, provient de sources renouvelables. Le bilan des émissions de gaz carbonique (CO₂) directes et indirectes des sources d'énergie doit être nul ou négatif. En dernier recours, la compensation peut être utilisée pour annuler les émissions résiduelles une fois que les énergies renouvelables disponibles sont utilisées.

Les émissions de gaz carbonique directes représentent les émissions produites sur le site par la combustion de combustible fossile, alors que les émissions indirectes représentent les émissions attribuables à la production de l'électricité consommée.

L'atteinte du zéro carbone doit suivre les principes suivants :

- maximiser l'efficacité énergétique;
- utiliser l'énergie renouvelable sur site, tel que le solaire passif et la géothermie;
- s'approvisionner en énergie renouvelable;
- compenser les émissions résiduelles.

Bien que la déclaration zéro carbone vise exclusivement les émissions de gaz carbonique provenant de la consommation énergétique, les autres émissions de GES doivent aussi être réduites pour respecter les engagements du *Plan climat 2020-2030*, par exemple, les émissions liées aux réfrigérants et le carbone intrinsèque des matériaux.

9.2.2 Principes directeurs

Dans un bâtiment zéro carbone, la priorité doit être mise sur la performance énergétique de l'enveloppe. Une enveloppe performante permet de réduire grandement les besoins en chauffage et en refroidissement, tout en réduisant la capacité requise des systèmes mécaniques. Elle permet aussi d'assurer une certaine résilience thermique en cas de panne.

Une enveloppe performante tire notamment parti de stratégies de conception passives pour minimiser la consommation énergétique, en profitant des gains solaires en période de chauffage et en les réduisant le reste du temps.

Le système de ventilation joue aussi un rôle important pour rendre un bâtiment performant, puisque le traitement de l'air neuf est une charge de chauffage ou de refroidissement importante. Il est donc nécessaire d'optimiser l'admission et la gestion de l'air neuf par une meilleure conception du système de ventilation. Cela se traduit par l'utilisation de diverses technologies de récupération et l'implantation d'une stratégie de contrôle adaptée (adaptative) aux opérations et aux besoins réels de l'occupation pour réduire la consommation d'énergie associée au traitement de l'air neuf.

La performance énergétique est une question de conception et d'optimisation, et non une question de technologie. La modélisation énergétique doit être utilisée à chaque étape de la conception pour orienter les choix à privilégier.

9.2.3 Choix des concepts

L'équipe de conception doit proposer des concepts respectant les exigences de la Ville. Le choix du concept implanté est fait par la Ville en se basant sur la comparaison du coût global des différentes propositions, dans le but de minimiser les coûts sur toute la durée de vie du bâtiment, tout en réduisant les impacts environnementaux.

L'analyse des différentes options doit être présentée à la Ville et inclure des indicateurs, tels que la valeur actuelle nette (VAN) et la période de retour sur investissement (PRI), les émissions annuelles de GES, ainsi que les avantages et inconvénients de chacun des concepts, qui ne sont pas ou difficilement chiffrables.

La période d'analyse doit être de 50 ans. Les données utilisées doivent être basées sur des références reconnues, telles que RSMeans pour les coûts et ASHRAE pour la durée de vie des équipements mécaniques.

L'analyse doit inclure :

- les coûts d'installation, de la consommation énergétique, de l'entretien et du remplacement des équipements en fin de vie et de mise à niveau (lorsque la durée de vie des équipements est inférieure à la période d'analyse);
- la valeur résiduelle.

9.3 Exigences obligatoires et crédits LEED prioritaires

En accord avec l'orientation stratégique d'accélérer la transition écologique et en concordance avec la Politique de transition écologique et de développement durable des immeubles municipaux de la Ville de Montréal, l'équipe de conception doit se familiariser avec la liste des exigences obligatoires en développement durable (Chapitre 1 - 1.3.8) et celle des crédits LEED prioritaires (Chapitre 1 - 1.3.9) disponibles au chapitre 1 – Exigences générales.

Ces listes indiquent les actions obligatoires et les crédits LEED à privilégier en fonction des priorités municipales, ainsi que les crédits proscrits ou non souhaités.

La liste des exigences obligatoires en développement durable décrit les performances à mettre en place au moment du démarrage du projet. Ces objectifs doivent être accomplis par l'équipe lauréate pour tous les projets de construction et rénovations, peu importe leurs superficies.

Les crédits LEED prioritaires s'appliquent à tous les projets de 500 m² et plus pour lesquels une certification LEED à jour est exigée. Dans le cas d'un projet inférieur à 500 m², l'équipe lauréate doit quand même mettre en place, exécuter et documenter le plus de crédits LEED prioritaires possible. La documentation pour ces projets de 500 m² et moins est soumise au gestionnaire de projet.

9.4 Exigences générales

Cette section présente les exigences applicables à tous les projets et travaux effectués dans les bâtiments de la Ville. Les sections suivantes précisent les exigences spécifiques applicables selon la portée des travaux (9.5 Nouvelles constructions, agrandissements et rénovations majeures ou 9.6 Interventions dans un bâtiment existant).

9.4.1 Sources d'énergie

En signant la Déclaration pour des bâtiments zéro carbone, la Ville de Montréal s'est engagée à ce que tous les bâtiments qu'elle possède, occupe et développe utilisent exclusivement des énergies renouvelables d'ici 2030.

L'utilisation de combustibles fossiles doit être éliminée dans tous les bâtiments de la Ville d'ici 2030. Les combustibles fossiles comprennent notamment le gaz naturel conventionnel, le mazout et le propane.

L'utilisation du mazout pour le chauffage des espaces et de l'eau chaude domestique est bannie dans les bâtiments municipaux depuis 2021.

Pour arriver à cet objectif, il est primordial de saisir toutes les opportunités de réduire la consommation énergétique et de réaliser la transition vers les énergies renouvelables, au cours de la réalisation de tous projets et interventions sur les bâtiments municipaux.

9.4.1.1 Énergie renouvelable

Électricité

Dans le contexte québécois, l'électricité est considérée comme renouvelable, puisqu'elle provient à 99,8% de sources renouvelables.

Cependant, une attention particulière doit être portée à la pointe de puissance électrique hivernale. Dans une perspective de transition écologique, les projets doivent être conçus afin de limiter l'appel de puissance électrique en période de chauffage.

Production d'énergie renouvelable sur site

Le choix d'implanter des mesures de production d'énergie renouvelable sur site doit être justifié à partir de l'analyse du coût global.

Gaz naturel renouvelable

Le gaz naturel renouvelable est considéré comme un combustible à faible émission de GES, cependant son utilisation doit être limitée, en raison de son faible potentiel de production. Son utilisation pour le chauffage des bâtiments de la Ville doit être réservée aux bâtiments existants qui sont déjà chauffés au gaz naturel, et essentiellement pour abaisser la pointe de puissance électrique en chauffage.

C'est la Ville qui procède à la conversion de l'approvisionnement des volumes de gaz naturel vers le gaz renouvelable au moment qu'elle juge opportun.

Les professionnels doivent utiliser les coûts du gaz renouvelable actuels et projetés pour les analyses économiques des différents concepts.

9.4.1.2 Sources d'énergie en chauffage

Les sources d'énergie pour le chauffage des espaces et de l'eau chaude sanitaire doivent respecter les critères suivants.

Nouvelle construction et rénovation majeure

Pour les nouvelles constructions et les rénovations majeures, la seule source d'énergie acceptée est l'électricité.

Agrandissement

Si l'agrandissement possède son propre système de production de chaleur, celui-ci doit être électrique. Dans le cas où l'agrandissement partage le système de production de chaleur du bâtiment existant et que celui-ci est alimenté au gaz naturel, la chaufferie doit être convertie à la biénergie, électrique/gaz renouvelable. La consommation de gaz doit être limitée à un maximum de 15 % des besoins de chauffage. Le restant doit être alimenté à l'électricité, et ce pour l'ensemble du site.

Bâtiment existant

Si un bâtiment est alimenté seulement à l'électricité, il doit rester 100 % électrique. Si un bâtiment est actuellement chauffé au gaz naturel, à moins que des travaux majeurs permettent de diminuer grandement sa consommation énergétique en chauffage, il doit passer à la biénergie, électrique/

gaz renouvelable, en respectant la limitation d'un maximum de 15 % des besoins de chauffage alimenté au gaz et d'un minimum de 85 % électrique.

9.4.1.3 Sécurité énergétique

Pour les bâtiments de protection civile et autres bâtiments à vocation particulière qui nécessitent de poursuivre leurs opérations en cas de panne de courant, l'installation d'équipements de chauffage alimentés au gaz naturel (ex. : chaudière au gaz) pouvant prendre la relève en cas de panne est permise. À la condition que ces systèmes ne fonctionnent qu'en cas d'urgence ou respectent la limite maximale de 15 % de consommation de gaz dans le cas de bâtiment existant déjà chauffé au gaz.

Les génératrices d'urgence ne sont pas traitées dans les exigences en énergie et émissions de GES. Cependant, il faut éviter autant que possible, d'alimenter du chauffage électrique résistif à l'aide de génératrices d'urgence.

9.4.2 Enveloppe

L'enveloppe thermique est un élément critique pour obtenir un bâtiment performant. Sa conception et la géométrie du bâtiment doivent être optimisées pour réduire les charges de chauffage et de refroidissement. L'apport du chauffage passif en hiver et la réduction des gains solaires en été doivent être considérés dans la conception de l'enveloppe.

Les exigences suivantes sont minimales et peuvent nécessiter une bonification pour atteindre les cibles de performance fixées.

Plans de protection

L'enveloppe comprend plusieurs plans de protection dont le positionnement, la continuité, la complémentarité et l'intégrité doivent être assurés afin d'obtenir une performance optimale de l'enveloppe. Les principaux plans pour la performance thermique sont :

- Le plan de protection à l'air
- Le plan de protection thermique

Mais il ne faut pas négliger les autres plans de protection puisqu'ils influencent la bonne performance thermique du bâtiment à long terme :

- Le plan de protection aux intempéries
- Le plan de protection à l'eau
- Le plan de protection à la vapeur d'eau
- La cavité drainante/lame d'air et la compartimentation et l'équilibrage des pressions
- La cavité technique

9.4.2.1 Plan de protection à l'air

L'étanchéité à l'air est un élément clé pour l'obtention d'un bâtiment performant. L'enveloppe du bâtiment doit être conçue et construite de manière à comporter un système d'étanchéité à l'air continu, pour prévenir les mouvements d'air entre les espaces conditionnés et l'extérieur, ainsi qu'entre les espaces ayant des conditions et usages différents.

Conception

La conception du système d'étanchéité à l'air doit répondre aux exigences ci-dessous :

Toute l'enveloppe du bâtiment doit être conçue et construite avec un système de pare-air continu.

1. Tous les composants du système pare-air, pour chaque assemblage, doivent être clairement identifiés, dessinés et annotés sur les plans de l'émission des documents préliminaires à ceux pour construction.
2. Les jonctions entre les différents matériaux, les joints, les interconnexions et les pénétrations des composants du pare-air doivent être détaillés.
3. Les composantes constituant le système pare-air doivent former une protection continue sur toutes les surfaces de l'enveloppe du bâtiment.
4. L'ensemble des matériaux constituant le système pare-air doit être conçu pour résister aux pressions positives et négatives dues au vent, à l'effet de cheminée, à la ventilation mécanique, aux mouvements différentiels, tels que notamment : la dilatation thermique, le tassement ou la contraction de matériaux en relation avec les niveaux d'humidité, les mouvements structuraux et les vibrations induites par les charges vives environnantes.

Installation

Les zones suivantes du pare-air doivent être scellées, calfeutrées ou collées afin de minimiser les fuites d'air :

1. les joints autour de la fenestration et des cadres de portes;
2. les jonctions mur-plancher, mur-mur, mur-dalle, mur-plancher, mur-toit;
3. les pénétrations à travers le pare-air de l'enveloppe du bâtiment;
4. les ensembles de construction utilisés comme gaines, conduits ou plénums;
5. les joints, connexions entre les plans et autres modifications du pare-air.

9.4.2.2 Le plan de protection thermique

La conception de l'enveloppe devrait viser la continuité, l'homogénéité et la constance de la performance du plan de protection thermique, en visant l'élimination de tout pont thermique. Utiliser des matériaux isolants compatibles avec les autres systèmes de l'enveloppe, durables, stables et ayant une haute performance et veiller à ce qu'ils soient installés sans interruption, dans un positionnement et un alignement adéquats sur toute la surface de l'enveloppe du bâtiment.

Calcul des coefficients de transmission globale

Le calcul des coefficients de transmission thermique globale doit respecter la méthode décrite par le CNÉB-2020, section 3.1.1.7 ou une méthodologie plus contraignante.

Le concepteur doit présenter les détails de calculs de résistance thermique globale pour chacune des compositions de l'enveloppe thermique, incluant les assemblages et jonctions.

Isolation des composants d'enveloppe existants

Pour une intervention sur une enveloppe existante, l'ajout d'isolant doit être étudié et privilégié.

Considérant que l'ajout d'isolant à l'intérieur ou à l'extérieur d'une enveloppe de bâtiment existante peut considérablement modifier les flux thermiques et la gestion de l'humidité dans les parois, il est nécessaire de procéder à une analyse de la situation (notamment, à l'aide d'une simulation hygrothermique).

Le choix de ne pas ajouter d'isolation ou de limiter sa résistance thermique doit être appuyé par une étude comparable complète du comportement de l'enveloppe et la démonstration probante que cet ajout d'isolant risquerait de dégrader l'enveloppe actuelle.

Simulation hygrothermique

Une simulation hygrothermique permet de modéliser le comportement de l'humidité dans la paroi sur un cycle annuel et pour une période minimale de 10 ans. La simulation hygrothermique doit permettre de maximiser les choix pour la réfection d'enveloppe, dans l'objectif clair d'améliorer la performance tout en évaluant et minimisant les risques de condensation et d'accumulation d'humidité à l'intérieur de l'enveloppe. Les validations suivantes doivent être contrôlées :

- Gestion du point de rosée et réduction des risques de condensation interne

L'ajout d'isolant à l'intérieur d'un mur déplace le point de rosée (température à laquelle la vapeur d'eau se condense) plus près de la façade extérieure. Si ce point se trouve dans une zone où la vapeur d'eau se condense, cela peut entraîner la formation d'humidité à l'intérieur de la paroi, risquant ainsi de causer des moisissures, des dégradations ou même des dommages structurels. La simulation hygrothermique doit modéliser ces phénomènes et vérifier que le point de rosée ne causera pas de problèmes sur une période plus longue.

- Risques de dégradation des façades et structures

L'humidité excessive dans les parois peut causer la détérioration des matériaux de construction comme les briques, le bois ou les métaux, ce qui accélère la dégradation et réduit d'autant la durée de vie de l'enveloppe. Une simulation hygrothermique doit identifier les zones sensibles aux infiltrations d'eau et à l'accumulation d'humidité, permettant de concevoir des solutions optimales.

- Équilibre entre isolation et gestion de l'humidité

Bien que l'augmentation de l'isolation thermique améliore la performance énergétique, elle peut aussi perturber les échanges naturels d'humidité à travers l'enveloppe et sa capacité de s'assécher. La simulation hygrothermique doit permettre d'optimiser les choix des matériaux en fonction de leurs caractéristiques, leurs performances spécifiques et leurs positionnements pour assurer le meilleur équilibre entre l'étanchéité (air/eau/vapeur d'eau), la résistance thermique et la gestion de l'humidité.

9.4.2.3 Fenestration

La performance des fenêtres doit être optimisée en tenant compte de l'effet sur l'atteinte des objectifs de performance et la réduction du coût global du projet, incluant les coûts d'énergie et les coûts des autres disciplines.

Le coefficient d'apport par rayonnement solaire (SHGC) doit être optimisé pour chacune des orientations, afin de réduire la consommation d'énergie.

Documentation à fournir

- Les coefficients de transmission thermique globale (Facteurs U, incluant le vitrage et le cadre) des produits de fenêtrage, tels que les fenêtres, les portes et les murs rideaux, doivent être fournis et obtenus conformément à la version la plus récente en vigueur de la norme CSA-A440.2 de l'Association canadienne de normalisation. Les facteurs U peuvent être déterminés par simulations ou tests effectués par un laboratoire indépendant. Les facteurs U des produits de fenêtrage doivent respecter les exigences présentées plus haut;
- Les coefficients d'apport par rayonnement solaire (CARS ou SC) de la fenêtre doivent être fournis;
- Le taux d'infiltration d'air de tous les produits de fenestration ne doit pas excéder 0,20 (l/s/m²), conformément à la norme CSA-A440 de l'Association canadienne de normalisation.

9.4.2.4 Compartimentation

Afin de diminuer les effets de cheminée, la consommation d'énergie, les mouvements d'air non contrôlés, la compartimentation du bâtiment en zones entre les étages et la séparation des usages doivent être étudiées attentivement avec l'aménagement de divisions, de portiques, de sas au besoin. En ce sens, les puits d'ascenseurs et cages d'escalier doivent également faire l'objet d'une attention particulière dans le scellement avec les étages attenants.

9.4.3 Systèmes CVCA

La Ville favorise les systèmes électromécaniques simples pour l'atteinte de ses cibles en efficacité énergétique, et ce, afin de réduire les coûts d'opération et de s'assurer d'un bon fonctionnement.

9.4.3.1 Chauffage

La Ville exige que la possibilité d'intégrer la géothermie comme source de chauffage principale soit évaluée systématiquement. Pour le chauffage, il faut privilégier les sources de chaleur dans l'ordre suivant :

- récupération de chaleur;
- géothermie;
- aérothermie;
- électrique résistive.

Gestion de la pointe de puissance électrique

Une attention particulière doit être apportée au moment de l'installation du système de chauffage électrique pour éviter de créer une pointe de puissance en période hivernale.

Dans les bâtiments chauffés à l'électricité, où la gestion de la pointe de puissance électrique est requise, l'utilisation de serpentins électriques décentralisés doit être évitée autant que possible. Il est préférable d'utiliser des serpentins à l'eau chaude avec une production d'eau chaude centralisée, pour faciliter la gestion de la pointe.

Distribution

Il faut privilégier les systèmes hydroniques à basse température (alimentation à 50 °C au maximum).

Géothermie

Les systèmes de pompes à chaleur géothermique sont à privilégier puisqu'ils sont performants sur le plan de l'efficacité énergétique.

Pour réduire les coûts de la géothermie, il est judicieux de prévoir un système de chauffage hybride (géothermie prioritaire et chauffage d'appoint). La capacité de chauffage en géothermie doit faire l'objet d'une optimisation, afin de réduire le coût global.

La conception et l'installation du système géothermique doivent être conformes à la version la plus récente de la norme CSA C448. La conception de l'échangeur souterrain doit être réalisée à l'aide d'un logiciel de conception, ainsi qu'un test de conductivité du sol tel que requis selon la norme.

9.4.3.2 Ventilation - Air neuf

Contrôle de l'air neuf

Limiter l'apport d'air neuf, tout en respectant la norme ASHRAE 62.1, en :

- optimisant l'efficacité de la distribution de l'air neuf par les systèmes de ventilation;
- contrôlant l'air neuf selon la demande, lorsque l'analyse de coût global en démontre la rentabilité, à l'aide des moyens suivants :
 - détecteur d'occupation dans les petits espaces (ex. : bureaux fermés, salles de conférence);
 - sonde de CO₂ dans les espaces à forte occupation;
- maximisant les stratégies de transfert d'air entre les différents secteurs lorsque possible.

Récupération de chaleur

Tous les systèmes d'apport d'air neuf doivent être dotés d'un système de récupération de chaleur. Il faut privilégier les systèmes de récupération dans l'ordre suivant :

1. échangeur à régénération par cassettes;
2. roue thermique;
3. noyau;
4. autres.

La récupération de chaleur sur l'air neuf doit être considérée au moment du dimensionnement des équipements de chauffage et de refroidissement, ainsi que d'humidification.

La récupération de chaleur des refroidisseurs doit être privilégiée par rapport au refroidissement gratuit lorsque l'installation s'y prête.

9.4.3.3 Ventilation optimisation/zonage

Le zonage des systèmes de ventilation doit permettre d'optimiser le débit d'air neuf requis et d'éviter le combat chaud/froid. Il faut zoner les systèmes selon les charges de chauffage et de refroidissement et selon les horaires d'occupation. La limite de la zone périphérique ne doit pas être supérieure à 15 pieds.

9.4.3.4 Dimensionnement des systèmes de chauffage et de refroidissement

Pour assurer une bonne performance, il est important de ne pas surdimensionner les équipements de chauffage et de refroidissement. Il s'agit de réduire au maximum le fonctionnement de ces équipements en dehors de leur plage optimale.

Le dimensionnement des systèmes de chauffage et de refroidissement centraux doit être détaillé et présenté à la Ville sur demande. Le calcul doit présenter les besoins simultanés. Les facteurs de sécurité doivent être appliqués uniquement à la fin du calcul et être clairement identifiés.

La récupération de chaleur pour préchauffer/prérefroidir l'air neuf doit être considérée dans les calculs de dimensionnement des équipements de chauffage et refroidissement. Le taux d'infiltration d'air utilisé pour les calculs de charge doit tenir compte de la cible d'étanchéité à l'air présentée à la section « Étanchéité à l'air » du présent chapitre.

Le choix des équipements doit limiter le fonctionnement en dehors des plages de modulation.

Redondance

Lorsque de la redondance est requise, il faut privilégier une configuration des systèmes qui permette un fonctionnement en opération normale dans la plage de modulation des équipements, et ce, pour assurer une performance optimale.

9.4.4 Eau chaude sanitaire

La production d'eau chaude sanitaire doit être réalisée à partir d'énergie électrique ou de récupération de chaleur. Dimensionner la capacité de stockage d'eau chaude pour réduire la puissance nécessaire. Dans les bâtiments utilisant la géothermie, il faut envisager le préchauffage de l'eau chaude à l'aide de la géothermie.

Dans les bâtiments où la consommation d'eau chaude sanitaire est importante, on doit évaluer le potentiel de récupération de chaleur, soit sur les eaux grises ou sur les refroidisseurs.

9.4.5 Pointe de puissance électrique

Dans le contexte des efforts de décarbonation, il est primordial de réduire les appels de puissance électrique, en particulier en période de chauffage. Les projets doivent être conçus pour :

- réduire l'appel de puissance maximal facturé;
- réduire l'appel de puissance en période de pointe de consommation sur le réseau, permettant ainsi d'adhérer à l'option de gestion de la demande de puissance (GDP) d'Hydro-Québec.

La réduction de l'appel de puissance électrique passe par trois volets.

1. La réduction des besoins
 - a. L'efficacité énergétique
 - b. L'électrification efficace
2. La sobriété énergétique
 - a. Abaissement des points de consigne
3. La gestion de la pointe
 - a. Arrêt des humidificateurs électriques
 - b. Optimisation des départs anticipés, pour les points de consigne des espaces
 - c. Abaissement des points de consigne d'espaces inoccupés
 - d. Limite de la recharge de Niveau 2 des véhicules électrique municipaux
 - e. Préchauffage des piscines ou sur-refroidissement des surfaces glacées en prévision de la mise à l'arrêt en période de forte demande
 - f. Basculement du chauffage électrique vers le chauffage au combustible

9.4.6 Contrôles

Intégrer le contrôle de l'éclairage et des bornes de recharge pour véhicules électriques aux contrôleurs du bâtiment.

La programmation doit prévoir l'intégration d'un horaire ajustable, des modes occupé et inoccupé, ainsi que des modes hiver et été.

9.4.6.1 Implantation du mesurage

Prévoir le mesurage nécessaire pour permettre le suivi de la performance du bâtiment de la façon suivante :

- le mesurage électrique doit enregistrer la puissance, l'énergie et le facteur de puissance pour l'entrée électrique du bâtiment;
- le mesurage doit être conservé pour un minimum de trois (3) ans;
- pour tous les systèmes de traitement d'air neuf avec un débit minimal de 2500 l/s, le mesurage du débit d'air neuf doit être réalisé par l'entremise d'un lecteur de débit d'air et doit être intégré au contrôle du bâtiment afin de ne pas dépasser le débit requis et d'éviter des surconsommations d'énergie de chauffage ou refroidissement.

Au minimum, le mesurage suivant doit être prévu au moment de la réalisation des projets :

- toutes les sources d'énergie du bâtiment (électrique, gaz, vapeur, eau chaude, eau glacée, récupération, etc.);
 - Prévoir des calculateurs tels que les BTU-Mètres ou des débitmètres jumelés avec des sondes de température pour les sources de production d'eau de chauffage et de refroidissement.
- tous les équipements qui ont une influence importante sur la consommation énergétique, tels que :
 - les équipements de chauffage et de refroidissement;
 - les chauffe-eau sanitaires;
 - la récupération de chaleur;
 - les infrastructures extérieures non reliées à l'occupation du bâtiment;
 - pour les nouvelles constructions et rénovations majeures, le mesurage doit permettre de calculer le IDET.
- Les systèmes de contrôle doivent être de type DDC et répondre aux exigences de la ville. Ils contiennent les algorithmes permettant :
 - d'améliorer le confort des occupants et d'optimiser les économies d'énergie;
 - de réajuster des points de consigne de chauffage et de climatisation en fonction de la demande;
 - de programmer des séquences qui permettent d'éviter le combat d'énergie entre chaud et froid;
 - de programmer des séquences flexibles pour gérer la pointe électrique;
 - de faire le délestage électrique en fonction de la pointe électrique ou en fonction de la gestion de la puissance électrique (GDP).
- Prévoir une instrumentation qui permet de calculer la performance d'un système de ventilation, ou de production d'eau chaude ou froide (sondes de température, pression, débit, etc.).
- Lorsque la biénergie est utilisée pour la production d'eau chaude, la source électrique est toujours priorisée par rapport au gaz. La source au gaz est mise à contribution lorsque la source électrique est à la capacité maximale permise par l'entrée électrique ou la pointe et que le point de consigne n'est pas satisfait après un certain délai ajustable.
- Le système de contrôle doit permettre d'éviter les crêtes de consommation et avoir été conçu à cet effet.
 - Démarrage optimisé : Pour tous les systèmes passant d'un mode « inoccupé » à « occupé ». Un équipement peut être démarré jusqu'à 4 heures avant le changement d'horaire. Cette permission peut être réajustée en fonction d'un programme d'apprentissage de la capacité

du système. Prévoir des rampes des points de consigne de façon à éviter les crêtes de consommation. Le démarrage optimisé doit se baser sur la différence entre les points de consigne visés, les lectures actuelles des équipements de mesure et les conditions environnementales ayant un effet direct sur les systèmes.

- Démarrage à la suite d'un retour d'alimentation électrique : au retour de l'alimentation électrique, les équipements et les systèmes mécaniques redémarrent selon une séquence établie de priorités. Prévoir le redémarrage de systèmes par petits groupes d'équipements, à chaque intervalle de temps ajustable. Les équipements électromécaniques (tels que ventilateurs, pompes, etc.) sont remis en fonction selon une séquence préétablie afin d'éviter une surcharge. Prévoir des délais programmables de départ pour chaque équipement commandé.
- Rampe des points de consigne : au départ des systèmes ou au moment de changer des points de consigne, prévoir des algorithmes de contrôle visant à faire progresser les points de consigne vers la valeur désirée à partir de la mesure de la variable avant le départ.

9.4.6.2 Rapport de consommation

- Toutes les consommations énergétiques (électrique, gaz naturel, eau domestique, eau de chauffage, eau glacée, etc.) doivent être intégrées à la centrale de télégestion.
- Rapport de consommation d'énergie d'un réseau hydraulique :
 - Le BTU-mètre mesure continuellement la consommation d'énergie du réseau utilisée pour alimenter les installations mécaniques.
- Rapport de consommation d'eau :
 - Le compteur d'eau mesure continuellement la consommation d'eau froide domestique.
- Rapport de consommation de gaz naturel :
 - Le compteur de gaz mesure continuellement la consommation de gaz naturel du bâtiment.
- Rapport de consommation électrique :
 - Le compteur électrique mesure continuellement la consommation électrique des équipements en aval du compteur.
 - Le contrôleur numérique intègre la valeur de consommation du compteur sur une période ajustable de 5 à 15 minutes.
 - Prévoir des rapports spécifiques (journalier, hebdomadaire, mensuel et annuel) sommant la consommation, indiquant la pointe et les charges délestées.

9.4.7 Éclairage

Le système d'éclairage doit se conformer, en termes de puissance et de contrôle, aux exigences du CNÉB-2020, selon la méthode prescriptive décrite à la section 4.2 « Méthode prescriptive » ou la méthode des solutions de remplacement décrite à la section 4.3 « Méthode des solutions de remplacement ».

Il faut utiliser des luminaires au DEL, en priorisant les luminaires certifiés DesignLights Consortium (DLC) Premium.

9.4.7.1 Contrôle d'éclairage

Pour les espaces où de l'éclairage naturel est prévu, il faut considérer l'utilisation de luminaires avec modulation d'intensité lumineuse, couplée à un contrôle d'éclairage naturel, lorsque la rentabilité est démontrée par l'analyse du coût global.

Intégrer les contrôles d'éclairage dans le système de contrôle centralisé du bâtiment.

9.4.8 Mise en service

La mise en service doit faire partie intégrante de tous les projets et interventions sur les bâtiments. Elle dépasse le seul cadre de la performance énergétique, mais doit minimalement inclure les éléments qui exercent une influence sur la consommation énergétique et l'atteinte des cibles de performance du bâtiment, dont l'enveloppe thermique et les systèmes électromécaniques.

Le document « Exigences du propriétaire – Mise en service » présenté à l'annexe 9.1 décrit les exigences minimales de mise en service à appliquer dans les projets.

Pour les projets, qui visent une certification LEED, tous les points du crédit de mise en service avancée doivent être visés.

Mise en service de l'enveloppe

La mise en service de l'enveloppe doit minimalement inclure les éléments suivants.

a. La validation de la continuité des différents plans de protection

- Le plan de protection à l'air
- Le plan de protection thermique
- Le plan de protection aux intempéries
- Le plan de protection à l'eau
- Le plan de protection à la vapeur d'eau
- La cavité d'air : drainante et d'équilibrage des pressions

b. Le respect des exigences en performance de l'enveloppe et la cohérence entre les détails de construction aux plans, les valeurs utilisées en modélisation et la construction

1. Cible d'étanchéité à l'air

- Respect de la cible d'étanchéité à l'air à l'aide d'un essai d'étanchéité à l'air

2. Performance thermique de l'enveloppe

- Niveaux d'isolation des différents composants respectés
- Détails de construction adéquats pour prévenir les ponts thermiques
- Alignement des ouvertures et du plan d'isolation adéquats
- Performance des ouvertures (fenêtres, porte et murs rideaux)

3. Durabilité de l'enveloppe (différents plans de protection)

- Résilience
- Compatibilité des matériaux
- Respect des matériaux utilisés au moment de la construction
- Réalisation des travaux conformément aux documents contractuels

La mise en service devrait minimalement inclure les activités suivantes :

- Réaliser une analyse de la conception aux différentes étapes, dans le but d'assurer la continuité des plans de protection et le respect des exigences de performance et la constructibilité des détails de construction.
- Réaliser une surveillance au chantier au cours des différentes étapes de mise en œuvre des plans de protection pour assurer une bonne réalisation des détails de construction.
- Réaliser des essais en chantier sur la continuité du pare-air.
- Réaliser un/des essai(s) d'étanchéité à l'air avant la livraison du projet pour déterminer le taux de fuite et localiser les problèmes le cas échéant.

9.4.9 Suivi de la performance énergétique

Un suivi en continu de la performance énergétique et des émissions de GES est effectué, après réception des travaux, dans le but de s'assurer que le projet livré répond aux attentes en termes de performance énergétique (GJ/m²).

Les résultats de ce suivi sont publiés de façon périodique.

9.4.10 Gestion des réfrigérants

Les fuites de réfrigérant représentent une portion importante des émissions de GES totales des bâtiments.

Pour réduire les fuites de réfrigérant, les principes suivants doivent être appliqués :

- réduction de la quantité de réfrigérant;
- renforcement du confinement;
- utilisation de réfrigérant à faible potentiel de réchauffement climatique.

Au moment du remplacement ou de l'ajout d'équipements de chauffage, de refroidissement, de ventilation ou de conditionnement de l'air contenant des réfrigérants, il faut s'assurer que le projet, qu'il vise une certification LEED ou non, respecte les exigences du crédit «GESTION AMÉLIORÉE DES FRIGORIGÈNES» de la certification LEED NC V4.

Réduction de la quantité de réfrigérant

La réduction de la quantité de réfrigérant dans les projets implique pour commencer la réduction des charges de refroidissement. Cette réduction passe par l'optimisation de la conception de l'enveloppe thermique et la réduction des gains solaires et des charges internes. Ensuite, on doit :

- choisir des équipements qui contiennent une faible quantité de réfrigérant;
- éviter les systèmes utilisant un réseau de réfrigérant pour distribuer le chauffage et le refroidissement;
- limiter l'utilisation des systèmes à détente directe aux situations dans lesquelles les autres solutions ne sont pas viables. Il est préférable d'utiliser des systèmes de distribution avec caloporteur pour limiter la charge de réfrigérant et les risques de fuite.

Note : Les systèmes de climatisation et de chauffage multizones à expansion directe de type DRV (débit de réfrigérant variable) ne sont pas considérés comme compatibles avec les principes énoncés précédemment. Par conséquent, ce type de système n'est pas accepté.

Renforcement du confinement

Les équipements contenant du réfrigérant, y compris les réseaux de distribution, doivent être accessibles pour faciliter les travaux de maintenance et la détection des fuites. Il faut garder les conduites de frigorigène aussi courtes que possible entre les unités situées à l'intérieur et à l'extérieur.

Utilisation de réfrigérant à faible potentiel de réchauffement climatique

On doit évaluer la possibilité d'utiliser un réfrigérant naturel pour combler les besoins de refroidissement. Afin de bien estimer la durée d'un système, l'équipe de conception doit tenir compte de la date prévue de retrait du réfrigérant, selon les normes en vigueur.

9.4.11 Liste de vérification

La liste de vérification de la conception doit être remplie et signée par l'équipe de conception pour confirmer le respect des exigences. Cette fiche doit être présentée au gestionnaire de projet à chacune des étapes principales de la conception. Si certains critères ne pouvaient être respectés, une autorisation préalable de la Ville devrait obligatoirement être obtenue.

9.5 Nouvelles constructions, agrandissements et rénovations majeures

Cette section présente les exigences applicables aux projets de nouvelles constructions, d'agrandissements et de rénovations majeures. Ces exigences sont complémentaires aux exigences générales de la section 9.4 «Exigences générales» du présent chapitre.

Rénovation majeure

Dans les présentes Exigences, on entend par rénovation majeure, une rénovation qui touche l'enveloppe extérieure du bâtiment et les systèmes électromécaniques.

9.5.1 Performance énergétique

Les projets de nouvelle construction et d'agrandissement doivent respecter les cibles d'intensité énergétique (IE) et d'intensité de la demande en énergie thermique (IDET) présentées ci-dessous.

Les projets de rénovation majeure doivent respecter la cible d'IE. Pour ces projets il n'y a pas d'exigence d'IDET, mais elle doit néanmoins être calculée, optimisée et déclarée.

Intensité énergétique maximale

L'intensité énergétique (IE) est définie comme la somme de la consommation énergétique annuelle du site, incluant l'énergie de procédé, divisée par la superficie de plancher modélisée (excluant les espaces de stationnement intérieurs).

Le tableau ci-dessous présente l'intensité énergétique maximale selon les usages :

Tableau 9.1 - Intensité énergétique maximale

Type de bâtiment	À partir de 2025 ¹	À partir de 2030 ¹
Bibliothèque	118 kWh/m ² (0,425 GJ/m ²)	106 kWh/m ² (0,382 GJ/m ²)
Centre communautaire et de loisirs		
Espace sports et loisirs		
Maison de la culture		
Atelier (véhicules, etc.)	78 kWh/m ² (0,281 GJ/m ²)	70 kWh/m ² (0,252 GJ/m ²)
Bureau	115 kWh/m ² (0,414 GJ/m ²)	104 kWh/m ² (0,374 GJ/m ²)
Caserne	96 kWh/m ² (0,346 GJ/m ²)	86 kWh/m ² (0,310 GJ/m ²)
Chalet de parc	70 kWh/m ² (0,252 GJ/m ²)	63 kWh/m ² (0,227 GJ/m ²)
Poste de police	100 kWh/m ² (0,360 GJ/m ²)	90 kWh/m ² (0,324 GJ/m ²)

1. Année de réception provisoire

Lorsqu'un bâtiment possède plus d'un usage, la cible d'intensité énergétique doit être déterminée au prorata de la superficie de chacun des usages.

Pour les espaces non définis dans le tableau ci-dessus ou qui ont une importante charge de procédé, il est possible de définir la cible d'IE à partir d'une simulation énergétique en respectant le CNÉB 2020. La cible sera inférieure à l'IE du CNÉB selon le tableau 9.2. La cible d'IE globale est définie au prorata des superficies de chacun des espaces.

Tableau 9.2 – Cibles d'amélioration de l'IE par rapport au palier 1 du CNÉB 2020

	À partir de 2025 ¹	À partir de 2030 ¹
Cible d'IE – amélioration par rapport au CNÉB 2020	25 %	35 %

1. Année de réception provisoire

Note : Dans le modèle CNÉB 2020 utilisé pour déterminer la cible de l'IE, le taux d'infiltration d'air doit respecter les exigences du présent chapitre.

Intensité de la demande en énergie thermique

L'intensité de la demande en énergie thermique (IDET) est définie comme le besoin de chauffage annuel du bâtiment, sans tenir compte de l'efficacité de production, divisée par la superficie de plancher modélisée (excluant les espaces de stationnement intérieurs). Il inclut la charge de l'enveloppe, la charge de ventilation (air neuf + réchauffe terminale), moins les gains solaires et internes.

Le tableau ci-dessous présente les cibles d'IDET maximales pour tous les types de bâtiment.

Tableau 9.3 - Intensité de la demande en énergie thermique (IDET) maximale

IDET	À partir de 2025 ¹
	34 kWh/m ² (0,122 GJ/m ²)

1. Année de réception provisoire

Pour les portions de bâtiment qui ont un besoin de chauffage ou de ventilation particulier (ex. : arénas, piscines intérieures, salles de tir ou laboratoires), il est possible de définir la cible d'IDET applicable à ces espaces, à partir du IDET d'une simulation de référence respectant le CNÉB 2020. La cible du tableau 9.3 s'applique au restant du bâtiment. La cible d'IDET globale est alors ajustée selon le prorata des superficies.

Note : Dans le modèle CNÉB 2020 utilisé pour déterminer la cible de l'IDET, le taux d'infiltration d'air doit respecter les exigences du présent chapitre.

9.5.2 Enveloppe thermique

Nouvelles constructions et agrandissements

Pour les nouvelles constructions et les agrandissements, la performance de l'enveloppe thermique hors sol doit au minimum atteindre les cibles du tableau 9.4, par rapport à la performance de l'enveloppe prescrite par le CNÉB 2020, section 3.2.2. La démonstration doit être faite en utilisant la Méthode de solution de remplacement du CNÉB section 3.3. Pour fins de démonstration de la performance, les portions d'enveloppes verticales et horizontales hors sol peuvent être combinées. Dans le cas des agrandissements, seule l'enveloppe de l'agrandissement doit être prise en compte dans le calcul.

Tableau 9.4 – Amélioration de la performance de l’enveloppe par rapport au CNÉB 2020

	À partir de 2025 ¹	À partir de 2030 ¹
Amélioration vs CNÉB 2020 section 3.2.2	10 %	20 %

1. Année de réception provisoire

L’équation suivante est adaptée du CNÉB pour démontrer l’amélioration de la performance de l’enveloppe par rapport aux exigences prescriptives du CNÉB-2020.

$$(1 + a) \sum_{i=1}^n U_{ip} A_{ip} \leq \sum_{i=1}^n U_{ir} A_{ir}$$

où

a = amélioration par rapport au CNÉB 2020 (voir tableau 9.4)

n = nombre total d’ensembles hors sol;

U_{ip} = coefficient de transmission thermique globale de l’ensemble i du bâtiment proposé;

A_{ip} = aire de l’ensemble i du bâtiment proposé;

U_{ir} = coefficient de transmission thermique globale de l’ensemble i du bâtiment de référence;

A_{ir} = aire de l’ensemble i du bâtiment de référence.

Pour ce calcul, les surfaces de fenestration du bâtiment de référence doivent être égales à celles du bâtiment proposé, mais sans dépasser la limite d’ouverture prescrite par le CNÉB 2020.

Les éléments d’enveloppe en contact avec le sol doivent au minimum répondre aux exigences prescriptives du CNÉB 2020 section 3.2.3.

Rénovation majeure

La performance thermique de l’enveloppe doit être améliorée pour s’approcher des valeurs prescriptives du CNÉB 2020, tout en respectant les contraintes de l’enveloppe existante. Voir la section 9.4.2.2.

Fenestration

La performance de la fenestration doit au minimum respecter les exigences prescriptives du CNÉB 2020.

9.5.3 Étanchéité à l'air

Pour les projets d'agrandissements et de rénovations majeures, un essai d'étanchéité à l'air du bâtiment existant, avant travaux, est requis pour quantifier le taux de fuite et localiser les principales fuites d'air.

Pour tous les projets, un essai d'étanchéité à l'air après travaux doit être réalisé pour démontrer l'atteinte des cibles et s'assurer qu'il n'y a pas de fuites importantes qui causeront des problèmes durant la vie du bâtiment.

Cibles

Le tableau 9.5 présente les cibles d'étanchéité à l'air qui doivent être atteintes dans le cadre de projets de nouvelle construction, de rénovation majeure et d'agrandissement.

Tableau 9.5 - Cible d'étanchéité à l'air

Taux de fuite maximum pour l'enveloppe thermique (l/s/m ² @ 50 Pa)		
	À partir de 2025 ¹	À partir de 2030 ¹
Nouvelle construction et agrandissement		
Ensemble des bâtiments	0,4	0,3
Piscine	0,3	0,25
Espace garage	0,8	0,6
Rénovation majeure		
Ensemble des bâtiments	0,8	0,6
Piscine	0,5	0,4

1. Année de réception provisoire

Le taux de fuite normalisé (l/s/m²) est obtenu en divisant le débit corrigé (l/s) à 50 Pa, par la superficie totale d'enveloppe (m²) séparant les espaces chauffés, incluant les surfaces hors sol et en contact avec le sol. (Référence : CGSB 149.10)

Pour un agrandissement, le taux de fuite global peut être déterminé au prorata des surfaces exposées de l'agrandissement et de celles du bâtiment existant.

Essai

Avant la réception provisoire, le bâtiment doit être soumis à un essai d'étanchéité à l'air pour démontrer l'atteinte des cibles d'étanchéité à l'air (tableau 9.5). L'essai doit être réalisé par une tierce partie conformément aux normes CAN/CSG-149.10, ASTM E779 ou ASTM E3158.

Il doit être réalisé sur l'enveloppe thermique, en mode non équilibré. Le résultat doit être la moyenne de l'essai en pressurisation et en dépressurisation. Les dimensions de l'enveloppe doivent être prises du côté intérieur. Si l'essai est réalisé sur l'enveloppe opérationnelle et qu'il respecte la cible du taux de fuite, l'essai est jugé conforme. Si le résultat de l'essai est supérieur au niveau d'infiltration prescrit, des correctifs doivent être apportés pour remédier à la situation.

Dans tous les cas, une détection des fuites doit être réalisée durant l'essai pour localiser les principales fuites d'air. Les fuites individuelles doivent être suffisamment petites pour éviter les problématiques de détérioration de l'enveloppe ou d'inconfort. Les fuites plus importantes doivent être corrigées afin d'éviter d'éventuels problèmes au niveau de l'enveloppe.

9.5.4 Modélisation énergétique

La modélisation énergétique doit être utilisée pour orienter les choix de conception dès l'étape des esquisses, ainsi que pour démontrer le respect des cibles d'intensité énergétique (IE) et d'intensité de la demande en énergie thermique (IDET). La modélisation doit être réalisée minimalement à l'étape préliminaire (concept) et mise à jour aux étapes 80 % et 100 % de la conception.

La modélisation énergétique doit respecter les Directives de modélisation énergétique des bâtiments à carbone zéro – Design, version 4 du CBDCa. Les conditions utilisées en modélisation, telles que les horaires, l'occupation, les charges aux prises et la consommation d'eau chaude sanitaire, doivent être basées sur les conditions d'opération réellement prévues pour le bâtiment. Le taux d'infiltration d'air en modélisation énergétique doit correspondre au taux maximum de la section 9.5.3, ramené à 5 Pa et sur la surface de murs hors sol (tel que décrit à l'article 8.4.2.9 du CNÉB 2020). L'utilisation d'un taux de fuite plus faible est permise, mais doit être justifiée et ce taux de fuite devient la cible à atteindre à la livraison du projet (section 9.5.3).

Le modélisateur doit déclarer les coûts d'énergie et la demande de pointe saisonnière (été et hiver).

Les fichiers d'entrées et de sorties, ainsi que les données utilisées pour déterminer la performance énergétique, sont mis à la disposition de la Ville, à chacune des étapes du projet.

9.6 Intervention dans un bâtiment existant

Cette section s'applique à tous les types de travaux dans un bâtiment existant, autres que les rénovations majeures qui sont traitées dans la section 9.5. Ces exigences sont complémentaires aux exigences générales.

Bien que la portée des travaux de certaines interventions dans les bâtiments existants soit plus limitée, il demeure important de saisir toutes les occasions d'améliorer la performance énergétique et de réduire ou d'éliminer l'utilisation des combustibles fossiles.

Les interventions qui ciblent les systèmes de chauffage, de ventilation, d'eau chaude domestique, d'éclairage, de contrôle et d'enveloppe thermique doivent répondre aux exigences de la présente section, ainsi qu'à celles de la section « Exigences générales » du présent chapitre, afin d'assurer la cohérence des objectifs à atteindre.

Des contraintes plus importantes peuvent être rencontrées dans les projets visant le bâtiment existant et dont la portée des travaux est limitée. Toutefois, les efforts nécessaires doivent être fournis pour respecter les exigences. Si certaines exigences ne peuvent pas être satisfaites, une justification doit être consignée dans la documentation du projet.

9.6.1 Source d'énergie

Dans les bâtiments qui possèdent actuellement du chauffage au gaz naturel, il est possible de conserver ou de remplacer les équipements au gaz dans le but de réduire la pointe de puissance électrique en chauffage. Cependant, la consommation annuelle de gaz doit être limitée à 15 % des besoins en chauffage.

Calcul du ratio d'utilisation du gaz

Ratio de consommation de gaz = Consommation de gaz annuelle (GJ) / énergie thermique fournie au bâtiment annuellement (GJ), sans considérer les efficacités de production de chaleur (COP des thermopompes) et la récupération de chaleur.

9.6.2 Enveloppe

Lorsqu'on réalise une intervention sur l'enveloppe thermique d'un bâtiment existant, des efforts doivent être faits pour améliorer la performance énergétique du bâtiment.

9.6.2.1 Isolation

Améliorer l'isolation thermique des éléments d'enveloppe touchés. L'objectif est de s'approcher des valeurs prescriptives du CNÉB 2020, tout en respectant les contraintes de l'enveloppe existante. Voir la section 9.4.2.2.

9.6.2.2 Fenestration

Au moment du remplacement des ouvertures (fenêtre, mur rideau), celles-ci doivent minimalement respecter les exigences prescriptives du CNÉB 2020. Est exclu de cette exigence le remplacement d'un faible pourcentage de verre sur une façade, et ce dans le but de conserver une uniformité visuelle.

9.6.2.3 Étanchéité à l'air

Une attention particulière doit être portée aux infiltrations d'air, puisqu'elles sont une source majeure de déperdition thermique, d'inconfort et de dégradation des enveloppes.

Avant d'entreprendre des travaux touchant l'enveloppe d'un bâtiment existant, il faut procéder à un essai d'étanchéité à l'air, pour quantifier le taux de fuite et localiser les principales infiltrations/exfiltrations d'air dans l'enveloppe. Les portions d'enveloppe qui ne sont pas directement visées par les travaux doivent être incluses dans l'essai d'étanchéité à l'air et faire l'objet d'améliorations de l'étanchéité à l'air lorsque possible.

Les essais d'étanchéité à l'air doivent être réalisés selon les normes CAN/CGSB-149.10, ASTM E779 ou ASTM E3158 sur l'enveloppe opérationnelle en mode non équilibré. Les dimensions intérieures doivent être utilisées pour le calcul des résultats. Une détection des fuites d'air doit être réalisée sur l'ensemble des surfaces d'enveloppe extérieures, selon une norme établie telle que ASTM E1186 - *Standard Practices for Air Leakage Site Detection in Building Envelopes and Air Barrier Systems*. Une attention particulière doit être apportée aux interfaces murs/toit, aux puits mécaniques et aux percements.

Le projet doit cibler une amélioration minimale de l'étanchéité à l'air selon le tableau suivant.

Tableau 9.6 - Cible d'amélioration de l'étanchéité à l'air

Taux de fuite initiale (l/s/m ² @ 50 Pa)	Amélioration minimum
> 3	50 %
2 à 3	40 %
1 à 2	30 %
0,5 à 1	20 %
< 0,5	10 %

1. Année de réception provisoire

Un essai d'étanchéité doit être réalisé avant la réception provisoire pour démontrer l'atteinte de la cible d'amélioration et une détection des fuites doit être réalisée durant l'essai pour localiser les principales fuites d'air. Les fuites individuelles doivent être suffisamment petites pour éviter les problématiques de détérioration de l'enveloppe ou d'inconfort. Les fuites plus importantes doivent être corrigées dans le but d'éviter des problématiques futures.

9.6.3 Systèmes mécaniques et électriques

9.6.3.1 Remplacement d'équipement

Tout remplacement d'équipement électromécanique doit respecter les exigences générales du présent chapitre. Les remplacements d'équipements tels qu'une chaudière, une unité de ventilation, une unité de chauffage, sont aussi assujettis aux exigences en énergie. En particulier au niveau des sources d'énergie utilisées.

Références

- ASTM E779 *Standard Test Method for Determining Air Leakage Rate by Fan Pressurization*
- ASTM E1186 *Standard Practices for Air Leakage Site Detection in Building Envelopes and Air Barrier Systems*
- ASTM E3158 *Standard Test Method for Measuring the Air Leakage Rate of a Large or Multizone Building*
- CAN/CGSB-149.10 Détermination de l'étanchéité à l'air des enveloppes de bâtiment par la méthode de dépressurisation au moyen d'un ventilateur
- CBDCa, 2024. Directives de modélisation énergétique des bâtiments à carbone zéro – Design Version 4, juin 2024
- CNRC, 2020. Code national de l'énergie pour les bâtiments 2020 (CNÉB-2020)
- CSA A440.2 Rendement énergétique des fenêtres et autres systèmes de fenestration
- CSA C448 Conception et installation des systèmes géothermiques
- USGBC, 2013. *Reference Guide for Building Design and Construction, LEED v4 Edition*
- Ville de Montréal, 2020, *Plan climat 2020-2030*

Annexe 9.1

Exigences de mise en service du Service de la gestion et de la planification des immeubles.

Préparé par : Réception opérationnelle en énergie - Section Énergie

Ville de Montréal
Version-02

Janvier 2020

Table des Matières

Table des Matières.....	4
Liste des Tableaux	4
1. Introduction.....	1
2. Références	1
3. Acronyme	3
4. Généralités	3
4.1. Définition.....	3
4.2. Objectifs de la mise en service	3
5. Équipe de mise en service.....	4
5.1. Descriptions	4
5.2. Autorité de mise en service (AMS).....	4
5.3. Responsable de la mise en service de l'entrepreneur (AMSE).....	7
5.4. Entrepreneur général (EG).....	7
5.5. Entrepreneur spécialisé (ES)	8
5.6. Professionnels en conception (PC).....	9
5.7. Fournisseur/Fabricant d'équipement (FE)	10
6. Étendue de la mise en service.....	10
6.1. Généralité	10
6.2. Liste détaillée des systèmes	11
7. Échéancier de mise en service.....	12
7.1. Généralités	12
8. Livrables issus de la mise en service.....	13
8.1. Généralités	13
8.2. Exigences:.....	13
9. FORMATIONS	15
9.1. Généralité	15
9.2. Formation spécialisée	16
9.3. Formation des concepteurs.....	17
9.4. Responsabilité de l'équipe de MES.....	17
9.5. Instructeurs :	17
9.6. Matériel didactique :	18
9.7. Calendrier de formation :	18

LISTE DES TABLEAUX

TABEAU 1: LISTE DES LIVRABLES EN MES.....	14

1. Introduction

Dans le contexte de l'atteinte des objectifs de réduction de la consommation d'énergie et de la réduction d'émission des gaz à effet de serre, le présent document présente les exigences de la mise en service des projets de construction et de rénovation majeure des immeubles sous la gouvernance du SGPI de la ville de Montréal.

Le processus de mise en service est rattaché au processus de réception de projet pour assurer la livraison de systèmes aussi performants que prévu.

Les exigences décrites dans ce document s'appliquent dans le cadre d'un mandat de mise en service et elles sont indépendantes d'un processus d'obtention d'une certification écologique (LEED ou autre). Dans un contexte d'une certification, le mandataire de la mise en service a la *responsabilité de s'assurer qu'il répond aux attentes de la certification requise ET aux exigences du propriétaire pour la mise en service.*

La mise en service des systèmes et des équipements doit être considérée lorsque les projets ont des impacts sur le bilan énergétique et l'émission de GES.

Les rénovations ou remplacements des systèmes pour lesquels une mise en service de la ville doit être considérée sont :

- Systèmes architecturaux :
 - Enveloppe du bâtiment (murs et fenestration),
- Systèmes de transport vertical :
 - Ascenseurs,
 - Remonte-charge, etc.
- Systèmes de chauffage et réseaux de chauffage;
- Systèmes d'énergie renouvelable (ex. : géothermique, aérothermique, solaire, éolien, etc.);
- Systèmes de ventilation;
- Systèmes de conditionnement de l'air;
- Systèmes de réfrigération;
- Système de régulation automatique du bâtiment;
- Systèmes de production d'eau chaude domestique;
- Système de contrôle d'éclairage;

2. Références

- Building Commissioning Association, «Building Commissioning Handbook», Second Edition.
- American Society of Heating, Refrigeration and Air-Conditioning Engineers (ASHRAE) :
 - .1 ASHRAE Guideline 0-2005 – The Commissioning Process;
 - .2 ASHRAE Guideline 1.1 2007 – HVAC&R Technical requirements for the commissioning process;
 - .3 ASHRAE Guideline 4-1993 Preparation of Operating and Maintenance Documentation for Building Systems;
 - .4 ANSI/ASHRAE 62.1-2010 – Ventilation for Indoor Air Quality;
 - .5 ANSI/ASHRAE/IESNA 90.1-2004 Appendix G;

- American Society for testing and material (ASTM):
 1. ASTM 2947-16, Guide des standards de la mise en service de l'enveloppe.
 2. ASTM E 783 Standard Test Method for Field Measurement of Air Leakage Through Installed Exterior Windows and doors
 3. ASTM E 1186 Standard Practice for Air Leakage Site Detection in Building Envelopes and Air Barrier Systems
 4. ASTM C 1153 Standard Practice for Location of Wet Insulation in Roofing System Using Infrared Imaging
 5. ASTM C 5957 Standard guide for Flood Testing Horizontal Water proofing Installations
 6. ASTM D4541 Standard Test Method for Pull-Off Strength of Coatings Using Portable Adhesion Testers
 7. ASTM E488 Standard Test Methods for Strength of Anchors in Concrete and Masonry Elements
 8. ASTM 2359 Standard Test Method for Field Pull Testing of an In-Place Exterior Insulation and Finish System of EFS with Drainage
 9. ASTM C 794 Standard Test Method For Adhesion-In-Peel Of Elastomeric Joint Sealants
 10. ASTM E 779 Standard Test Method for Determining Air Leakage Rate by Fan Pressurization
 11. ASTM E 1827 Standard Test Methods for Determining Airtightness of Buildings Using an Orifice Blower Door
- American Architectural Manufacturers Association(AAMA)
 1. AAMA 501.2 Quality Assurance and Diagnostic Water Leakage Field Check for Store Fronts, Curtain walls and Sloped Glazing Systems
- International Organization for Standardization (ISO)
 1. ISO 6781 Performance of buildings — Detection Of Heat, Air And Moisture Irregularities In Buildings By Infrared Methods
 2. ISO 21930 Développement durable dans les bâtiments et les ouvrages de génie civil — Règles principales pour les déclarations environnementales des produits de construction et des services
- Canadian General Standards Board CAN/CGSB Testing
 1. CAN/CGSB 149.10 Determination of the Airtightness Of Building Envelopes by the Fan Depressurization Method

3. Acronyme

MES – Mise en service
P – Propriétaire ou son représentant;
AMS – autorité de mise en service;
AMSE – Agent de mise en service de l'entrepreneur ;
EG – Entrepreneur général;
ES – Entrepreneurs spécialisés;
PC – Professionnels en conception (Architectes et Ingénieurs, coordonnateurs, etc);
PEE – Personnel d'exploitation et d'entretien;
FE – Fournisseur/Fabricant d'équipement (FE);
BdC – Base de conception
CVAC – Chauffage, ventilation et Air-Climatisé

4. Généralités

4.1. Définition

- 4.1.1. La mise en service (MES) consiste en un processus systématique qui permet de s'assurer que les différents systèmes du bâtiment fonctionnent de manière interactive, en accord avec les exigences de conception et les besoins opérationnels du propriétaire. Afin d'atteindre cet objectif, elle débute dès l'étape de préconception et elle se poursuit durant la période de construction et d'occupation avec des vérifications statiques, des essais fonctionnels et des essais de performance des équipements et systèmes.
- 4.1.2. Les prescriptions particulières, les conditions de réception, ainsi que les exigences relatives à la mise en route, aux essais et à la mise en service doivent être énoncées dans les sections techniques pertinentes du cahier de charges du projet (Devis et plans).
- 4.1.3. Il est de la responsabilité de l'autorité de mise en service de s'assurer que les exigences en mise en service ont bien été intégrées au document d'appel d'offres et transmises à l'équipe de construction.

4.2. Objectifs de la mise en service

- 4.2.1. S'assurer que les exigences du propriétaire sont intégrées aux concepts;
- 4.2.2. S'assurer que les équipements et systèmes fonctionnent, au moment de la réception provisoire des travaux, conformément aux exigences des documents contractuels, aux critères de performance de la conception et aux exigences du propriétaire;
- 4.2.3. S'assurer que la documentation technique et les documents livrables de la MES relatives aux installations et équipements correspondent aux installations et sont inclus aux manuels d'exploitation et d'entretien.
- 4.2.4. S'assurer que la formation du personnel d'exploitation et d'entretien a été adaptée en fonction des besoins du client et des requis du projet.

5. Équipe de mise en service

5.1. Descriptions

5.1.1. Les membres de l'équipe de MES doivent assumer les activités qui leurs sont attribuées telles que décrites dans le présent document et dans les sections de devis du projet.

5.1.2. L'équipe de MES est composée principalement des membres suivants :

- Le propriétaire ou son représentant (P);
- L'autorité de mise en service (AMS);
- Le coordonnateur, agent de mise en service de l'entrepreneur (AMSE);
- Entrepreneur général (EG);
- Entrepreneurs spécialisés (ES);
- Les professionnels en conception (PC), incluant tous professionnels, Architectes et Ingénieurs et coordonnateurs;
- Personnel d'exploitation et d'entretien (PEE), incluant le personnel d'entretien et de maintenance et les usagers ayant à effectuer des opérations sur les systèmes ou équipements mis en service;
- Fournisseur/Fabricant d'équipement (FE);

5.2. Autorité de mise en service (AMS)

5.2.1. Par son mandat, l'autorité de mise en service (AMS) doit s'assurer que les activités de MES répondent aux exigences de la MES de la Ville de Montréal du présent document.

5.2.2. Dans le cadre d'une certification écologique, selon le mandat, l'AMS doit, coordonner les activités complémentaires pour répondre aux exigences de la certification.

5.2.3. L'AMS doit établir ses intentions par un plan de mise en service, émis en début de mandat, intégré à un devis de mise en service joint aux documents contractuels et révisé selon le besoin. L'autorité de mise en service a la responsabilité avec les concepteurs d'intégrer ces exigences dans le cahier de charge.

5.2.4. L'AMS représente les intérêts du propriétaire durant le processus de MES et doit atteindre les objectifs suivants selon les phases du projet :

5.2.4.1. Phase préconception (planification) :

- Définir avec le propriétaire l'étendue du mandat de mise en service pour le projet.
- Participer à la documentation des exigences du projet, lesquelles sont présentées par l'intermédiaire du Programme fonctionnel et technique (PFT) et des standards et les exigences du propriétaire soit la Ville de Montréal;
- Élaborer le plan de MES préliminaire, lequel décrit les actions et les relations de l'ensemble des participants du processus de MES; le plan doit comprendre toutes autres actions complémentaires aux exigences de la certification en cours.

- Valider la Base de conception (BdC) émise par les professionnels (mécanique, électrique et enveloppe).

5.2.4.2. Phase conception :

- Commenter les documents de conception relativement au respect des exigences du projet et l'étendue des travaux de MES. L'AMS doit procéder à deux revues à 80 % et à 100 % d'avancement des plans et devis du projet;
- Intégrer les exigences et les spécifications de la MES adressés aux entrepreneurs et sous-traitants et fournisseurs dans les documents d'appel d'offres ;
- Fournir les fiches de vérifications modèles et les inclure dans les documents d'appel d'offres;
- Développer le format initial du registre de suivi de la liste de déficiences en MES et les mesures correctives;
- Participer à trois (3) réunions avec des objectifs de MES à l'ordre du jour comme les exigences de performance et d'entretien des équipements, etc., et en présence des professionnels concepteurs relativement aux exigences du propriétaire;
- Mettre à jour le plan de MES à intégrer aux documents d'appel d'offres et l'adresser aux entrepreneurs;
- Établir une liste précise des équipements et systèmes inclus dans le processus de la mise en service;
- Déterminer et documenter les attentes et les besoins en matière de formation;
- Produire un rapport de suivi de conception, conception vs les exigences du propriétaire.

5.2.4.3. Phase construction :

- Assister à la réunion de démarrage afin d'exposer, à tous les participants, leurs responsabilités relativement au processus de MES;
- Produire un organigramme de l'équipe de MES, avec le protocole de communication;
- Assurer l'intégration des activités de MES dans l'échéancier global du projet;
- Valider les dessins d'atelier et les fiches techniques des systèmes inclus dans la mise en service qui ont préalablement été approuvés par les professionnels en conception;
- Faire le suivi des fiches de vérification servant à documenter les vérifications statiques (installation) et dynamiques (performance);
- Vérifier le respect des exigences de performance en architecture établies pour les matériaux et les assemblages composant l'enveloppe et portent sur les propriétés physiques suivantes :
 - Résistance aux infiltrations de l'air;
 - Résistance à pénétration de la vapeur d'eau;
 - Performance thermique.
- Valider les plans de formation (contenu et durée) sur les équipements émis par les entrepreneurs spécialisés;
- Développer les protocoles d'essai de performance en opération avec la collaboration des professionnels;

- S'assurer de l'exécution des vérifications et les protocoles d'essais de performance de l'enveloppe à un moment où il demeure facile d'apporter des corrections.
- Mettre à jour et suivre l'échéancier de la Mise en service.

5.2.4.4. Phase de mise en marche (mise en route des équipements)

- Assister et participer, en collaboration avec les entrepreneurs spécialisés et le personnel d'E&E, aux séances de vérifications statiques et d'essais fonctionnels en contrôles au chantier des équipements inclus dans la liste des équipements;
- Planifier et animer un minimum de trois (3) des réunions de MES avec les entrepreneurs et sous-traitants spécialisés participants à la mise en service des équipements;
- Examiner et commenter les résultats des vérifications statiques
- Examiner les rapports d'essai, de réglage et d'équilibrage (ERE) hydraulique, aéraulique et de contrôle;
- Participer et diriger les essais de performance sur les systèmes dans tous les modes d'opérations.
- Valider l'intégration des résultats des essais dans les fiches;
- Produire une liste des essais de performance différés s'il y a lieu;
- Vérifier et s'assurer que les formations répondent aux besoins du personnel d'E&E;

5.2.4.5. Phase post-construction (Réception provisoire)

- Participer et diriger les essais de performance différés (tests saisonniers, coupure d'alimentations planifiée, etc.) sur les systèmes dans tous les modes d'opérations.
- Produire la documentation des résultats d'essais de performance en opération;
- Produire un rapport de MES comprenant : une description du déroulement du processus de MES, description sommaire du projet, protocoles d'essais de performance en opération et les résultats, correctifs si requis, détails des paramètres d'opération des systèmes;
- Exécuter les essais de performance saisonniers et différés en collaboration avec les entrepreneurs spécialisés. Documenter les résultats et produire un rapport de vérification.
- Communiquer ou rencontrer les professionnels en conception et/ou avec l'AMSE, pour résoudre les non-conformités ;
- Assurer un suivi des corrections des non-conformités opérationnelles du réseau et système mis en service. Identifier les problématiques en suspend.
- Consigner les résultats (paramètres) finaux d'opération des systèmes dans la version finale du rapport de mise en service en se basant sur les vérifications fonctionnelles des réseaux et des systèmes;
- Remettre le rapport final de MES, deux (2) mois avant la fin de la période de garantie (l'année suivant la réception provisoire);

5.3. Responsable de la mise en service de l'entrepreneur (AMSE)

5.3.1. Dans le cadre de la MES, la Ville de Montréal exige de l'entrepreneur général d'identifier un intervenant responsable des activités de MES. Cette personne doit avoir démontré une expérience de 2 ans minimum dans un mandat de mise en service d'un projet similaire. La personne désignée est responsable de la coordination des sous-traitants dans le cadre du processus de mise en service au chantier, du respect de l'échéancier et transmettre les exigences aux sous-traitants.

5.3.2. Les activités, exigences et les responsabilités de l'AMSE doivent être intégrées dans les cahiers de charge au projet. En somme, l'AMSE est le point de contact principal des entrepreneurs avec l'autorité de mise en service dans le cadre des activités de MES.

5.3.3. Les responsabilités des AMSE comportent les éléments suivants :

- Être présent sur le site et coordonner ces travaux de mise en service avec les entrepreneurs des autres disciplines/entreprises;
- Surveiller et exécuter les vérifications statiques et les essais de fonctionnement et tout essai demandé au devis. Ces activités doivent être exécutées par les entrepreneurs spécialisés (ventilation, plomberie, contrôle, etc.)
- En collaboration avec l'autorité de mise en service (ou le représentant du propriétaire), faire fonctionner les équipements et systèmes en divers modes, afin de déterminer s'ils fonctionnent correctement et à leur efficacité optimale.
- Collaborer à l'exécution des essais de performances des systèmes en interaction et en mode automatique selon les exigences du propriétaire, les documents contractuels, ainsi que les critères de conception;
- À la suite de tous ces essais, faire les réglages nécessaires pour obtenir un niveau de performance satisfaisant aux exigences environnementales, aux exigences du propriétaire et aux besoins de l'utilisateur. Le sous-traitant responsable doit signaler toute problématique ou non-conformité pouvant influencer le fonctionnement et la performance du système;
- Compléter les fiches de vérifications statiques et vérification de fonctionnement des équipements et systèmes dans sa spécialité;
- À la demande de l'autorité de mise en service, le responsable de mise en service de l'entrepreneur doit retourner sur les lieux et faire la démonstration de performance des systèmes et équipements (essais de performance différés).
- Au besoin, rapporter et/ou corriger tout élément non conforme ou problème à l'équipe de MES, et principalement à l'AMS et aux professionnels en conception;
- Gérer les séances de formation en s'assurant de la qualité et du respect du plan de formation approuvé.

5.4. Entrepreneur général (EG)

5.4.1. L'EG est responsable de fournir les composantes et/ou d'exécuter les travaux spécifiés au cahier de charges/devis. Tout au long des travaux, il assure le suivi d'un plan de qualité des travaux de construction. L'entrepreneur général doit assurer que les activités de MES sont incluses à l'échéancier global de projet et font partie du chemin critique. L'EG doit tenir compte des délais requis pour

compléter les vérifications et les essais de performance des entrepreneurs spécialisés (ES);

5.4.2. Dans le cadre du processus de MES, les responsabilités de l'EG comportent les éléments suivants :

- Inclure les exigences et les activités du processus de MES dans les contrats de chaque entrepreneur visé par la MES;
- Prévoir les coûts associés aux activités de MES (services, accessoires, équipements, etc.) dans le prix du contrat;
- Prendre connaissance du plan de MES et le commenter si nécessaire
- Fournir toute la collaboration et l'assistance nécessaire à la réalisation des activités du plan de MES;
- Développer, en collaboration avec les ES, un calendrier détaillé des séances de démarrage des équipements et systèmes par discipline et mettre à jour le calendrier si nécessaire et en informer le CP dans les plus brefs délais;
- Fournir les documents d'essai, de réglage et d'équilibrage (ERÉ) des systèmes;
- Consulter et émettre ses commentaires relativement sur le plan de MES;
- Préparer un calendrier de formation;

5.5. Entrepreneur spécialisé (ES)

5.5.1. Pour chacun des essais requis, les ES fournissent (en collaboration avec l'AMSE) à l'AMS les fiches de vérification statique pour approbation. Ils sont responsables de l'exécution de toutes les vérifications requises.

5.5.2. Ils doivent transmettre à l'AMSE les fiches de vérifications statiques complétées pour chaque équipement à la suite des essais.

5.5.3. Ils doivent fournir les services de techniciens qualifiés qui ont une connaissance approfondie du fonctionnement des équipements et systèmes électromécaniques du projet et qui pourront en assurer le démarrage et la MES dans le cadre de leurs disciplines respectives. Ils doivent s'assurer que les techniciens qualifiés seront disponibles et présents au cours des essais de MES pour compléter les procédures d'essais, effectuer les ajustements, consigner les résultats et fournir l'assistance aux résolutions de problèmes.

5.5.4. Les responsabilités des ES comportent les éléments suivants :

- Participer aux rencontres de démarrage et des réunions de la MES;
- En collaboration avec l'équipe de MES, participer à la réalisation de la mise en service du projet et coordonner les activités de MES avec les autres ES, plus particulièrement pour la planification des séances de démarrage (calendrier de démarrage) et pour documenter et compléter les fiches de vérifications statiques;
- Assurer une représentation adéquate pour préparer et coordonner le processus de MES, tel que détaillé dans les documents contractuels (identification d'un AMSE);
- Obtenir la coopération et la participation de tous ses fournisseurs;
- Exécuter les essais, compléter les fiches de vérifications statiques et des essais de performance, en collaboration avec l'AMSE et remettre tous les documents à l'AMS et au Chargé de projet du propriétaire pour approbation. Incorporer les fiches complétées et approuvées dans le manuel d'exploitation et d'entretien;

- Fournir les données de performance du fabricant (inclure dans la documentation technique des équipements), les dessins d'atelier, les résultats des vérifications statiques et des essais de performance, les rapports de mise en marche des fabricants, les résultats des essais, réglages et équilibrage (ERÉ);
- Procéder sous la direction de AMS à l'exécution des essais de performances des systèmes et des réseaux selon les procédures de l'AMS;
- Mettre en œuvre les mesures correctives et les directives émises par l'AMS et les représentants du propriétaire afin d'assurer la performance des systèmes et réseaux livrés dans le cadre du projet;
- Préparer un plan de formation en collaboration avec l'AMSE et en assurer la mise en œuvre. Les entrepreneurs doivent présenter et faire approuver leur matériel didactique et les plans de formation 30 jours avant la tenue de la formation;
- Préparer la documentation (manuels d'exploitation et d'entretien) reliée à l'exploitation et à l'entretien des systèmes;
- Consulter et commenter les rapports de MES et les mesures correctives, afin de s'assurer qu'il n'y a pas de points en suspend;
- Assurer l'identification adéquate des équipements et des systèmes;
- Être disponible lors des séances d'essais de performance/ de vérifications opérationnelles qui seront tenues suite à la livraison du bâtiment (minimum de trois (3) séances étalées sur plusieurs mois);
- Fournir les détails des systèmes de contrôles ET les schémas de contrôles avec une description narrative des séquences d'opérations validées par l'ingénieur.

5.6. Professionnels en conception (PC)

5.6.1. Ils sont responsables du développement des critères de conception et les critères fonctionnels des systèmes par le biais de la préparation d'une base de conception (BdC) et des plans et devis. Ils collaborent avec l'équipe de MES relativement au support technique, à l'évaluation, à la correction des non-conformités ainsi qu'à la revue et à l'approbation des documents techniques émis par les entrepreneurs (dessins d'atelier, fiches techniques, manuels, rapports de chantier, etc.) par rapport aux plans et devis.

5.6.2. Les concepteurs sont responsables de démontrer que les systèmes mécaniques et électriques installés ainsi que leur intégration respectent la performance énergétique énoncée en conception.

5.6.3. Dans le cadre de la mise en service, les PC doivent également atteindre les objectifs suivants :

- Participer et assister à l'intégration des exigences du propriétaire pour le projet;
- Participer aux rencontres de MES au besoin;
- Préparer les documents de construction (devis, cahier de charges, etc.) et y inclure, en collaboration avec l'AMS, les exigences et spécifications relatives au processus de MES;
- Répondre et collaborer d'une manière proactive aux commentaires sur des documents conceptuels soumis par l'AMS et tout représentant du client;
- Produire et fournir les avis de modifications de conception si requis;
- Participer à la préparation des fiches de vérifications statiques en collaboration avec les intervenants de l'équipe de MES;

- Surveiller les activités de construction, dont les activités de mise en marche, conformément aux exigences du code du bâtiment, aux lois et à la réglementation locale;
- Répondre aux demandes d'informations des entrepreneurs;
- S'assurer que les données de conception et de construction sont constamment mises à jour pour leur inclusion aux manuels d'E&E tel que spécifié dans les documents contractuels (Devis techniques);
- Procéder à la vérification de séquences intégrées par les entrepreneurs en contrôle des équipements et systèmes CVAC;
- Participer aux séances de formation des manufacturiers;
- Collaborer avec l'autorité de MES à la production des protocoles d'essais de performance des systèmes;
- Valider que la performance des équipements et systèmes installés. Le PC est responsable de démontrer que la performance des systèmes mis en place correspond à ce qu'il a été conçu;
- Exposer au personnel d'exploitation et d'entretien, la stratégie de gestion de l'énergie et le fonctionnement prévu des principaux équipements et systèmes installés. Cette formation doit traiter des exigences du propriétaire, des raisons pour lesquelles un concept a été choisi, et les interactions avec les autres systèmes et de ses particularités. Les professionnels responsables de la formation devront produire une présentation PowerPoint.
- Consulter et commenter les rapports de MES et le registre des mesures de corrections et autres;
- Fournir l'assistance lorsque nécessaire pour la réalisation des activités comprises sur le plan de MES;

5.7. Fournisseur/Fabricant d'équipement (FE)

5.7.1. Sous l'autorité de l'EG et des ES, les fournisseurs et/ou les fabricants d'équipement doivent :

- Soumettre et produire toute l'information nécessaire à l'exploitation et à l'entretien du système, de l'équipement ou de l'installation;
- Définir clairement les exigences pour le maintien des garanties (la documentation doit correspondre aux exigences décrites dans la section associée à l'équipement);
- Coordonner et réaliser les essais en usine tel que spécifié dans les documents contractuels;
- Fournir les services de personnel technique afin d'assurer une assistance lors de la phase de démarrage des équipements et systèmes ainsi qu'au moment de la tenue des séances de formation;
- Démontrer le fonctionnement et la performance des équipements et systèmes tel que demandé dans les documents de construction.

6. Étendue de la mise en service

6.1. Généralité

L'étendue du processus de mise en service est définie spécifiquement dans le cadre de chaque mandat. Or, toute mise en service assure, sans s'y limiter, l'atteinte des objectifs sur les systèmes suivants :

Mécanique :

- Systèmes de chauffage et réseaux de chauffage;
- Systèmes d'énergie renouvelable (ex. : géothermique, aérothermique, solaire, éolien, etc.);
- Systèmes de ventilation;
- Systèmes de conditionnement de l'air;
- Systèmes de réfrigération;
- Système de régulation automatique du bâtiment;
- Systèmes de production d'eau chaude domestique;

Électrique :

- Système de contrôle d'éclairage;
- Système de la gestion de la puissance;
- Centre de contrôle des moteurs et moteurs.

Architecture :

- Enveloppe du bâtiment (murs, plancher toit et fenestration),
 - Fenêtres, mur rideau portes, vitrines,
 - Isolation thermique, pare air
 - Pare vapeur
 - Revêtement mural et accessoires
 - Scellant
 - Sous-Lambris extérieur
- Toit/toit-terrasse
 - Accessoires et bâtis
 - Isolation thermique
 - Membrane / revêtement de toit
 - Platelage
 - Solins
 - Vitrages Inclins
- Ascenseurs, remonte-charge, etc.

6.2. Liste détaillée des systèmes

Une liste détaillée des systèmes et des équipements (identifiés) inclus dans la mise en service est transmise par l'AMS au représentant du propriétaire à la fin de la phase de conception. L'objectif de cette liste est de bien cibler les systèmes inclus dans la mise en service et d'ajouter dans les documents contractuels les spécifications et vérifications pertinentes.

Cette liste ne limite pas l'engagement et la responsabilité de l'entrepreneur général pour répondre à tous les requis exigés dans les documents contractuels (plans et devis et/ou cahiers de charge).

7. Échéancier de mise en service

7.1. Généralités

7.1.1. Dès le début de la période de construction, l'AMS doit émettre un échéancier des activités de mise en service qui sera intégré à l'échéancier de construction. Cet échéancier devra comprendre une description détaillée des activités de vérification et les délais pour chaque système et équipement.

7.1.2. En période de construction, ces délais doivent être validés et discutés et mis à jour régulièrement par l'équipe de construction et l'AMSE. L'objectif est de connaître le plus rapidement possible les effets d'un retard au projet sur les activités de mise en service qui s'en suivent. L'échéancier des activités doit respecter la logique suivante :

7.1.2.1. Phase préconception :

- Développement du programme fonctionnel et technique et inclusion des exigences de mise en service de la ville de Montréal.
- Documentation des bases de concept et validation par l'AMS.
- Émission du plan préliminaire de mise en service l'AMS.

7.1.2.2. Phase plans et devis :

- Exigences de mise en service sont intégrées dans les documents de design, incluant les formations.
- Avant l'appel d'offres, l'AMS procède à une revue des documents de conception par rapport aux exigences du propriétaire et remet son rapport au consultant et au propriétaire.
- Réception des soumissions et adjudication des contrats, incluant l'agent de mise en service de l'entrepreneur retenu par l'entrepreneur général.

7.1.2.3. Phase construction :

- Précision de la portée des activités de mise en service par l'AMS et le client
- Organisation des réunions avec les autres membres de l'équipe de mise en service pour :
 - Revoir les rôles et les responsabilités de chacun;
 - Définir un protocole de communications;
 - Prendre connaissance du plan de mise en service.
- Production des documents de MES selon la progression du chantier
- Exécution des mises en marche et tous les essais et vérifications prévus par chaque entrepreneur spécialisé
- Définition des essais de mise en service (mise à jour de l'échéancier)
- Après l'acceptation par les consultants et la validation de la conformité des fiches d'installation et de mise en marche, la mise en service des systèmes peut débuter.

7.1.2.4. Phase de mise en service des systèmes :

- Exécution des tests (essais, réglages et calibrages) nécessaires pour démontrer l'atteinte des niveaux de performance exigés de chaque

- système et leur fonctionnement intégré par les responsables de la mise en service de chaque entrepreneur spécialisé.
- Dépôt par l'AMS de tous les documents de tests vérifiés et validés par le professionnel consultant (PC).
 - Exécution par l'autorité de mise en service des protocoles d'essai de performance des systèmes visés par la mise en service.
 - Dépôt des manuels d'exploitation/entretien par l'AMSE
 - Tenue des formations diverses suite au succès des mises en marche et de la démonstration du fonctionnement intégré- Calendrier de formation doit être produit et coordonné par l'AMSE en collaboration avec le représentant du propriétaire.
 - Dépôt des formulaires relatifs à la formation (listes, rapports) par l'AMSE au représentant du propriétaire.
 - Dépôt du rapport final de mise en service par l'AMS.
 - Tenue de la formation des PC avec la collaboration de l'AMS assiste pour faire part des problématiques et des correctifs amenés lors des vérifications en MES.
 - Tenue des essais différés durant l'année de garantie. Ces essais doivent être complétés afin de confirmer l'opération des systèmes lors des pleines charges de climatisation ou de chauffage, selon le cas. Des tests effectués en mi-saison sont nécessaires pour suivre le profil de fonctionnement et confirmer la réception opérationnelle des équipements.

8. Livrables issus de la mise en service

8.1. Généralités

- 8.1.1. Dans le cadre du processus de MES, les livrables y sont issus à différentes étapes du projet. Ils sont réalisés par différents membres de l'équipe de MES.

8.2. Exigences:

- 8.2.1. Produire les documents requis en français;
- 8.2.2. Les documents doivent être préparés dans un format électronique compatible permettant leur saisie pour la gestion des données. Les fiches ou fichiers types seront transmis par le client (exploitation);
- 8.2.3. Fournir la documentation exigée, présentée d'une manière convenable et lisible. Toute documentation doit correspondre aux exigences définies dans les documents contractuels
- 8.2.4. En coordination avec l'équipe de MES, l'AMSE doit tenir une mise à jour du tableau de suivi des dessins d'atelier, des échantillons, des fiches techniques et des listes de contrôle. Une copie des dessins et des fiches techniques approuvées, accompagnées de la version finale du tableau de suivi doivent être incluses au manuel d'exploitation et d'entretien.
- 8.2.5. Le tableau suivant présente l'ensemble de ces livrables.

Tableau 1: Liste des livrables en MES

Item	Liste des livrables de la mise en service	Responsable	Assistance	
1. Étape de concept				
1.1	Les documents des exigences du propriétaire;	Ville de Montréal		
1.2	Les documents de base de conception;	Ingénieurs-Architectes		
1.3	Plan de mise en service	Autorité de mise en service		
1.4	Plans et devis émis pour soumission et construction;	Ingénieurs-Architectes		
2. Étape de construction				
2.1	Liste des intervenants dans la mise en service	Autorité de mise en service		
2.2	Listes des équipements et systèmes compris dans le processus de mise en service;	Autorité de mise en service		
2.3	Listes de contrôle modèles (vérifications statistiques et essais fonctionnels) des équipements et des systèmes.	Entrepreneur général	Autorité de mise en service	
2.4	Échéancier des activités de MES	Autorité de mise en service	Entrepreneur général	Ville de Montréal
2.5	Protocoles d'essais de performance des équipements et systèmes (CVAC et enveloppe);	Autorité de mise en service		
2.6	Dessins d'atelier et fiche techniques;	Entrepreneur général		
2.7	Listes de matériel de remplacement, des pièces de rechange et les outils spéciaux;	Entrepreneur général	Sous traitants	
2.8	Certificats d'inspection et de tests effectués en usine, lorsqu'applicables.	Entrepreneur général	Sous traitants	
2.9	Rapports de démarrage (mise en marche, mise en route) des équipements	Entrepreneur général	Sous traitants	

Item	Liste des livrables de la mise en service	Responsable	Assistance	
2.10	Rapports d'essai au chantier (vérifications fonctionnelles)	Entrepreneur général	Sous-traitant Contrôle	
2.11	Rapports d'essais et de balancement (ERE / TAB)	Entrepreneur général	Sous-traitant ERE	
2.12	Rapports d'essai de fonctionnement et de validation des séquences d'automation et de stratégie de gestion de l'énergie.	Ingénieurs-Architectes	Sous-traitant Contrôle	
2.13	Listes de contrôles complétés (fiche de vérification statique et dynamique) des équipements.	Sous traitants		
3. Étape de réception finale				
3.1	Dessins tels que construits	Ingénieurs-Architectes		
3.2	Manuel d'exploitation et d'entretien	Entrepreneur général	Sous traitants	
3.3	Calendrier et plans et registres de formations	Entrepreneur général	Sous traitants	Ville de Montréal
3.4	Rapport de mise en service final	Autorité de mise en service		ingénieur

9. FORMATIONS

9.1. Généralité

- 9.1.1. La formation du personnel d'exploitation de la ville vise à ce que celui-ci ait une parfaite connaissance des lieux et une pleine autonomie pour opérer l'ensemble des composantes architecturales et techniques du bâtiment. Deux types de formation sont considérés dans le cadre de la mise en service : Formation spécialisée et Formation des concepteurs.
- 9.1.2. La formation du personnel d'opération est un prérequis à l'acceptation provisoire des travaux. L'AMS est responsable de documenter la tenue de ces formations et en informer le client.
- 9.1.3. Le personnel d'opération doit être en mesure d'assurer la gestion de l'édifice dès la présence de l'occupant. Chacune des formations doit être effectuée sur des équipements pleinement fonctionnels.
- 9.1.4. Les formations s'adressent au personnel chargé de l'exploitation et de l'entretien de l'installation, y compris le gestionnaire immobilier, le personnel de sécurité et les techniciens spécialisés, selon le cas.
- 9.1.5. Les participants doivent être en mesure d'assister aux séances de formation avant dernières étapes de la construction afin de pouvoir se familiariser avec les équipements et les systèmes installés.

9.2. Formation spécialisée

9.2.1. La formation est spécifiée sur les équipements installés dans le cadre du projet, se référer aux exigences de formation présente dans les différentes sections du devis.

9.2.2. Chacune de ces formations doit être suffisamment longue et détaillée pour permettre aux participants d'acquérir les connaissances et les compétences nécessaires pour effectuer ce qui suit :

- Assurer un fonctionnement sécuritaire, fiable et rentable sur les plans énergétiques et financiers de tous les équipements et les systèmes installés en modes "normal" et "secours", et dans toutes les conditions d'exploitation.
- Mettre en œuvre un programme efficace d'inspection continue et de contrôle de la performance des équipements et systèmes.
- Mettre en œuvre un programme approprié d'entretien préventif, de diagnostic et de dépannage.
- Assurer l'exploitation des équipements et des systèmes dans des conditions d'urgence jusqu'à l'arrivée d'intervenants qualifiés.
- Procédures de mise en route/démarrage, d'exploitation, de surveillance, de maintenance, d'entretien, d'arrêt/de mise hors service des équipements et des systèmes.
- Diagnostic de dépannage.

9.2.3. La liste des séances de formation du personnel d'opération est suivie de plans pour chacune des séances de formation.

9.2.4. La formation doit comprendre des démonstrations effectuées par les instructeurs sur les équipements et les systèmes installés.

9.3. Formation des concepteurs

9.3.1. Les concepteurs en électromécanique doivent présenter une formation qui vise à exposer les résultats des essais de performance en opération et doit comprendre ce qui suit :

- Examen du profil du bâtiment/de l'installation et du type d'occupation.
- Exigences fonctionnelles de l'établissement.
- La base de conception des équipements et des systèmes, possibilités de chacun et procédures d'urgence.
- Examen de l'agencement des différents équipements, des systèmes, des composantes et des dispositifs de commandes, de régulation et de contrôles associés à chacun.
- Interaction entre les systèmes en fonctionnement intégré.
- Examen des documents d'exploitation et d'entretien.

9.4. Responsabilité de l'équipe de MES

9.4.1. L'agent de mise en service et l'équipe de conception doivent vérifier que toute formation spécialisée spécifiée se trouve dans les sections techniques pertinentes du devis de projet et répond aux exigences du projet.

9.4.2. L'équipe de construction doit assumer les responsabilités suivantes :

- Mise en œuvre des activités de formation.
- Coordination du travail et de la participation des différents instructeurs.
- Qualité de la formation et du matériel utilisé à cette fin.

9.4.3. L'agent de mise en service procédera à l'évaluation de la qualité de la formation et du matériel utilisé à cette fin.

9.4.4. Une fois la formation terminée, produire un rapport écrit signé par les instructeurs et certifié par le responsable de la mise en service de chaque entrepreneur.

9.5. Instructeurs :

9.5.1. L'entrepreneur, ainsi que le personnel au service du fabricant formé en usine et certifié, doivent maîtriser le contenu de la formation en ce qui a trait à :

- Mise en route/démarrage, fonctionnement/exploitation et arrêt/mise hors service des composants, des équipements et des systèmes concernés.
- Caractéristiques des dispositifs de commandes, y compris les raisons et les résultats de ces caractéristiques, les répercussions de l'intervention de ces dispositifs sur les systèmes asservis, les réglages des points de consigne des dispositifs de commandes et de sécurité.
- Instructions relatives à l'entretien, à la maintenance et au réglage des composantes, des équipements et des systèmes concernés.

9.6. Matériel didactique :

9.6.1. Les instructeurs sont responsables du contenu et de la qualité du matériel utilisé aux fins de formation. Le matériel didactique doit comprendre :

- Documents de la mise en marche initiale.
- Manuel d'exploitation/d'entretien.

9.6.2. Le gestionnaire de projet, le responsable de mise en service de l'entrepreneur et le propriétaire du bâtiment examineront les manuels et le matériel didactique.

9.6.3. Les manuels et le matériel utilisés doivent être préparés de manière à permettre le même niveau détaillé de formation lors de séances subséquentes.

9.6.4. La documentation de la formation doit être en français, ainsi que les brochures, diapositives, vidéos, logiciels de formation, échantillons, etc., utilisés.

9.6.5. L'ensemble de la documentation technique nécessaire à l'opération et à l'entretien de l'immeuble doit être remis au personnel d'opération avant les cours de formation afin de leur permettre d'avoir une certaine connaissance de l'immeuble et des systèmes, rendant les cours de formation plus adaptés. Ainsi, on évite que les séances de formation se limitent à une présentation des équipements.

9.7. Calendrier de formation :

9.7.1. Prévoir du temps pour la formation dans le calendrier de mise en service. Le calendrier doit être accepté par les professionnels et coordonné avec le client, au moins deux semaines à l'avance, afin de s'assurer de la disponibilité de tous les participants.

9.7.2. L'entrepreneur assure la coordination des intervenants pour la tenue des séances.

9.7.3. La formation doit être donnée durant les heures normales de travail et les séances doivent être d'un maximum de trois heures consécutives.

9.7.4. La formation doit être terminée avant la réception provisoire du bâtiment.



Chapitre 10

Patinoires réfrigérées

Chapitre 10

10. Aréna	646
10.1 Dalle réfrigérée	646
10.1.1 Généralités.....	646
10.1.1.1 Destination.....	646
10.1.1.2 Mise en service, dalle	646
10.1.1.3 Normes applicables.....	646
10.1.2 Objectifs de conception	647
10.1.2.1 Documents et échantillons à soumettre.....	647
10.1.2.2 Chaises « M » (réfrigération).....	651
10.1.2.3 Tuyauterie en PE, réfrigération de la dalle	653
10.1.2.4 Tuyauterie en PE, chauffage du sol.....	654
10.1.2.5 Raccords mâles « U »	654
10.1.2.6 Colliers de serrage	655
10.1.2.7 Adaptateur femelle	655
10.1.2.8 Adaptateur mâle.....	656
10.1.2.9 Adaptateur mâle-mâle	656
10.1.2.10 Couverture de mûrissement.....	657
10.1.2.11 Ancrages pour bande de patinoires	659
10.1.2.12 Métal ouvré sur le caniveau des « U ».....	660
10.1.2.13 Dalles préfabriquées en bois (trottoir) sur le caniveau du collecteur	660
10.1.2.14 Grille en caillebotis (ventilation du caniveau).....	660
10.1.2.15 Plaque asphaltique.....	661
10.1.2.16 Calfeutrage.....	661
10.1.2.17 Attaches pour treillis vs chaises et barres d'armature	661
10.1.2.18 Douilles de poteaux de but	661
10.1.2.19 Chaise d'appui pour l'acier d'armature.....	662
10.1.2.20 Acier d'armature pour le plancher de béton.....	662
10.1.2.21 Treillis soudé en panneau	662
10.1.2.22 Cales de nivellement.....	663
10.1.2.23 Point d'ancrage temporaire (étirement de tuyauterie PE).....	663
10.1.2.24 Calorifuge pour tuyauterie de saumure, PE, PVC et acier	663
10.1.3 Critères de conception et performance	664
10.1.3.1 Avis.....	664
10.1.3.2 Désignation des métiers requis pour produire une patinoire réfrigérée.....	665
10.1.3.3 Liste des bonnes pratiques	672
10.1.3.4 Infrastructure du caniveau du collecteur de saumure	673

10.1.3.5	Infrastructure du caniveau des «U».....	676
10.1.3.6	Infrastructure du système de chauffage dans le sol, sous la dalle	678
10.1.3.7	Infrastructure, système de chauffage à l'air dans le sol sous la dalle	680
10.1.3.8	Infrastructure de la dalle réfrigérante construite directement sur le sol.....	683
10.1.3.9	Système de thermocouples dans le sol, sous la dalle réfrigérée.....	684
10.1.3.10	Ferraillage.....	687
10.1.3.11	Ancrage pour les bandes.....	688
10.1.3.12	Collecteur de saumure	688
10.1.3.13	Purge d'air sur le collecteur de saumure	689
10.1.3.14	Drain sur le collecteur de saumure	689
10.1.3.15	Ancrage pour le collecteur de saumure	690
10.1.3.16	Guide pour le collecteur de saumure.....	691
10.1.3.17	Système de gestion du stress sur le collecteur de saumure.....	691
10.1.3.18	Fabrication de la structure d'appui du collecteur de saumure	692
10.1.3.19	Coffrage.....	694
10.1.3.20	Cure de mûrissement du béton.....	694
10.1.3.21	Dalles amovibles, béton armé, chauffage électrique (pont surfaceuse).....	695
10.1.3.22	Système de bandes de patinoires	696
10.1.3.23	Dalle-réfrigérée/chape, paramètres de conformité.....	700
10.1.3.24	Caniveau du collecteur de saumure, caniveau des «U», paramètres de conformité.....	702
10.1.3.25	Travaux de réfrigération, paramètres de conformité	703
10.1.3.26	Travaux de calorifuge sur tuyaux de saumure, paramètres de conformité.....	704
10.1.3.27	Travaux de contrôle, paramètres de conformité.....	704
10.1.3.28	Travaux d'électricité, paramètres de conformité.....	704
10.1.3.29	Validation Scan-Laser-3D, planéité de dalle/chape	705
10.1.3.30	Paramètre (chape, dalle et promontoire).....	705
10.1.3.31	Scan-Laser-3D	705
10.1.3.32	Densité de la prise de données du Scan-Laser.....	705
10.1.3.33	Assemblage de données scan et résultat attendus	706
10.1.3.34	Dalle réfrigérante, les grandes lignes.....	706
10.1.3.35	Drainage du sol	708
10.1.3.36	Drainage des RP	709
10.1.3.37	Système de chauffage dans le sol.....	710
10.1.3.38	Procédure de mise en place du 2 ^e lit de sable.....	712
10.1.3.39	Membrane hydrofuge, 1 ^{ère}	712
10.1.3.40	Isolant rigide	712
10.1.3.41	Membrane hydrofuge, 2 ^e	713
10.1.3.42	Chape de béton.....	713

10.1.3.43	Fixation des ancrages des bandes de la patinoire	714
10.1.3.44	Test Laser-Scan-3D (chape, rapport requis par le directeur)	714
10.1.3.45	Métaux ouvrés pour fixer les buts	715
10.1.3.46	Mettre en place l'infrastructure de la dalle réfrigérante	715
10.1.3.47	Coffrer et ferrailer la dalle ainsi que les deux caniveaux	717
10.1.3.48	Armature pour le béton	717
10.1.3.49	Coffrer et ferrailer le promontoire sous la bande	719
10.1.3.50	Ordre de mise en place de l'armature et du treillis	719
10.1.3.51	Attache du treillis sur les chaises et sur l'armature	720
10.1.3.52	Installation du tuyau PE	722
10.1.3.53	Installation du treillis	723
10.1.3.54	Trottoir temporaire déposé sur le treillis	726
10.1.3.55	Mise sous pression de la tuyauterie PE	726
10.1.3.56	Protocole de test de l'échangeur de chaleur	726
10.1.3.57	Système de poutre pour l'étirement	726
10.1.3.58	Tuyaux mis sous tension (système de tuyaux PE)	727
10.1.3.59	Relâche de la tension (système de tuyaux PE)	727
10.1.3.60	Béton, conditions de mise en œuvre	727
10.1.3.61	La suite des composantes et l'ordre de réalisation de l'œuvre	729
10.1.3.62	Système de bandes de patinoires	730
10.1.3.63	Bordure au périmètre de la dalle (planche goudronnée)	730
10.1.3.64	Vide technique sous la dalle réfrigérée, contraintes à considérer	731
10.1.3.65	Dalle réfrigérante sur dalle structurale construite au-dessus d'un sol instable	731
10.1.3.66	Section de dalle structurale réfrigérée construite au-dessus d'un vide technique accessible	732
10.1.3.67	Dalles amovibles préfab. béton (pont surfaceuse)	734
10.1.3.68	Trottoir préfab. panneaux de bois (sur caniveau)	734
10.1.3.69	Gestion du stress induit sur le collecteur de saumure	735
10.1.3.70	Mûrissement du béton de la dalle réfrigérée/chape	735
10.1.3.71	Protocole de prise de données Scan-Laser-3D	737
10.1.3.72	Contenu rapport conformité/correctifs au directeur	739
10.1.3.73	Trois schémas possibles, l'échangeur de chaleur dans la dalle réfrigérée	739
10.1.3.74	Schéma d'un système de purge de l'air	743
10.1.3.75	Directive pour l'application de l'affaissement du béton liquide	744
10.1.3.76	Liste des points à surveiller, fabrication d'une dalle réfrigérée	745
10.1.3.77	Condition inhérente au processus de mise en service de la patinoire	746
10.1.4	Infrastructure (photos)	748

10.2 Norme saumure/aréna	768
10.2.1 Objet	768
10.2.2 Documents de référence.....	768
10.2.3 Fourniture de produits chimiques.....	768
10.2.4 Température de la saumure.....	769
10.2.5 Effet corrosif de la saumure	769
10.2.6 Contrôle de l'acidité ou de l'alcalinité.....	769
10.2.7 Contrôle du poids spécifique et de point de congélation.....	770
10.2.8 Contrôle de la teneur en inhibiteur	770
10.2.9 Méthode d'essai de la saumure.....	772
10.2.10 Méthodes de rapport d'analyse	773
10.2.11 Présence de fer dans la saumure	773
10.2.12 Disposition des cartouches de filtre	774
10.2.13 Fréquence des analyses de saumure	774
10.2.14 Processus de correction des saumures.....	774
10.2.14.1 P-1 Rajustement du poids spécifique.....	774
10.2.14.2 P-2 Calcul du volume de la saumure dans le système (gal US)	775
10.2.14.3 P-3 Rajustement de la teneur en inhibiteur	781
10.2.14.4 P-4 Rajustement du pH	782
10.2.14.5 P-5 Rapport d'analyse de la saumure (formulaire #1)	783
10.2.14.6 P-6 Fiche technique, inhibiteur de corrosion	784
10.2.14.7 P-7 Calcul de la surface d'une patinoire.....	786
10.3 Système de bandes de patinoire	787
10.3.1 Système de bande de patinoire en aluminium	787
10.3.2 Généralités.....	787
10.3.2.1 Exigences générales.....	787
10.3.2.2 Portée des travaux.....	787
10.3.2.3 Assurance de la qualité et compétences.....	788
10.3.2.4 Références	788
10.3.2.5 Document et échantillons à soumettre	789
10.3.2.6 Livraison, entreposage, manipulation du produit et installation	789
10.3.2.7 État du site	790
10.3.2.8 Matériaux de remplacement.....	790
10.3.2.9 Garantie	790
10.3.3 Équipements & accessoires	790
10.3.3.1 Exigences générales.....	790

10.3.3.2	Bande de patinoire	791
10.3.3.3	Accessoires	796
10.3.4	Conception et performance.....	796
10.4	Système frigorifique R-717 (normalisé 71 T.R. à charge critique pour aréna avec refroidisseur de fluide).....	818
10.4.1	Contexte	818
10.4.1.1	Portée générale	818
10.4.1.2	Documents et échantillons à soumettre	818
10.4.1.3	Garantie	819
10.4.1.4	Codes et règlements.....	820
10.4.1.5	Accessoires de rechange	820
10.4.1.6	Définitions.....	820
10.4.1.7	Livraison, entreposage et manutention	822
10.4.1.8	Fini des appareils	822
10.4.1.9	Conception, fourniture, installation, mise en opération et essai.....	822
10.4.1.10	Modifications et travaux supplémentaires	822
10.4.1.11	Inspection et essais.....	823
10.4.1.12	Inspection des soudures acier inoxydable, acier	824
10.4.1.13	Vérification et formation	825
10.4.1.14	Plan d'intégration	825
10.4.1.15	Montage de la glace	825
10.4.1.16	Liste des plans normalisés afférents à cette partie	826
10.4.1.17	Produits acceptés.....	826
10.4.1.18	Saumure	828
10.4.2	Équipements et accessoires	829
10.4.2.1	Compresseurs réciproques (#10), (#11.1), (#11.2)	829
10.4.2.2	Armoire (#46)	832
10.4.2.3	Garde (#65).....	832
10.4.2.4	Huile de réfrigération	832
10.4.2.5	Condenseur à plaques (#200)	834
10.4.2.6	Condenseur plaques et coquille (#207)	836
10.4.2.7	Refroidisseur de saumure, plaques (#33).....	839
10.4.2.8	Refroidisseur de saumure, plaques et coquille (#34)	842
10.4.2.9	Désurchauffeur de récupération de chaleur (#19).....	845
10.4.2.10	Vaisseaux sous pression (#34), (#49), (#122), (#129), (#130), (#131), (#133), (#207).....	846
10.4.2.11	Voyant de type reflex (#23).....	847
10.4.2.12	Flotte de drainage de liquide haute pression (#9).....	847
10.4.2.13	Clapet de retenue, séparateur d'huile (#21).....	847

10.4.2.14	Force motrice pour recycler l'huile.....	847
10.4.2.15	Filtre à huile (#121).....	847
10.4.2.16	Réservoir à huile (#122).....	848
10.4.2.17	Élément chauffant (#123) dans le réservoir à huile	848
10.4.2.18	Contrôle haute pression HP (#124).....	848
10.4.2.19	Contrôleur de haute température d'huile (#125).....	848
10.4.2.20	Tamis pour l'huile (126).....	848
10.4.2.21	Minuterie « M » (#127).....	848
10.4.2.22	Régulateur de pression (#128).....	848
10.4.2.23	Vanne d'expansion manuelle (#132).....	849
10.4.2.24	Clapet anti retour (#134).....	849
10.4.2.25	Détail soupapes de sûreté, sur les compresseurs et sur les vaisseaux.....	849
10.4.2.26	Soupape trois voies pour soupape de sûreté (#5).....	849
10.4.2.27	Manomètre pour disque de rupture (#6).....	849
10.4.2.28	Disque de rupture (#7).....	849
10.4.2.29	Adaptateur facile (#8).....	850
10.4.2.30	Soupape de sûreté (#14) (#35).....	850
10.4.2.31	Bâti de soupape (#29) (#37).....	851
10.4.2.32	Soupape de service, tuyauterie d'acier (#2) (#3)	851
10.4.2.33	Soupape de type apollo (#201).....	851
10.4.2.34	Clapet de retenue – tuyauterie de condensé (#202).....	851
10.4.2.35	Soupape d'expansion manuelle (#203).....	852
10.4.2.36	Soupape solénoïde avec tamis (#204).....	852
10.4.2.37	Réduit excentrique (#205).....	852
10.4.2.38	Régulateur de pression de refoulement (#16)	852
10.4.2.39	Flotte de haut niveau (#30)	852
10.4.2.40	Draineurs de liquide (#20), (#9).....	853
10.4.2.41	Réservoir de neutralisation et diffuseur (#85).....	854
10.4.2.42	Sonde de température (#51) dalle réfrigérée	854
10.4.2.43	Épreuves.....	855
10.4.2.44	Système respiratoire autonome et masque facial.....	855
10.4.2.45	Tuyauterie en acier et accessoires de réfrigération	856
10.4.2.46	Tuyauterie de saumure	857
10.4.2.47	Tuyauterie d'eau glycolée de condensation et d'eau du ref. de fluide	857
10.4.2.48	Tuyauterie d'eau glycolée de refroidissement des compresseurs	857
10.4.2.49	Soupape papillon (#53), (#73), (#91).....	857
10.4.2.50	Connexion femelle avec capuchon (#87).....	858
10.4.2.51	Soupape d'isolement à bille (#63), (#83), (#95), (#89).....	858
10.4.2.52	Soupape d'isolement type globe (#109).....	858

10.4.2.53	Soupape de vidange ou de purge (#56), (#72), (#99)	859
10.4.2.54	Clapet de retenue (#79), (#107).....	859
10.4.2.55	Réservoir d'expansion de la saumure (#61, #67).....	859
10.4.2.56	Cuve de mélange de saumure (#62)	860
10.4.2.57	Bassin du refroidisseur de fluide (#82).....	860
10.4.2.58	Réservoir d'expansion de l'eau glycolée (#111).....	860
10.4.2.59	Système de traitement chimique (#78)	860
10.4.2.60	Système de filtre (#118), pour l'eau	862
10.4.2.61	Saumure.....	862
10.4.2.62	Eau glycolée	864
10.4.2.63	Pompes (#52), (#68), (#81), (#90), (#104), circulateurs (#116), (#117).....	864
10.4.2.64	Base des pompes (D/R-04-a), (D/R-04-b)	867
10.4.2.65	Refroidisseur de fluide (#106)	868
10.4.2.66	Interrupteur de vibration (#102).....	870
10.4.2.67	Filtre à air en polypropylène noir (#66).....	872
10.4.2.68	Thermomètres (#58), (#108)	872
10.4.2.69	Manomètres (#54), (#84), (#96).....	873
10.4.2.70	Filtre à tamis de type Y, (#64), (#71), (#97)	874
10.4.2.71	Filtre à poche (#60)	875
10.4.2.72	Purgeur d'air (#113) EG	875
10.4.2.73	Soupape trois voies modulante motorisée (#105)	876
10.4.2.74	Soupape thermostatique de régulation de débit (#114).....	876
10.4.2.75	Joint flexible tresse (#94) sur tuyauterie en acier.....	876
10.4.2.76	Raccord anti-vibration (#76) sur bassin d'eau (#82).....	877
10.4.2.77	Unité de pressurisation d'eau glycolée (#112)	877
10.4.2.78	Calorifuge de type élastomère souple.....	878
10.4.2.79	Calorifuge de type polyisocyanurate	878
10.4.2.80	Chemisage.....	878
10.4.3	Conception et performance.....	879
10.4.3.1	Généralités.....	879
10.4.3.2	Portée des travaux en réfrigération, options « A » et « B ».....	879
10.4.3.3	Portée des travaux en tuyauterie et équipements (autres que réfrigération)	883
10.4.3.4	Portée des travaux non inclus sous 1A présente, mais inclus sous d'autres PARTIES, chapitre 10 du CEP.....	885
10.4.3.5	Refroidisseur de fluide (#106).....	885
10.4.3.6	Références (calorifuge).....	886
10.4.3.7	Définition (calorifuge)	887
10.4.3.8	Étendue des travaux (calorifuge).....	887
10.4.3.9	Usage et localisation (calorifuge)	887

10.4.3.10	Installation du calorifuge (généralités).....	887
10.4.3.11	Calorifuge de type élastomère souple.....	888
10.4.3.12	Calorifuge de type isocyanurate multi-épaisseurs.....	888
10.4.3.13	Support pour tuyauterie.....	889
10.4.3.14	Identification.....	891
10.4.3.15	Nettoyage du chantier.....	897
10.4.3.16	Séquences de contrôle pour le système de réfrigération.....	897
10.5	Séquences de contrôle, réfrigération R-717.....	898
10.5.1	Contexte.....	898
10.5.1.1	Architecture du réseau primaire et secondaire.....	899
10.5.1.2	Portée des travaux.....	899
10.5.2	Équipements et accessoires.....	911
10.5.3	Conception et performance.....	919
10.5.3.1	Système, Mode aréna fermé (hors saison).....	919
10.5.3.2	Système, Mode aréna ouvert (en fonction).....	920
10.5.3.3	Point de consigne de dalle.....	920
10.5.3.4	Température de retour de la saumure v/s mode de fonctionnement.....	921
10.5.3.5	Système de réfrigération à l'ammoniac (REF-AMO).....	923
10.5.3.6	Système de rejet de chaleur, glycol.....	932
10.5.3.7	Système d'eau du bassin du refroidisseur de fluide.....	933
10.5.3.8	Système de refroidissement d'huile et du bâti des compresseurs (glycol).....	934
10.5.3.9	Système de saumure.....	935
10.5.3.10	Système de chauffage du sol (saumure).....	936
10.5.3.11	Système de préchauffage de l'eau chaude domestique.....	937
10.5.3.12	Système de distribution d'eau chaude domestique.....	939
10.5.3.13	Système de distribution de chaleur (eau chaude, glycol).....	941
10.5.3.14	Modulation en séquence thermopompes et chaudières :.....	945
10.5.3.15	Système de détection d'ammoniac.....	956
10.5.3.16	Système de neutralisation d'ammoniac :.....	963
10.5.3.17	Système de ventilation et d'évacuation de chaleur VA-1/VE-1 :.....	964
10.5.3.18	Système de ventilation minimale VA-2/VE-2 :.....	965
10.5.3.19	Système d'épuration d'air VA-3/VE-3 :.....	966
10.5.3.20	Système de fonte de neige :.....	967
10.5.3.21	Système de chauffage des gradins.....	968
10.5.3.22	Système de mécanique :.....	969
10.5.3.23	Système de ventilation et déshumidification de l'enceinte UDESH-1 :..	969
10.5.3.24	Système d'aérothermes, 2 x 25 kW :.....	972
10.5.3.25	Système de contrôle de l'éclairage de l'enceinte et des gradins :.....	973

10.5.3.26	Système d'entraînement efv pour le ventilateur du refroidisseur de fluide :	974
10.5.3.27	Système de contrôle d'ambiance, chambre des joueurs :	974
10.5.3.28	Système de ventilation, chambre des joueurs – ECHAN-1 et ECHAN-2 :	974
10.5.3.29	Système de ventilation salle électrique – VE-5 :	977
10.5.3.30	Système de ventilation de la salle mécanique – #VA-8/VE-8 :	978
10.5.3.31	Système d'évacuation du garage de la surfaceuse – #VE-9 :	979
10.5.3.32	Système de fosse de retenue (salle des machines) :	981
10.5.3.33	Système de récupération d'huile :	982
10.5.3.34	Système de purge, douche d'urgence et lave-yeux :	982
10.5.3.35	Système de ventilation/climatisation, monobloc hall/bureaux :	983
10.5.3.36	Système de traitement chimique, eau du bassin (#82), refroidisseur de fluide :	984
10.5.3.37	Système d'éclairage de la patinoire :	985
10.5.3.38	Système de ventilation/chauffage des vestibules, bureaux, gradins : ...	985
10.5.3.39	Interface des points de contrôle sur divers équipements :	986
10.6	Local technique R-717	987
10.6.1	Les besoins	987
10.6.1.1	Les besoins concernant notamment :	987
10.6.1.2	Les grandes lignes	987
10.6.1.3	Les issues, la circulation, les fonctions	988
10.6.1.4	Système d'alarme intrusion	989
10.6.1.5	Systèmes de ventilation	993
10.6.1.6	Système de neutralisation R-717 :	995
10.6.2	Test d'étanchéité	995
10.6.2.1	Généralités	995
10.6.2.2	Équipements et accessoires de test	999
10.6.2.3	Conception et performance	1003
10.6.3	à venir	1006
10.6.4	à venir	1006
10.6.5	à venir	1006
10.6.6	Système de plomberie (local technique de classe B2L)	1006
10.6.6.1	Portée des travaux	1006
10.6.6.2	Équipements et accessoires	1012
10.6.7	Systèmes de ventilation (local technique de classe B2L)	1018
10.6.7.1	Généralités	1018
10.6.7.2	Équipements et accessoires	1020
10.6.7.3	Conception et performance	1025

10.6.8 PPI (plan particulier d'intervention) de l'entrepreneur (plan des mesures d'urgence).....	1027
10.6.8.1 Avis :	1027
10.6.8.2 L'entrepreneur doit :	1027
10.6.9 PPI (plan particulier d'intervention) de l'arrondissement (plan des mesures d'urgence)	1032
10.6.9.1 Avis.....	1032

Liste des tableaux

Tableau 10.1.1 – Dimensions échantillons (dalle réfrigérante)	648
Tableau 10.1.2 – Dimensions échantillons (sys. ch. sous dalle)	649
Tableau 10.1.3.1 – Échangeur de chaleur, coquille-tubes.....	649
Tableau 10.1.3.2 – Pompe de saumure (sys. ch. sous dalle)	650
Tableau 10.1.4 – Spécification de l’isolant rigide, sous dalle	651
Tableau 10.1.5 – Dimensionnement des chaises pour une dalle de 150 mm « 6 »	653
Tableau 10.1.6 – Spécification du béton pour dalle et chape.....	658
Tableau 10.1.7 – Dimensions des dalles réfrigérées	664
Tableau 10.1.8.1 – Désignation des tâches par métier, patinoire intérieure	665
Tableau 10.1.8.2 – Désignation des tâches par métier, patinoire extérieure.....	669
Tableau 10.1.9 – Conditions de mise en service	747
Tableau 10.1.10 – Abaissement de la température, nouvelle dalle.....	748
Tableau 10.2.1 – Propriétés requises de la saumure.....	771
Tableau 10.2.2 – Masse de chlorure de calcium 77-80% requise pour le réajustement du poids spécifique des saumures	779
Tableau 10.2.3 – Masse de chlorure de calcium 83-87% requise pour le réajustement du poids spécifique des saumures	780
Tableau 10.2.4 – Masse de chlorure de calcium 94-97% requise pour le réajustement du poids spécifique des saumures	781
Tableau 10.2.5 – Poids de soude caustique / 1000 GalUS de saumure.....	783
Tableau 10.4.1. – Clé des numéros sous les échantillons, dans la figure 10.4.1.....	825
Tableau 10.4.2 – Liste des plans normalisés afférents à cette partie	826
Tableau 10.4.3. – Compresseurs réciproques (#10), (#11.1), (#11.2).....	833
Tableau 10.4.4 – Condenseur à plaques (#200).....	834
Tableau 10.4.5 – Condenseur plaques et coquille (#207).....	837
Tableau 10.4.6 – Refroidisseur de saumure, plaques (#33) + (#133).....	840
Tableau 10.4.7 – Refroidisseur de saumure, plaques et coquille (#34).....	843
Tableau 10.4.8 – Désurchauffeur de récupération de chaleur (#19).....	846
Tableau 10.4.9 – Codes et normes.....	851
Tableau 10.4.10 – Flotte de haut niveau, caractéristiques	853
Tableau 10.4.11 – Draineurs de liquide.....	853
Tableau 10.4.12 – Pompes (#52), (#90), (#104), (#81), (#68).....	866
Tableau 10.4.13 – Circulateurs (#116), (#117)	867

Tableau 10.4.14 – Refroidisseur de fluide (#106).....	870
Tableau 10.4.15 – Échangeur de chaleur, chauffage du sol (#69)	872
Tableau 10.4.16 – Tamis à faible différentiel de pression (#64), (#71), (#97).....	875
Tableau 10.4.17 – Description et identification.....	896
Tableau 10.5.1 – Moteur électrique, nombre maximal de démarrage/heure.....	902
Tableau 10.5.2 – Composantes du local technique	903
Tableau 10.5.3 – Delta T (Δt) de saumure fonction de Tr	922
Tableau 10.5.4 – Fonctionnement de trois compresseurs en Mode 1	926
Tableau 10.5.5 – Fonctionnement de quatre compresseurs en Mode 1.....	927
Tableau 10.5.6 – Fonctionnement de trois compresseurs en Mode 2.....	927
Tableau 10.5.7 – Fonctionnement de quatre compresseurs en Mode 2.....	928
Tableau 10.5.8 – Point de consigne TA-EC	943
Tableau 10.5.9 – Nombre d'étapes actives :.....	950
Tableau 10.5.10 – Position du robinet de dérivation en fonction de la vitesse de rotation (POCHA-3, POCOA-4)	950
Tableau 10.5.11 – TA-EG en fonction de la température extérieure :	952
Tableau 10.5.12 – Position du robinet de dérivation en fonction de la vitesse de rotation (POCHA-2, POCOA-3) :	953
Tableau 10.5.13 – Interconnexions des différents panneaux d'alarme ammoniac :	958
Tableau 10.5.14 – Niveau d'intervention en cas de fuite d'ammoniac :	963
Tableau 10.6.2.1 – Générateur de fumée	999
Tableau 10.6.2.2 – Produits utilisés pour le scellement des conduits	1000
Tableau 10.6.2.3 – Mastic auto-lissant, coupe-feu à base de silicone	1001
Tableau 10.6.2.4 – Ruban isolant en vinyle 50 mm	1002

Liste des figures

Figure 10.1.1 – Section, chaises « M », treillis, barres d’armature	652
Figure 10.1.2 – Raccords en « U »	654
Figure 10.1.3 – Collier de serrage	655
Figure 10.1.4.1 – Adaptateur femelle	655
Figure 10.1.4.2 – Adaptateur mâle	656
Figure 10.1.4.3 – Adaptateur mâle-mâle	656
Figure 10.1.5.1 – Schéma d’ancrage recommandé pour bande de patinoires.....	659
Figure 10.1.5.2 – Schéma d’ancrage non recommandé, pour bande de patinoires.....	660
Figure 10.1.6 – Douilles de poteaux de but	662
Figure 10.1.7 – Chaise d’appui pour l’acier d’armature	662
Figure 10.1.8 – Schéma du caniveau du collecteur de saumure	676
Figure 10.1.9 – Schéma du caniveau des « U ».....	677
Figure 10.1.10.1 – Schéma du système de chauffage du sol fonctionnant avec un caloporteur, une saumure (1 de 2).....	679
Figure 10.1.10.2 – Schéma système de production de chaleur « nh_3 /saumure » (2 de 2)	680
Figure 10.1.11.1 – Caniveau d’alimentation d’air	682
Figure 10.1.11.2 – Plénum, retour d’air dans le caniveau, collecteur de saumure.....	682
Figure 10.1.11.3 – Tuyau de chauffage enrobé de géotextile	683
Figure 10.1.11.4 – Schéma du système de chauffage/ventilation configuré en H.....	683
Figure 10.1.12 – Thermocouple (sonde de temp. dans le sol).....	685
Figure 10.1.13.1 – Section dalle réfrigérée sous bande avec promontoire et avec acier d’armature	685
Figure 10.1.13.2 – Section dalle réfrigérée sous bande sans promontoire et avec acier d’armature.....	686
Figure 10.1.13.3 – Section dalle réfrigérée sous bande, chauffage dans le sol.....	686
Figure 10.1.13.4 – Section de dalle réfrigérée sur chape de béton, sur dalle structurale	687
Figure 10.1.14 – Schéma d’assemblage des composantes sur le collecteur (saumure)	689
Figure 10.1.15 – Purgeur d’air et drain.....	690
Figure 10.1.16.1 – Schéma d’ancrage	690
Figure 10.1.16.2 – Schéma guide (Fig. 16.2)	691
Figure 10.1.16.3 – Schéma poutre en C	692
Figure 10.1.16.4 – Schéma poutre en H	693
Figure 10.1.16.5 – Schéma poutre en cornière.....	694

Figure 10.1.17.1 – Détail des attaches pour barres d'armature et treillis.....	697
Figure 10.1.17.2 – Plan et détail de l'infrastructure d'une dalle réfrigérée.....	698
Figure 10.1.17.3 – Méthodes d'assemblage de l'infrastructure du promontoire.....	699
Figure 10.1.17.4 – Méthodes d'assemblage de l'infrastructure du promontoire à éviter.....	700
Figure 10.1.18.1 – Schéma système de drainage sous une dalle de patinoire.....	708
Figure 10.1.18.2 – Schéma système de drainage d'une dalle de patinoire.....	709
Figure 10.1.19 – Méthode de distribution d'une couche de sable.....	713
Figure 10.1.20.1 – Détails d'installation de la 1 ^{ère} couche de treillis sur les chaises.....	724
Figure 10.1.20.2 – Installation de la 2 ^e couche de treillis par-dessus la 1 ^{ère} couche.....	725
Figure 10.1.21 – Section de dalle structurale et réfrigération.....	734
Figure 10.1.22.1 – Schéma système d'échangeur 2 passes, retour inversé, tuyau périphérique.....	741
Figure 10.1.22.2 – Schéma système d'échangeur 2 passes, retour direct, tuyau périphérique.....	742
Figure 10.1.22.3 – Schéma système d'échangeur, 4 passes, alimenté en son centre.....	742
Figure 10.1.22.4 – Schéma, système purge d'air, éch. Chaleur, dalle réfrigérée.....	744
Figure 10.1.23 – Algorithmes, scan-laser-3d, traitement des données.....	745
Figure 10.2.1a – Hydromètre gradué.....	778
Figure 10.2.1b – Hydromètre.....	778
Figure 10.2.2 – Formes géométriques.....	786
Figure 10.3.1.1 – Section structure aluminium courbe.....	797
Figure 10.3.1.2 – Section structure aluminium droit.....	798
Figure 10.3.1.3 – Ancrage de bande noyé dans le béton.....	798
Figure 10.3.1.4 – Balise des lignes de zone.....	799
Figure 10.3.1.5 – Bas bande jaune.....	799
Figure 10.3.1.6 – Dessus bande rouge.....	800
Figure 10.3.1.7 – Face de bande blanche.....	800
Figure 10.3.1.8 – Seuil de porte.....	800
Figure 10.3.1.9 – Vis de couleur.....	801
Figure 10.3.1.10 – Porte à guillotine électrique.....	801
Figure 10.3.1.11 – Porte accès simple avec verre.....	802
Figure 10.3.1.12 – Porte double 1830 mm (72") avec verre.....	802
Figure 10.3.1.13 – Porte double 1830 mm (72") avec verre.....	803
Figure 10.3.1.14 – Porte guillotine 3660 mm (144").....	803
Figure 10.3.1.15 – Porte joueurs simple sans verre.....	804
Figure 10.3.1.16 – Porte machinerie double 3660 mm (144").....	804

Figure 10.3.1.17 – Porte simple avec verre et filet	805
Figure 10.3.1.18 – Barre de verrouillage et œillet portrait	805
Figure 10.3.1.19 – Charnière à tige libre.....	806
Figure 10.3.1.20 – Charnière ajustable	806
Figure 10.3.1.21 – Loquet de porte ultra-robuste.....	807
Figure 10.3.1.22 – Mécanisme bouton-poussoir.....	807
Figure 10.3.1.23 – Roue à ressort ultra-robuste	808
Figure 10.3.1.24 – Demi-support à baie vitrée pour porte	808
Figure 10.3.1.25 – Support à baie vitrée	809
Figure 10.3.1.26 – Support à baie vitrée, vue générale.....	809
Figure 10.3.1.27 – Support à baie vitrée	810
Figure 10.3.1.28 – Butoir de protection thermoplastique élastomère.....	810
Figure 10.3.1.29 – Boîte de joueur-punition-marqueur 1.....	811
Figure 10.3.1.30 – Boîte de joueur-punition-marqueur 2.....	811
Figure 10.3.1.31 – Boîte de joueur-punition-marqueur.....	812
Figure 10.3.1.32 – Tablette porte-bouteille	812
Figure 10.3.1.33 – Banc des joueurs-punition-marqueur	813
Figure 10.3.1.34 – Pupitre anti-vandalisme.....	813
Figure 10.3.1.35 – Muret diviseur	814
Figure 10.3.1.36 – Revêtement de sol en caoutchouc	814
Figure 10.3.1.37 – Revêtement de sol en caoutchouc	815
Figure 10.3.1.38 – Filet protecteur	815
Figure 10.3.1.39 – Ancrage de but semi-fixe évidé.....	816
Figure 10.3.1.40 – Ancrage de but semi-fixe plein	816
Figure 10.3.1.41 – Charriot à baie vitrée.....	817
Figure 10.3.1.42 – Dispositif de manutention baie vitrée	817
Figure 10.3.1.43 – But professionnel 44”	818
Figure 10.4.1 – AWS D18.2 Stainless Color Chart	824
Figure 10.4.2 – ferrure inox.....	831
Figure 10.4.3 – Illustration sur bande.....	893
Figure 10.4.4 – Liq, Vap, Ammoniac, Haute, Basse.....	893
Figure 10.4.5 – Réservoir de service	893
Figure 10.4.6 – Condenseur	894
Figure 10.4.7 – Saumure	894
Figure 10.5.1 – Local technique, R de C, aréna, télécommunication	906

Figure 10.5.2 – Local technique, mezzanine, passerelle, toiture	907
Figure 10.5.3 – Schéma, séquence des compresseurs, fonction de Tr saumure	922
Figure 10.5.4 – Routine, contrôle sécuritaire du système frigorifique	924
Figure 10.5.5 – Routine, mise sous verrous des équipements de réfrigération	925
Figure 10.6.1.1 – Architecture du local technique, rez-de-chaussée (NAE)	990
Figure 10.6.1.2 – Architecture du local technique, 1 ^{er} étage (NAE)	991
Figure 10.6.1.3 – Architecture du local technique, toiture (NAE)	992
Figure 10.6.1.4 – Schémas du système de ventilation	993
Figure 10.6.1.5 – Schémas du système de neutralisation, soupapes de décharge d’ammoniac :	995
Figure 10.6.2.1 – Schématique, contour arc. local technique	998
Figure 10.6.2.2 – Porte soufflante	1002
Figure 10.6.8.1 – Proposition de pancarte affichée sur la porte de la salle des machines.	1031
Figure 10.6.9.1 – Proposition de pancarte affichée sur la porte de la salle des machines	1035



Patinoires réfrigérées

Le chapitre 10 contient également les annexes suivantes qui peuvent être obtenues sur demande :

Annexe 10.1 – Réfrigération – Plans normalisés

Annexe 10.2 – Plomberie – Plans normalisés

Annexe 10.3 – Télégestion – Plans normalisés

Annexe 10.4 – Électricité – Plans normalisés

Annexe 10.5 – Schéma de distribution de la chaleur

Annexe 10.6 – Code de cadenassage pour la réfrigération

Annexe 10.7 – Détail type d’une fosse-à-neige

Annexe 10.8 – Listes de contrôle

10. Aréna

10.1 Dalle réfrigérée

10.1.1 Généralités

10.1.1.1 Destination

1. Le présent chapitre s'adresse aux professionnels qui doivent produire les plans et devis requis par la Ville de Montréal afin de lancer un appel d'offres aux entrepreneurs généraux pour la construction d'une patinoire réfrigérée.
2. Le cahier des charges doit établir la destination de la dalle réfrigérée et prescrire quelles sont les obligations de l'entrepreneur en ce qui concerne la fourniture des matériaux, échafaudages, outillage et main-d'œuvre nécessaires à la réalisation de tous les travaux, conformément à la présente.
3. Considérant que la distance c/c entre deux tuyaux PE doit être de 4" dans notre parc immobilier, il est important de lire l'article intitulé « Mettre en place l'infrastructure de la dalle réfrigérante » afin de bien saisir les multiples enjeux de la conversion du système de mesure IP à SI.

10.1.1.2 Mise en service, dalle

Cette tâche requiert la création d'une liste dans un tableur, à raison d'une question par ligne à l'intention de l'entrepreneur, rédigée et adaptée par le professionnel en titre.

10.1.1.3 Normes applicables

CSA B 137.1, Polyethylene (PE) pipe, tubing, and fittings for cold-water pressure services

CSA G40.21, Covers the chemical and mechanical requirements for structural quality steel shapes, plates, and bars for use in general construction and engineering purposes.

CSA A23.1:19/CSA A23.2:19, Concrete materials and methods of concrete construction/ Test methods and standard practices for concrete,

ASTM C171-20, Standard Specification for Sheet Materials for Curing Concrete

ASTM D1751-18, Standard Specification for Preformed Expansion Joint Filler for Concrete Paving and Structural Construction (Nonextruding and Resilient Bituminous Types)

ASTM-C920, Standard Specification for Elastomeric Joint Sealants

UL 263, Fire Tests of Building Construction and Materials

ACI 223, Standard Practice for the Use of Shrinkage-Compensating.

10.1.2 Objectifs de conception

10.1.2.1 Documents et échantillons à soumettre

1. Soumettre les échantillons aux fins d'examen selon les tableaux 10.1.1 et 10.1.2 incluant les exigences du présent chapitre. Étiqueter les échantillons en indiquant leur origine et leur destination prévue ainsi que le nom, numéro du projet et numéro du cahier des charges. Les échantillons de tuyaux doivent indiquer clairement les écritures du fabricant permettant d'identifier le produit, le diamètre, la ou les normes de fabrication, le nom du fabricant, la date de fabrication, le numéro de modèle, etc.
2. Aviser le directeur par écrit au moment de la présentation des échantillons de produits. Souligner les écarts qu'ils présentent par rapport aux exigences formulées dans les documents contractuels.
3. Lorsque la couleur, le motif ou la texture fait l'objet d'une prescription, soumettre toute la gamme d'échantillons nécessaires.
4. Les échantillons examinés et approuvés deviendront la norme de référence à partir de laquelle la qualité des matériaux et la qualité d'exécution des ouvrages finis et installés seront évaluées.
5. Avant de procéder à l'achat des matériaux, faire parvenir au directeur, pour fins de visa, un échantillon aux dimensions et caractéristiques indiquées dans les tableaux suivants :

Tableau 10.1.1 – Dimensions échantillons (dalle réfrigérante)

Type	Description	Dimensions
.01	Isolant rigide, 2" (Isolant rigide)	300 x 300 mm
.02	Tuyau de saumure PE 1" ID « Tuyauterie réfrigérante, dalle intérieur »	300 mm
.03	Chaises de type « M » en acier, 4" c/c, figure 10.1.1	300 mm
.04	Raccord mâle en « U » PVC ¾", 4" c/c, figure 10.1.2	Un
.05	Collier grandeur 016 pour tuyau PE 1", figure 10.1.3	Un
.06	Tuyau PVC sch 80, ¾" Ø	300 mm
.07	Tuyau PVC sch 80, 1" Ø	300 mm
.08	Adaptateur femelle 1" Ø, PVC, figure 10.1.4.1	Un
.09	Adaptateur mâle 1" Ø, PVC, figure 10.1.4.2	Un
.10	Adaptateur mâle-mâle 1" Ø, PVC, figure 10.1.4.3	Un
.11	Chaises en thermoplastique, support barres d'armature, figure 10.1.7	300 mm
.12	Barre d'armature de chaque grosseur, ex. : M10, M15,	300 mm
.13	Tuyau de PE 1½" Ø ID, pour fabriquer des manchons	300 mm
.14	Ancrage pour bande de patinoire, figure 10.1.5.1	Un
.15	Tuyau de saumure acier 1" ID, sch 40 « Tuyauterie réfrigérante, dalle extérieure »	300 mm
.16	Treillis métallique, fil de fer #9 (0.1495 po), rectangle de 4 pi x 8 pi, comme échantillon, tailler un coin du rectangle	600 x 600 mm,
.17	RP pour drainer la surface de la dalle réfrigérée, raccordé sur un tuyau de 3 po, couvercle fastiche, bâti et couvercle en bronze.	Produire un DA
.18	RP pour drainer le plancher des deux caniveaux, raccordé sur un tuyau de 4 po, couvercle perforé, bâti et couvercle en bronze.	Produire un DA

Tableau 10.1.2 – Dimensions échantillons (sys. ch. sous dalle)

Type	Description	Dimensions
.21	Collier grandeur 008, pour tuyau PE ½", figure 9	Un
.22	Tuyau de saumure PE ½" ID, (Tuyauterie chaude)	300 mm
.23	Tuyau de PVC sch 80 ¾" (Tuyauterie chaude)	300 mm
.24	Adaptateur femelle ½" Ø, PVC, figure 10.1.4.1	Un
.25	Adaptateur mâle ½" Ø, PVC, figure 10.1.4.2	Un
.26	Adaptateur mâle-mâle ½" Ø, PVC, figure 10.1.4.3	Un
.27	Tuyau de PE 1" Ø ID, pour fabriquer des manchons	300 mm

Tableau 10.1.3.1 – Échangeur de chaleur, coquille-tubes

Type	Coquille et tubes
Destination	Chauffage du sol, sous dalle réfrigérée
Matériel de la coquille	Acier au carbone
Matériel des tubes, diamètre	Acier au carbone, ⅝" Ø
Nombre de passes, côté coquille	Une
Capacité de chauffage	7,5 kW
Fluide à réchauffer dans les tubes	CaCl ₂ à 20,5 %, poids, saumure
Température d'entrée, saumure	40 °F (+4,4 °C)
Température de sortie, saumure	~42,3 °F (+5,7 °C)
Débit de saumure	23,0 gal US/m (1,45 l/s)
ΔP, saumure	1psi (6,9 kPa)
Réfrigérant, dans la coquille	R-717
Température de condensation, HN ₃ (°F)	80 °F (26,7 °C)
Facteur d'encrassement, côté tubes	0,0005 pi ² h°F/Btu (0,00008805 m ² °C/W)
Pression de conception, côté coquille	250 psig (1724 kPa)

Tableau 10.1.3.2 – Pompe de saumure (sys. ch. sous dalle)

Description Usage Composante No.	Saumure Chauffage du sol (#68)
Destination	Système chauffage du sol sous dalle
Identification	P-8
Localisation	Local Technique
Modèle, Vertical en ligne	Bâti en fonte, garnitures en fer
Débit L/s (gal US/m)	1.45 (23.0)
Pression kPa (Pi. de liquide)	? (?)
Fluide	CaCl ₂ 20,5%
Accouplement	Avec entretoise
Moteur	Induction, TEFC
Bâti, hp, V/Ph/Hz, rpm	À déterminer____600/3/60, 1800
RNES (%) à 100 %	89,5

La pompe doit être conforme aux prescriptions de la partie 10.4 du chapitre 10.

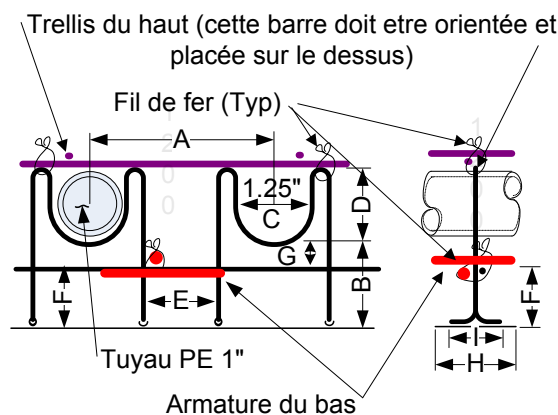
Tableau 10.1.4 – Spécification de l’isolant rigide, sous dalle

Matériaux type	Polystyrène expansé	Polystyrène extrudé
Résistance minimale en compression ASTM D1621 _psi (_kPa)	60 (415)	60 (415)
Panneaux conformes à la norme CAN/ULC S701, type __	3	?
Résistance thermique. R (RSI) minimale, pour 1" (25 mm), à 75 °F (24 °C).ASTM C518, C177 _ pi²h °F/Btu, (_m² °C/W)	4,35 (0,77)	5.0 (0.88) 4,35 (0,77)
	Ne varie pas dans le temps	Varie dans le temps
Absorption d’eau, maximale, conforme à (ASTM D2842, __% par volume	1,5	ASTM C292 0,3%
Résistance minimale en flexion, ASTM C203, __psi (_kPa)	50 (350)	120 (828)
Indice de propagation de la flamme CAN/ ULC-S102.2	240	ASTM E84 10
Indice de propagation de la fumée		ASTM E84 175
Embout de forme __	Carré	Carré
Dimensions __ x __Po (__x__mm)	24 x 96 (610 x 2438)	24 x 96 (610 x 2438)
Épaisseur par panneau __Po (__mm)	2 (51)	2 (51)
Agent de gonflement	PSE = Air	PSE = Agent gonflant
Rev : 20240806		

10.1.2.2 Chaises « M » (réfrigération)

1. Les chaises doivent être fabriquées en fil d’acier de $\frac{3}{16}$ " (4,75 mm) de diamètre. Le fil d’acier est plié, formé et soudé sur une base constituée « d’une bande de tôle d’acier, conforme au modèle de chaise « M » (HWP), illustré à la figure 10.1.1 et dimensionné au tableau 10.1.5.

2. Pour construction, ledit tableau doit être édité et reproduit dans le fascicule spécial produit par le professionnel.
3. En fonction de la destination de la dalle réfrigérée, les dimensions de la chaise vont s'adapter.
4. Le fil d'acier des chaises doit être conforme à la norme CSA G30.3.
5. Patinoire intérieure. Les chaises doivent être fabriquées pour supporter des tuyaux de polyéthylène (PE) 1" (25,4 mm) nominal ID et ayant un diamètre OD de 1.315" (33,4 mm).
6. Patinoire extérieure. Les chaises doivent être fabriquées pour supporter des tuyaux d'acier, sch 40, 1" (25,4 mm) nominal ID et ayant un diamètre OD de 1.315" (33,4 mm).
7. L'OD des tuyaux d'acier est plus gros que l'OD des tuyaux de PE. De plus, un tuyau d'acier ne s'adapte pas si la dimension «C» est trop étroite. Valider aussi la dimension «E», car l'espace entre deux «M» peut être nécessaire pour déposer une passe supplémentaire de tuyaux.
8. Les chaises sont fabriquées en bande de 70" (1778 mm) de longueur, conforme aux dimensions dans ledit tableau.
9. Choisir le modèle de chaise standard, ayant un espacement de 4" c/c entre les tuyaux de l'échangeur de chaleur (ne pas convertir la dimension IP en SI).



© Claude Dumas 2016, 2019

Fig_fasc_13-800N_20191127.vsd

Figure 10.1.1 – Section, chaises « M », treillis, barres d'armature

Tableau 10.1.5 – Dimensionnement des chaises pour une dalle de 150 mm « 6 »

Chaise de type « M », barres d'armature et chaises pour appuyer la tubulure PE, constituant l'échangeur de chaleur, dans la dalle réfrigérée. Vous référer à la figure 10.1.1.

DESCRIPTION		Po.	Po. (STD)
	Nom commun de cette composante	Rink Chair	Rink Chair
A	Espacement c/c des tuyaux de l'échangeur de chaleur	3 1/2"	4"
B	Hauteur, dessous du tuyau	2 15/16"	2 15/16"
C	Logement pour tuyau	1,25"	1,25"
D	Espace pour tuyau. Même que l'OD du tuyau	1,25"	1,25"
E	Logement pour l'armature du bas	1 3/8"	1 3/8"
F	Hauteur du centre de l'armature du bas	1 7/16"	1 7/16"
G	Espace pour l'armature du bas	1 1/2"	1 1/2"
H	Plaque de base (Tôle d'acier galv. 24 ga)	3" x 0,0239"	3" x 0,0239"
I	Pied en broche standard	2,0"	2,0"
	Hauteur de la chaise (B+D)	4 3/16"	4 3/16"
	Treillis du haut, calibre par Structure	6" x 6" à 0/0	6" x 6" à 0/0
	Armature du bas, calibre par Structure	??M	??M
	Tuyau de PE 1,049" = ID et 1,265" = OD		

10.1.2.3 Tuyauterie en PE, réfrigération de la dalle

1. Pour former l'échangeur de chaleur qui contient le caloporteur (saumure) assurant le gel de la dalle réfrigérante, les tuyaux doivent être en polyéthylène noir, conforme à la norme CSA B137.1, PE 1404, ayant les caractéristiques suivantes :
2. Polyéthylène de basse densité, type I (ASTM D1248).
3. Classe : PE 1404, série 75 (pression d'utilisation 517 kPa), résistant à une pression minimale d'éclatement, 2068 kPa.
4. Les dimensions des tuyaux de 1" Ø doivent être 1,049" ID et 0,133" d'épaisseur de paroi.

5. Ledit tuyau doit être identifié et marqué sur toute sa longueur pour indiquer le nom du manufacturier, le pays de fabrication, le no de modèle, la dimension, DWP, la norme et la date de fabrication.
6. Dans le cas où la destination de la dalle réfrigérante est à l'extérieur, la tuyauterie formant l'échangeur de chaleur qui contient le caloporteur (saumure) assurant le gel de ladite dalle doit être en acier noir, 1" ID, sch 40.

10.1.2.4 Tuyauterie en PE, chauffage du sol

1. Pour former l'échangeur de chaleur qui assure le chauffage dans le sol sous la dalle réfrigérante, les tuyaux doivent être en polyéthylène noir, conforme à la norme CSA B137.1, PE 1404, ayant les caractéristiques suivantes :
2. Polyéthylène de basse densité, type I (ASTM D1248).
3. Classe : PE 1404, série 75 (pression d'utilisation 517 kPa), résistant à une pression minimale d'éclatement, 2068 kPa.
4. Les dimensions des tuyaux de ½" Ø, doivent être 0,622" ID et 0,109" d'épaisseur de paroi.
5. Ledit tuyau doit être identifié et marqué sur toute sa longueur pour indiquer le nom du manufacturier, le pays de fabrication, le no de modèle, la dimension, DWP, la norme et la date de fabrication.
6. Dans le cas où la destination de la dalle réfrigérante est à l'extérieur, il n'y a pas de système de chauffage dans le sol sous ladite dalle.

10.1.2.5 Raccords mâles « U »

1. Les raccords mâles « U » de 180°, en PVC, doivent être fabriqués avec du tuyau de PVC ¾", sch 80, machiné aux deux extrémités pour créer des barbelures et plié 180° en forme de « U ».
2. Le tuyau dans sa forme originale doit être conforme à la norme CSA B137.3 (ASTM D1785) et de la dimension décrite ci-dessus.
3. Fonction de l'espacement c/c qui peut être de 4" ou 3½" entre les tuyaux de saumure dans la dalle, la dimension c/c du « U » doit concorder.

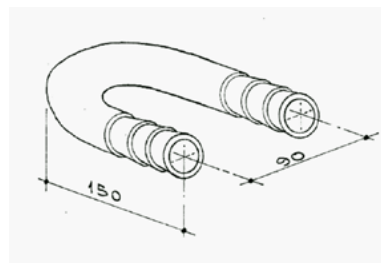


Figure 10.1.2 – Raccords en « U »

10.1.2.6 Colliers de serrage

1. Des colliers fabriqués entièrement en acier inoxydable 316, incluant la vis, modèle de type marin, résistant à l'eau salée ou équivalent approuvé.
2. Grandeur : 16. Largeur de la bande : 12,7 mm. Vis (Hy-Gear®) en acier inoxydable 7,9 mm Ø. Pour tuyaux de 1 $\frac{1}{16}$ " à 1 $\frac{1}{2}$ " (18 à 38 mm Ø).
3. Grandeur : 8. Largeur de la bande : 12,7 mm. Vis (Hy-Gear®) en acier inoxydable : 7,9 mm Ø. Pour tuyaux de $\frac{7}{16}$ " à 1" (11 à 25 mm Ø).
4. Ne pas choisir les colliers trop grands. Il faut couper l'excédent de la bande, car celle-ci sera trop longue sous le calorifuge.



Figure 10.1.3 – Collier de serrage

10.1.2.7 Adaptateur femelle

1. 1"Ø, PVC, SOCXSRFPT SCH80.
2. $\frac{1}{2}$ "Ø, PVC, SOCXSRFPT SCH80.

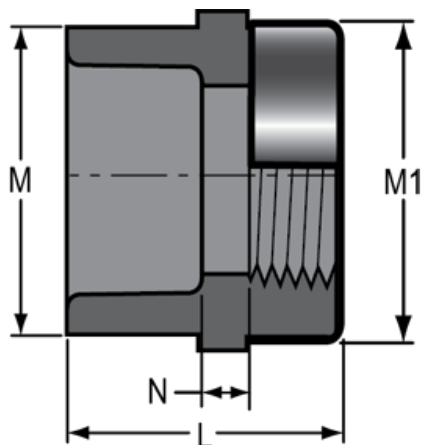


Figure 10.1.4.1 – Adaptateur femelle

10.1.2.8 Adaptateur mâle

1. 1"Ø, PVC, MPTXINSERT SCH80.
2. ½"Ø, PVC, MPTXINSERT, SCH80.

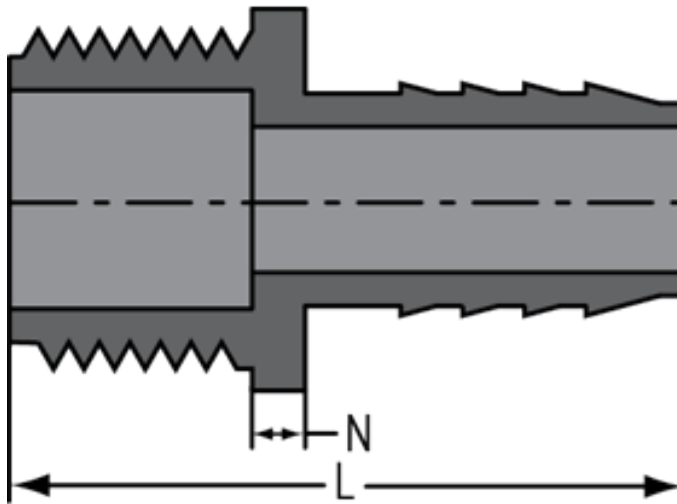


Figure 10.1.4.2 – Adaptateur mâle

10.1.2.9 Adaptateur mâle-mâle

1. 1"Ø, PVC, INSERTXINSERT SCH80.
2. ½ « Ø, PVC, INSERTXINSERT SCH80.

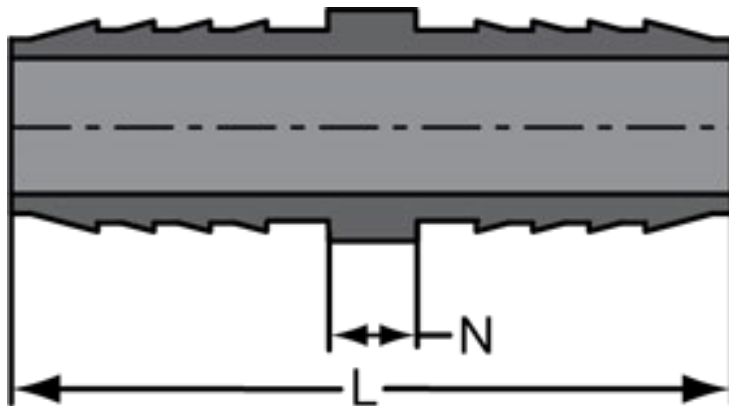


Figure 10.1.4.3 – Adaptateur mâle-mâle

10.1.2.10 Couverture de mûrissement

1. Couverture de mûrissement humide, fabriquée à partir de polyéthylène et recouverte de fibre de cellulose naturelle permettant de maintenir un niveau d'hydratation constant et également réparti sur toute la surface de la dalle.
2. Les couvertures de mûrissement doivent posséder une résistance à la traction conformément à la norme ASTM D882.
3. Les couvertures doivent être conformes ou dépasser les exigences des normes ASTM C171-03, ASTM C171-97a et AASHTO M171-00, qui régissent les produits de mûrissement en feuille destinés au dallage ou chaussées en béton.
4. La capacité de rétention d'eau de mûrissement de la couverture doit être supérieure ou égale à 1,17 l/m².
5. Un rouleau de couvertures de mûrissement mesure 60,91 m x 2,4 m (200' x 8').

Tableau 10.1.6 – Spécification du béton pour dalle et chape

A	B	C	D
Béton conforme aux caractéristiques suivantes			
	Conditionné pour	pose à la pompe	
	Résistance à la compression confirmée par essais	30 MPa à 28 jours	
	Affaissement	80 mm ± 30 (avant) et 130 mm 30 ₍₁₎ (après)	
	Air occlus	Pas d'air	
	Granulat, grosseur maximale	10 mm ₍₂₎	
	Mise en place avec vibreur	Oui	
	Tolérance de planéité	Conforme à l'article intitulé : « Fini de surface, dalle réfrigérée, paramètres de conformités »	
	Coulée de la dalle de patinoire	Sans aucun joint	
	Adjuvant réducteur et compensateur de retrait	CONEX, respectant la norme, ACI 223 ₍₃₎	
	Dosages d'adjuvant réducteur et compensateur de retrait	6 % par masse de liant ₍₃₎	
	Type et teneur en liant ₍₄₎	Selon la recommandation du fabricant et de l'entrepreneur	
	Rapport eau/liant	0,55 ₍₅₎	
	Durcisseur de surface	Non	
	Pigment pour colorer la surface de la dalle	Non	

1. Affaissement acceptable obtenu par l'ajout de plastifiant.
2. Granulat de dimension qui facilite la mise en place du béton.
3. Adjuvant réducteur de retrait, dosage recommandé par le fabricant.
4. Teneur en liant si requis.
5. Ratio eau/liant adapté pour la classe de résistance spécifiée.

10.1.2.11 Ancrages pour bande de patinoires

1. Fabriquer et ajuster la hauteur de l'ancrage pour que le dessus de l'écrou émergeant de la surface du béton soit à la hauteur requise pour ancrer la bande.
2. Pour une épaisseur de dalle sous la bande : Correspondante à $7\frac{1}{2}$ ", la dimension $H = 7\frac{3}{8}$ ".
Correspondante à 6", la dimension $H = 5\frac{7}{8}$ ".
3. Boucher et protéger l'ouverture de l'écrou pendant la coulée du béton.
4. Laisser suffisamment d'espace dans l'écrou pour visser le boulon qui retient la bande.
5. Fixer la base sur la chape de béton.
6. Souder la vis ($\frac{5}{8}$ ") directement sur la base.
7. Souder l'ancrage sur les barres d'armature pour éviter qu'il bouge pendant la coulée du béton.
8. La base d'acier peut être de dimensions $3" \times 3" \times \frac{1}{8}"$ ou $3" \times 9" \times \frac{1}{8}"$ selon le besoin.
9. Il est acceptable de souder un écrou sur la base et d'y visser la vis, taillée de la longueur requise, et de coiffer le tout d'un autre écrou.

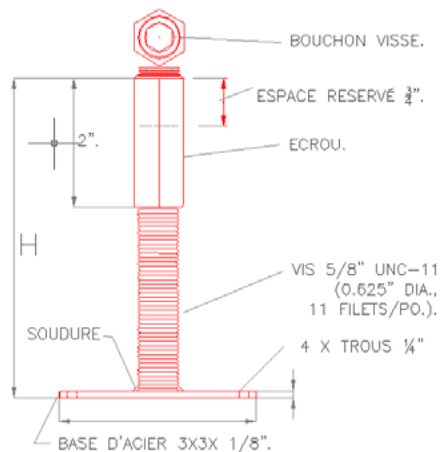
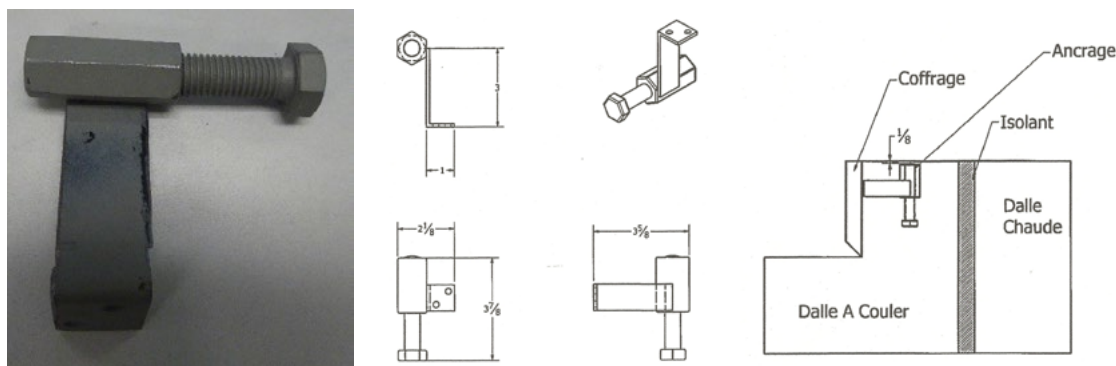


Figure 10.1.5.1 – Schéma d'ancrage recommandé pour bande de patinoires



Ce type d'ancrage a subi un essai sur un de nos projets et son usage n'est pas recommandé.

Figure 10.1.5.2 – Schéma d'ancrage non recommandé, pour bande de patinoires

10.1.2.12 Métal ouvré sur le caniveau des « U »

1. Profilés et plaques d'acier conformes à la norme ACNOR G40.21, type 38; acier galvanisé ayant une capacité de résistance à la rupture de 262 MPa. Applicable sur le caniveau des « U », épaisseur 6 mm ($\frac{1}{4}$ "), chaque plaque ayant une longueur maximale de 760 mm (30").
2. Les plaques sont maintenues en place sur le dessus du caniveau par des encavures dans le plancher de béton bordant le caniveau, conforme à la figure 10.1.9. Ne pas utiliser de vis pour fixer les plaques, car le poids des plaques est suffisant.

10.1.2.13 Dalles préfabriquées en bois (trottoir) sur le caniveau du collecteur

1. Planches de bois traitées 2" x 6", assemblées en panneaux amovibles, de forme rectangulaire, de largeur maximale 24" x L, formant un trottoir en bois.
2. La dimension (L) est la largeur du trottoir.
3. Ces dalles ne doivent jamais porter un chariot élévateur, une nacelle ciseau ou tout autre véhicule, car elles ne sont pas conçues à cet effet.
4. Les dalles sont maintenues en place sur le dessus du caniveau par des cornières ou encavures dans le plancher de béton bordant le caniveau, conforme à la figure 10.1.8. Le poids des dalles est suffisant pour les tenir en place.

10.1.2.14 Grille en caillebotis (ventilation du caniveau)

1. Trois grilles en acier galvanisé à chaud, façonnées en caillebotis, $1\frac{3}{4}$ " x 12" x L.
2. La dimension (L) est la largeur du trottoir en bois.

10.1.2.15 Planche asphaltique

1. Bande pré-moulée en fibre à imprégnation bitumineuse, conforme à la norme ANSI/ASTM D 1751-73/D-545-77.
2. Installation conforme à la figure 10.1.13.3.

10.1.2.16 Calfeutrage

1. Conforme à la norme : ASTM C 920-18, Type S, Grade NS, Classe 25, Usage T, NT, M, G, A, O.
2. Conforme à la norme : UL 263 et CAN2-19.13-M82.
3. Couleur : Gris.
4. Produit acceptable : Silicone.

10.1.2.17 Attaches pour treillis vs chaises et barres d'armature

1. Du fil de fer est requis pour attacher les barres d'armature et fixer les deux rangs de treillis sur les chaises afin de prévenir le soulèvement dudit treillis pendant la coulée du béton de la dalle réfrigérée, conformément aux figures 10.1.17.1, 10.1.17.2, 10.1.17.3, 10.1.20.1 et 10.1.20.2.
2. La figure 10.1.17.4 illustre un assemblage non conforme, à éviter, car la barre d'armature ayant pour fonction de solidariser le promontoire à la dalle est mal positionnée dans l'assemblage.
3. L'usage d'attaches pour câbles de modèle *tie wrap* en remplacement du fil de fer n'a pas été un succès et ne doit pas être répété.

10.1.2.18 Douilles de poteaux de but

1. L'ancrage du but doit être résilient, le but doit pouvoir se déplacer, pour éviter que le joueur qui le frappe ne se blesse. L'usage d'ancrages non résilients a été abandonné dans nos installations en 1985.
2. La douille de poteau de but correspond à l'image qui suit.
3. La figure illustre différents modèles de douille en usage dans nos arénas.
4. Le cylindre s'insère dans la patte du but.
5. La rondelle limite la pénétration de la douille dans la patte et offre une meilleure surface d'appui sur la glace.
6. Le pic sous la rondelle pénètre dans la glace et retient le but en place jusqu'à ce que survienne un impact qui le déplace.



Figure 10.1.6 – Douilles de poteaux de but

10.1.2.19 Chaise d'appui pour l'acier d'armature

1. Un modèle de chaise qui doit servir d'appui à une barre d'acier d'armature dans la dalle de patinoire et prévenir l'affaissement des barres dans le fond de la dalle pendant la construction.
2. Ladite chaise (*Bolster blocks*) est conçue pour offrir un choix dans la hauteur d'appui, soit 1¼" ou 1½", par l'application d'une rotation de 90° autour de l'axe Z.

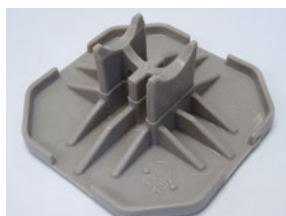


Figure 10.1.7 – Chaise d'appui pour l'acier d'armature

10.1.2.20 Acier d'armature pour le plancher de béton

1. Barres d'armature en acier à haute adhérence (acier HA), à verrous transversaux obliques.
2. La galvanisation de l'acier des barres d'armature et du treillis n'est pas requise pour usage dans une dalle de patinoire.

10.1.2.21 Treillis soudé en panneau

1. Treillis soudé en panneau (acier TS), fabriqué avec du fil d'acier.
2. La galvanisation de l'acier du treillis n'est pas requise pour une dalle de patinoire.

10.1.2.22 Cales de nivellement

1. L'usage de cales de nivellement est rendu nécessaire pour combler l'espace indu entre la chape et la base de la chaise, et corriger l'élévation des rangées de chaises qui doivent être fixées sur ladite chape, dont l'élévation cible est défectueuse, car elle contient des vallées qui doivent être comblées, sous les rangs de chaises.
2. Cales fabriquées soit en acier ou en matière plastique pour insérer sous les rangs de chaises et les niveler.
3. Les cales en matière plastique sont plus faciles à trancher à l'épaisseur désirée (dans un bloc de plastique).

10.1.2.23 Point d'ancrage temporaire (étirement de tuyauterie PE)

1. Forer les trous dans le mur de béton des caniveaux (collecteur de saumure et U) à 610 mm c/c.
2. Pièce d'insertion pour béton.
3. Œil vissé, vissé dans la pièce d'insertion.
4. Barre d'acier d'armature 15 mm attachée sur l'œil vissé avec du fil de fer.
5. Fil de fer.

10.1.2.24 Calorifuge pour tuyauterie de saumure, PE, PVC et acier

1. Le calorifuge sur tuyau PE et PVC est de type souple, en élastomère, homologué selon les normes CAN/ULC-S102 et ASTM C 534, Type 1—Grade 1 Tubulaire. L'épaisseur est $\frac{3}{4}$ ", 25/50, avec deux couches de peinture de surface.
2. Le calorifuge sur la tuyauterie de saumure en acier ou portion de celle-ci doit être de type rigide, mousse polyisocyanurate pour service frigorifique avec pare-vapeur collé à même l'isolant.
 - a. La densité de l'isolant est de 2,0 lb/pi³.
 - b. La température de service est de -190 °C à 150 °C.
 - c. La résistance thermique à 75 °C après 180 jours de vieillissement : est $R = 5,3 \text{ m}^2 \text{ °C/W}$ par pouce d'épaisseur.
 - d. Toute cavité créée entre le tuyau d'acier et le pare-vapeur doit être comblée/injectée avec de la mousse polyisocyanurate sous pression.
 - e. L'épaisseur finale du calorifuge sur le tuyau d'acier doit être composée de deux couches de calorifuge assemblées avec des blocs de forme demi-cylindrique.
 - f. Le pare-vapeur est un papier aluminium de type Kraft-FSK et la chemise est en PVC blanc d'une épaisseur de 0,5 mm avec joint longitudinal ayant un chevauchement minimal de 50 mm.

10.1.3 Critères de conception et performance

10.1.3.1 Avis

1. Le tableau 10.1.7 liste les dimensions des dalles réfrigérées que l'on rencontre dans les installations sportives.
2. La patinoire étant le but premier d'un aréna, le professionnel en titre doit prescrire à l'entrepreneur les points et détails où il est requis de porter une attention particulière et constante au moment de l'exécution des ouvrages prescrits dans le cahier des charges, sous peine pour l'entrepreneur de se voir refuser la réception des travaux et de devoir les reprendre si le directeur les juge non conformes.
3. C'est la structure qui coordonne tous les métiers dans la réalisation d'une patinoire intérieure, tandis que c'est le civil qui assume cette obligation dans la réalisation d'une patinoire extérieure. C'est aussi une responsabilité partagée avec la réfrigération, conformément aux instructions dans les tableaux 10.1.8.1 et 10.1.8.2.

Tableau 10.1.7 – Dimensions des dalles réfrigérées

A	B	C	D
Description	Aire de glace, Pi x Pi	Rayon d'un coin, Pi	Aire de la surface Pi ²
Patinoire			
Std. nord-américain	200' x 85'	R = 28'	16327
Std. olympique	200' x 100'	R = 28'	19327
Non std.	185' x 85'	R = 20'	15382
Non std	180' x 80'	R = 20'	14057
Non std	175' x 75'	R = 20'	12782
Non std	170' x 70'	R = 20'	11557
Curling			
Certains curlings possèdent une dalle réfrigérée construite en sable.			
Std. réglementaire	146' x 14'		2044
Std. ++	146' x 15'		2190
Non std ++	150' x 15'		2250

Ref : 2022 ASHRAE Handbook Refrigeration, IP, p. 44.1 pour les Colonnes A, B, C dudit tableau.

++ inclut 1 pi pour l'installation d'un diviseur, entre deux surfaces de jeux.

10.1.3.2 Désignation des métiers requis pour produire une patinoire réfrigérée

1. Les tableaux 10.1.8.1 et 10.1.8.2 précisent la répartition des tâches parmi les différents métiers de l'industrie de la construction œuvrant à la construction de la dalle, car selon la destination de l'ouvrage (patinoire intérieure ou extérieure), la liste des métiers est variable.
2. De plus, lesdits tableaux constituent une liste des fournitures et installations qui incombent à l'entrepreneur.
3. La définition de la tâche « Montage de la glace » comprend l'application de la couche de peinture blanche, le traçage des lignes, et le traçage des logos et des repères.
4. Ladite tâche ne fait pas partie du présent chapitre.

Tableau 10.1.8.1 – Désignation des tâches par métier, patinoire intérieure

Description		Structure *	Bandes	Calorifuge	Réfrigération NH ₃	Plomberie	Architecture	Ventilation	Contrôles	
Drainage du sol		x								INTÉRIEURE
Drainage et RP de dalle			x			x				
Géotextile		x								
Sable		x								
Compaction		x								
Système de ch. sous dalle Faire un choix du type de sys.	Saumure	x			x					
	Glycol	x			x					
	Air	x						x		
Thermocouples dans le sol		x							x	
Sondes de T, dalle					x				x	
Membranes d'étanchéité		x								
Coordination de tous les métiers		x								

Description		Structure *	Bandes	Calorifuge	Réfrigération NH ₃	Plomberie	Architecture	Ventilation	Contrôles
Coffrage		x							
Dalle de béton		x							
Rapport de conformité dalle		x							
Cure humide de la dalle 72 h		x							
Chape de béton		x							
Cure humide de la chape 72 h		x							
Rapport de conformité chape		x							
Test Laser-Scan-3D (chape)		x							
Nivellement de surface	Sable	x							
	Calorifuge panneaux	x		x					
	Chape	x							
	Béton	x							
Test Laser-Scan-3D (dalle)		x							
Poutres dans le caniveau		x			x				
Calorifuge sous dalle, panneaux		x		x					

Description	Structure *	Bandes	Calorifuge	Réfrigération NH ₃	Plomberie	Architecture	Ventilation	Contrôles	
Calorifuge sur coll. 1", 4", 6" Ø			x						INTÉRIEURE
Calorifuge sur tuyaux 1" Ø et U, dans le caniveau des U.			x						
Chaises fourniture/installation				x					
Nivellement chaises				x					
Cales de nivellement				x					
Collecteur de saumure : Tuyaux et U, en PE, PVC ou acier				x					
Échangeur chaleur dans la dalle, tuyaux PE ou acier				x					
Ancrage pour bande de patinoire		x							
Point d'attache temporaire, figures 10.1.8 et 10.1.9	x			x					
Manchons dans la dalle	x								
Chaises pour acier d'armature	x								
Armature du béton et treillis	x								
Support du trottoir	x								
Trottoir en bois ou acier						x			

Description		Structure *	Bandes	Calorifuge	Réfrigération NH ₃	Plomberie	Architecture	Ventilation	Contrôles	
Caillebotis							x			INTÉRIEURE
Couverture de mûrissement		x								
Arpentage de chape, Rapport		x								
Arpentage de dalle, Rapport		x								
Luminaires de buts			x							
Panneau afficheur			x							
Sys. chauffage du marqueur										
Panneau d'accès SS (purges)					x					
Thermocouples sous dalle		x							x	
Système d'événements, purgeur d'air, accumulé dans l'échangeur de chaleur, dans la dalle					X					
Coffret dans le sol et couvercle de protection du robinet d'évent	Non requis									
Montage de la glace	Hors contrat									
Description Rev : 20240717		Structure *	Bandes	Calorifuge	Réfrigération NH ₃	Plomberie	Architecture	Ventilation	Contrôles	

Tableau 10.1.8.2 – Désignation des tâches par métier, patinoire extérieure

Description		Civil *	Bandes	Calorifuge	Réfrigération NH ₃	Architecture	Contrôles	Électricité	
Drainage du sol		x							EXTÉRIEURE
Drainage et RP		x	x						
Géotextile		x							
Sable		x							
Compaction		x							
Système de ch. sous dalle (NA)	-								
Néants	-								
	-								
Thermocouples dans le sol		x					x		
Sondes de T, dalle					x		x		
Membranes d'étanchéité		x							
Coordination de tous les métiers		x							
Coffrage		x							
Dalle de béton		x							
Cure humide de la dalle 72 h		x							
Rapport de conformité dalle		x							
Chape de béton		x							
Cure humide de la chape 72 h		x							
Rapport de conformité chape		x							
Test Laser-Scan-3D (chape)		x							

Description		Civil *	Bandes	Calorifuge	Réfrigération NH ₃	Architecture	Contrôles	Électricité	
Nivellement de surface	Sable	x							
	Calorifuge panneau	x							
	Chape	x							
	Béton	x							
Test Laser-Scan-3D (dalle)		x							
Poutres dans le caniveau		x			x				
Calorifuge sous la dalle		x							
Calorifuge sur coll. 1", 4", 6" Ø				x					
Calorifuge sur tuyaux 1" Ø et U, dans le caniveau des U				x					
Chaises fourniture/installation					x				
Nivellement chaises					x				
Cales de nivellement					x				
Collecteur de saumure : Tuyaux et U, en PE, PVC, ou acier					x				
Échangeur chaleur dans la dalle, tuyaux PE ou acier	Acier préféré				x				
Ancrage pour bande de patinoire			x						
Point d'attache temporaire, figures 10.1.8 et 10.1.9		x			x				
Manchons dans la dalle		x							
Chaises pour acier d'armature		x							

EXTÉRIEURE

Description		Civil *	Bandes	Calorifuge	Réfrigération NH ₃	Architecture	Contrôles	Électricité	
Armature du béton et treillis		x							
Support du trottoir		x							
Le trottoir en bois ou acier						x			
Caillebotis						x			
Couverture de mûrissement		x							EXTÉRIEURE
Arpentage de la chape, Rapport		x							
Arpentage de la dalle, Rapport		x							
Luminaires de buts			x					x	
Panneau afficheur			x					x	
Système de chauffage du marqueur Néant									
Panneau d'accès SS (purgés)		x			x	x			
Thermocouples sous dalle		x					x		
Système d'événements, purgeur d'air, accumulé dans l'échangeur de chaleur, dans la dalle					x				
Coffret dans le sol et couvercle de protection du robinet d'évent		x			x				
Montage de la glace	Hors contrat								
Description Rev : 20230717		Civil*	Bandes	Calorifuge	Réfrigération NH ₃	Architecture	Contrôles	Électricité	

* Note :

1. La différence entre les deux tableaux porte principalement sur le contenu de la colonne « structure » dans le tableau 10.1.8.1, qui devient la colonne « civil » dans le tableau 10.1.8.2.
2. Les travaux de plomberie et d'électricité dans le tableau 10.1.8.1 sont transférés à civil dans le tableau 10.1.8.2.
3. Les travaux de ventilation dans le tableau 10.1.8.1 ne sont pas requis dans le tableau 10.1.8.2, car la liste est conçue pour une patinoire extérieure, ne requérant pas de système de chauffage dans le sol, sous la dalle réfrigérée.

10.1.3.3 Liste des bonnes pratiques

1. Le béton d'une dalle réfrigérée doit être coulé en continu en ne créant aucun joint froid. La présence d'un ou plusieurs joints froids dans la dalle est un motif suffisant pour refuser la réception des travaux.
2. Le béton requis pour couler la dalle doit provenir de deux usines simultanément afin d'éviter toute possibilité qu'il y ait interruption ou retard dans la livraison du béton au chantier, soit pour cause de bris mécanique à l'usine de béton ou accident de la circulation.
3. Puisque le volume de béton requis pour couler une dalle standard de 6" (150 mm) est d'environ $8163,5 \text{ pi}^3$ (231,2 m³), il vaut mieux commencer les travaux de bonne heure le matin pour terminer avant la fin de la journée.
4. Bien avoir en tête les dimensions de la dalle réfrigérante à construire, car une dalle réfrigérante peut avoir différentes dimensions selon l'usage. Observer le tableau 10.1.7.
5. La tubulure de l'échangeur de chaleur dans la dalle réfrigérante peut être fabriquée soit en acier (1" ID) ou en polyéthylène (PE 1" ID).
6. La tubulure de l'échangeur de chaleur PE, servant à geler la dalle froide ou à chauffer le sol sous la dalle, doit être pressurisée avec de l'eau et maintenue sous pression de 30-35 psig (Max) pendant la fabrication de l'infrastructure et aussi pendant la coulée du béton de la dalle réfrigérée. Si la tubulure dudit échangeur de chaleur est fabriquée avec du tuyau d'acier, elle doit être pressurisée avec de l'azote (N).
7. Lorsqu'une dalle réfrigérée est construite à l'extérieur, il est requis d'utiliser de la tubulure en acier, ce qui permet de produire une dalle de qualité. L'utilisation de tubulure en PE pose un immense défi dans la réalisation de l'ouvrage. Il est très difficile, voire impossible, de contrôler l'expansion thermique du tuyau de PE due aux aléas de la température, car les conditions météorologiques peuvent grandement varier. Le résultat probable et prévisible est un échangeur de chaleur qui est déformé dans les trois axes et qui peut émerger du béton à la surface de la dalle pendant la coulée du béton.
8. Avant l'installation des chaises sur la chape de béton, il est requis d'utiliser un test Scan-Laser-3D pour vérifier si la planéité de la surface de la chape de béton est conforme aux critères dudit contrat (élévation cible).
9. Dans les meilleurs délais, au plus tard le lendemain de la prise de lectures, produire le rapport de conformité de la chape et remettre une copie au directeur. Le livrable comprend le plan Scan-Laser-3D de la dalle réfrigérée à l'échelle 1:100. Ledit plan doit indiquer l'élévation de chaque point et tracer les lignes de contour de sa surface. Ce rapport doit contenir une copie papier plus un fichier PDF dudit plan.
10. Dans l'éventualité où le test démontre que la chape n'est pas conforme à la spécification (élévation cible), il est nécessaire de réaliser les correctifs pour obtenir un Δh qui soit conforme aux exigences du directeur. Les correctifs peuvent consister 1) en des opérations de meulage

des imperfections et la réalisation de collines pour diminuer les différences d'élévation par rapport à l'élévation cible); 2) en l'ajout de cales insérées sous certaines rangées de chaises pour les soulever ou pour combler localement les vallées. Enfin, c'est l'élévation du dessus des chaises qui doit être conforme à l'élévation cible, déterminée par la structure, avant d'entreprendre l'installation de l'acier d'armature, des tuyaux de PE, etc.

11. L'épaisseur de la chape de béton doit être de 50 mm (2"). C'est suffisant pour fixer les chaises et les ancrages des bandes tout en s'assurant que l'infrastructure dans la dalle ne bouge pas pendant les travaux de construction et n'émerge pas au moment de la coulée du béton. La solidité de la chape et sa capacité portante peuvent varier localement, en fonction de la présence ou de l'absence de cavités sous l'isolant rigide. Une dalle réfrigérée extérieure doit être coulée pendant la saison tempérée, soit du début juin jusqu'à la fin octobre. Si la température ambiante descend sous le point de congélation, il est impossible de pressuriser l'échangeur de chaleur avec de l'eau. Un échangeur de chaleur qui a été pressurisé avec de l'eau doit être vidangé et rempli avec de la saumure avant le début de la saison froide.
12. Selon les conditions de sol, une dalle réfrigérante doit être construite conformément à l'un des quatre énoncés suivants :
 - a. déposée sur un sol stable et bien drainé;
 - b. déposée sur une dalle structurale construite sur pieux au-dessus d'un vide technique;
 - c. déposée sur une dalle structurale construite sur pieux au-dessus d'un sol instable;
 - d. déposée sur un ensemble de pieux. Une dalle réfrigérante et structurale est construite au-dessus d'un vide technique ou d'un sol instable, le calorifuge est possiblement exposé à l'humidité dans le vide technique.
13. Pour s'assurer de livrer en fin de processus une dalle réfrigérée de qualité qui satisfait pleinement aux critères prescrits par la présente partie, le professionnel doit inclure dans le cahier des charges un avis à l'entrepreneur stipulant qu'il doit initialement utiliser un système de nivellement au laser pour vérifier la conformité de mise en place de chacune des couches et qu'il doit réaliser les correctifs requis avant de procéder à l'installation de la couche suivante. Se référer à l'article 10.1.3.8 et prendre note que le dessus de la deuxième couche de sable doit être parfaitement plat et compacté avant la pose de la première membrane hydrofuge. Le but est d'éviter de créer des cavités sous les deux épaisseurs d'isolant rigide (dépressions perceptibles par le travailleur qui doit se déplacer sur l'isolant).

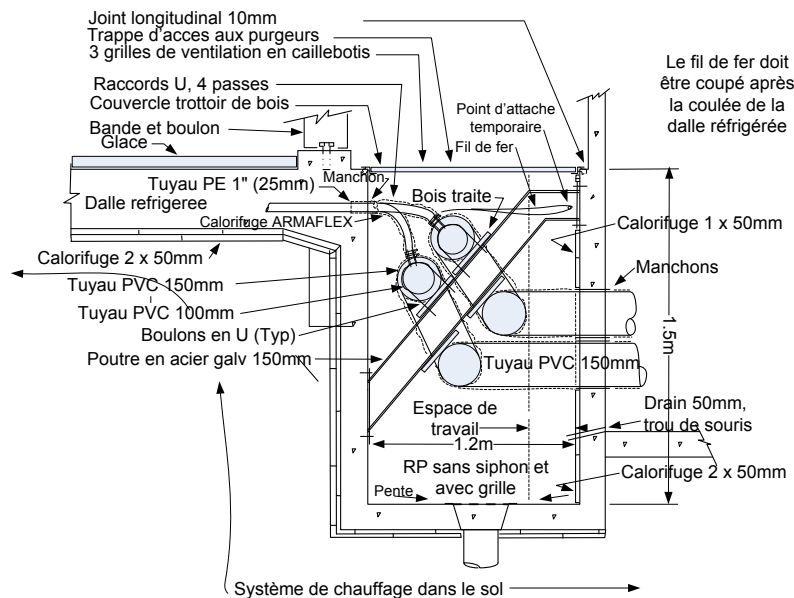
10.1.3.4 Infrastructure du caniveau du collecteur de saumure

Description de la figure 10.1.8.

1. Excavation du sol.
2. Système de drainage du sol, prolongement du système qui draine le sol sous la dalle réfrigérée.
3. Système de drainage composé de 2 RP déversant l'eau par gravité dans un puisard, pas de siphon.

4. Système de deux (2) RP ayant un bâti en bronze, équipé d'une grille en bronze.
5. Puisard raccordé à l'égout du bâtiment, fonctionnant par gravité ou pompé.
6. Le géotextile.
7. Une première couche de sable.
8. Un prolongement du système de chauffage sous la dalle. L'échangeur de chaleur dudit système doit être déposé dans le sol, en dessous de la couche de calorifuge, jamais dans la dalle de béton du caniveau.
9. Une seconde couche de sable.
10. Un système de membrane hydrofuge sur le mur de fondation.
11. Un système d'isolant rigide et d'une membrane hydrofuge, un prolongement du système de calorifuge sous la dalle réfrigérante.
12. Chaise en thermoplastique pour soutenir les barres d'armature (*Bolster bar, Bolster blox*, figure 10.1.7).
13. Coffrage et ferrailage du plancher du caniveau.
14. Coulée de béton du plancher, pente vers les RP.
15. Coffrage et ferrailage des murs du caniveau.
16. Insertion des manchons en PE 1½" Ø (40 mm), 4" (100 mm) de longueur.
17. Un point d'ancrage sur toute la longueur du caniveau pour attacher temporairement les « U » et les collecteurs, soit tendre les tuyaux de PE pendant la coulée du béton de la dalle réfrigérée.
18. Une structure requise pour porter les collecteurs de saumure (réfrigération et chauffage du sol), composée d'un système de poutres en acier galvanisé à chaud (après fabrication par soudure), composé de profilés en C 4" x 2", ou de poutres en acier galvanisé, composé de profilé cornières 4" x 4" (construction boulonnée, utilisant des boulons en acier galvanisé ou en inox) :
 - a. La largeur de la semelle des poutres en (i) doit être de 150 mm, tandis que celle des poutres en C et des cornières doit être de 100 mm pour recevoir les trous pour les boulons en « U ». Figures 10.1.16.1, 10.1.16.2, 10.1.16.3, 10.1.16.4, 10.1.16.5.
 - b. L'espacement maximal des poutres doit être de 1 800 mm.
 - c. Ne pas utiliser de poutres HSS pour fabriquer le système d'appui du collecteur de saumure.
19. Le collecteur de saumure est fabriqué avec des tuyaux de 100 mm (4" Ø) et 150 mm (6" Ø).
20. Les boulons en « U » doivent être en acier galvanisé ou inox 316, de dimension suffisante pour contenir le calorifuge et le tuyau, dans une configuration guide et ancrage, figures 10.1.16.1 (ancrage), 10.1.16.2 (guide), 10.1.16.3, 10.1.16.4, 10.1.16.5.
21. Comme calorifuge sur les tuyaux de PVC et de PE de 4", 6" et 1" Ø, utiliser le calorifuge de type souple, composé d'élastomère 19 mm (¾") incluant la peinture afférente comme chemisage. Le type de calorifuge doit être conforme à l'article 10.1.2.24.

- 22.** Comme calorifuge sur le tuyau d'acier, utiliser une épaisseur de 2" de calorifuge polyisocyanurate, recouvert d'une chemise, coupe-vapeur en PVC. Le type de calorifuge doit être conforme à l'article 10.1.2.24.
- 23.** Le couvercle du caniveau doit être un trottoir en planches de bois traité, de 39 mm d'épaisseur, assemblées en plaques de 24" x L (L = largeur du trottoir), soutenues aux extrémités par une structure fabriquée en cornières d'acier galvanisé incrustées dans le béton.
- 24.** Laisser ¼" d'espace libre de chaque côté de chaque plaque et 1/8" entre chaque planche de bois.
- 25.** Selon la largeur du caniveau, le point milieu dudit trottoir doit être appuyé sur une structure en acier galvanisé, fabriquée avec des cornières d'acier 40 x 40 mm formant des poutres et des colonnes dont la patte est appuyée au sol et au mur sur une section de cornière de 100 x 50 mm, boulonnée au plancher et au mur du caniveau.
- 26.** Trois grilles de ventilation par gravité sont requises. Il s'agit de trois grilles en caillebotis installées dans le trottoir en bois. Le niveau définitif des grilles doit être le même que celui des planches de bois.
- 27.** Trois portes d'accès en acier inox 316 ou 314 sont requises pour l'accès aux événements et au manomètre du collecteur de saumure.



Le schéma du caniveau du collecteur de saumure (TYP)

Ver: 23 aout 2012
© Claude Dumas

Schema_caniveau_collecteur_23aout2012.vsd

Note :

1. La largeur minimale du caniveau doit être de 1200 mm.
2. À prévoir des colonnes en acier galvanisé pour porter le centre des planchers en bois traité.

Figure 10.1.8 – Schéma du caniveau du collecteur de saumure

10.1.3.5 Infrastructure du caniveau des « U »

1. Description de la figure 10.1.9.
2. Système de drainage du sol, prolongement du système qui draine l'eau sous la dalle réfrigérée.
3. Drainage de 2 RP déversant l'eau par gravité dans un puisard, pas de siphon.
4. Deux (2) RP ayant un bâti en bronze, équipé d'une grille en bronze.
5. Le géotextile.
6. Une première couche de sable.
7. Système de chauffage, un prolongement du système de chauffage sous la dalle. (L'échangeur de chaleur dudit système doit être déposé dans le sol, en dessous de la couche de calorifuge, jamais dans la dalle de béton du caniveau).
8. Une seconde couche de sable.

9. Un système de membrane hydrofuge, sur le mur de fondation.
10. Un système d'isolant rigide et d'une seconde membrane hydrofuge, un prolongement du système sous la dalle réfrigérante.
11. Chaise en thermoplastique pour appuyer les barres d'armature (*Bolster bar, Bolster Blox*, figure 10.1.7).
12. Coffrage et ferrailage du plancher et des murs du caniveau.
13. Manchons en PE 40 mm (1½").
14. Un point d'ancrage sur toute la longueur du caniveau pour attacher temporairement les « U » et tendre les tuyaux de PE pendant la coulée du béton de la dalle réfrigérée.
15. La coulée du béton du caniveau en même temps que celle de la dalle réfrigérée.
16. La pente du plancher pour drainer l'eau dans les deux RP.
17. Les raccords mâles, tuyaux PVC « U », conformes à la figure 10.1.2.
18. Le couvercle du caniveau, un trottoir en plaques d'acier striées, galvanisées à chaud, retenu en place par des cornières en acier galvanisé qui sont incrustées dans le béton.
19. Comme calorifuge sur les tuyaux PE 1" Ø, les « U » ¾" Ø et les colliers, utiliser le calorifuge de type souple, composé d'élastomère 19 mm (¾") incluant la peinture afférente comme chemisage. Le type de calorifuge doit être conforme à l'article 10.1.2.24.
20. L'usage du calorifuge ZONOLITE, en vrac ou autre, est inacceptable dans le fond du caniveau car, sans une analyse de laboratoire, il est impossible de déterminer s'il contient de l'amiante.

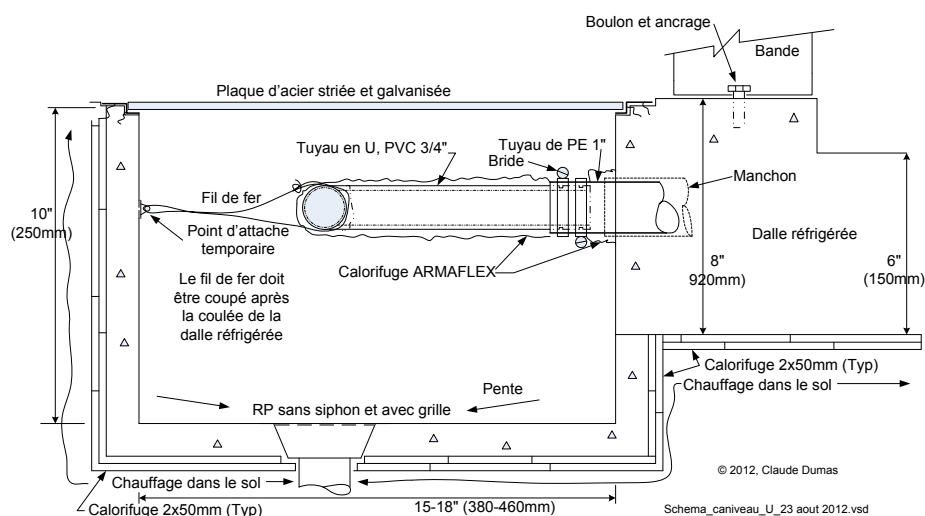


Schéma du caniveau des U (NAE)

Figure 10.1.9 – Schéma du caniveau des « U »

10.1.3.6 Infrastructure du système de chauffage dans le sol, sous la dalle

1. Description des figures 10.1.10.1 et 10.1.10.2
2. La figure 10.1.10.1 représente l'infrastructure d'une dalle de 85' x 200' x R = 28', utilisant un système de chauffage hydronique.
3. Un système de chauffage électrique dans le sol est inacceptable, car selon notre longue expérience en la matière, ces systèmes ne sont pas durables. Ils sont très fragiles et prédisposés à la corrosion, qui peut être rapide, en fonction des conditions du sol. La remarque s'applique aux systèmes de chauffage par treillis ainsi qu'aux systèmes de chauffage par câbles utilisant une isolation minérale de type MIC.
4. La puissance de chauffage requise pour prévenir la pénétration du pergélisol sous la dalle de patinoire est de 7,5 kW pour une patinoire de dimension nord-américaine standard et à la condition que ladite patinoire soit équipée d'une couche isolante de polystyrène de 100 mm d'épaisseur.
5. Le caloporteur du système de chauffage dans le sol, sous la dalle, suit cet ordre de préférence : la saumure, l'air, le glycol.
6. L'ordre de mise en place des différentes couches d'infrastructure requises pour la réalisation d'un système de chauffage du sol est illustré à la figure 10.1.13.3.
 - a. L'excavation du sol.
 - b. Le géotextile sur le sol.
 - c. Le système de drainage du sous-sol.
 - d. Le système de tuyaux de drainage de 100 mm Ø, perforés, enrobés de géotextile.
 - e. Le système de tuyau collecteur de drainage qui se draine par gravité dans un puisard.
 - f. Le puisard raccordé à l'égout du bâtiment, par gravité ou pompé.
 - g. Déposer une première couche de sable.
 - h. Déposer le système d'échangeur de chaleur qui est requis pour chauffer le sol, utiliser une tubulure de PE ½" ID, conforme à la « tuyauterie réfrigérante », puissance maximale 7,5 kW.
 - i. Utiliser des « ∩ » de fixation, en broches d'acier qui doivent être piquées dans le sable et le sol pour retenir la tubulure en place avant et pendant son recouvrement avec du sable.
 - j. Déposer une seconde couche de sable.
 - k. Déposer le système de collecteur composé de tuyaux en PVC qui alimentent en caloporteur l'échangeur de chaleur dans le sol.
 - l. Le système de chauffage doit être mis sous pression avec de l'eau (30-35 psig).
 - m. Un système de manomètre témoigne de l'intégrité du système de chauffage pendant les travaux de construction.

- n. Éviter de superposer deux tuyaux, car il y a risque qu'ils soient écrasés lors de la compaction du sol. S'il est impossible de ne pas superposer deux tuyaux, il est requis d'insérer localement une armure autour du tuyau en position supérieure.

Notes applicables à la figure 10.1.10.1 :

1. Le tuyau de PE qui est enfoui dans le sol sous la dalle doit être $\frac{1}{2}"$ Ø, espacé de 24" et chaque ensemble de deux circuits doit être entrelacé pour un espacement de 12".
2. Le tuyau de PE 1" Ø, espacé de 36" c/c est parfois utilisé pour chauffer le sol sous la dalle, là où chaque ensemble de deux circuits est entrelacé pour un espacement de 18". C'est une solution qui fonctionne, produisant un surcoût de construction et d'opération.
3. Ne pas oublier qu'une partie du Bhp de la pompe se transforme en friction chaleur, dégagée dans le caloporteur, et sert au chauffage du sol.
4. Calorifier la tuyauterie du collecteur de chauffage pour prévenir la condensation de la vapeur d'eau dans l'air ambiant, car le point de consigne de la température de la saumure qui chauffe le sol est maintenu sous le point de rosée de l'air ambiant dans l'aréna et dans le local technique.

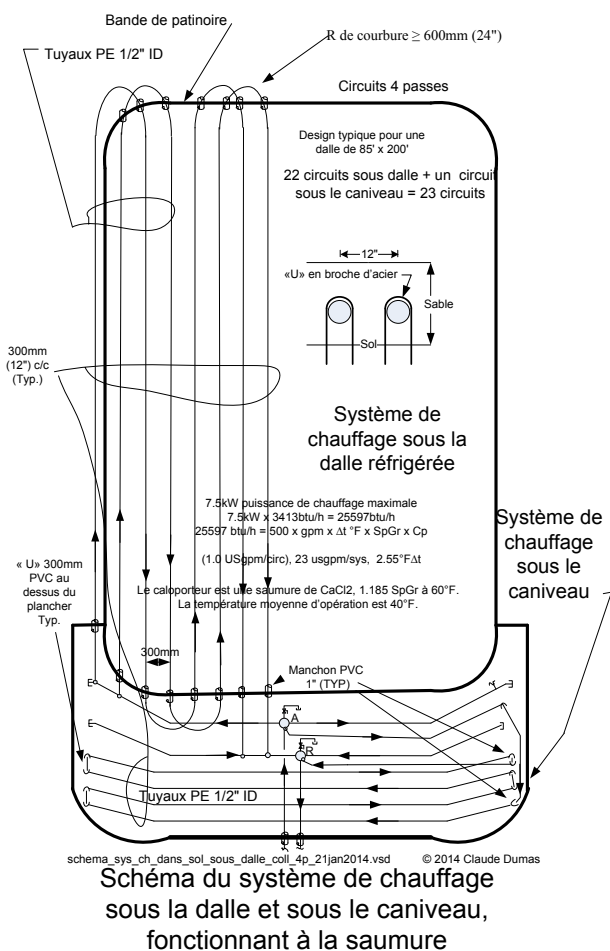


Figure 10.1.10.1 – Schéma du système de chauffage du sol fonctionnant avec un caloporteur, une saumure (1 de 2)

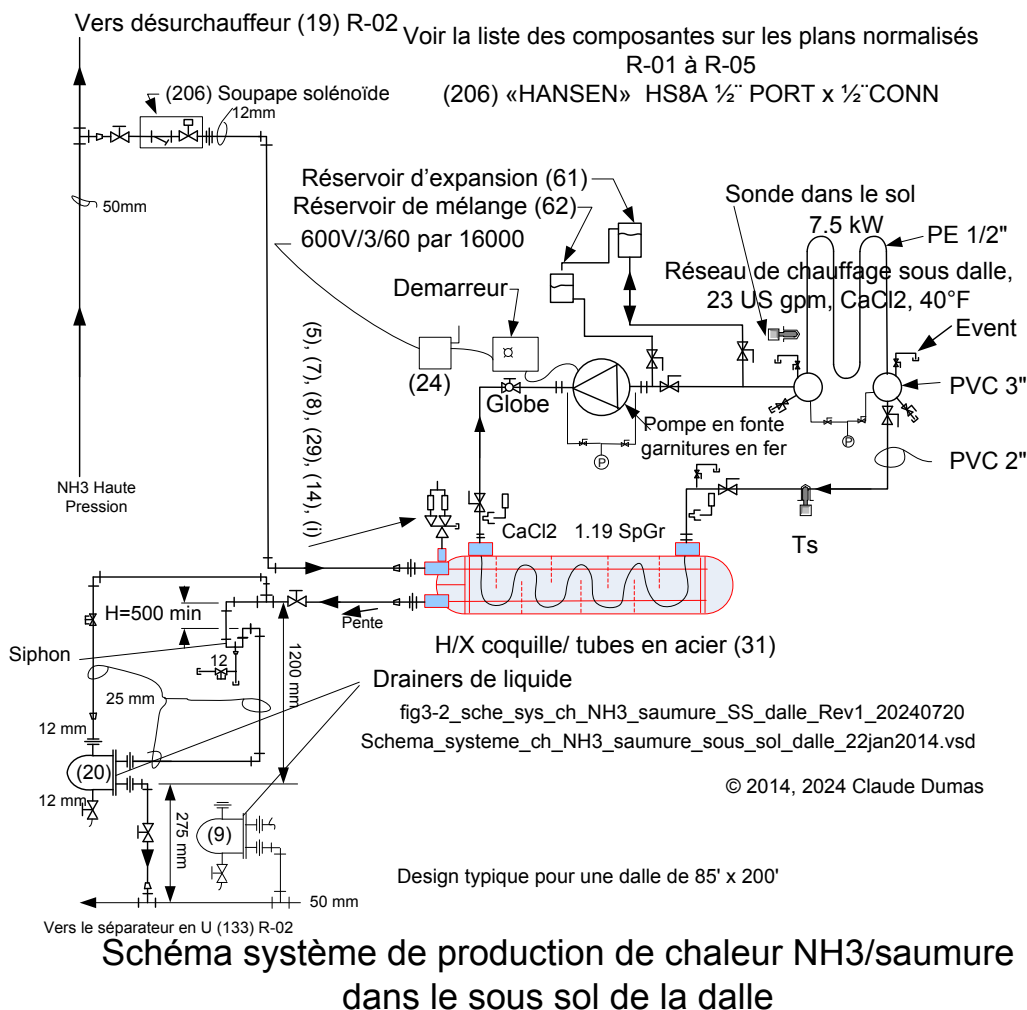
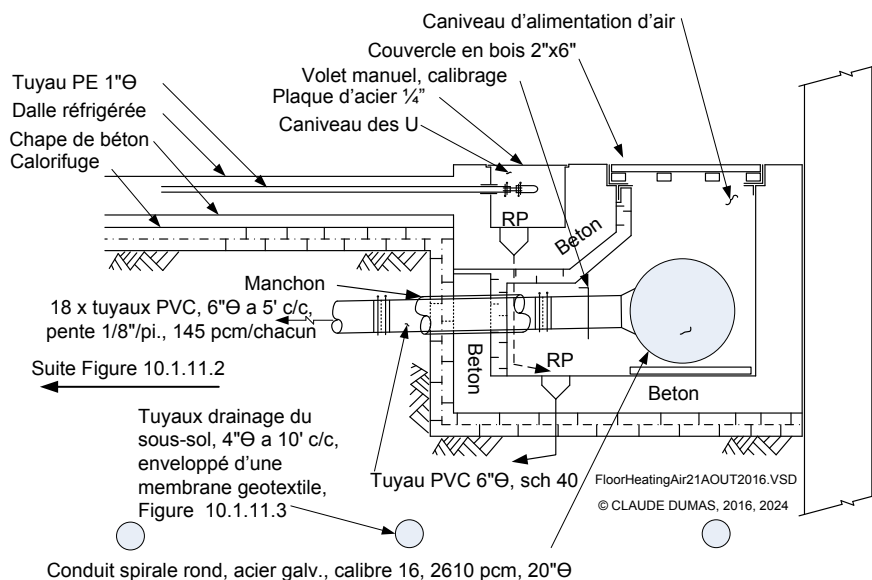


Figure 10.1.10.2 – Schéma système de production de chaleur « nh₃/saumure » (2 de 2)

10.1.3.7 Infrastructure, système de chauffage à l'air dans le sol sous la dalle

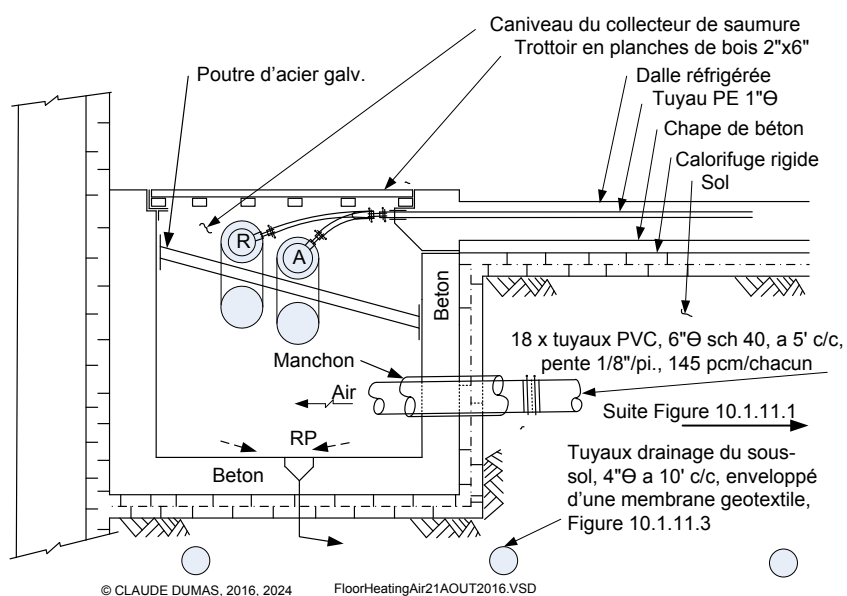
1. Description des figures 10.1.11.1, 10.1.11.2, 10.1.11.3 et 10.1.11.4,
2. La figure 10.1.11.1 représente une dalle de 85' x 200' x R = 28' utilisant un système de chauffage à l'air.
3. Excavation du sol, figures 10.1.11.1 et 10.1.11.2.
4. Ici, l'air agit comme caloporteur.
5. Le géotextile sur le sol.
6. Le système de drainage du sous-sol :
7. Les tuyaux de drainage de 100 mm Ø, perforés, enrobés de géotextile.

8. Le tuyau collecteur de drainage qui se draine par gravité dans un puisard.
9. Le puisard est raccordé à l'égout du bâtiment, par gravité ou pompé.
10. Une première couche de sable.
11. L'échangeur de chaleur est déposé dans le sol, tuyaux fabriqués en PVC, sch 40, 150 mm Ø, équipés de perforations latérales de 16 mm à 130 mm c/c, enrobés de géotextile.
12. Le débit d'air est de 145 pcm/tuyau.
13. Une seconde couche de sable.
14. Le conduit d'alimentation d'air pour le chauffage, conduit de 500 mm Ø, de conception spirale et ronde, fabriqué en acier galvanisé.
15. Le débit du système de chauffage à l'air est de 2610 pcm.
16. Un caniveau est dédié au conduit de chauffage, situé à côté du caniveau des « U » et raccordé sur l'échangeur de chaleur qui est implanté dans le sol.
17. Un volet de balancement de 150 mm Ø est requis sur chacun des tuyaux de l'échangeur de chaleur dans le sol.
18. Le caniveau du collecteur de saumure sert de plénum de retour pour canaliser et retourner l'air utilisé comme caloporteur et chauffer le sol.
19. Un premier édicule de ventilation contient le ventilateur de retour et l'installation électrique afférente.
20. Un second édicule de ventilation contient le ventilateur d'alimentation, les deux persiennes, les trois volets motorisés, les servomoteurs, le serpentin de chauffage électrique de 5 kW, l'installation électrique afférente et le panneau de contrôle.
21. Pour maximiser l'efficacité de ce système de chauffage, il est requis de choisir des ventilateurs de type cabinet où le moteur est installé à l'intérieur dudit cabinet.
22. Ledit système de chauffage requiert deux séquences de contrôle pour couvrir une année.
23. En hiver, l'air alimenté dans l'échangeur est chauffé en circuit fermé par le serpentin électrique et par la chaleur dégagée par les deux ventilateurs.
24. Au printemps, en été et en automne, le système puise l'air chaud à l'extérieur de l'aréna lorsque la température de l'air extérieur est plus chaude que le point de consigne d'alimentation à 5,5 °C (42 °F).



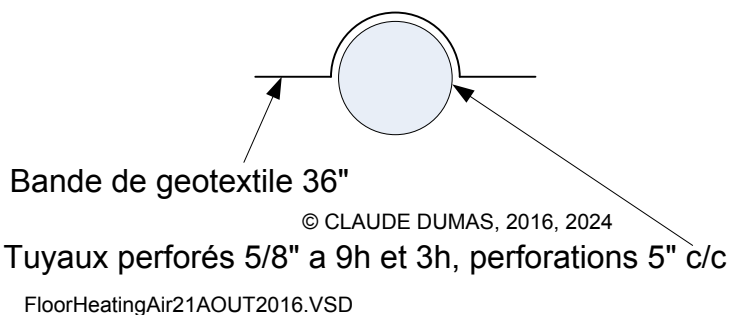
SCHEMA SYST. CHAUFFAGE CONDUIT D'AIR, SOUS DALLE PATINOIRE Figure 10.1.11.1

Figure 10.1.11.1 – Caniveau d'alimentation d'air



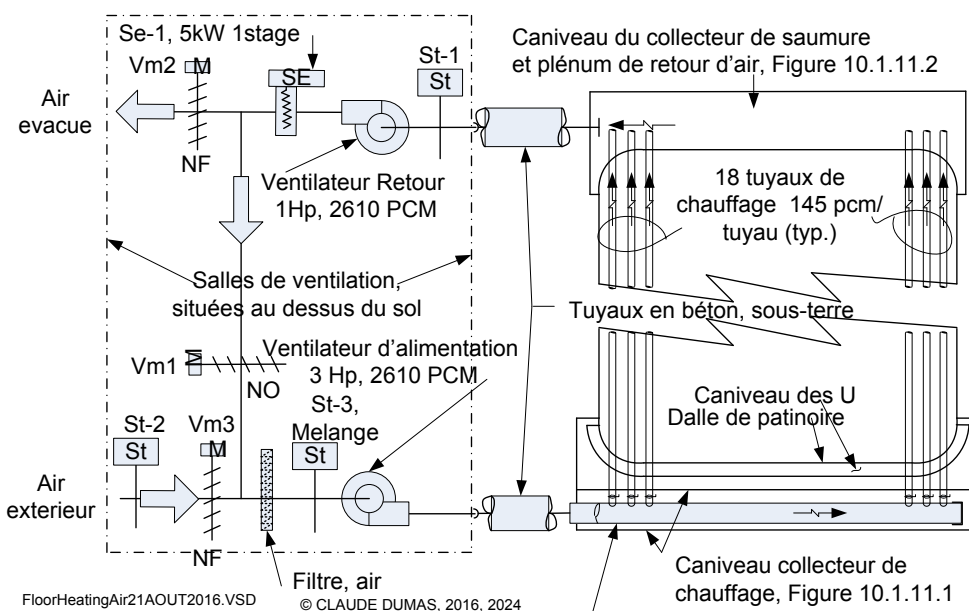
SCHEMA SYST. CHAUFFAGE, CONDUIT D'AIR, SOUS DALLE PATINOIRE Figure 10.1.11.2

Figure 10.1.11.2 – Plénum, retour d'air dans le caniveau, collecteur de saumure



TUYAU DE CHAUFFAGE (TYP.) Figure 10.1.11.3

Figure 10.1.11.3 – Tuyau de chauffage enrobé de géotextile



Conduit collecteur d'alimentation d'air 20"Ø, spirale, rond

SCHEMA SYST. CHAUFFAGE/VENTILATION SOUS DALLE PATINOIRE Figure 10.1.11.4

Figure 10.1.11.4 – Schéma du système de chauffage/ventilation configuré en H

10.1.3.8 Infrastructure de la dalle réfrigérante construite directement sur le sol

1. Description de la figure 10.1.13.3
2. Excavation du sol.
3. Système de drainage du sol, composé d'un arrangement de tuyaux et de collecteurs enrobés de géotextile, qui capture l'eau souterraine et draine par gravité dans un puisard.

4. Système de drainage de la dalle dans un puisard, une tuyauterie afférente, sans aucun siphon pour raccorder et drainer des renvois de plancher (RP).
5. Les deux (2) RP ayant un bâti en bronze, équipé d'un couvercle amovible et étanche pour installation sur la dalle réfrigérante.
6. Géotextile sur le sol.
7. Une première couche de 75 mm de sable fin.
8. Le système de chauffage du sol sous la dalle réfrigérée, 7,5 kW requis, possibilité d'utiliser un système, soit hydraulique ou aéraulique, dépendant de l'instruction contenue dans le PFT.
9. Thermocouples conformes à la figure 10.1.12, dépendant de l'instruction contenue dans le PFT.
10. Une seconde couche de 75 mm de sable fin.
11. Une première membrane hydrofuge de polyéthylène 6 mils.
12. Un système de calorifuge en panneaux rigides ayant une épaisseur totale de 100 mm, joints chevauchants.
13. Une seconde membrane hydrofuge de polyéthylène 6 mils.
14. Une chape de béton de 50 mm, d'une consistance conforme au tableau 10.1.2.11 et telle qu'il soit possible d'y fixer les chaises, appuyer les tuyaux de saumure (PE) et les barres d'armature et les maintenir de niveau.
15. Des cales déposées sur la chape, requises pour niveler les rangs de chaises, lorsqu'installées au-dessus d'une vallée à la surface de la chape.

10.1.3.9 Système de thermocouples dans le sol, sous la dalle réfrigérée

1. Travaux de contrôle.
2. Une section de tuyau de PVC 2", perforée latéralement à 3 h et 9 h, sert de structure pour positionner les thermocouples à l'élévation requise pour la prise de lecture de température du sol.
3. Les thermocouples ainsi que les conduits de télécommunication et de mécanique sont insérés dans le sol à la verticale pour mesurer et suivre la progression du gradient de la température en profondeur pendant la saison de réfrigération.
4. Trois ensembles de cinq (5) sondes de température sur 1,5 m de profondeur reliés à la télégestion, le tout conforme à la figure 10.1.12.
5. L'installation du système de thermocouples n'est pas requise pour tous les projets. C'est le PFT qui précisera si le besoin existe.
6. Ce type d'installation illustré à ladite figure peut être utile pour visualiser et suivre de semaine en semaine la pénétration du gel dans le sol sous la dalle réfrigérée.

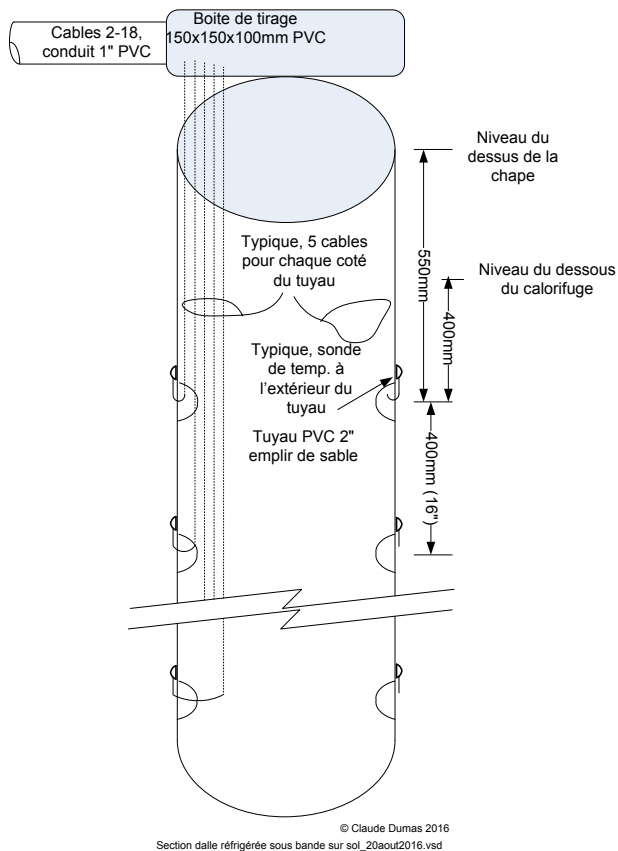


Figure 10.1.12 – Thermocouple (sonde de temp. dans le sol)

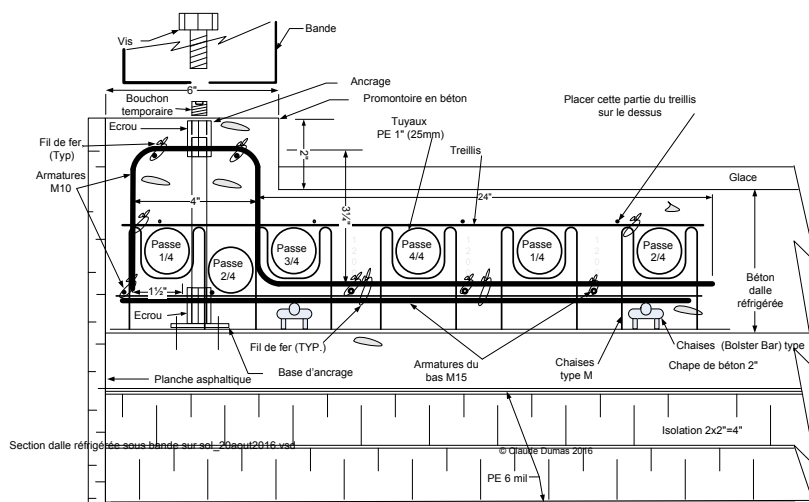
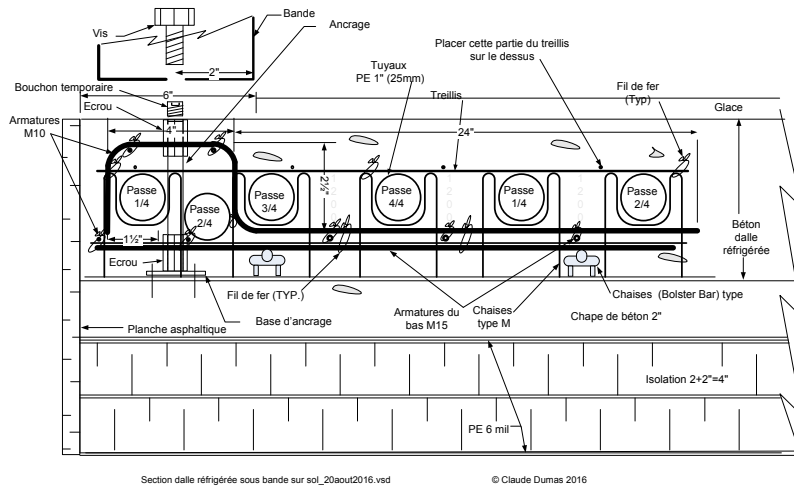


Figure 10.1.13.1 – Section dalle réfrigérée sous bande avec promontoire et avec acier d'armature



Applicable pour une dalle réfrigérée construite à l'extérieur pour permettre l'évacuation de l'eau de pluie en été.

Figure 10.13.2 – Section dalle réfrigérée sous bande sans promontoire et avec acier d'armature

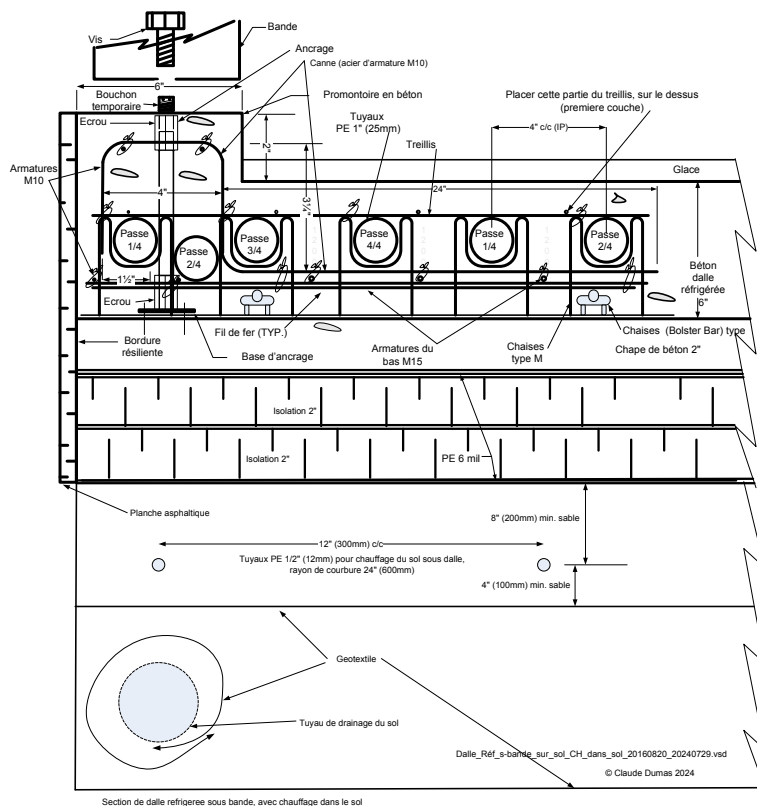
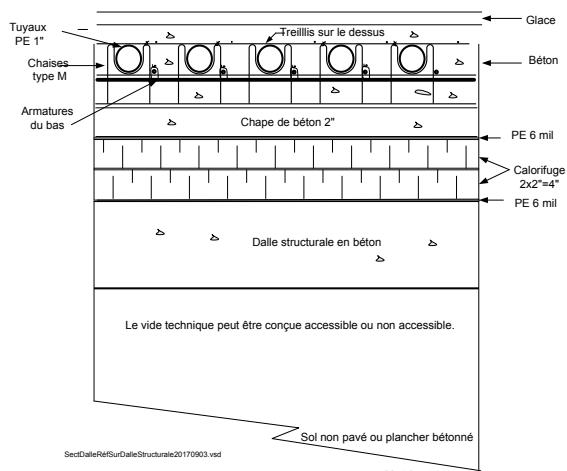


Figure 10.13.3 – Section dalle réfrigérée sous bande, chauffage dans le sol



Section dalle réfrigérée sur dalle structurale et sur vide technique

Figure 10.1.13.4 – Section de dalle réfrigérée sur chape de béton, sur dalle structurale

10.1.3.10 Ferrailage

1. Le treillis doit être fabriqué en acier noir et être attaché sur le dessus des chaises à 610 mm (2') c/c, treillis fabriqué en fil d'acier à mailles soudées à haute adhérence conforme à la norme ACNOR G30.5. Le treillis a un sens d'installation, et il doit être installé conformément aux figures 10.1.1, 10.1.20.1 et 10.1.20.2.
2. L'armature du bas est composée de deux barres d'acier d'armature, calibre 15. Conforme aux prescriptions du fascicule de structure et tenant compte de la dimension « E » dans la figure 10.1.1.
3. Les dimensions du treillis et de l'acier d'armature doivent être conformes aux prescriptions de structure.
4. L'armature pour le béton doit être déposée sur des chaises construites en thermoplastique de 25 mm de hauteur (*Bolster bar* – conforme à la figure 10.1.7) et figures 10.1.13.1 et 10.1.13.2.
5. L'acier d'armature, le treillis et les chaises M doivent être fabriqués avec de l'acier noir au carbone.
6. Pour installation dans une dalle réfrigérée, il n'est pas requis de galvaniser l'acier des chaises, des barres d'armature ni du treillis.
7. La plaque de base des chaises doit être fixée sur la chape de béton pour éviter que l'infrastructure ne bouge ou ne se soulève pendant la coulée (béton) de la dalle réfrigérée.
8. Une série de barres d'acier d'armature ayant la forme d'une canne, calibre 10, de dimensions 600, 90, 110, 120 mm doit être utilisée pour assujettir le promontoire (sous la bande) à la dalle réfrigérée, conformément à la figure 10.1.13.1.

9. Dans le cas où l'on construit une dalle réfrigérée conforme à la figure 10.1.13.2, une série de cannes formées en acier d'armature, calibre 10, de dimensions 600, 40, 110, 70 mm doit être utilisée.
10. Le promontoire doit être armé avec deux barres d'armature dans le haut et deux barres dans le bas, conformément aux figures 10.1.13.1, 10.1.13.2 et 10.1.13.3. L'espacement entre les cannes installées dans le promontoire doit être de 600 mm (2'). Voir la photo de la barre d'armature en forme de canne.

10.1.3.11 Ancrage pour les bandes

1. Il existe différents systèmes d'ancrage pour les bandes, mais ils doivent tous être construits conformément à la figure 10.1.5.1.
2. Les ancrages doivent être mis en place entre le premier et le second tuyau, ancrages alignés, nivelés et espacés selon les détails sur les plans (48" c/c sur le droit et 36" c/c dans les courbes).
3. Installer le système de bandes requis pour la patinoire, incluant le système de porte requis pour la surfaceuse (porte à deux battants) ou une porte-guillotine (avec servomoteur) selon les instructions au PFT.
4. Fixer chaque ancrage sur la chape ou le souder sur les barres d'acier d'armature ou sur le treillis pour éviter qu'il ne bouge pendant la coulée du béton.

10.1.3.12 Collecteur de saumure

L'ordre d'assemblage et l'alignement des composantes sur le collecteur de saumure est illustré.

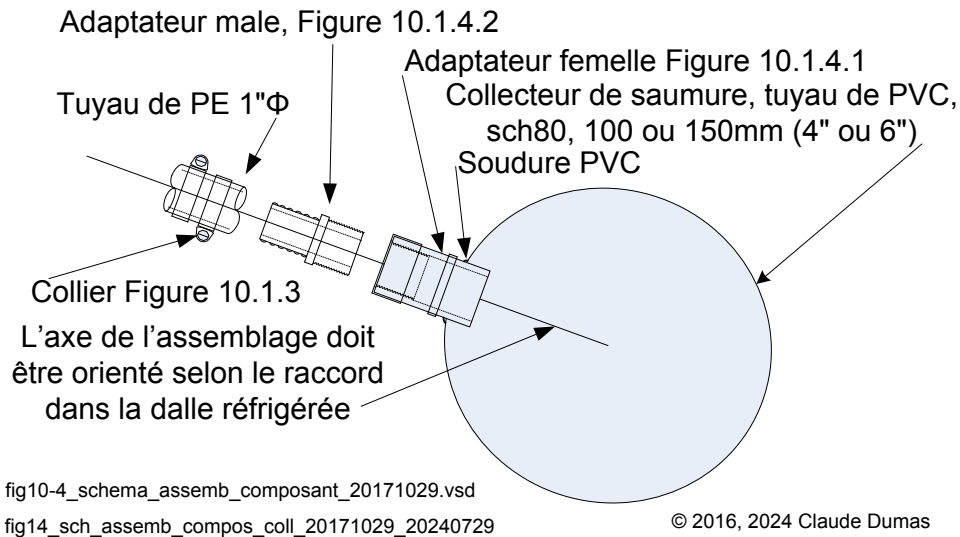


Schéma d'assemblage des composantes sur collecteur, Figure 10.1.14

Figure 10.1.14 – Schéma d'assemblage des composantes sur le collecteur (saumure)

10.1.3.13 Purge d'air sur le collecteur de saumure

1. La purge d'air sur le collecteur de saumure doit être manuelle, fabriquée en tuyau de PVC, ¾" Ø, sch #80, équipée d'un robinet à tournant sphérique, d'une extension de tuyau incluant un coude pour diriger le fluide vers le bas et d'un bouchon vissé, conformément à la figure 10.1.15.
2. En suivant le collecteur de saumure dans la direction de l'écoulement du fluide sur le dessus dudit collecteur, un purgeur d'air est requis avant chaque descente du tuyau.
3. Lorsque le tuyau collecteur requiert un purgeur d'air devant être installé à plus de 3048 mm (10') au-dessus du plancher, le tuyau dudit purgeur, le robinet d'arrêt, le coude 45 (pour diriger le fluide dans un sceau) et le bouchon doivent être accessibles à 1,5 m (5') du plancher sur le mur adjacent à l'installation.
4. L'usage de purgeur d'air automatique dans un système de collecteur de saumure est inacceptable, car son fonctionnement génère une bruine saline et corrosive.
5. L'usage d'un purgeur d'air manuel requiert l'usage d'un boyau pour canaliser l'air et la saumure dans le bassin de mélange ou dans le réservoir d'expansion.

10.1.3.14 Drain sur le collecteur de saumure

Le drain sur le collecteur de saumure doit être fabriqué avec du tuyau de PVC, 1" Ø, sch 80, équipé d'un robinet à tournant sphérique et d'un bouchon vissé, conformément à la figure 10.1.15.

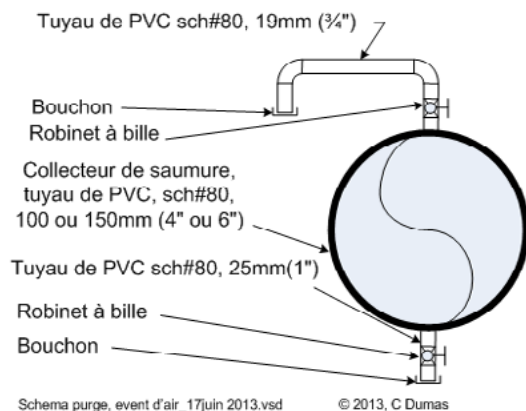
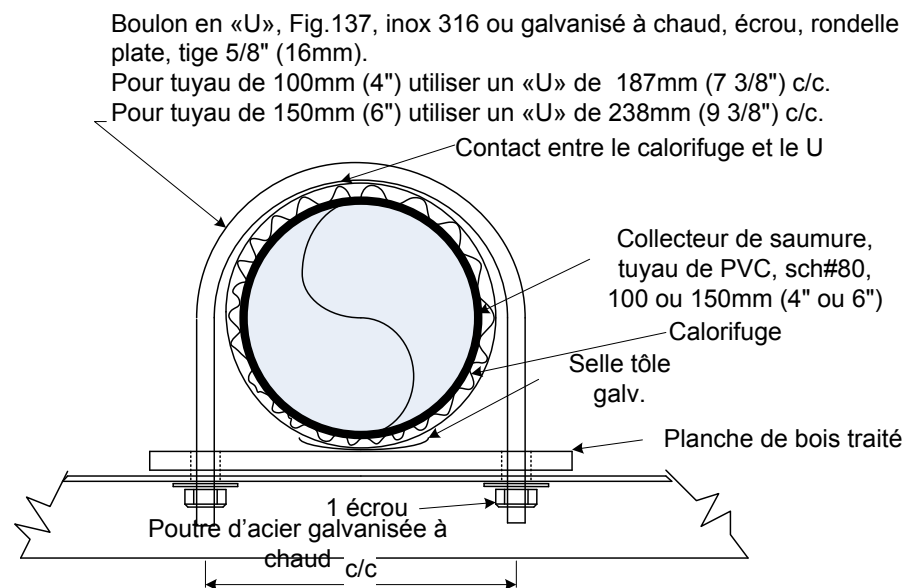


Figure 10.1.15 – Purgeur d'air et drain

10.1.3.15 Ancrage pour le collecteur de saumure

1. Boulon en «U» fabriqué en acier galvanisé ou inox 316, utilisant des rondelles planes et des écrous sous la poutre, bloc de bois sous le tuyau pour ne pas écraser le calorifuge, bloc de bois requis pour niveler le tuyau collecteur qui a un diamètre de 6" Ø ou de 4" Ø. Positionner un berceau en tôle inox 316 sous le tuyau pour ne pas écraser le calorifuge.

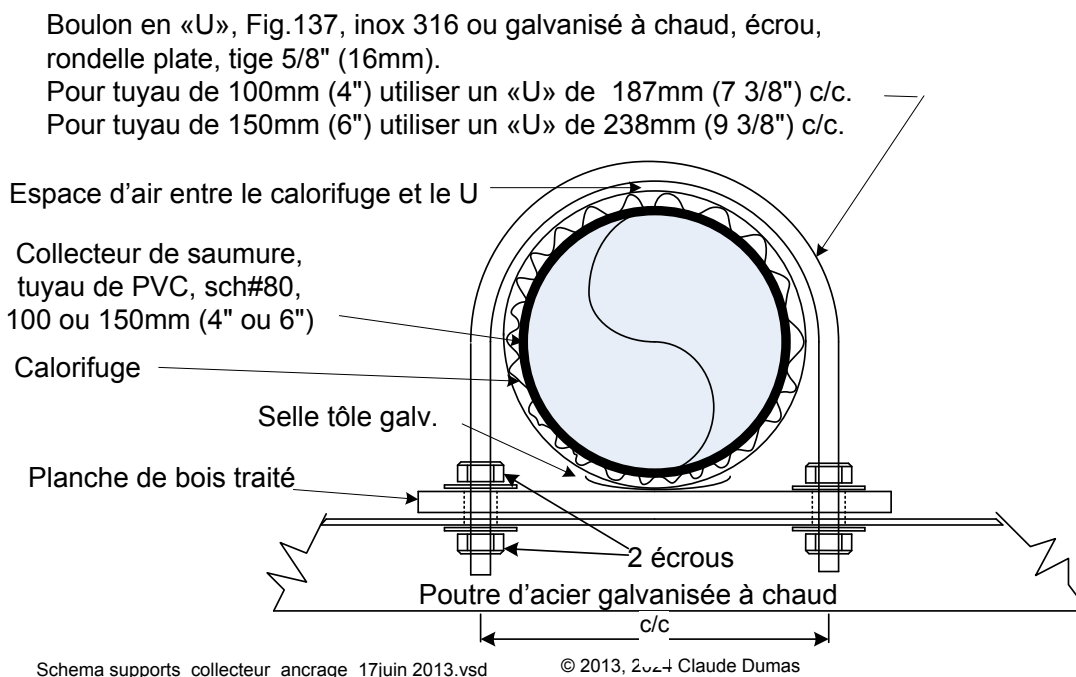


Schéma, ancrage, Figure 10.1.16.1

Figure 10.1.16.1 – Schéma d'ancrage

10.1.3.16 Guide pour le collecteur de saumure

1. Boulon en «U» fabriqué en acier galvanisé ou inox 316, rondelle plane et écrou sous la poutre, rondelle plane et écrou sur la poutre, bloc de bois sous le tuyau pour ne pas écraser le calorifuge, bloc de bois requis pour niveler le tuyau collecteur qui a un diamètre de 6" Ø ou de 4" Ø. Positionner un berceau en tôle inox 316 sous le tuyau pour ne pas écraser le calorifuge.



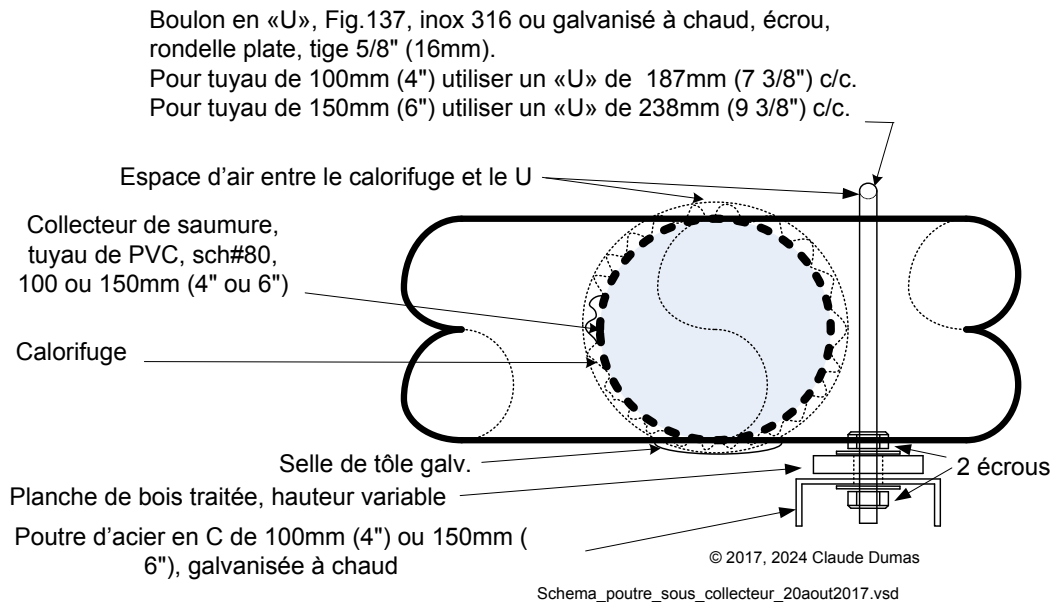
Schéma, guide, Figure 10.1.16.2

Figure 10.1.16.2 – Schéma guide (Fig. 16.2)

10.1.3.17 Système de gestion du stress sur le collecteur de saumure

1. Le système de gestion du stress induit sur le collecteur de saumure par l'expansion/contraction thermique doit être géré en conformité avec les plans normalisés, détails (C/R-04-A) ou (C/R-04-B).
2. Ancrer la totalité des tuyaux collecteurs au droit du point milieu de la patinoire. Le but est de diviser l'expansion/contraction par deux et de contrôler le mouvement dudit collecteur, prévenant un stress indu sur les petits tuyaux pénétrant dans la dalle réfrigérée.
3. Installer des guides de chaque côté du point d'ancrage pour permettre le mouvement longitudinal des tuyaux collecteurs.

- Déterminer la direction du mouvement induit par la contraction du tuyau au moment du refroidissement et placer judicieusement les guides afin de ne pas stresser les raccords de tuyaux, PE 1". Limiter les mouvements latéraux du collecteur, mouvements susceptibles d'étirer les raccords de tuyaux PE sur le bout de la dalle.



Schéma, poutre en C, Figure 10.1.16.3 (Un design optimal)

Figure 10.1.16.3 – Schéma poutre en C

10.1.3.18 Fabrication de la structure d'appui du collecteur de saumure

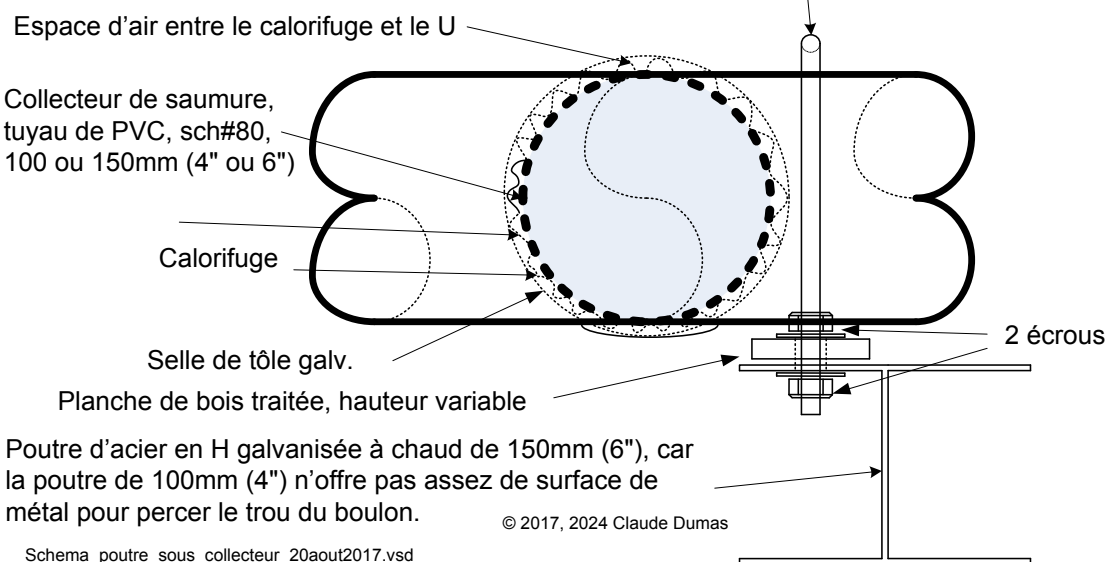
- La structure d'appui du collecteur de saumure peut être fabriquée avec soit des poutres en C ou des cornières.
- Un design optimal qui offre le meilleur rapport qualité-prix, car le premier critère de sélection est la surface requise pour percer le trou du boulon en «U», tandis que le second critère est la capacité portante. Or, une poutre C de 4" (figure 10.1.16.5) ou une poutre en cornière de 4" (figure 10.1.16.5) rencontrent les deux critères, ce qui permet un choix optimal en fonction de la capacité portante.
- Une poutre de 100 mm «4"» en H ne satisfait pas les deux critères, nécessitant l'utilisation d'une poutre surdimensionnée de 150 mm «6"».
- La structure d'appui du collecteur de saumure ne devrait pas être fabriquée avec des poutres d'acier en H de 6". C'est un design surdimensionné qui n'offre pas le meilleur rapport qualité-prix.

- Ne jamais fabriquer de structure de support du collecteur de saumure avec des poutres d'acier en HSS, un design compliqué qui n'offre pas le meilleur rapport qualité-prix, car même si la surface requise pour percer le trou du boulon est adéquate dans une poutre de 4", il faut percer le trou du boulon dans les deux surfaces de la poutre et utiliser un boulon qui est de construction spéciale et long. De plus, l'intérieur de la poutre HSS est difficile à galvaniser, elle va corroder dans cet environnement humide et parfois corrosif.

Boulon en «U», Fig.137, inox 316 ou galvanisé à chaud, écrou, rondelle plate, tige 5/8" (16mm).

Pour tuyau de 100mm (4") utiliser un «U» de 187mm (7 3/8") c/c.

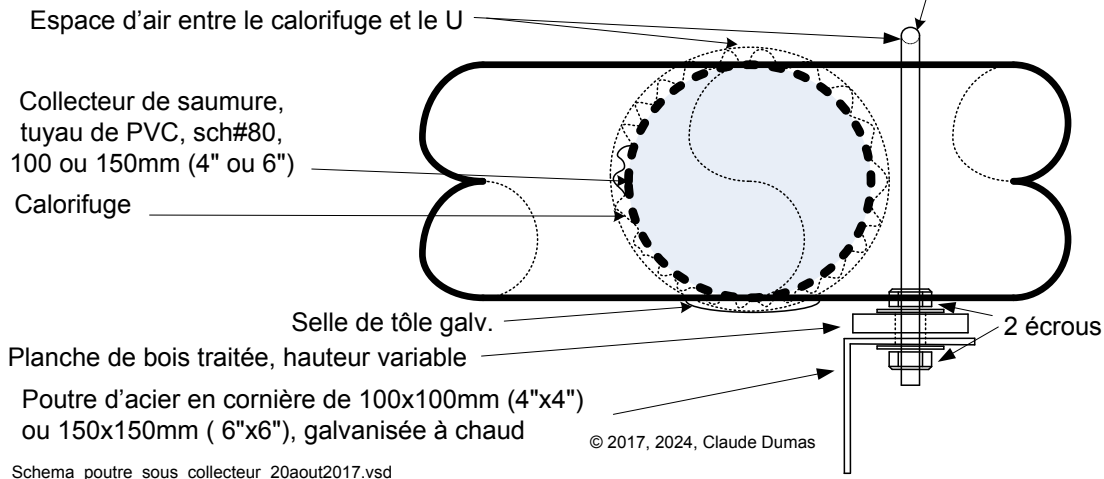
Pour tuyau de 150mm (6") utiliser un «U» de 238mm (9 3/8") c/c.



Schéma, poutre en H, Figure 10.1.16.4 (Un design surdimensionné)

Figure 10.1.16.4 – Schéma poutre en H

Boulon en «U», Fig.137, inox 316 ou galvanisé à chaud, écrou, rondelle plate, tige 5/8" (16mm).
 Pour tuyau de 100mm (4") utiliser un «U» de 187mm (7 3/8") c/c.
 Pour tuyau de 150mm (6") utiliser un «U» de 238mm (9 3/8") c/c.



Schéma, poutre en cornière, Figure 10.1.16.5 (Un design optimal)

Figure 10.1.16.5 – Schéma poutre en cornière

10.1.3.19 Coffrage

1. Réaliser le coffrage en contreplaqué troué pour laisser passer le tuyau de PE, entouré du manchon, qui doit contenir le béton liquide.
2. Réaliser le coffrage en contreplaqué pour former un promontoire en béton qui va servir d'assise pour les bandes de la patinoire. Le promontoire doit contenir l'eau sur la dalle pendant qu'elle se transforme en glace.

10.1.3.20 Cure de mûrissement du béton

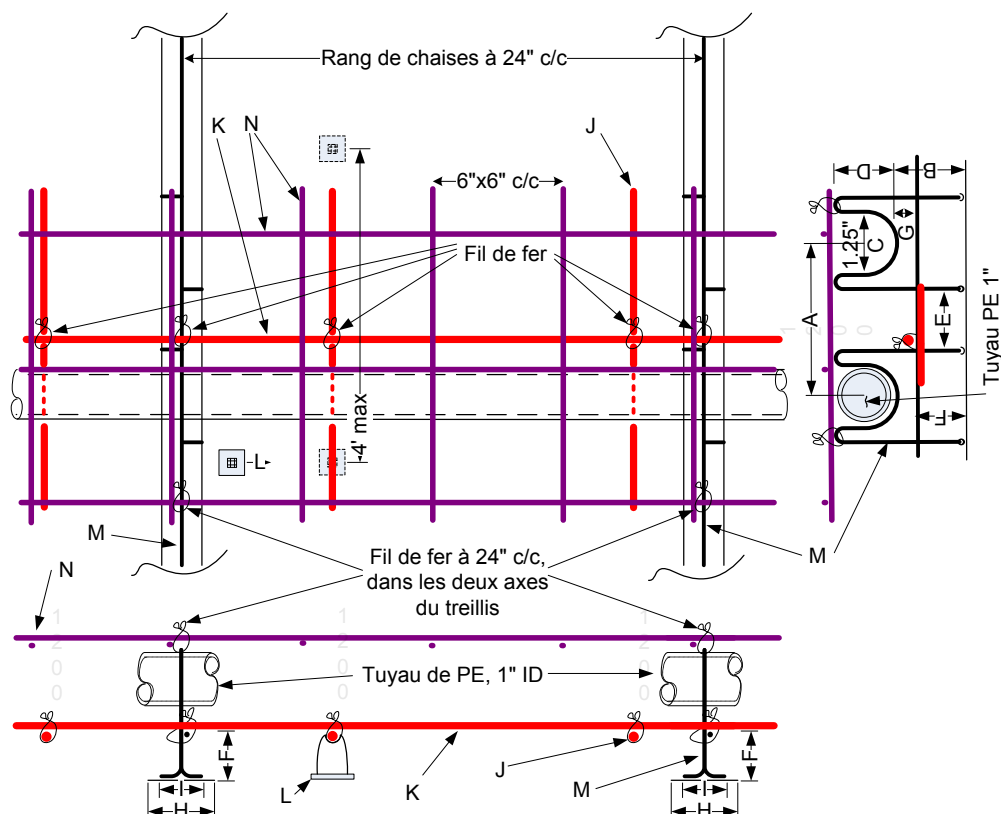
1. Recouvrir le béton frais d'une couverture de mûrissement humide permettant de maintenir un niveau d'hydratation constant et également réparti sur toute la surface de la dalle.
2. Maintenir un taux d'humidité relative de 100 % (HR), dans l'enceinte de la patinoire, au-dessus de ladite couverture, pendant (7) jours à une température ambiante de 21 °C.
3. S'assurer qu'aucun pli n'est présent dans la couverture de mûrissement puisqu'il s'agit d'endroits où un assèchement de la surface de la dalle de béton pourrait se produire.

10.1.3.21 Dalles amovibles, béton armé, chauffage électrique (pont surfaceuse)

1. Dalles préfabriquées en béton formant un pont au-dessus du collecteur de saumure pour permettre le passage de la surfaceuse qui se déplace de la glace jusqu'au garage.
2. Des travaux réalisés en collaboration avec la structure/civil et l'électricité, coordonnés par le fascicule électricité.
3. Le pont doit être amovible, construit en béton armé, coulé dans un cadre de cornières d'acier galvanisé, muni d'un système de chauffage de $400\text{W}/2,25\text{m}^2$ contrôlé par un thermostat avec capillaire et bulle insérée à l'intérieur d'un conduit inséré dans la dalle. Câble chauffant de type autorégulant, – $5\text{W}/\text{pi lin}$ ou $10\text{W}/\text{pi lin}$. Choisir le voltage d'alimentation qui donne le nombre requis de W/pi^2 en utilisant un espacement entre les câbles de 6" (150 mm).
4. Les conduits électriques dans la dalle amovible incluant jusqu'à 18" (450 mm) au-dessus du sol doivent être fabriqués en acier galvanisé et de calibre rigide.
5. Calorifuge sous le pont, un panneau d'isolant rigide en polystyrène conforme à la norme CAN/ULC S701, type 4, épaisseur 50 mm.
6. L'acier d'armature, le cadre et le béton requis pour produire le pont doivent se retrouver sur le plan de structure.
7. Les éléments chauffants et les thermostats requis pour chauffer le pont se retrouvent sur le plan d'électricité ou de mécanique.
8. Le pont doit être divisé en deux ou quatre plaques. La ligne de centre du pont concorde avec la ligne de séparation entre les deux pans de la porte, délimitant la plaque gauche de la plaque droite (pour un observateur debout sur le pont, face à la porte). Une alimentation électrique, un sectionneur et un thermostat doivent être installés dans un boîtier sur la bande qui est fixe à proximité de la penture de la porte gauche. Même description pour la porte droite. L'élément chauffant de l'ensemble constituant la plaque gauche doit être divisé en deux parties avec un cordon flexible et des fiches, accessibles par le dessous, dans le caniveau, pour connecter l'élément chauffant de deux plaques qui forment un ensemble gauche. Même description pour la plaque droite.
9. Chaque plaque doit être équipée de 4 tuyaux de levage en acier $\frac{3}{4}"$ permettant de fixer un câble de levage ou une chaîne avec 4 boulons pour la soulever en cas de besoin.
10. Le fond du cadre est fabriqué en tôle galvanisée et sert de forme pour contenir le béton.
11. Considérant que la dalle amovible et son cadre ont une épaisseur de 4" qui se projette sous le niveau de la dalle réfrigérante et que ladite dalle amovible repose sur un fer angle ancré dans le béton de la dalle réfrigérée, ce fer angle est situé au-dessus des tuyaux de l'échangeur de chaleur, enfouis dans la dalle réfrigérée. Afin de dégager l'espace où la dalle amovible interface avec la dalle réfrigérée, les tuyaux de l'échangeur de chaleur doivent plonger localement dans le béton de la dalle réfrigérée, sous le cadre de la porte de la surfaceuse.

10.1.3.22 Système de bandes de patinoires

1. Conforme aux prescriptions de la partie 10.3 – Bandes de patinoires.
2. Les bandes sont disponibles dans le commerce, construites en acier galvanisé ou en aluminium. La solidité des deux types de bandes est comparable. Par contre, lorsque la structure de bande est fabriquée en aluminium, elle ne corrode pas, tandis qu'une structure fabriquée en acier galvanisé finit par corroder lorsqu'elle est installée à l'extérieur.
3. Dans une installation extérieure, les composants et les panneaux fabriqués en matériaux composites qui recouvrent la structure des bandes sont à terme altérés par les rayons du soleil et les basses températures ambiantes, ce qui fragilise les panneaux au point que l'impact d'une rondelle les fracasse.
4. L'expansion thermique joue un grand rôle dans la détérioration de ces matériaux composites, car le composite possède un coefficient d'expansion/contraction thermique qui est 5 x plus important que celui de l'acier. Afin d'atténuer le problème à la source, l'atelier de fabrication des bandes doit perforer des trous oblongs dans tous les panneaux et membrures en matériau composite pour y loger les vis et boulons. Les vis et boulons sont installés au point milieu des trous oblongs.
5. La partie 10.3.1 du chapitre 10 traite de l'installation d'un système de bandes de patinoire sur une dalle réfrigérée neuve.
6. La partie 10.3.2 du chapitre 10 traite de l'installation d'un système de Bandes de patinoire sur une dalle réfrigérée existante.



J = Barre d'armature longitudinale
 K = Barre d'armature perpendiculaire à M
 L = Chaise pour barre d'armature (Bolster)
 M = Chaise pour réfrigération, type M
 N = Treillis
 Si la barre J est à moins de 4" de M, la chaise L est non requise sous J, dans tous les autres cas, la chaise L, installée à 48" po c/c max, est requise sous J.

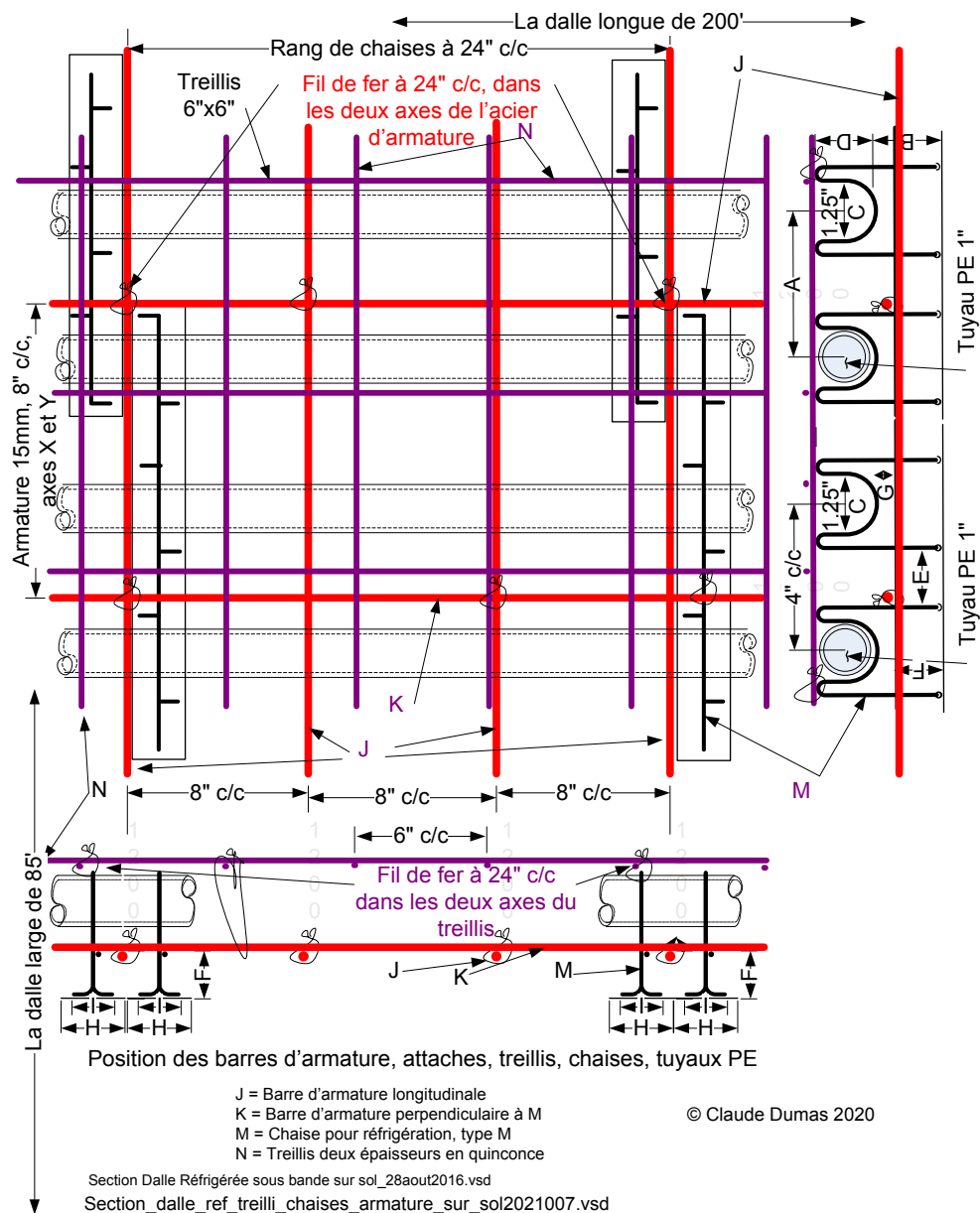
© Claude Dumas, 2019

Section dalle réfrigérée sous bande sur sol_20aout2016.vsd

Plan et détails des attaches pour barres d'armature et treillis,
 infrastructure d'une dalle réfrigérée (NAE)

Dans la présente figure, l'installation des barres d'acier d'armature n'est pas synchronisée avec le rythme de mise en place des chaises et tuyaux de l'échangeur de chaleur.

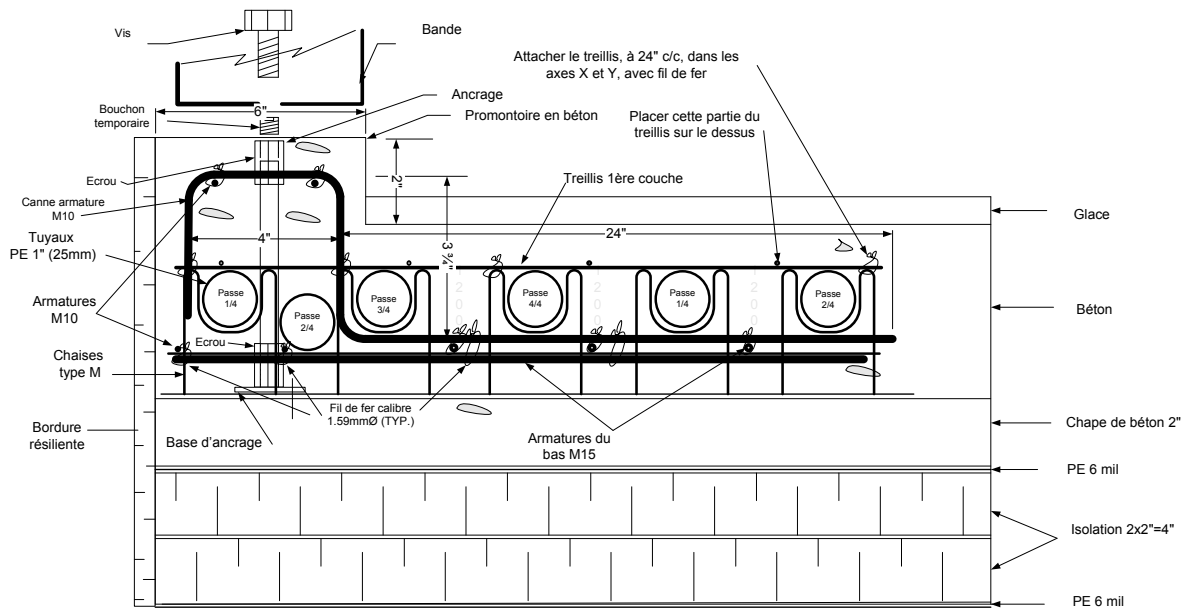
Figure 10.17.1 – Détail des attaches pour barres d'armature et treillis



Plan et détail de l'infrastructure d'une dalle réfrigérée. (NAE)

La présente figure illustre une installation modulaire utilisant un peu plus d'acier d'armature que la précédente figure, ce qui est compensé sur le chantier par une facilité d'installation, sans erreur.

Figure 10.17.2 – Plan et détail de l'infrastructure d'une dalle réfrigérée



Sous la bande, l'entrepreneur doit installer les composantes, dans l'ordre suivant:

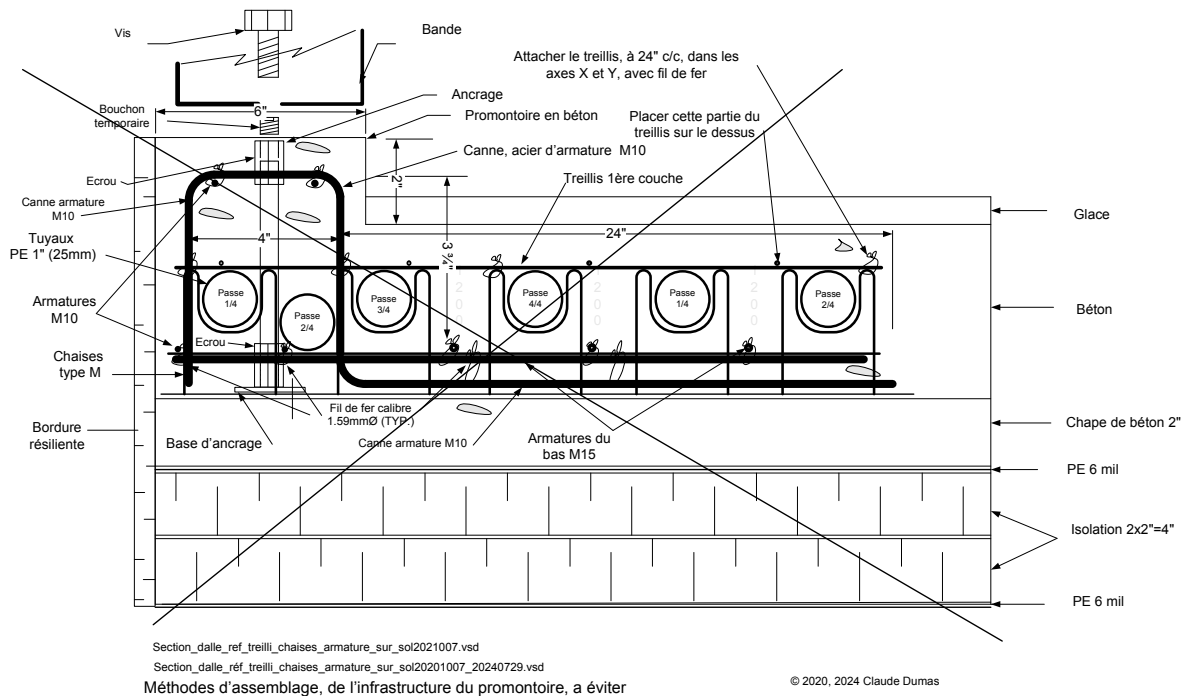
- 1- Déposer l'armature M10 dans le bas du promontoire et l'attacher sur l'armature M15
- 2- Déposer les tuyaux PE passes 1/4 et 2/4
- 3- Déposer l'armature du haut, M10
- 4- Insérer la canne pour coiffer le promontoire et attacher les barres du haut
- 5- Attacher la canne sur les barres d'armature M15, situé sous les passes 3/4 et 4/4
- 6- L'entrepreneur installe les passe de tuyaux 3/4 et 4/4 et il continue l'installation des tuyaux PE 1" vers le milieu de la dalle

© Claude Dumas 2020

Section_dalle_ref_treillis_chaises_armature_sur_sol2021007.vsd

Méthodes d'assemblage, de l'infrastructure du promontoire

Figure 10.17.3 – Méthodes d'assemblage de l'infrastructure du promontoire



1. L'installation de la canne plus profondément dans la dalle, comme illustré dans la présente figure, complique beaucoup l'installation des composantes de l'infrastructure sous la bande.
2. La canne qui chapeaute le promontoire crée prématurément une cage d'acier, longue de 180'-200' de chaque côté de la patinoire et oblige l'entrepreneur à démonter les ancrages déjà installés pour libérer de l'espace de travail à l'intérieur du promontoire et enfin pouvoir insérer deux longueurs de tuyau PE, soit les passes $\frac{1}{4}$ et $\frac{2}{4}$ du premier circuit composé de 4 passes, d'un bout de la patinoire, suivant le promontoire jusqu'à l'autre bout.
3. Terminer le travail en réassemblant les ancrages à la bonne élévation et continuer l'installation du premier circuit en installant les passes de tuyaux $\frac{3}{4}$ et $\frac{4}{4}$.
4. L'entrepreneur continue l'installation des tuyaux PE 1" vers le milieu de la dalle et au-delà jusqu'à proximité de l'autre promontoire.

Figure 10.1.17.4 – Méthodes d'assemblage de l'infrastructure du promontoire à éviter

10.1.3.23 Dalle-réfrigérée/chape, paramètres de conformité

1. Le professionnel doit inclure dans le cahier des charges, une liste des tâches, précautions, paramètres que l'entrepreneur doit déployer, afin de produire un fini de surface de dalle qui soit conforme :
2. Procéder à la mise en place des différentes couches d'infrastructure, système de drainage du sol, système de drainage de la dalle, membrane d'étanchéité, calorifuge, chape.

3. Procéder à la mise en place d'un système de suspension de la tuyauterie de drainage qui est enfouie dans le sol, suspension en forme de main de singe et de tige filetée dont l'extrémité supérieure est coulée dans le béton de la chape de béton/dalle structurale pour prévenir l'affaissement du tuyau lorsque le sol se tasse.
4. Soumettre les caractéristiques du mélange de béton requis pour réaliser la dalle réfrigérée et la chape de béton.
5. Faire approuver la recette du mélange de béton par le laboratoire et par le directeur avant de couler la chape de béton et la dalle réfrigérée.
6. Réaliser les travaux d'excavation, l'application du géotextile, appliquer la bonne épaisseur de sable, réaliser la compaction des couches de sable, exécuter les travaux en sous-œuvre qui sont requis.
7. Installer les chaises en thermoplastique sur la chape. Elles sont requises pour appuyer l'acier d'armature et le maintenir au-dessus de la chape de béton.
8. Assurer la conformité de la pose des chaises dans les 3 dimensions X-Y-Z, figure 10.1.7, installer l'acier d'armature avant la pose des tubulures de réfrigération, puis déposer les rectangles de treillis sur les chaises et les attacher en utilisant du fil de fer (figures 10.1.17.1, 10.1.17.2, 10.1.20.1 et 10.1.20.2).
9. Installer l'infrastructure de la dalle réfrigérée sur la chape de béton, notamment inclure le promontoire, les chaises de type M, figure 10.1.1, les chaises de type « *Bolster* », figure 10.1.7, les ancrages de la bande, figure 10.1.5.1, l'acier d'armature, le treillis, les deux RP pour la surface de la dalle, les attaches de fil de fer et les autres composantes qui sont nécessaires pour la réalisation de l'œuvre.
10. Ne jamais empiler 2, 3 ou 4 tuyaux de réfrigération dans le béton du promontoire sous la bande au point où la présence des tuyaux interfère avec la pénétration du béton pendant la coulée.
11. Avant de procéder à la mise en place du béton, s'assurer que le treillis est bien attaché sur les chaises, conformément à l'article 10.1.2.17, afin de prévenir l'émergence dudit treillis à la surface de la dalle pendant la mise en place du béton.
12. Procéder à la mise en place du béton de la dalle en respectant la planéité et l'élévation cible.
13. Le béton doit être mis en place au moyen d'un vibreur dont le diamètre permet son passage entre deux tuyaux de 1" PE dont l'espacement c/c est de 4".
14. Polir la surface de la dalle à la truelle d'acier mécanique pour obtenir un fini du genre monolithique.
15. Réaliser une cure humide du béton de la dalle et de la chape pendant les sept (7) jours suivant les travaux primaires de polissage de la dalle, au moyen d'une couverture de mûrissement.
16. Retirer la toile et nettoyer la surface de la dalle avant d'entreprendre le test Scan-Laser-3D.
17. Réaliser deux séances de Scan-Laser-3D pour tester la surface de la dalle réfrigérée ou de la chape, en conformité avec les critères de conception.

18. Compléter le test Scan-Laser-3D du fini de la surface de la dalle dans les 12 heures qui suivent la fin de la cure humide.
19. Produire le rapport préliminaire de test Scan-Laser-3D dans les 8 heures suivant la fin dudit test et remettre une copie au directeur dans les meilleurs délais.
20. Remettre au directeur un rapport final (PDF et CAD) attestant que la dalle de béton réfrigérante est exempte de cavités, que les ancrages n'ont pas bougé et sont bien alignés, que la surface de la dalle est à l'élévation cible et polie, qu'elle rencontre les tolérances contractuelles, que le promontoire pour les bandes est lisse et de niveau, que l'échangeur de chaleur dans la dalle est exempt de coulisse et maintenu sous pression, que l'épaisseur de béton sur le dessus des tuyaux PE est de 1"-1¼" (25 mm-32 mm). Ledit rapport doit inclure en annexe un plan format A0 qui montre les élévations sur la patinoire et trace en couleur les lignes de contour selon les mesures prises au moyen du Scan-Laser-3D.
21. Apporter les correctifs exigés par le directeur, dans l'éventualité où le test démontre que la dalle n'est pas conforme à la spécification. Le directeur peut exiger que l'entrepreneur meule les collines sur la surface de la dalle/chape.
22. Remplacer la dalle en cas de défaut majeur qui la rend inutilisable, notamment dans le cas où le treillis ou une partie de celui-ci émerge de la surface finie de la dalle.
23. Noter que de nombreux éléments peuvent avoir un effet perturbateur sur l'obtention des tolérances spécifiées, notamment les méthodes de mise en place, la mauvaise consistance du béton, l'épaisseur de la dalle de béton, l'application de durcisseurs de surface, les conditions environnementales et les restrictions physiques pour accéder à la zone de mise en place.

10.1.3.24 Caniveau du collecteur de saumure, caniveau des « U », paramètres de conformité

1. Procéder à la mise en place des différentes couches d'infrastructure, système de drainage du sol, système de drainage du caniveau du collecteur de saumure, membrane d'étanchéité, calorifuge. Le béton du caniveau doit être coulé en même temps que la dalle. Ne pas oublier la mise en place des manchons dans le mur de béton (entre la dalle et ledit caniveau), afin de conditionner la pénétration des tuyaux, de l'échangeur de chaleur, des sondes de température dans le sol et dans la dalle.
2. Procéder à la mise en place des manchons dans le mur de béton du caniveau des « U » pour conditionner la pénétration des tuyaux de l'échangeur de chaleur.
3. Procéder à la mise en place des points d'attache temporaires pour la tubulure dans le caniveau des « U » et dans le caniveau du collecteur de saumure.
4. Procéder à la mise en place des systèmes de poutres qui servent à soutenir les collecteurs de saumure, implantant un espacement maximal de 2438 mm (8 pi) entre chaque poutre. Coordonner l'exécution des travaux avec la réfrigération.

5. Procéder à la mise en place des systèmes composés de cornières ou de poutres en C, fabriquées en acier galvanisé, formant un appui pour les collecteurs de saumure (systèmes de chauffage du sol et de réfrigération), pour appuyer le centre du trottoir en bois recouvrant le caniveau du collecteur de saumure.
6. Procéder à la mise en place du trottoir en bois recouvrant le caniveau du collecteur de saumure, composé de panneaux amovibles, incluant trois grilles de ventilation en caillebotis, les panneaux d'accès, ainsi que tous les accessoires et composants nécessaires.
7. Laisser un espace de 1/4" entre chaque panneau de bois de façon à pouvoir les soulever sans les endommager.
8. Procéder à la mise en place des différentes couches d'infrastructure, système de drainage du sol, système de chauffage dans le sol, système de drainage du caniveau des « U », membrane d'étanchéité, calorifuge. Le béton des caniveaux doit être coulé en même temps que la dalle.

10.1.3.25 Travaux de réfrigération, paramètres de conformité

1. Procéder à la mise en place du système de chauffage dans le sol, soit 22 circuits de tuyaux sous la dalle + 1 circuit sous le caniveau du collecteur de saumure, figure 10.1.10.1.
2. Procéder à la mise en place des collecteurs de saumure sur les poutres d'acier galvanisé à chaud qui sont requises pour porter le poids du collecteur de saumure et de son contenu. La réfrigération doit coordonner ses travaux avec la structure.
3. Procéder à la mise en place des chaises de type « M », espacement de 4", un standard de l'industrie. Il est exceptionnellement possible de placer un tuyau dans l'espace entre deux « M », figures 10.1.13.1 et 10.1.13.2.
4. Procéder à la mise en place des cales requises pour compenser la faible élévation des vallées sur la chape de béton.
5. Fixer les chaises sur la chape pour éviter qu'elles ne bougent pendant la coulée du béton.
6. Procéder à l'inspection des chaises à la suite de leur réception sur le chantier, sélectionner un échantillon de dix longueurs de 72". Mesurer les dimensions à au moins 3 endroits le long de chaque longueur de 72". Comparer les dimensions par rapport aux dimensions dans le tableau 10.1.5 (la version éditée dans le cahier des charges du projet). Si le produit est jugé conforme, rédiger un rapport de conformité et le remettre au directeur. Si le produit est jugé légèrement non conforme, rédiger un plan de correction pour compenser les erreurs et remettre le rapport au directeur
7. Mettre en place les chaises requises (avec chevauchement conforme à l'article 10.1.3.46), pour appuyer la tubulure de PE1"Φ et fixer lesdites chaises sur la chape de béton.
8. S'assurer que la distance c/c entre deux rangs de chaises est de 610 mm.
9. Procéder à la mise en place des circuits de tuyauteries pour couvrir avec régularité l'ensemble de la surface de la dalle réfrigérante en débordant sous les bandes.

10. Contrôler parfaitement l'espacement entre chaque passe de tuyau PE.
11. Bien centrer l'ensemble des tuyaux qui forment l'échangeur de chaleur enfoui dans la dalle par rapport à la position des bandes.
12. Réaliser l'étirement des tubulures et leur mise sous traction temporaire.
13. Procéder à la mise en place du système de gestion du stress induit par l'expansion/contraction thermique dans la tubulure du collecteur de saumure. Le coefficient d'expansion thermique du PVC est égal à $28 \times 10^{-6} \text{ po}/(\text{po}-^{\circ}\text{F})$, ce qui donne $28 \times 10^{-6} \text{ po}/\text{po}-^{\circ}\text{F} \times 85 \text{ pi} \times 12 \text{ po}/(\text{po}-^{\circ}\text{F}) \times (80-0)^{\circ}\text{F} = 2,3 \text{ po}$ pour une longueur de tuyau de 85 pi et une variation de température de 80 °F.
14. Procéder à la mise en place du système de purge de l'air qui peut s'accumuler dans l'échangeur de chaleur enfoui dans la dalle.

10.1.3.26 Travaux de calorifuge sur tuyaux de saumure, paramètres de conformité

1. Procéder à la mise en place du système de calorifuge requis pour la tuyauterie du collecteur de saumure logée dans les deux caniveaux de type :
2. Élastomère homologué 25/50, 3/4" d'épais sur tuyaux froids, de PVC 8", 6", 4" et 1" Ø, peinture de finition de couleur blanche, deux couches.
3. Élastomère homologué 25/50, 3/4" d'épais sur tuyaux chauds de PVC 3", 2", 1" et 1/2" Ø, peinture de finition de couleur blanche, deux couches.
4. Deux couches de calorifuge de type polyisocyanurate, où chaque couche est formée comme un demi-cylindre, emboîtable l'un dans l'autre, formant une épaisseur totale de 75 mm (3") sur les tuyaux d'acier noir, plus un chemisage de PVC, de couleur blanche. Les cavités dans l'assemblage doivent être comblées et le chemisage, scellé.

10.1.3.27 Travaux de contrôle, paramètres de conformité

1. Procéder à la mise en place des trois (3) systèmes de sondes de température en profondeur dans le sol pour surveiller le système de chauffage sous la dalle réfrigérante et coordonner les travaux avec le civil/structure. Conformément avec la figure 10.1.12.
2. Procéder à la mise en place de la sonde de température de la dalle réfrigérée piquée dans le béton au bout de la dalle réfrigérée pour qu'elle soit accessible du côté caniveau du collecteur de saumure.

10.1.3.28 Travaux d'électricité, paramètres de conformité

1. Procéder à la mise en place de l'infrastructure du système de luminaires de but, incluant les câbles, les conduits cheminant dans la dalle et les contrôles afférents.

10.1.3.29 Validation Scan-Laser-3D, planéité de dalle/chape

1. La validation de la planéité d'une dalle/chape requiert l'application de la technologie de prise de lectures Scan-Laser-3D au moment de la construction d'une dalle de patinoire.
2. Afin de valider la qualité globale du nivellement et l'élévation de la patinoire faisant l'objet du présent projet, il est requis de réaliser un Scan-Laser-3D de la surface de la dalle et des sous-couches à différentes étapes du projet. La construction d'une dalle de patinoire requiert une chape de béton épaisse de 50 mm, plus une dalle réfrigérée épaisse de 150 mm.
3. Selon la planification et l'échéancier des travaux, il faut prévoir au moins trois séances de Scan-Laser-3D, une séance pour la chape et deux pour la dalle.
4. L'objet du balayage Scan-Laser-3D est de produire une analyse de déflexion de la chape/dalle réfrigérée. L'analyse servira de base pour établir la conformité de l'œuvre et indiquera où et comment appliquer les correctifs requis pour redresser la situation, le cas échéant.
5. Produire une représentation sur un plan format A0 de la surface de la dalle au moyen de lignes de contour, de différentes couleurs, visant à comparer la planéité de l'aménagement et à illustrer les déflexions, les collines et les vallées qui excèdent les paramètres d'élévation cible et contractuels.
6. Le scanneur utilisé doit être de type « *Time of Flight* » ou « *Pulse Base* ». Il doit inclure une caméra haute résolution en couleur et un GPS.
7. Chaque point de lecture acquis au moyen d'un Scan-Laser est constitué de trois données, soit la distance, l'élévation et l'azimut du point.
8. Les données constituent un nuage de points traité conformément à l'algorithme illustré à la figure 10.1.23.

10.1.3.30 Paramètre (chape, dalle et promontoire)

1. Le paramètre de planéité doit être une différence d'élévation maximale qui est de ± 3 mm, soit -3 mm entre le point cible zéro et le point bas des vallées et $+3$ mm entre le point cible zéro et le point haut des collines.

10.1.3.31 Scan-Laser-3D

1. La résolution de l'instrument Scan-Laser-3D doit être de $\pm 1,2$ cm à 10 m.

10.1.3.32 Densité de la prise de données du Scan-Laser

1. La densité de la prise de données doit être de 1 mm pour les axes X, Y et Z.

10.1.3.33 Assemblage de données scan et résultat attendus

1. Au moment de l'assemblage des données acquises au moyen de différentes stations de scan, l'erreur introduite dans les données doit être de moins de 3 mm sur l'ensemble des données.
2. Un rapport d'alignement doit être fourni au directeur afin d'assurer la transparence et la qualité des données.
3. Les résultats permettent de déterminer les dénivelés et de corriger par meulage les zones dont l'élévation excède 3 mm au-dessus du point zéro.
4. L'analyse d'horizontalités est présentée sous la forme d'un plan format A0 à l'échelle 1:100 en format DWG et PDF produit dans les 24 h suivant le relevé.

10.1.3.34 Dalle réfrigérante, les grandes lignes

1. Caniveau du collecteur de saumure :
 - a. (Observer la figure 10.1.8).
 - b. Le caniveau doit mesurer au moins 1 200 mm de largeur et 1 500 mm de profondeur.
 - c. L'agencement du caniveau doit permettre à un travailleur de se tenir debout entre le mur et le tuyau collecteur.
 - d. Le fond du caniveau doit être en légère pente pour diriger l'eau vers deux RP.
 - e. Le système de drainage du sol sous la dalle réfrigérante, le système de calorifuge ainsi que le système de chauffage doivent se continuer dans le sol sous les deux caniveaux (caniveau du collecteur de saumure et caniveau des « U »).
 - f. Le système de chauffage du sol sous le caniveau doit être construit dans le sol, jamais dans la dalle de béton formant le plancher du caniveau.
 - g. Les murs extérieurs et intérieurs du caniveau (collecteur de saumure) doivent être calorifugés pour prévenir le gel sous les fondations et sous la dalle réfrigérée.
 - h. Les murs extérieurs du caniveau doivent être recouverts d'une membrane d'étanchéité.
 - i. Le passage des tuyaux des collecteurs de saumure entre le caniveau et le local technique se réalise au moyen d'un saut-de-loup, aménagé du côté local technique. Ledit saut-de-loup assure la transition entre deux élévations de plancher. Le tuyau collecteur, enrobé de calorifuge, doit être entouré d'air et n'avoir aucun contact avec la terre ou la glaise pour éviter la formation de glaçons qui peuvent mettre l'ouvrage en danger.
 - j. La séparation coupe-feu, aménagée dans le saut-de-loup pour sceller l'espace entre les tuyaux et le mur, doit avoir un contact minimal avec le collecteur pour prévenir la formation de glace dans la pénétration du mur.
 - k. Calorifuger les tuyaux PVC 6" et 4", les tuyaux PE 1", les collets et les « U ».

2. Caniveau des «U» :

- a.** Observer la figure 10.1.9.
- b.** Le caniveau doit mesurer 380-460 mm (15"-18") de largeur et 250 mm (10") de profondeur.
- c.** Le fond doit être construit en pente et diriger l'eau vers deux RP.
- d.** Le système de drainage du sol sous la dalle réfrigérante, le système de calorifuge ainsi que le système de chauffage doivent se continuer sous les caniveaux.
- e.** Les murs extérieurs et intérieurs du caniveau doivent être calorifugés pour prévenir le gel sous les fondations et sous la dalle réfrigérée.
- f.** Calorifuger les colliers, les «U», les tuyaux PE 1"Ø.

3. Infrastructures dans le sol :

- a.** Une dalle réfrigérante doit être déposée sur un sol stable et bien drainé. Elle doit posséder des infrastructures sur le sol et dans le sol conformes aux figures 10.1.18.1, 10.1.18.2 et exigences afférentes.
- b.** Mettre en place toute l'infrastructure, dont les pièces de mécanique telles que les drains du fond du caniveau et autres.
- c.** Excaver le sol suffisamment pour loger :
 - i.** le système de drainage du sol;
 - ii.** le système de drainage de la dalle;
 - iii.** les conduits et câbles de communication qui sont prescrits au PFT;
 - iv.** le système de trois ensembles de thermocouples qui mesurent la température en profondeur du sol, conformément à la figure 10.1.12 et au PFT.
- d.** Remblayer et compacter le sol sous la dalle réfrigérante.
- e.** Lorsque le niveau de la patinoire est sous le niveau du sol environnant, il est requis d'évaluer la pertinence d'effectuer des travaux en sous-œuvre pour retenir les murs de l'édifice là où il faudra creuser sous le niveau des fondations.
- f.** Raccorder le puisard à l'égout du bâtiment, soit par drainage gravitaire ou pompé.

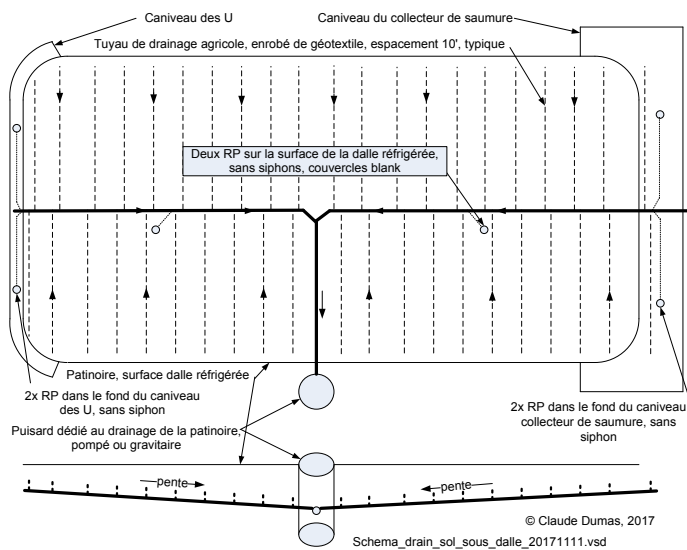


Schéma système de drainage d'une dalle de patinoire

Figure 10.1.18.1 – Schéma système de drainage sous une dalle de patinoire

10.1.3.35 Drainage du sol

1. Dans le sol sous la dalle réfrigérante, il doit y avoir un système de captation de l'eau provenant de la nappe phréatique.
2. Le système de drainage dans le sol doit comprendre $20 \times 2 = 40$ tuyaux de drainage agricole, perforés (100 mm Θ), enrobés de géotextile et installés à 3 m c/c sur la longueur de la dalle, si bien que chaque tuyau est long de 13 m ($85' = 26$ m et $26 \text{ m} \div 2 = 13$ m).
3. Les quarante tuyaux de drainage sont raccordés à un système de collecteurs qui se draine par gravité dans un puisard.
4. L'eau du puisard doit être évacuée de préférence par gravité ou pompée dans l'égout du bâtiment.
5. Le fond dudit puisard doit être conçu pour retenir et sédimenter la peinture qui peut se drainer avec l'eau de fonte de la glace durant l'opération de démontage de la patinoire.
6. Prévoir au point bas du puisard un volume de 2 m x 2 m x 2 m pour accumuler les sédiments.
7. Le tuyau d'évacuation de l'eau vers l'égout doit être situé à 1 m du fond.
8. Le plancher au fond du puisard doit être équipé d'un puits de 300 mm x 300 mm x 300 mm pour loger une pompe portative requise pour drainer et nettoyer ledit puisard.

10.1.3.36 Drainage des RP

1. Dans le sol sous la dalle réfrigérante, il doit y avoir un système de tuyauterie de drainage sans aucun siphon pour raccorder et drainer les deux ou trois renvois de plancher (RP) qui ont pour fonction d'évacuer l'eau qui s'accumule à la surface de la dalle réfrigérante au moment du démontage de la glace.
2. Le bâti du RP doit être construit de bronze et être muni d'un couvercle amovible, accessible et étanche sur la surface de la dalle (couvercle de RN bronze coulé).
3. Dans le fond des deux caniveaux, il doit y avoir un système de tuyauterie de drainage sans aucun siphon pour raccorder et drainer les renvois de plancher (RP) qui ont pour fonction de drainer l'eau au moment du démontage de la glace et parfois drainer la saumure qui peut fuir à l'occasion d'un incident endommageant le collecteur de saumure ou un des tuyaux de l'échangeur de chaleur enfoui dans la dalle réfrigérante.
4. Le couvercle des quatre (4) RP doit être fabriqué de bronze coulé sous la forme d'une grille amovible dans le fond des deux caniveaux.
5. Le schéma illustre un système de drainage du sol, sous la dalle de patinoire, plus un système de RP sur la surface de la patinoire et aussi dans le fond des deux caniveaux.

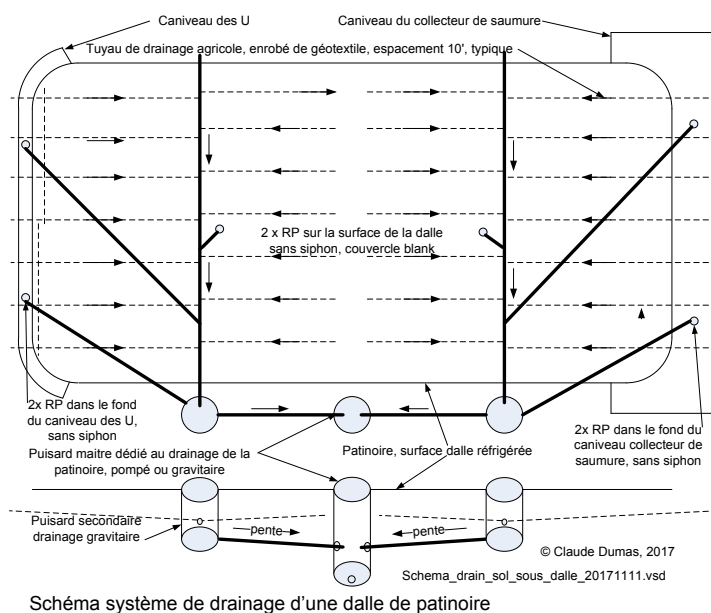


Figure 10.18.2 – Schéma système de drainage d'une dalle de patinoire

10.1.3.37 Système de chauffage dans le sol

Généralités

1. Dans le sol sous la dalle réfrigérante, il doit y avoir un système de chauffage pour prévenir la pénétration du pergélisol lorsque l'aréna doit fonctionner plus de 8 mois/année.
2. Recouvrir le sol d'un géotextile pour séparer le sol et le sable.
3. Étendre une première couche de sable fin et mouillé sur le géotextile qui recouvre le remplissage de pierre concassée et compacter jusqu'à une épaisseur de 50 mm, à une densité de 100 % à l'échelle Proctor Standard. Le sable sert de lit pour le système de chauffage.
4. Mettre en place le système de chauffage du sol ainsi que les conduits et câbles de communication et de contrôle (sonde de température) prescrits au PFT.
5. Le réseau de chauffage enfoui dans le sol sous la dalle ne doit contenir aucun joint inaccessible pour l'entretien.
6. Pressuriser la tubulure de chauffage à 30-35 psig et maintenir la pression constamment pendant la réalisation des travaux. Vérifier la pression dans la tubulure du système de chauffage au moins une fois par jour et consigner la lecture de pression dans un journal.
7. Étendre une seconde couche de sable mouillé et compacter jusqu'à une épaisseur de 150 mm à 100 % de densité à l'échelle Proctor Standard. Le sable couvre le système de chauffage.
8. Lors du compactage du sable, utiliser seulement des compresseurs sur pneus de caoutchouc et autre outillage du genre « pied-de-mouton » pour les endroits difficilement accessibles.
9. Observer la figure 10.1.19 pour planifier comment procéder pour étendre la seconde couche de sable, sans endommager les tuyaux de l'échangeur de chaleur.

Détails de construction, système de chauffage hydronique dans le sol.

1. La puissance du système de chauffage dans le sol doit être de 7,5 kW, pour une patinoire de dimension standard, fonctionnant toute l'année, déposée sur 4" de calorifuge polystyrène. Le critère de design est basé sur un enregistrement de données au moyen du système de contrôle informatique centralisé, sur deux patinoires, pendant une année.
2. Utiliser de la tuyauterie de PE 1/2" Ø, conforme à l'article 10.1.2.4. L'échangeur de chaleur dans le sol doit être composé de 22 circuits comprenant des tuyaux de PE (dalle std. nord-américain), 4 passes de tuyaux sous la dalle et 1 circuit sous le collecteur. La tubulure doit être du tuyau de 1/2" ID, installé conformément à la figure 10.1.10.1.
3. La distance c/c entre chaque passe de tuyaux doit être d'environ 24", entrelacée à 12" c/c et retenue en place sur des « ∩ » inversés qui sont piqués dans le sol.
4. Le rayon de courbure de la tubulure ne doit pas être inférieur à 24".
5. Le collecteur de chauffage doit être construit en tuyaux de PVC. Il doit être logé dans le caniveau du collecteur de saumure et alimenté/retourné par le point central dudit collecteur.

6. Le caloporteur circulant dans le système de chauffage doit être de la saumure (CaCl_2).
7. L'énergie de chauffage doit être extraite de la chaleur rejetée par le système frigorifique au moyen d'un échangeur coquille et tubes (NH_3 /saumure (1.18 SpGr) en tenant compte de la chaleur dégagée par la pompe calculatrice, conformément à la figure 10.1.10.2.
8. Les tuyaux dans le sable doivent être positionnés afin qu'il n'y ait pas plus de 2 épaisseurs de tuyaux qui se superposent ou ne soient appuyés sur une surface dure car ils pourraient être déformés durant la compaction du lit de sable.
9. S'il est impossible de ne pas superposer deux tuyaux, il est requis d'insérer localement une armure autour du tuyau en position supérieure.
10. L'échangeur de chaleur du système de chauffage doit être maintenu sous une pression de 30-35 psig pendant les travaux et la lecture du manomètre témoin doit être vérifiée et notée chaque jour.
11. Calorifuger la tuyauterie du collecteur de chauffage pour prévenir la condensation de la vapeur d'eau dans l'air ambiant, car la température de la saumure qui chauffe le sol est sous le point de rosée de l'air ambiant dans l'aréna et dans le local technique.

Détails de construction, système de chauffage aéraulique dans le sol

1. Excaver le sol.
2. Étendre un géotextile sur le sol.
3. Installer le système de drainage du sous-sol.
4. Installer l'échangeur de chaleur dans le sol. Composé de 18 tuyaux de PVC, sch 40, 150 mm de diamètre, perforés latéralement de 5/8" Ø (16 mm) à 125 mm c/c, enrobés de géotextile et installés à 1,5 m c/c sur la longueur de la dalle, là où chaque tuyau est long de 61 m, alimenté avec 145 pcm et nivelé selon une pente de 1/8"/pi vers le caniveau du collecteur de saumure. Ici, l'air agit comme caloporteur, conformément aux figures 10.1.11.1, 10.1.11.2, 10.1.11.3 et 10.1.11.4.
5. Conduit d'alimentation d'air de chauffage. Composé d'un conduit de 500 mm de diamètre, de conception spirale et ronde, fabriqué en acier galvanisé alimenté avec 2610 pcm d'air. Ledit conduit d'alimentation doit être logé dans un troisième caniveau situé à côté du caniveau des « U » et raccordé sur l'échangeur de chaleur qui est enfoui dans le sol. Conforme à la figure 10.1.11.1.
6. Volets de balancement : Un volet de balancement de 150 mm ainsi qu'un raccord évasé sont installés sur chacun des seize (16) tuyaux de l'échangeur de chaleur dans le sol.
7. Plénum de retour d'air : Le caniveau du collecteur de saumure sert de plénum de retour pour canaliser et retourner l'air qui est utilisé pour chauffer le sol, une bonne raison pour bien calorifuger le collecteur de saumure. Conforme à la figure 10.1.11.2.
8. Système de chauffage à l'air, configuré en H : Le système de chauffage à l'air est configuré en forme d'un H et fait circuler 2610 pcm d'air dans l'échangeur de chaleur qui est dans le sol.

9. Édicule : Un premier édicule de ventilation contient le ventilateur de retour et l'installation électrique afférente. Un second édicule de ventilation contient le ventilateur d'alimentation, les deux persiennes, les trois volets motorisés, les servomoteurs, le serpentin de chauffage électrique de 5 kW, l'installation électrique afférente et les contrôles. Le contour de l'édicule est tracé sur la figure 10.1.11.4.
10. Séquence de contrôle du chauffage : En hiver, l'air alimenté dans l'échangeur de chaleur est chauffé en circuit fermé par le serpentin électrique ainsi que par la chaleur dégagée par les deux moteurs et les deux ventilateurs. Au printemps, en été et en automne, le système puise l'air chaud à l'extérieur de l'aréna lorsque la température de l'air extérieur est plus chaude que le point de consigne d'alimentation de 4,4 °C (40 °F).

10.1.3.38 Procédure de mise en place du 2^e lit de sable

1. Étendre le 2^e lit de sable sans endommager les tuyaux du système de chauffage, conformément à la figure 10.1.19.
2. Transporter le sable dans la pelle d'un Bobcat et étendre une épaisseur suffisante de sable sur la tubulure pour créer un chemin principal et des chemins secondaires en sable sur lesquels le Bobcat peut rouler sans écraser/endommager la tubulure.
3. Compacter le lit de sable.
4. Vérifier que l'élévation du lit de sable est conforme sur 100 % de sa surface, avant de poser la 1^{ère} membrane hydrofuge.
5. L'échangeur de chaleur du système de chauffage doit être vérifié avant la pose de la 1^{ère} membrane hydrofuge pour s'assurer qu'il n'y a aucun tuyau écrasé sous le lit de sable.

10.1.3.39 Membrane hydrofuge, 1^{ère}

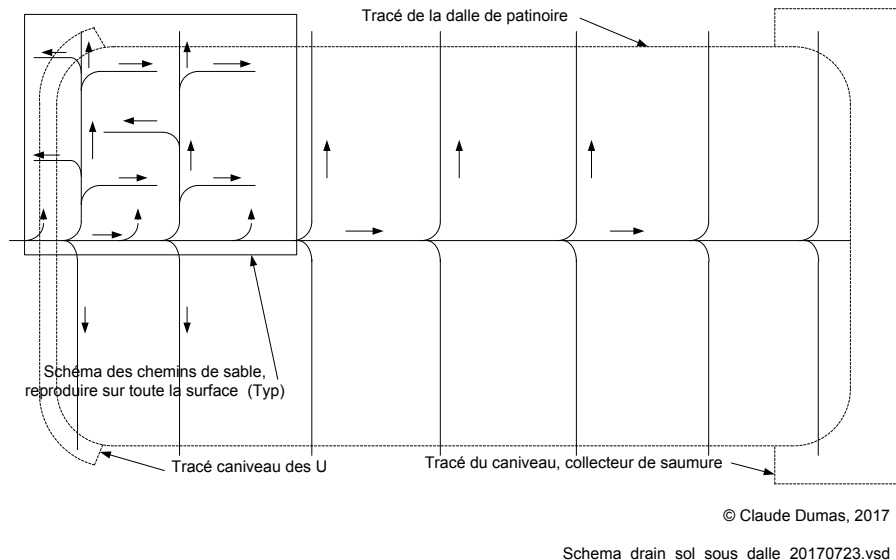
1. Poser la première membrane hydrofuge (polyéthylène 6 mils) en chevauchant les joints. S'assurer que les bords des lisières se recouvrent l'un et l'autre de 300 mm dans toutes les directions.

10.1.3.40 Isolant rigide

1. Poser l'isolant rigide composé de panneaux en polystyrène en deux (2) lits de 50 mm pour une épaisseur totale de 100 mm et en chevauchant les joints de côtés et de bouts de 300 mm. Tailler et biseauter l'isolant là où c'est requis en conformité avec les plans.
2. Vérifier que l'élévation de l'isolant est conforme sur 100 % de sa surface, avant de poser la 2^{ème} membrane hydrofuge. Lorsque l'isolant est mal appuyé sur le sable, le travailleur qui marche sur l'isolant perçoit le mouvement sous ses pieds, dû aux cavités dans le lit de sable.

10.1.3.41 Membrane hydrofuge, 2^e

1. Mettre en place une seconde membrane hydrofuge de polyéthylène 6 mils et s'assurer que les bords des lisières se recouvrent l'un et l'autre de 300 mm dans toutes les directions.



Méthode de distribution d'une couche de sable, recouvrant la tubulure de l'échangeur de chaleur. Système de chauffage dans le sol, sous la patinoire.

Figure 10.1.19 – Méthode de distribution d'une couche de sable

10.1.3.42 Chape de béton

1. Couler une chape de béton de 50 mm d'épaisseur sur la membrane hydrofuge qui recouvre l'isolant (voir les plans) et niveler adéquatement.
2. La tolérance de planéité doit être de ± 3 mm, soit + 3 mm de différence d'élévation entre le sommet des collines et le niveau zéro et - 3mm d'élévation entre le niveau zéro et le point bas des vallées.
3. Advenant que la planéité et l'élévation de la chape ne soient pas dans les limites prescrites, l'entrepreneur doit meuler le sommet des collines et insérer des cales sous les chaises pour redresser et égaliser l'infrastructure de la chape.
4. Utiliser des cales en matière plastique ou en acier lorsque requis pour niveler les chaises (combler localement une vallée).
5. Le béton de la chape doit avoir une consistance telle qu'il permet la fixation des chaises qui appuient les tuyaux de saumure (PE) ainsi que les barres d'acier d'armature et le treillis.
6. La formule du béton pour la chape doit être conforme au tableau 10.1.6.
7. Polir avec une truelle mécanique la surface de la chape fraîchement coulée. L'usage d'une truelle mécanique vise à donner le fini de surface à la chape de béton.

10.1.3.43 Fixation des ancrages des bandes de la patinoire

1. Les ancrages pour les bandes de patinoires doivent être fabriqués conformément au modèle illustré à la figure 10.1.5.1.
2. Fixer chaque ancrage sur la chape de béton ou le souder soit sur les barres d'acier d'armature ou sur le treillis pour éviter qu'ils ne bougent pendant la coulée du béton. Les travaux de soudure peuvent endommager les tuyaux de PE.
3. L'usage du type d'ancrage illustré à la figure 10.1.5.2 n'est pas recommandé, car il est plus difficile à installer que celui illustré à la figure 10.1.5.1. De plus, la mise en place est difficile à réaliser et à maintenir.
4. Mettre en place les ancrages pour les bandes, les aligner, les niveler et les espacer selon les détails sur les plans. Les ancrages doivent être insérés dans la dalle de patinoire entre le premier et le second tuyaux de l'échangeur de chaleur pour assurer le gel de l'eau à proximité de la bande. L'espacement qu'il faut respecter pour placer les ancrages est de 48" c/c sur le droit et de 42" c/c dans les courbes.
5. Installer les deux rangs d'ancrage sur les longs côtés de la dalle, conformément à la figure 10.1.17.3, un premier sur le côté gradins, suivi d'un second sur le côté banc des joueurs. En supposant les paramètres qui suivent, chaises de type « M » (4" c/c), épaisseur de la bande de 6 po, distance de bande à bande de 85' ($85 \text{ pi}/\text{largeur} \times 12"/\text{pi} = 1020"/\text{largeur}$), il faut calculer l'espacement c/c entre les deux rangs de boulons. La réponse est $3 \text{ po} + 1020 \text{ po} + 3 \text{ po} = 1026 \text{ po}$.
6. Installer les deux rangs de boulons d'ancrage sur les petits côtés, un premier sur le côté collecteur des « U » ainsi qu'un second sur le côté collecteur de saumure. En supposant les paramètres qui suivent, chaises de type « M » (4" c/c), épaisseur de la bande de 6 po, distance de bande à bande de 200' ($200 \text{ pi}/\text{longueur} \times 12"/\text{pi} = 2400"/\text{longueur}$), il faut calculer l'espacement c/c entre les deux rangs de boulons. La réponse est $3 \text{ po} + 2400 \text{ po} + 3 \text{ po} = 2406 \text{ po}$ entre deux rangs. Positionner chaque boulon pour qu'il occupe l'espace entre deux tuyaux de l'échangeur de chaleur.
7. Lorsque les quatre coins de la patinoire sont arrondis, les ancrages sont positionnés selon le rayon de courbure de la bande et sont fixés sur la chape, pour se loger entre deux tuyaux de l'échangeur de chaleur.

10.1.3.44 Test Laser-Scan-3D (chape, rapport requis par le directeur)

1. Un rapport démontrant au directeur que la planéité et l'élévation de la chape sont dans les limites ou hors des limites prescrites au cahier des charges. Ce rapport doit être remis et commenté par le directeur avant d'obtenir la permission d'installer les chaises.
2. Ledit rapport doit, selon le cas, proposer un plan de correction au directeur pour que la planéité et l'élévation de la dalle soient rétablies dans les limites prescrites.

4. Observer les figures 10.1.13.1, 10.1.13.2 ou 10.1.13.3 pour comprendre comment déposer les passes de tuyaux dans les chaises. Prendre note qu'il y a un tuyau supplémentaire placé sous la bande et qu'il est inséré dans les chaises en occupant l'espace entre deux « M ». Le nombre de passes dans l'échangeur de chaleur enfoui dans la dalle doit être divisible par 2 ou 4 selon le type d'échangeur de chaleur dans la dalle.
5. Éviter d'empiler 3 ou 4 tuyaux sous la bande, car le béton liquide ne pénétrera pas bien sous les tuyaux pour emplir la cavité et l'ancrage de la bande sera affaibli, affectant négativement la durée de vie de la dalle.
6. Pour assurer le gel de l'eau en contact avec la bande de la patinoire, la première et la dernière rangées de chaise d'un rang doivent porter un tuyau qui est logé en dehors de la patinoire, sous la bande (observer le détail des bandes figures 10.1.13.1, 10.1.13.2 et 10.1.13.3).
7. Surveiller le déplacement et la déformation des rangs de chaises durant les manœuvres d'étirement du tuyau PE et la coulée du béton.
8. La hauteur d'installation du tuyau PE doit être spécifiée en pouce.
9. L'espacement c/c entre deux tuyaux PE doit être spécifié en pouce, car dans une dalle de 85 pi x 12 po/pi = 1020 po de largeur; $1020 \text{ po} \div 4 \text{ po/c/c} = 255$ passes, un nombre impair non divisible par 4; soit $255 + 1 = 256$ passes, un nombre pair divisible par 4, or 4 est le nombre de passes dans un circuit de l'échangeur de chaleur dans la dalle; $256 \div 4 \text{ passes/circuit} = 64$ circuits à 4 passes.
10. La distance c/c entre deux rangs de chaises doit être de 610 mm.
11. Comparer le calcul exécuté selon les deux systèmes de mesure, soit IP et SI. Dans l'application du système SI à l'industrie de la construction, l'équivalent de 4 po est environ 10 cm : $256 \text{ passes} \times 4''/\text{passe} = 1024 \text{ po}$, or calculé selon le système de mesure SI : $256 \times 10,0 \text{ cm} = 2560 \text{ cm}$. $2560 \text{ cm} = 1007,9 \text{ po}$. La différence entre les deux systèmes de mesure est 16,1 po.
12. Dans l'industrie des patinoires, la distance (c/c) entre deux tuyaux PE est normalement standardisée à 4 po. Cela dit, la Ville de Montréal possède plusieurs patinoires qui ont été construites selon le standard $3\frac{1}{2}''$ c/c.
13. Les dimensions des chaises doivent être déterminées par le rédacteur professionnel. Il les inscrit dans le cahier des charges qu'il rédige pour le projet.
14. Les dimensions des chaises doivent être en po, système d'unités impérial (IP), pour éviter la multiplication des erreurs de conversion qui s'additionnent.
15. L'ingénieur spécialisé en structure est responsable de déterminer la grosseur des barres d'armature. Il doit consulter la partie 10.4 pour établir, conjointement avec la partie réfrigération, les dimensions qui sont requises afin de compléter le tableau 10.1.5 et de permettre la fabrication des chaises.

16. L'ingénieur en réfrigération est responsable de choisir l'espacement à mettre entre deux tuyaux de PE 1" dans la dalle réfrigérée. Il doit consulter et conseiller le directeur à ce sujet.
17. Considérant qu'il doit y avoir une épaisseur de 25-32 mm (1" à 1¼") de béton au-dessus du tuyau de PE et que la dalle réfrigérée doit avoir une épaisseur de 6", les dimensions qui manquent dans le tableau 10.1.5 doivent être déterminées par le concepteur et spécifiées dans le cahier des charges.
18. Considérant que l'épaisseur de la dalle réfrigérée sous la bande de patinoire doit mesurer 8" ($6" + 2" = 8"$), le concepteur doit déterminer la dimension « H » figure 10.1.5.1 et la spécifier dans le cahier des charges. Il peut y avoir des exceptions lorsque la dalle réfrigérée est construite à l'extérieur. Observer la figure 10.1.13.2, une installation sans promontoire.
19. À la suite du dépôt de toutes les passes de tuyaux dans les chaises, avant de les raccorder sur les collecteurs et sur les U, il est requis d'identifier les passes de tuyau qui correspondent à chaque circuit (4 passes), ce qui permet de vérifier si le bon nombre de tuyaux a été déposé et d'appliquer les correctifs s'il y a lieu.

10.1.3.47 Coffrer et ferrailer la dalle ainsi que les deux caniveaux

1. Coffrer et ferrailer le contour de la dalle, les caniveaux, le tout en conformité avec le cahier des charges, suivant les indications et les prescriptions formulées.
2. Installer le coffrage en contreplaqué perforé pour laisser passer les tuyaux de PE et les manchons, et contenir le béton liquide pendant la coulée.
3. Installer le coffrage en contreplaqué pour former un promontoire en béton servant à asseoir les bandes de la patinoire.
4. Lorsqu'une dalle réfrigérée est construite à l'extérieur, le promontoire sous la bande n'est pas requis, car sa présence va retenir indûment l'eau de pluie sur la dalle en saison estivale.

10.1.3.48 Armature pour le béton

1. L'armature du bas est composée de deux barres d'acier, habituellement de calibre M15. Par contre, le dimensionnement doit être validé par le professionnel en structure.
2. Déposer une série de trois barres d'acier d'armature (en bas), parallèle avec les rangs de chaises, à raison de deux barres déposées entre chaque rang de chaises, appuyées sur une série de chaises en thermoplastique « *Bolster-Blox* » ou « *Bolster bar* » et une barre, centrée sur chaque rang de chaise. Si les barres déposées entre deux rangs de chaises ne sont pas appuyées sur une série de chaises en thermoplastique, le fil de fer qui relie les deux barres risque de se casser sous le poids du pied d'un travailleur œuvrant sur la dalle de patinoire en construction. En cas de bris du fil de fer, remplacer les fils de fer cassés et replacer les barres affaissées.

3. Déposer la seconde série de barres d'acier d'armature (en haut) perpendiculaire avec les rangs de chaises et attacher celle-ci sur chaque rang de chaise. Attacher les trois barres d'acier d'armature du bas avec celles du haut, en utilisant du fil de fer à 610 mm dans toutes les directions, conformément à la figure 10.1.17.2.
4. Consulter l'article 10.1.3.49 qui suit pour connaître les détails concernant l'acier d'armature dans le promontoire.
5. Il n'est ni requis ni justifié de galvaniser l'acier d'armature enfoui dans une dalle de patinoire. Nonobstant ce qui précède, si jamais l'acier d'armature et le treillis sont galvanisés, un contrôle de qualité doit être exercé pour s'assurer que les surfaces galvanisées sont exemptes de piques qui peuvent percer les tuyaux de PE et rejeter l'acier dont la surface est non conforme.
6. Une barre de calibre 15 est impossible à plier, conformément aux dimensions requises, pour entrer dans un promontoire large de 150 mm (6') et assurer un recouvrement adéquat pour l'acier d'armature.
7. La figure 10.1.17.1 est valide pour un espacement de 10" c/c, des barres d'acier d'armature. Nous avons produit les figures 10.1.17.2, 10.1.17.3, 10.1.17.4, 10.1.20.1, 10.1.20.2, car nous sommes d'avis que cet ajout constitue une amélioration tangible de notre design normalisé, applicable pour une dalle de patinoire en comparaison avec la figure 10.1.17.1.
8. L'acier d'armature dans la figure 10.1.17.2 (plan et détail de l'infrastructure d'une dalle réfrigérée) est installé à 8" c/c dans les deux axes, soit X et Y selon la figure 10.1.7, une opération qui se répète à chaque rangée de chaises. De plus, les barres d'acier d'armature dans la dalle sont plus rapprochées, ce qui offre une meilleure résistance à l'effort exercé sur la dalle de béton.
9. Le placement des rangs de chaises sur la chape de béton est normalisé à 24" c/c, les lisières de chaises sont placées sur la chape en suivant des arrangements chevauchants pour faire coïncider le dernier M avec le premier M de chaque lisière, comme prescrit précédemment.
10. L'alignement des chaises se réalise en déposant plusieurs longueurs de 10' de tuyau d'acier ¾" Ø, logé dans les M, perpendiculairement au rang de chaises.
11. Le placement des barres d'acier d'armature est facilité pour le ferrailleur, il les installe à 8" c/c, conformément à la figure 10.1.17.2, leur espacement est normalisé, un multiple de l'espacement entre les rangs de chaises, normalisé à 24" c/c.
12. Une série de barres sont déposées, sur une longueur de 85', centrées sur chaque rang de chaises;
13. Deux séries de barres sont déposées sur une longueur de 85', sur la chape entre deux rangs de chaises, créant trois espaces de 8" c/c.
14. Une série de barres déposées perpendiculairement aux rangs de chaises, sur une longueur de 200', à raison d'une barre insérée dans chaque deux espaces libres entre deux « M ».
15. Une barre d'acier d'armature ne doit pas être insérée dans l'espace en dessous du « M » des rangs de chaises sur 200' de longueur.

16. Les barres d'acier d'armature sont attachées avec du fil de fer, à raison d'une attache à 24" dans les axes des X et des Y.
17. Le fil de fer utilisé pour attacher l'infrastructure de la dalle doit être double et avoir un diamètre d'au moins 1,00 mm pour s'assurer que les attaches ne casseront pas sous les pieds des travailleurs œuvrant sur l'infrastructure.
18. La figure 10.1.17.1 illustre comment le placement de l'acier d'armature n'est pas en harmonie avec le reste de l'infrastructure, un net contraste avec la figure 10.1.17.2 illustrant comment l'installation des barres d'acier d'armature doit interfacer harmonieusement avec les chaises et les tuyaux de l'échangeur de chaleur enfouis dans la dalle réfrigérée.
19. Les figures 10.1.13.1 et 10.1.13.2 illustrent comment est normalisée l'installation des barres d'acier d'armature en forme de canne pour prévenir les situations où il faut démolir et corriger le travail réalisé précédemment, figure 10.1.17.4, afin d'installer les tuyaux de réfrigération dans l'infrastructure du promontoire.

10.1.3.49 Coffrer et ferrailer le promontoire sous la bande

1. Coffrer en contreplaqué le contour du promontoire qui sert à asseoir les bandes, le tout suivant les indications sur les plans.
2. Comparer les figures 10.1.13.1 et 10.1.13.2, là où la première illustre le détail de la dalle réfrigérée construite avec un promontoire sous la bande, tandis que la seconde illustre le détail de la dalle réfrigérée construite sans le promontoire sous la bande. Noter l'emplacement du tuyau PE, logé entre deux M, la forme et le diamètre réduits des barres d'armature (M10 vs M15), la place de l'ancrage inséré entre les deux tuyaux de l'échangeur de chaleur, les chaises en thermoplastique qui appuient l'acier d'armature, les attaches en fil de fer pour le treillis et pour l'acier d'armature.
3. Placer deux barres d'acier d'armature dans le bas du promontoire et deux barres dans le haut du promontoire. Placer, perpendiculairement à ces quatre barres, les barres d'acier d'armature fabriquées, en forme de canne, attacher les quatre barres et la canne conformément aux figures 10.1.13.1 et 10.1.13.2.

10.1.3.50 Ordre de mise en place de l'armature et du treillis

1. Se référer à la figure 10.1.17.2.
2. Déposer, aligner et fixer les chaises « M » sur la chape.
3. Déposer les barres d'armature (J) sur la chape.
4. Déposer les barres d'armature (K) sur les chaises « M » dans l'espace entre deux « M ».
5. Déposer les quatre (4) barres d'armature (K) qui sont destinées au promontoire sous la bande, deux barres en bas et deux barres en haut, attacher les barres d'armature (K) sur les chaises (M).

6. Déposer les chaises (L) fabriquées en thermoplastique sur la chape et placer les barres (J) sur lesdites chaises (L).
7. Attacher les barres d'armature (J) et (K) ensemble.
8. Déposer un premier tuyau PE 1" ID sous la bande (côté banc des joueurs) avant de déposer les cannes.
9. Déposer les cannes et les attacher avec du fil de fer, avant de déposer les autres tuyaux.
10. Déposer les tuyaux de PE 1" ID dans les espaces « M » des chaises et les installer en progressant vers l'axe central de la dalle, et au-delà pour atteindre le bord de la bande opposée.
11. Déposer un premier tuyau PE 1" ID sous la bande (côté gradins), et bien vérifier que le nombre de passes de l'échangeur de chaleur est un multiple de quatre avant de déposer les cannes.
12. Identifier les passes de tuyau qui correspondent à chaque circuit (4 passes), ce qui permet de vérifier si le bon nombre de tuyaux a été déposé avant de les raccorder sur les collecteurs et sur les U. Si requis, c'est le moment d'ajouter une passe de tuyau et de la déposer dans l'espace entre deux « M ».
13. Se référer aux figures 10.1.13.1 ou 10.1.13.2 pour le positionnement des barres d'acier d'armature en forme de canne.
14. Positionner les barres d'acier d'armature (K) du haut et les attacher sur les cannes.
15. Déposer le treillis sur le dessus des chaises « M », conformément aux figures 10.1.20.1 et 10.1.20.2.
16. Attacher le treillis, de préférence sur les chaises « M » et sur les barres d'armature, se référer aussi à l'article intitulé « Coffrer et ferrailler le promontoire sous la bande ».
17. Ne pas attacher le treillis sur les tuyaux de PE, le fil de fer pouvant trancher le tuyau.

10.1.3.51 Attache du treillis sur les chaises et sur l'armature

1. Les rangs de chaises dans la dalle doivent être espacés de 24" (610 mm).
2. L'espacement entre les attaches ne doit pas être supérieur à 24" (610 mm) sur toute la longueur de chaque rang de chaises.
3. Afin de prévenir le soulèvement du treillis pendant la coulée du béton (dalle réfrigérée), l'usage du fil de fer est requis pour le fixer. Le premier point d'attache pour le treillis est sur le dessus des chaises, tandis que le second point d'attache est sur le dessus des chaises et sur les barres d'acier d'armature.
4. Treillis métallique #9, 4 pi x 8 Pi. Il est inacceptable de couper systématiquement le fil de fer (en dents de peigne, sur trois côtés), au périmètre des feuilles de treillis. La procédure a été essayée et ne sera pas répétée car les moignons de fils coupés sont nombreux à entrer en contact avec le tuyau de PE. Il est par la suite impossible de corriger la situation.

5. Plier les broches du treillis qui appuient sur le tuyau de PE avec une arête coupante pour les éloigner du tuyau. Bien observer les photos avant/après le pliage. Photos #38 et #41.
6. Si le treillis est mal attaché sur les chaises, il a tendance à émerger du béton pendant la coulée (béton rendu fluide par l'action du vibreur).
7. Le fil de fer doit être utilisé pour attacher le treillis et ne doit jamais entourer le tuyau de PE car il existe un danger de le sectionner.
8. Le fil de fer mal appliqué peut percer accidentellement un tuyau de PE.
9. L'excédent du fil de fer doit être plié vers le bas et éloigné du tuyau PE pour minimiser les incidents.
10. L'usage d'attaches pour câbles de modèle *tie wrap* en remplacement du fil de fer n'a pas été un succès et ne sera pas répété.
11. Le treillis doit être installé sur le dessus des chaises, en deux rangs d'épaisseur. Les rectangles du premier rang doivent être déposés en conformité avec les figures 10.1.20.1 et 10.1.20.2, tout en évitant les chevauchements, plus précisément à la marge des rectangles.
12. La première couche de treillis doit être déposée sur les chaises en conformité avec la figure 10.1.20.1.
13. Le rectangle de treillis a un sens d'installation, tous les rectangles composant une même couche de treillis doivent être déposés conformément à l'arrangement illustré en plan et en coupe sur la figure 10.1.20.1.
14. Les rectangles de la première couche de treillis doivent être attachés minimalement sur les chaises pour les maintenir en place pendant les travaux de construction de l'infrastructure et prévenir leur déplacement sous les pieds des travailleurs qui doivent marcher sur l'infrastructure.
15. Les rectangles de la seconde couche de treillis doivent être inversés par rapport à la première couche et être déposés en quinconce sur la première couche conformément à la figure 10.1.20.2.
16. La mesure de l'épaisseur du treillis est de 8,5 mm, deux épaisseurs du treillis chevauchant mesurent 17 mm. Si la seconde couche est inversée par rapport à la première et qu'elle est bien positionnée, conformément à la figure 10.1.20.2, il est possible de retrancher 4 mm à 17 mm, ce qui ajoute seulement 13 mm d'acier au-dessus des chaises.
17. Le défi rencontré dans l'installation des rectangles de treillis dans un arrangement chevauchant se situe surtout dans les coins de chaque rectangle, là où on peut empiler quatre épaisseurs de treillis par manque d'attention.
18. L'ajout de 34 mm d'acier au-dessus des chaises est excessif et compromet le recouvrement de béton prévu au-dessus des chaises, soit 25-30 mm.
19. Les deux épaisseurs de treillis déposées en quinconce offrent une excellente résistance pour contenir l'apparition de fissures à la surface de la dalle de béton réfrigérée.

20. Les figures 10.1.20.1 et 10.1.20.2 ont été produites à la suite de l'expérience acquise par notre équipe afin de normaliser l'installation du treillis et prévenir les situations où il faut démolir et corriger le travail déjà réalisé pour éliminer les chevauchements qui ajoutent une épaisseur indue de treillis, au-dessus des chaises, diminuant ainsi l'épaisseur du recouvrement de béton prévue au-dessus du treillis.
21. Diminuer les probabilités qu'une partie du treillis émerge de la surface bétonnée de la dalle réfrigérée.
22. Observer les barres du treillis, à la marge des rectangles, composant la figure 10.1.20.1. Elles sont une à côté de l'autre pour ne pas créer d'épaisseur supplémentaire.
23. Une séance de formation, à l'intention des ferrailleurs et des frigoristes, doit être prévue au cahier des charges pour expliquer et faire comprendre les enjeux illustrés dans les figures 10.1.17.1, 10.1.17.2, 10.1.17.3, 10.1.17.4, 10.1.20.1, 10.1.20.2 et 10.1.7. Cette séance de formation doit suivre l'installation des chaises sur la chape. Le professionnel en structure doit animer cette séance de formation sur le chantier en soutien à l'entrepreneur.

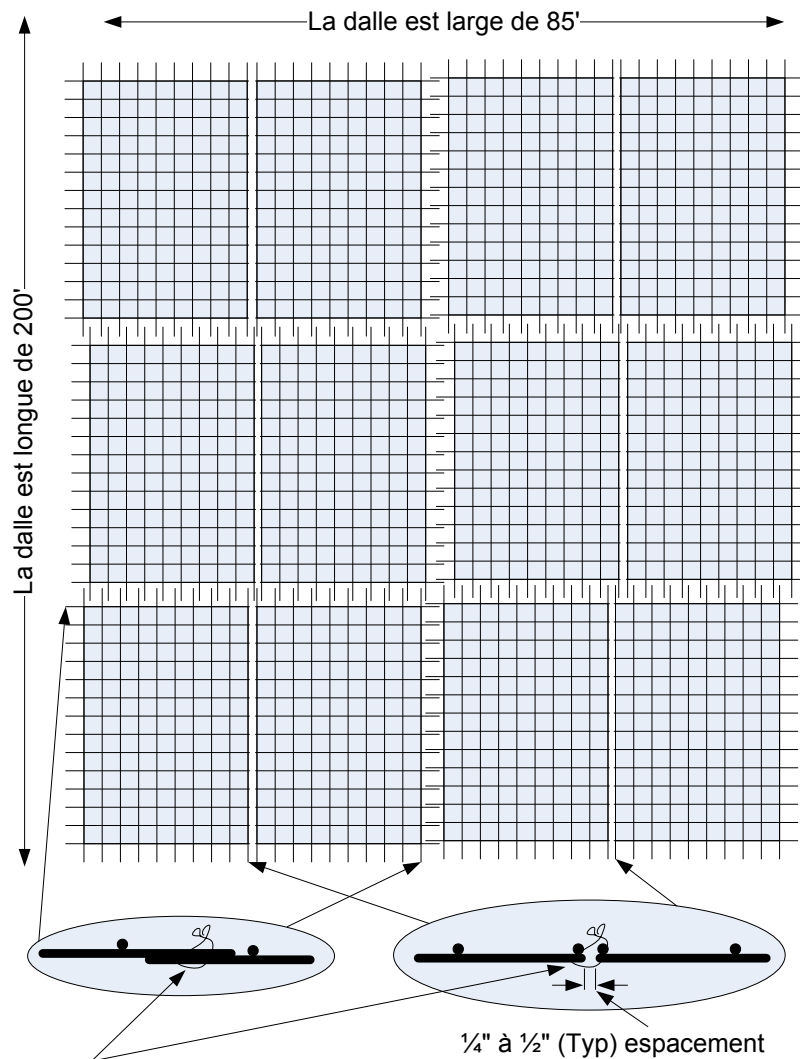
10.1.3.52 Installation du tuyau PE

1. Positionner les tuyaux de saumure (PE de 1" nominal) conformément avec les indications aux plans (dans le sens de la longueur 200'). Allouer une longueur suffisante de tuyau pour exécuter les raccords sur les «U» et sur les collecteurs. Le tuyau doit être d'une seule pièce, sans aucun joint, parfaitement aligné et de niveau dans les chaises.
2. Placer les manchons aux deux extrémités des tuyaux de PE. Les manchons sont requis pour protéger le tuyau PE qui sort du béton aux deux bouts de la dalle réfrigérée.
3. La dalle amovible et son cadre servant de pont à la surfaceuse possèdent une épaisseur de 4" qui se projette sous le niveau du plancher et s'appuie dans un cadre, construit en cornière, ancré dans le béton de la dalle réfrigérée, au-dessus des tuyaux de l'échangeur de chaleur enfouis dans la dalle réfrigérée sous le seuil de la porte de la surfaceuse.
4. Il est important de faire plonger localement la tuyauterie PE 1" enfouie dans le béton de la dalle réfrigérée afin de dégager de l'espace pour assurer l'interface de la plaque amovible. Réaliser localement, sous le seuil de la porte de la surfaceuse, le percement du coffrage requis pour passer les tuyaux de PE plus profondément dans la dalle réfrigérée, sous la cornière qui retient le pont de la surfaceuse.
5. Réaliser les joints aux trois raccords en U requis pour une configuration de l'échangeur de chaleur à 4 passes.
6. Réaliser les joints sur les raccords qui sont piqués sur les collecteurs de saumure de 4" et 6" fabriqués de PVC (dans le grand caniveau) et suivant le schéma indiqué aux plans de réfrigération (alimentation – retour).

7. Selon l'espacement c/c de 4" ou 3½" entre les tuyaux de saumure dans la dalle, la dimension c/c des pattes du «U», figure 10.1.2, doit concorder afin de ne pas exercer de stress indu sur le tuyau en PE sortant du béton de la dalle. Le cahier des charges et le plan de la dalle doivent préciser l'espacement c/c entre les pattes du «U».
8. Utiliser deux (2) colliers fixés en opposition à chaque joint. Les colliers et la vis doivent être fabriqués entièrement en acier inox 316, conformément à la figure 10.1.3.
9. Appuyer individuellement les «U» et la tuyauterie qui sont en porte-à-faux de plus de 300 mm.
10. L'insertion des deux pattes du «U» dans le tuyau de PE doit être suffisante pour assurer un joint étanche sous les deux colliers.
11. Utiliser un «U» témoin pour vérifier si les colliers sont bien positionnés pour faire pression sur les rainures du «U» et assurer l'intégrité du raccord PE vs PVC.

10.1.3.53 Installation du treillis

Lire attentivement l'article 10.1.3.51, pour bien saisir le principe d'assemblage de l'infrastructure (treillis).



Attaches avec fil de fer, calibre minimal, 1.59mmØ.

Le rectangle de treillis a un sens d'installation, tel qu'illustré, pour la 1ère couche.

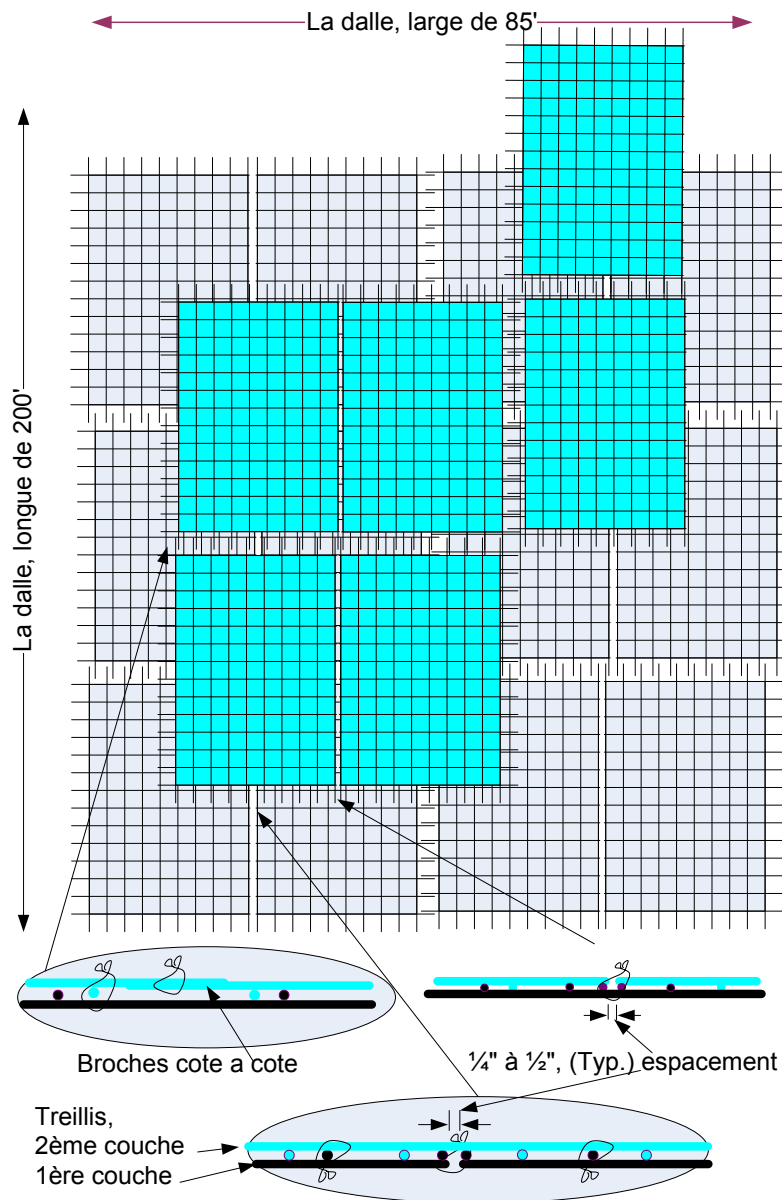
Aucun chevauchement n'est permis, à la marge des rectangles de treillis.

© Claude Dumas 2020,2024

Section_dalle_ref_treilli_chaises_armature_sur_sol2021007.vsd

Détails d'installation de la 1ère couche de treillis, sur les chaises (NAE), Figure 10.1.20.1

Figure 10.1.20.1 – Détails d'installation de la 1^{ère} couche de treillis sur les chaises



Section_dalle_ref_treilli_chaises_armature_sur_sol2021007.vsd © Claude Dumas 2020, 2024

Aucun chevauchement de treillis permis, à la marge des rectangles

Le rectangle, treillis de la 2ème couche, ici illustrée en couleur, a un sens d'installation, inversé par rapport à la 1ère couche

Détail d'installation de la 2ème couche de treillis, par-dessus la 1ère couche (NAE), Figure 10.1.20.2

Figure 10.1.20.2 – Installation de la 2^e couche de treillis par-dessus la 1^{ère} couche

10.1.3.54 Trottoir temporaire déposé sur le treillis

1. Installer un trottoir, construit en panneaux de 4' x 8', contreplaqué de 19 mm, pour marcher sur le treillis et les tuyaux pendant la construction.
2. L'installation d'un lit de barres d'acier d'armature de 200' de long est inutile comme trottoir.

10.1.3.55 Mise sous pression de la tuyauterie PE

1. Mettre sous pression hydrostatique de 30-35 psig la tuyauterie PE constituant l'échangeur de chaleur, la maintenir sous pression et la surveiller pendant les travaux sur l'infrastructure de la dalle réfrigérée (installation du treillis, coulée du béton, incluant les 7 jours de cure).
2. Assurer le suivi de la lecture de pression indiquée sur le manomètre et tenir un registre journalier des lectures. Le registre doit être disponible pour consultation.
3. Aucun joint de tuyau ne sera toléré dans le béton de la dalle sur la patinoire.
4. Maintenir la tuyauterie PE et le collecteur sous pression (eau) aide à détecter rapidement si la tuyauterie est endommagée.
5. Faire le plein d'eau provenant de l'aqueduc dans tout le système de tuyaux en PE. Avant la coulée du béton, évacuer l'air emprisonné, abaisser si possible la température ambiante à l'intérieur de l'aréna.
6. Mettre sous pression le système de tuyau PE en conformité avec le protocole de test qui suit.

10.1.3.56 Protocole de test de l'échangeur de chaleur

1. Protocole de mise sous pression du système d'échangeur de chaleur, tuyaux de PE et collecteur PVC, pendant un intervalle de temps qui doit débuter 12 heures avant la coulée du béton et se terminer 24 heures après. Il est requis d'établir et de maintenir la pression hydrostatique dans le système d'échangeur de chaleur à 241 kPa (35 lb/po²). Ne pas dépasser 30-35 psig.
2. Dans l'éventualité d'une rupture accidentelle du système d'échangeur de chaleur, l'entrepreneur doit remplacer la longueur complète du ou des tuyaux perforés et recommencer l'opération en suivant le même protocole, incluant le test de pression maintenue pendant douze (12) heures avant la coulée du béton.

10.1.3.57 Système de poutre pour l'étirement

1. Mettre en place le système de poutres et crochets temporaire (barre d'acier d'armature, œil vissé dans le béton, pièce d'insertion et fil de fer) requis pour mettre sous tension et étirer le système de tuyaux de PE pendant la coulée du béton de la dalle réfrigérée.

10.1.3.58 Tuyaux mis sous tension (système de tuyaux PE)

1. Mettre le système de tuyaux de PE 1" sous tension ($\Delta L = 600 \text{ mm}$) afin d'assurer la rectitude dans la planéité de l'échangeur de chaleur.
2. Tendrer la tubulure et la retenir à ses deux extrémités sur la structure d'acier et sur les crochets.
3. Maintenir la tension de la tubulure pendant la coulée du béton et pendant les 7 jours suivants.

10.1.3.59 Relâche de la tension (système de tuyaux PE)

1. Couper les crochets et relâcher la tension sur la tubulure en PE le septième (7^e) jour suivant la coulée du béton de la dalle de réfrigération.

10.1.3.60 Béton, conditions de mise en œuvre

1. Afin de garantir la bonne qualité de tout le béton coulé dans la dalle, un bac à béton doit être temporairement installé pour disposer du premier $0,5 \text{ m}^3$ de béton (Grout) utilisé pour lubrifier et démarrer la pompe à béton.
2. La mise en place du béton de la dalle (réfrigérée et chape) doit respecter la planéité et l'élévation cible prescrites dans le cahier des charges.
3. La coulée du béton de la dalle (réfrigérée et chape) doit être continue. La création d'un joint froid dans la dalle de béton doit être évitée, cela fait partie de l'essence du contrat.
4. Réaliser la coulée du béton des murs des deux caniveaux et du promontoire en même temps que celle de la dalle réfrigérée. Le promontoire de béton sous la bande doit être solidaire de la dalle réfrigérante afin de ne pas créer des joints froids et des vides entre la dalle et le promontoire.
5. La surface du promontoire de béton sous les bandes doit être parfaitement de niveau, lissée. Les ancrages doivent être à l'élévation prescrite, alignés et espacés selon les détails sur les plans.
6. La recette de béton proposée par l'usine et approuvée par l'ingénieur en titre doit être conforme aux caractéristiques prescrites dans le tableau 10.1.6. De plus, cette recette doit être approuvée par le laboratoire, avant la coulée du béton. Le béton doit provenir simultanément de deux usines dont l'adresse est différente.
7. Recouvrir le béton frais poli d'une couverture de mûrissement humide fabriquée à partir de polyéthylène et recouverte de fibre de cellulose naturelle. Appliquer la cure de mûrissement du béton conformément au scénario d'application décrit à l'article 10.1.3.70.
8. Température ambiante optimale lors de la coulée : $10 \text{ °C} \pm 2 \text{ °C}$.
9. Température du béton à l'arrivée : 13 à 18 °C.
10. Le temps de malaxage minimal assuré doit être de 40 minutes.
11. Le temps de malaxage maximal assuré doit être de 60 minutes.

12. Le temps de déchargement doit être en deçà de 90 minutes.
13. Le temps de cure du béton de la dalle réfrigérée doit durer 28 jours, soit 7 jours de cure humide et 21 jours de cure sèche.
14. Trottoirs en contreplaqué de 19 mm pour appuyer toute la tuyauterie afférente à la pompe à béton et permettre aux travailleurs de se déplacer sur l'infrastructure de la dalle réfrigérée pendant la coulée du béton.
15. Mettre en place temporairement le trottoir en contreplaqué dans l'axe central de la patinoire sur 61 m (200') ainsi que les quatre bras 7,4 m (24') (3 feuilles de contreplaqué pour chaque bras) qui permettent de placer le béton dans les coins et les côtés de la patinoire.
16. L'équipe de travailleurs déplace et retire progressivement les feuilles de contreplaqué selon l'avancement de la coulée du béton.
17. Le béton doit être placé en utilisant un vibreur de béton. Il doit bien pénétrer sous les tuyaux de PE. L'équipe doit utiliser un vibreur de 50 mm ou moins et doit éviter de toucher au treillis pour ne pas occasionner la séparation des agrégats. Le béton doit remplir tous les vides sous les tuyaux PE et sous l'armature.
18. Si les chaises de type M ne sont pas fixées mais seulement déposées sur la couche du dessous, l'usage d'un vibreur pour placer le béton est problématique et peut faire émerger le treillis à la surface bétonnée.
19. Pendant la coulée du béton, l'équipe de travailleurs doit commencer la coulée à une extrémité de la patinoire et progresser sans interruption vers l'autre extrémité. Il ne doit y avoir aucun joint de coulée sur la dalle réfrigérante. Un arrêt de 90 minutes est le temps maximal permis pour reprendre une coulée qui a été interrompue.
20. Pendant la coulée, une seconde (2^e) pompe à béton (fonctionnelle et stationnée sur le chantier) doit pouvoir prendre la relève en cas de panne de la première pompe.
21. Couler le béton à l'élévation requise et vérifier ladite élévation pendant la coulée, à l'aide d'instruments laser de précision. La spécification de l'instrument de mesure des élévations ainsi que le protocole (prise de mesure) doivent être soumis au directeur pour approbation, au moins 7 jours avant la coulée du béton.
22. Sécuriser l'emplacement de l'instrument laser pour éviter qu'il soit bougé/déplacé accidentellement pendant la coulée du béton.
23. Collaborer avec la Ville et avec le laboratoire dûment mandaté par la Ville pour la prise d'échantillons du béton et permettre la prise des élévations du système avant et pendant la coulée du béton (élévation des tuyaux réfrigérants, élévation du promontoire des bandes, du ferrailage ainsi que du béton).
24. Exécuter toutes les corrections que le directeur juge nécessaires.

25. La vue en coupe de la dalle réfrigérée (figures 10.1.13.1, 10.1.13.2, 10.1.13.3, 10.1.13.4) illustre la succession des couches qui doivent être mises en place pour réaliser une dalle réfrigérante fonctionnelle et durable. L'infrastructure de ladite dalle réfrigérée doit inclure une chape de béton de 2" et les chaises doivent être fixées sur elle.

10.1.3.61 La suite des composantes et l'ordre de réalisation de l'œuvre

Liste décrivant sommairement et dans l'ordre de réalisation, les différentes étapes dans la réalisation de l'œuvre.

(Dessus de la dalle de patinoire).

1. Glace.
2. Vérification Scan-Laser-3D, mesure de l'élévation/planéité, rapport, correctifs (meulage des collines à la surface de la dalle où l'on a mis de l'eau pour les différencier des vallées), règle de 10' pour évaluer l'avancement du meulage, rapport au directeur, réception de l'œuvre par le directeur lorsque conforme.
3. Nettoyage de la dalle et assèchement avant la vérification Scan-Laser-3D.
4. Réaliser une cure humide pendant 7 jours sous une couverture de mûrissement.
5. Béton dalle.
6. Poli avec truelle mécanique.
7. Arasée avec la règle vibrante qui s'aligne sur deux îlots de béton frais.
8. Niveau établi au laser sur des îlots de béton, polissage avec truelle à main, règle et lecteur laser tenus à la main.
9. Placement du béton avec un vibreur de petit calibre.
10. Coulée d'une dalle, épaisseur de 6", au moyen d'une pompe sur camion.
11. Infrastructure dans le béton.
12. Treillis.
13. Ancrages.
14. Armature pour le béton.
15. Chaises pour l'acier d'armature (*Bolsters*).
16. Échangeur de chaleur construit avec des tuyaux PE ou acier.
17. Chaises pour la réfrigération installée sur des cales afin de compenser les vallées hors norme si le directeur l'exige.

18. Vérification de la chape Scan-Laser-3D, mesure de niveau/planéité, rapport, correctifs (meulage des collines à la surface de la dalle où l'on a mis de l'eau pour les différencier des vallées), règle de 10' pour évaluer l'avancement du meulage, rapport au directeur, réception de l'œuvre par le directeur lorsque conforme.
19. Nettoyage de la dalle et son assèchement avant la vérification. Scan-Laser-3D.
20. Cure humide pendant 3 jours.
21. Béton chape.
22. Poli avec truelle mécanique.
23. Arasée avec la règle vibrante qui s'aligne sur deux îlots de béton frais.
24. Élévation établie au laser sur des îlots de béton frais, polissage avec truelle à main, règle et lecteur laser tenus à la main.
25. Coulée d'une chape, épaisseur de 2", au moyen d'une pompe sur camion.
26. Coupe-vapeur, polyéthylène 6 mils.
27. Calorifuge 2" + 2" = 4".
28. Coupe-vapeur, polyéthylène 6 mils.
29. Couche de sable sur le dessus du système de chauffage.
30. Système de chauffage dans le sol.
31. Couche de sable sous le système de chauffage.
32. Couche de géotextile.
33. Couche de remblais
34. Infrastructure du système de drainage de la surface de la dalle, RP.
35. Infrastructure du système de drainage des caniveaux, RP.
36. Infrastructure du système de drainage dans le sol.
37. Sol non remanié.

(Dessous).

10.1.3.62 Système de bandes de patinoires

1. Le système de bandes de patinoires doit être fabriqué en aluminium, conformément aux exigences de conception et de performance de la partie 10.3.

10.1.3.63 Bordure au périmètre de la dalle (planche goudronnée)

1. Au périmètre de la dalle, un rang de planche (asphalte goudronné) borde la dalle réfrigérée pour l'isoler du tablier et permettre l'expansion ou la contraction des matériaux, article 10.1.2.15.

10.1.3.64 Vide technique sous la dalle réfrigérée, contraintes à considérer

1. Le vide technique sous une dalle réfrigérée peut être construit, ventilé ou non ventilé, conformément à la figure 10.1.13.4. Le plancher du vide technique peut être en gravier ou en béton, parfois dans un espace clos. Un plancher en gravier est une source d'humidité intarissable pour humidifier l'air du vide technique et favoriser la croissance des moisissures.
2. Les panneaux de calorifuge ne doivent pas être installés au plafond du vide technique, sous la dalle structurale, car avec les années, les attaches vont se corroder, l'adhésif va se détériorer, surtout si le plancher du vide technique n'est pas bétonné, et les panneaux de calorifuge vont tomber au sol.
3. Une dalle structurale doit appuyer la couche de calorifuge.
4. Installation du calorifuge au plafond du vide technique exposé à l'air libre et à l'humidité des grandes surfaces de polystyrène. Les prescriptions du CNB doivent être prises en compte dans le design, car l'installation n'est pas conforme si le calorifuge n'est pas enrobé et ignifugé.
5. Les différentes couches doivent être installées conformément à la figure 10.1.13.4, selon la liste qui suit, dans l'ordre.

Liste décrivant sommairement, et dans l'ordre de réalisation, les différentes étapes dans la réalisation de l'œuvre.

(Dessus)

1. Dalle réfrigérée de 6" (150 mm)
2. Chape 2"
3. Polyéthylène de 6 mils *
4. Calorifuge 2 x 2" = 4"
5. Polyéthylène de 6 mils *
6. Dalle structurale
7. Vide technique (inaccessible)
8. Sol

(Dessous)

* Les deux polyéthylènes peuvent permettre le glissement de la chape par rapport à la dalle structurale.

10.1.3.65 Dalle réfrigérante sur dalle structurale construite au-dessus d'un sol instable

1. Conformément à la figure 10.1.13.4, le vide technique est un espace qui peut être soit accessible ou inaccessible.

2. Le vide technique est normalement non ventilé et constitue un espace clos. Le plancher du vide technique est normalement en gravier, et il est parfois possible de s'y déplacer. La création d'espace clos doit être évitée.
3. Le calorifuge doit être installé entre la dalle structurale et la chape de béton.
4. Installation du calorifuge au plafond du vide technique exposé à l'air libre et à l'humidité des grandes surfaces de polystyrène. Les prescriptions du CNB doivent être prises en compte dans le design, car l'installation n'est pas conforme si le calorifuge n'est pas enrobé.

10.1.3.66 Section de dalle structurale réfrigérée construite au-dessus d'un vide technique accessible

Illustration des principes de construction d'un aréna comprenant deux patinoires, construit en 1967 et toujours en service. Un cas type à ne pas copier.

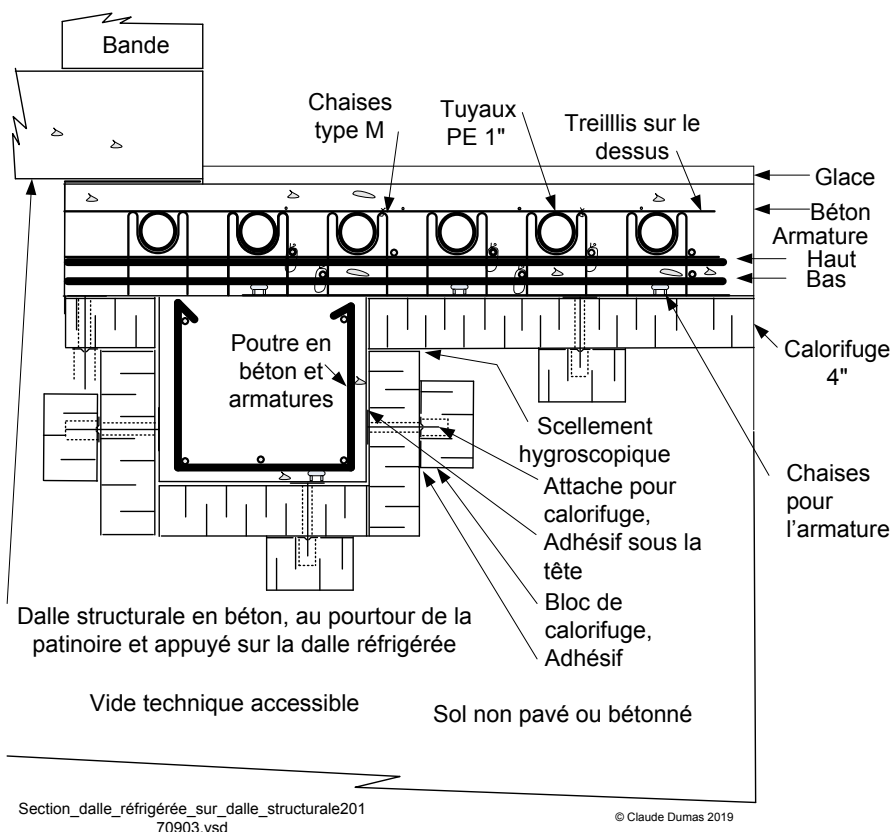
1. Conformément à la figure 10.1.21, le vide technique est un espace qui doit être accessible pour installer et entretenir le calorifuge.
2. Le vide technique est ventilé, le plancher du vide technique est en gravier et il est possible de s'y déplacer.
3. Ici, les panneaux de calorifuge sont installés au plafond du vide technique. Avec les années et l'humidité, les attaches se corrodent, l'adhésif se détériore, les panneaux de calorifuge tombent au sol, la glace se forme sur le dessous de la dalle.
4. De plus, l'installation du calorifuge au plafond du vide technique expose à l'air libre et à l'humidité des grandes surfaces de polystyrène, un matériau combustible. Les prescriptions du CNB doivent être prises en compte dans le design, car l'installation n'est pas conforme si le calorifuge n'est pas enrobé et ignifugé.
5. Un plancher en gravier est une source d'humidité intarissable pour humidifier l'air du vide technique.
6. La dalle de béton épaisse de 6" est appuyée sur un système de pieux, sur lequel repose un ensemble de poutres de béton.
7. Le promontoire sous la bande est à la même élévation et solidaire du plancher de la promenade entourant la patinoire. De plus, le promontoire s'appuie sur la dalle réfrigérée.
8. La hauteur du promontoire cause problème à la surfaceuse qui doit accéder à la glace, nécessitant deux panneaux amovibles, fabriqués en bois, de forme triangulaire, pour assurer la transition entre les deux élévations (glace et promenade).

Les différentes couches sont installées dans l'ordre suivant :

(Dessus)

1. Glace
2. Béton de la dalle réfrigérée et structurale
3. Treillis
4. Tuyaux PE 1"Ø
5. Armature du haut
6. Armature du bas
7. Chaises pour l'armature (*Bolster bar*)
8. Coffrage temporaire
9. Chaises pour le tuyau PE
10. Attaches et adhésif
11. Calorifuge
12. Vide technique
13. Sol non pavé, en gravier

(Dessous)



Section Dalle Structurale Réfrigérée

Figure 10.1.21 – Section de dalle structurale et réfrigération

10.1.3.67 Dalles amovibles préfab. béton (pont surfaceuse)

1. Un pont composé de dalles amovibles préfabriquées en béton armé est requis lorsque la surfaceuse doit traverser au-dessus du collecteur de saumure pour se déplacer de son garage jusque sur la glace.
2. Le pont doit s'asseoir au pourtour de sa base sans effet de berceau.
3. Chauffage électrique par câbles chauffants.

10.1.3.68 Trottoir préfab. panneaux de bois (sur caniveau)

1. Ce trottoir n'est pas conçu pour porter un chariot élévateur, une nacelle ciseau ou tout autre véhicule.
2. Ce trottoir doit être amovible pour l'entretien dans le caniveau.
3. Trois grilles en caillebotis pour la ventilation naturelle du caniveau.

10.1.3.69 Gestion du stress induit sur le collecteur de saumure

1. Le collecteur de saumure doit s'appuyer sur un système de poutres servant de point d'ancrage et de point guide.
2. Tous les tuyaux qui passent sur la poutre qui sert de point d'ancrage doivent être munis d'un ancrage sur ladite poutre.
3. En conformité avec les plans et devis, le stress induit dans le collecteur de saumure par l'expansion/contraction thermique doit être géré en installant des ancrages et des guides en position stratégique (voir les détails normalisés (A.1/R-04-A) et (A.2/R-04-A)).
4. Les ancrages visent à limiter le mouvement du collecteur de saumure et à prévenir le stress excessif sur les raccords PVC ¾".
5. Il est préférable de placer un ancrage au point milieu d'une longueur de 85' de tuyau pour diviser en deux le mouvement longitudinal induit par l'expansion/contraction thermique (voir le détail normalisé (C/R-04-A)).
6. De chaque côté d'un point d'ancrage, il est requis de placer des guides pour permettre le mouvement longitudinal et limiter le mouvement latéral de chaque tuyau collecteur.
7. Lorsqu'un guide est mal placé sur le collecteur de saumure et qu'il met en péril l'intégrité du collecteur en appuyant sur un raccord PVC ¾", formuler une demande de dérogation au directeur qui autorisera le retrait dudit guide.

10.1.3.70 Mûrissement du béton de la dalle réfrigérée/chape

1. Mécanisme de mûrissement : Membrane en polyéthylène recouverte de fibres naturelles (cellulose) extra-absorbantes piégeant l'eau efficacement afin de constituer un réservoir qui servira à l'hydratation du béton de la dalle tout au long de la période de mûrissement.
2. Préparation de la surface : Retirer tous les débris et les matériaux non adhérents de la surface en béton devant être mûrie.
3. Application de la couverture : Considérant que la mise en œuvre du béton d'une dalle/chape de patinoire peut durer de 12 à 15 heures sans interruption et que la finition de surface progresse graduellement d'une extrémité à l'autre, il est requis de planifier adéquatement la séquence des travaux.
4. Couverture de mûrissement, instructions d'installation :
 - a. Immédiatement après la coupe des joints de contrôle dans le béton – une dalle réfrigérée ne possède pas de joint de contrôle – ou dès que la dalle de béton est polie et permet l'accès sans causer de dommages de surface, enlever tous les débris et détritiques de la surface de béton avec un boyau d'eau à grand débit.

- b. Placer le rouleau de la couverture de mûrissement, le côté où se trouvent les fibres naturelles, directement au contact du béton et dérouler sur la dalle humide en travaillant sur la plus grande largeur possible.
- c. Appliquer de l'eau sur la surface du béton à mûrir avec un boyau à grand débit pour l'hydratation initiale de la dalle. Une quantité d'eau de 1/8" -1/4" est recommandée.
- d. Commencer le déploiement de la couverture le long du bord de la dalle réfrigérante (à l'opposé du vent dominant pour une patinoire extérieure). Laisser la couverture dépasser de 6" le bord de la dalle pour assurer un recouvrement complet du béton.
- e. Tout en continuant à imbiber la couverture sur le côté extérieur du rouleau avec le boyau à grand débit, commencer lentement le déroulement de la couverture sur la surface de béton face tissu vers le bas. La couverture tourne du blanc au gris lorsqu'elle est complètement imprégnée d'eau.
- f. Si la couverture est déroulée trop vite et que la couleur blanche est toujours présente, enrrouler tout simplement la couverture de quelques pieds, appliquer plus d'eau et continuer l'installation.
- g. Si des poches d'air sont constatées sous la toile durant l'installation, utiliser un balai-brosse à soies douces pour pousser l'air sur le côté de la couverture vers le côté découvert de la dalle.
- h. Répéter les étapes (5-Retrait et nettoyage et 6-Points à surveiller), chevauchant la couverture de quatre à six pouces sur chaque lisière de couverture jusqu'à ce que toute la dalle de béton soit recouverte.
- i. Recouvrir la totalité de la surface, y compris le promontoire qui ceinture la dalle.
- j. L'installation de la couverture de mûrissement doit être inspectée en permanence afin de veiller à ce qu'elle soit constamment en contact avec la surface de la dalle et qu'elle ne soit pas endommagée. En cas de dommage observé durant la période de cure, une réparation est requise dans les meilleurs délais. Réparer tous les trous ou déchirures apparents à l'aide d'une autre couverture et d'eau.

5. Retrait et nettoyage :

- a. À la fin de la période de mûrissement de 7 jours, rouler la couverture de mûrissement en rouleaux transportables et jeter avec les autres débris de construction. Il n'est pas recommandé de retarder le retrait de la couverture sur la dalle après la période de mûrissement de 7-10 jours, car l'enlèvement en sera plus difficile si elle sèche sur place.
- b. Pour faciliter l'enlèvement de la couverture, l'application d'eau pourrait être nécessaire. Une fois que la couverture de mûrissement aura été utilisée sur une dalle ou toute autre application sur béton, il sera impossible de la réutiliser.

- c. Ramasser les couvertures et les mettre au rebut selon la réglementation en vigueur à l'issue de la période de mûrissement.
- d. Si les couvertures devaient rester en place pendant une période prolongée, il serait peut-être nécessaire d'humidifier de nouveau la dalle.

6. Points à surveiller :

- a. Si une couverture est mal placée, il est préférable de couper le rouleau avec des ciseaux et de la réaligner avant de continuer plutôt que de tenter de « courber » la couverture.
- b. Il est fréquent d'avoir besoin d'une largeur plus étroite de la couverture de mûrissement, en particulier à la fin du processus d'installation. Les rouleaux de couverture peuvent être coupés à la largeur désirée en utilisant une scie circulaire avec une lame de finition. Ne pas oublier de couper les couvertures de mûrissement assez larges pour permettre un chevauchement de 4" à 6".
- c. La couverture est un produit de haute performance qui retient plus d'eau pour chaque π^2 que tout autre type de couverture de mûrissement. Cet avantage donne une couverture plus lourde, ce qui lui permet de rester en place pendant toute la durée du mûrissement sans qu'il soit nécessaire de mettre du poids supplémentaire. Cependant, dans les zones de grands vents multidirectionnels, pour construire une patinoire extérieure, il peut être préférable d'apposer des bouts de bois, des barres d'armature ou des sacs de sable sur les bords de la couverture de mûrissement pour la garder en place.
- d. Une fois les couvertures installées, interdire tout trafic piétonnier pour permettre à la couverture d'effectuer le mûrissement au maximum de son potentiel et pour prévenir tout risque de chute des ouvriers.

10.1.3.71 Protocole de prise de données Scan-Laser-3D

Préalable pour que la prise de données Scan-Laser-3D soit valide :

- a. Bien nettoyer la dalle/chape pour éliminer les papiers, sable, cailloux, poussière de béton provenant du meulage de la dalle, l'eau, etc., avant d'exécuter une séance de prise de données.
- b. L'usage d'une machine à laver les planchers est recommandé pour assurer un nettoyage complet et un assèchement adéquat de la dalle, compatibles avec Scan-Laser-3D.

Scan-Laser-3D de la chape

- a. Réaliser un relevé des élévations sur la dalle pendant les 48 h qui suivent la fin de la cure humide qui dure de 4 à 7 jours après la coulée du béton et le polissage. La distance entre deux lectures sur la dalle ne doit pas excéder 50 mm c/c.
- b. Soumettre un rapport de conformité ou de correctifs au directeur.
- c. Réaliser les correctifs par meulage de ladite dalle là où le directeur l'exige.

- d. Avant l'opération de meulage, déposer de l'eau sur la chape pour rendre visible le contour des vallées et des collines qu'il faudra meuler.
- e. Avec un crayon, tracer sur la surface de béton le contour des hautes collines révélé par l'application d'eau.
- f. Meuler les collines.
- g. Évaluer les résultats du meulage de la dalle avec une règle de 3 m (10') et soumettre un rapport de conformité ou de correctifs au directeur.

Scan-Laser-3D de la dalle

- a. Réaliser un relevé des élévations sur la dalle pendant les 48 h qui suivent la fin de la cure humide qui dure pendant 7 jours après la coulée du béton et le polissage. La distance entre deux lectures sur la dalle ne doit pas excéder 50 mm c/c.
- b. Soumettre un rapport de conformité ou de correctifs au directeur.
- c. Réaliser les correctifs par meulage là où le directeur l'exige.
- d. Avant l'opération de meulage, déposer de l'eau sur la dalle pour rendre visible le contour des vallées et des collines qu'il faudra meuler.
- e. Avec un crayon, tracer sur la surface de béton le contour des hautes collines révélé par l'application d'eau.
- f. Meuler les collines.
- g. Soumettre un rapport de conformité ou de correctifs au directeur.
- h. Réaliser un relevé des élévations sur la dalle, au plus tard 48 h après la fin des correctifs.
- i. Soumettre un rapport de conformité ou de correctifs au directeur.

Analyse des données Scan-Laser-3D :

- a. Réaliser en deux étapes l'analyse des données acquises sur la dalle, car elle est habituellement bordée par un promontoire haut de 50 mm et large de 150 mm.
- b. Il est requis d'établir deux élévations médianes, une première pour la dalle et la seconde pour le promontoire. L'élévation médiane établie est considérée comme l'élévation cible, l'élévation 0 (zéro) par rapport à la tolérance permise.
- c. Observer l'algorithme d'analyse des données à la figure 10.1.23.

Calibration de l'appareil Scan-Laser-3D :

- a. La calibration de l'appareil Scan-Laser-3D doit faire l'objet d'une présentation à l'intention du directeur.
- b. La date d'émission du certificat de calibration ne doit pas précéder de plus de 183 jours la date de la séance d'acquisition de données.

10.1.3.72 Contenu rapport conformité/correctifs au directeur

1. Identifier le bâtiment (nom, numéro du bâtiment, numéro d'immeuble, nom de rue).
2. Numéro de contrat de la Ville.
3. Numéro de contrat entrepreneur.
4. Date de la prise de données du Scan-Laser-3D.
5. Date du rapport.
6. Adressé au directeur.
7. Description du mandat, des compétences et de l'expérience de l'auteur du rapport et de son employeur.
8. Description de l'instrument Scan-Laser-3D, de ses performances, numéro de série, modèle, etc.
9. Photocopie du certificat de conformité de l'instrument Scan-Laser-3D.
10. Description du nombre et des différentes stations d'acquisition de données mises en place pour acquérir les données.
11. Plan de la dalle de béton incluant les lignes de contour en couleur et tableau des superficies de chaque plage de données illustrant les zones ne respectant pas les tolérances contractuelles.
12. Décrire le logiciel ayant servi pour réaliser l'analyse des données ainsi que le nom du technicien qui a réalisé l'analyse.
13. Fichier de type DWG et PDF dudit plan, format A0.
14. Fichier des données : brutes, traitées pour la dalle et le promontoire.
15. Description des anomalies observées.
16. État de propreté de la dalle, poussière, eau, cailloux, entreposage.

10.1.3.73 Trois schémas possibles, l'échangeur de chaleur dans la dalle réfrigérée

Généralités :

1. Le concepteur doit prescrire dans le cahier des charges quel type de configuration est requis pour l'échangeur de chaleur construit dans la dalle réfrigérée.
2. Les figures 10.1.22.1 et 10.1.22.2 représentent un design d'échangeur de chaleur que l'on trouve parfois dans nos arénas. Le tuyau périphérique est localisé sous et hors de la bande pour assurer le gel de l'eau à proximité de la bande de patinoire.

3. Lorsque l'on doit transformer une dalle dont l'échangeur de chaleur est configuré à 2 passes pour en faire une dalle configurée à 4 passes, il faut toujours tester le premier circuit sous la bande pour déterminer si c'est un circuit d'échangeur de chaleur périphérique ou un circuit 2 passes. Un circuit périphérique doit demeurer 2 passes et la transformation à 4 passes doit débuter avec le second tuyau.
4. Le directeur préfère utiliser le design illustré à la figure 10.1.22.3. Le premier tuyau doit être placé en dehors de la bande de patinoire pour assurer le gel de l'eau à proximité de la bande.
5. Le collecteur de saumure doit être alimenté/retourné en son point milieu. C'est plus efficace et économique à construire qu'un collecteur à retour inversé et c'est le même prix qu'un collecteur à retour direct. Construire un collecteur de saumure alimenté/retourné en son point milieu permet d'utiliser du tuyau de 4" pour la distribution et le retour de la saumure. La distribution de saumure dans la dalle est alors bien équilibrée. Prendre note que les circuits qui sont raccordés à chaque bout du collecteur sont plus courts que ceux qui sont au milieu de la dalle, ce qui aide à équilibrer la circulation de saumure entre les circuits.
6. Un système de manomètre différentiel installé sur le collecteur de saumure requiert deux (2) robinets, un seul manomètre et une porte d'accès dans le trottoir en bois.
7. Ne jamais utiliser des soupapes de balancement dans un système de réfrigération qui utilise la saumure comme caloporteur.

Commentaires

1. Schémas illustrant différents systèmes de circulation de caloporteur en usage dans les patinoires réfrigérées.
2. Les figures 10.1.22.1 et 10.1.22.2 sont conformes au concept que l'on retrouve dans le « 2022 ASHRAE Handbook Refrigeration IP », page 44.10, figures 8 et 9. Le tuyau périphérique suit le périmètre de la dalle. Il est placé sous la bande ou 1" en dehors de celle-ci pour assurer la formation rapide de la glace le long de la bande. Les « U » sont enfouis dans la dalle de béton.
3. La figure 10.1.22.1 illustre un système à retour inversé, tandis que la figure 10.1.22.2 illustre un système à retour direct.
4. La boucle que nous appelons « Retour inversé » porte aussi la désignation de Boucle de Tichelmann, du nom de son inventeur Albert Tichelmann (1861-1926), ingénieur allemand. C'est un principe de raccordement hydraulique qui permet à un réseau de s'auto-équilibrer naturellement, à condition que tous les circuits soient identiques. C'est loin d'être le cas pour une dalle de patinoire dont les coins de la dalle sont courbés.
5. La figure 10.1.22.3 illustre un système de dalle réfrigérante utilisant un échangeur de chaleur à 4 passes et un collecteur de saumure alimenté/retourné en un point central. Ce type d'échangeur de chaleur dans la dalle réfrigérée requiert une pompe à saumure de 451 gal US/m, 15 hp (13 Bhp), 1200 rpm.

6. Le point central du collecteur est l'endroit où le différentiel de pression (Δp) de la saumure (au bout de la dalle) est le plus fort, là où les circuits coïncidant dans la dalle sont les plus longs.
7. Du fait de la friction dans le collecteur, le différentiel de pression (Δp) est le plus faible à l'extrémité des tuyaux de 4", là où les circuits coïncidant dans la dalle sont les plus courts, à cause de la présence des coins ronds de la patinoire. Le directeur préfère ce type de boucle, afin d'alimenter/retourner l'échangeur de chaleur dans la dalle réfrigérée, assurant un meilleur équilibrage des circuits de saumure et permettant l'utilisation de tuyaux ayant un plus petit diamètre dans la fabrication du collecteur de saumure.

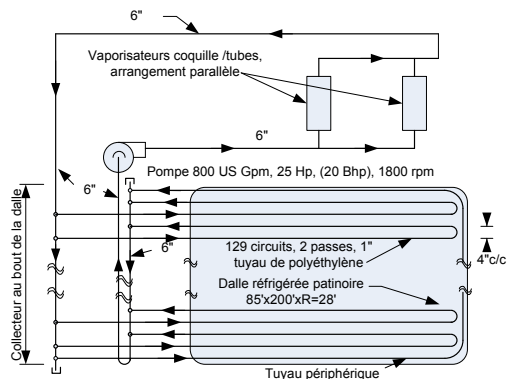


Schéma d'un système à 2 passes, tuyau périphérique, retour inversé, arrangement des évaporateurs en parallèle

Figure 10.1.22.1 – Schéma système d'échangeur 2 passes, retour inversé, tuyau périphérique

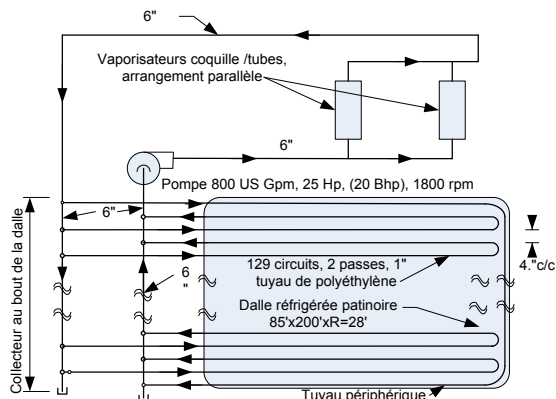


Schéma d'un système à 2 passes, tuyau périphérique, retour direct, arrangement des évaporateurs en parallèle

Figure 10.1.22.2 – Schéma système d'échangeur 2 passes, retour direct, tuyau périphérique

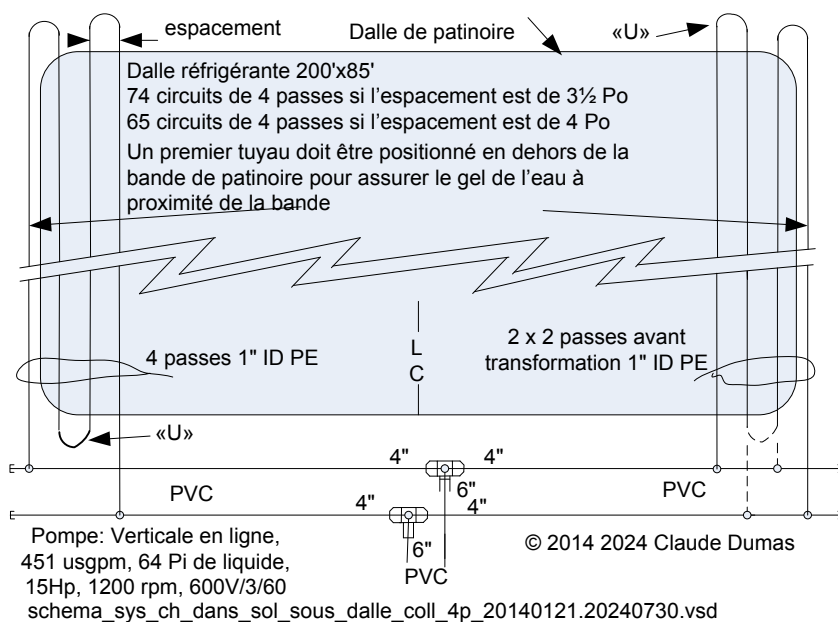
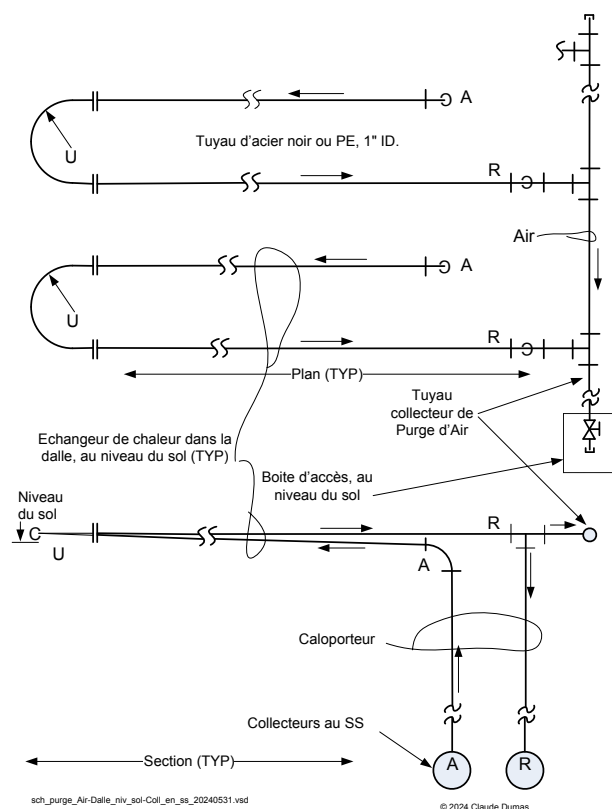


Schéma d'un échangeur de chaleur à 4 passes, collecteur de saumure alimenté/retourné par un point central.

Figure 10.1.22.3 – Schéma système d'échangeur, 4 passes, alimenté en son centre

10.1.3.74 Schéma d'un système de purge de l'air

1. Schéma d'un système de purge de l'air accumulé dans un échangeur de chaleur, construit dans une dalle réfrigérée au niveau du sol. L'air refuse de descendre lorsque le collecteur est au SS.
2. Un design utilisé depuis 20 ans dans une première installation et depuis 3 ans dans une seconde installation.
3. L'air doit être capté au point haut de chacun des tuyaux de retour au moyen d'un T qui dirige le caloporteur vers le bas et l'air dans le collecteur de purge, ouvert à l'atmosphère.
4. Un seul robinet contrôle la purge de tous les circuits de caloporteur dans l'échangeur de chaleur, voir la figure 10.1.22.4.
5. Lorsque la purge de l'air est inactive dans l'échangeur de chaleur, le robinet sur le tuyau de purge doit être maintenu fermé.
6. Considérant que le réservoir de mélange est au SS, la procédure qui consiste à purger l'air doit être surveillée constamment car, dans l'éventualité où la pompe de saumure arrête (panne HQ, etc.), la pression positive (+) maintenue dans l'échangeur de chaleur devient négative (-), l'air entre par le collecteur de purge et le caloporteur contenu dans l'échangeur de chaleur se vide dans le réservoir de mélange qui est au SS.
7. Le tuyau de purge, requis entre le robinet logé dans la boîte d'accès et le réservoir d'expansion, peut être temporaire, prenant la forme d'un boyau.



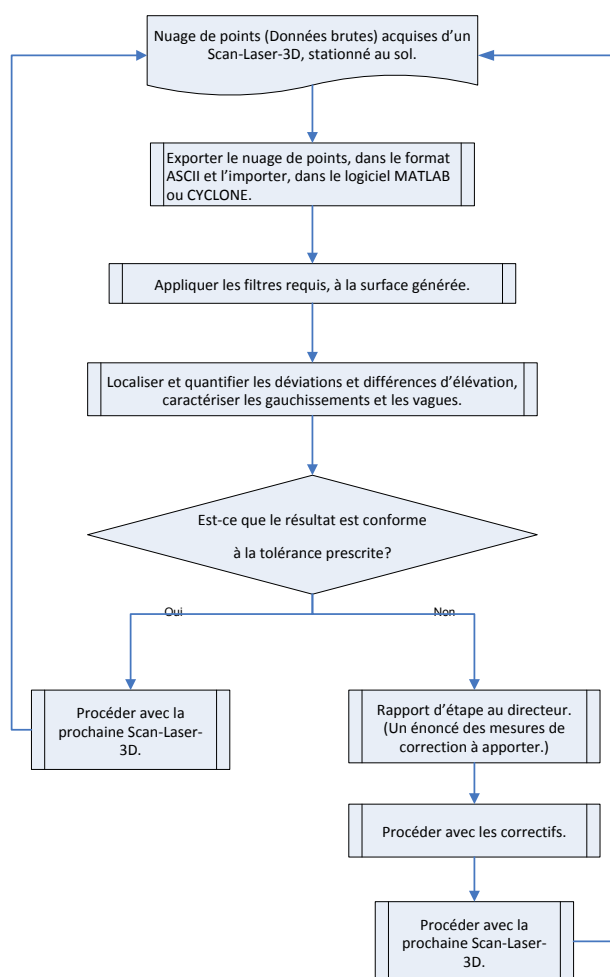
Schéma, système de purge d'air,
échangeur de chaleur, dalle réfrigérée

Figure 10.1.22.4 – Schéma, système purge d'air, éch. Chaleur, dalle réfrigérée

10.1.3.75 Directive pour l'application de l'affaissement du béton liquide

1. Dans le cas du mélange de béton liquide, un affaissement de $150 \text{ mm} \pm 30 \text{ mm}$ à l'entrée de la pompe et de $130 \text{ mm} \pm 30 \text{ mm}$ à la sortie est conforme avec les précisions amenées par le laboratoire et en ligne avec la présente partie.
2. Afin de faciliter la mise en place du béton à l'extrémité du conduit de la pompe, il est requis d'adapter le mélange pour qu'il soit super plastifié en vue d'obtenir un affaissement de départ de $80 \pm 30 \text{ mm}$ qui se transformera en $150 \pm 30 \text{ mm}$ à l'entrée de la pompe.
3. Un consensus existe pour prédire qu'au bout des $\pm 300'$ de tuyau de pompage l'affaissement super plastifié du mélange passera à un seuil de l'ordre de $130 \pm 30 \text{ mm}$ tel que cela doit être prescrit au cahier des charges.
4. La cure du béton doit être prescrite à 7 jours pour maximiser la résistance à la traction avant le début du retrait (qui est compensé par le compensateur de retrait). Le retrait ne débute pas à 72 heures, vu que la dalle est maintenue saturée d'eau.

- Le principe derrière les 72 heures de cure du béton est d'éviter d'avoir du retrait, donc du retroussement d'une dalle sur sol (curling), en considérant que le temps minimal de cure des dalles intérieures est de 3 jours (72 heures).



Visio_Algorithme_20200229.vsd

Figure 10.1.23 – Algorithmes, scan-laser-3d, traitement des données

10.1.3.76 Liste des points à surveiller, fabrication d'une dalle réfrigérée

- Organiser une réunion de tous les intervenants qui ont un rôle à jouer le jour « J », au moment de la coulée de la chape de béton dans un délai n'excédant pas les 5 jours précédents. L'entrepreneur doit présenter son plan de réalisation. Il assigne et discute du rôle de chaque acteur. L'architecte et l'ingénieur (structure) en titre du projet assistent et rédigent le compte-rendu de réunion.

2. Placer les boulons d'ancrage des bandes et les aligner à 1220 mm (48") dans les droits, à 915 mm (36") dans les courbes, à 76 mm (3") de la face intérieure de la bande et logés sous la bande. Les installer entre deux passes de tuyaux et bien les fixer sur la chape de béton ou exécuter des points de soudure pour les fixer sur l'acier d'armature ou sur le treillis pour qu'ils ne bougent pas durant la coulée du béton.
3. Tracer à l'aide d'un rayon laser les différentes lignes droites de 200' qui doivent servir de guide pour aligner parfaitement les « M » des chaises, incluant les différentes lignes droites de 85, qui doivent servir de guide pour aligner parfaitement les rangs de chaises à 24" c/c (600 mm).
4. Installer sur la chape de béton les chaises de type « M » (réfrigération) ainsi que les chaises en thermoplastique pour appuyer l'acier d'armature (*Bolster-bar*), sans oublier les cales requises pour le nivellement des chaises. Installer l'acier d'armature, la tubulure PE, le treillis et démontrer au directeur que c'est conforme aux plans et devis avant de procéder à la coulée du béton.
5. Organiser une réunion de tous les intervenants qui ont un rôle à jouer le jour « J » durant la coulée de la dalle de béton dans un délai n'excédant pas les 5 jours précédents. L'entrepreneur présente son plan de réalisation, et assigne et discute le rôle de chaque acteur. L'architecte et l'ingénieur (structure) en titre du projet assistent et rédigent le compte-rendu de réunion.
6. La mise en place du béton doit être réalisée de façon qu'elle soit exempte de cavités, que les ancrages ne bougent pas et soient bien alignés, que la surface de la dalle soit polie et réponde aux tolérances prescrites dans l'article 10.1.3.30, que le promontoire pour les bandes soit lisse, de niveau et à la bonne élévation, que l'échangeur de chaleur dans la dalle soit exempt de coulisse et maintenu sous pression, et que l'épaisseur de béton sur le dessus des tuyaux PE soit de (1" – 1¼") 25 mm – 32 mm.

10.1.3.77 Condition inhérente au processus de mise en service de la patinoire

1. Purger l'eau qui a servi pour tester l'étanchéité de l'échangeur de chaleur, enfoui dans la dalle réfrigérée.
2. Emplir ledit échangeur de chaleur avec la saumure ayant une concentration appropriée pour l'usage auquel on la destine, conformément à la partie 10.2.
3. Faire circuler la saumure pour éliminer l'air contenu dans le système de collecteur et d'échangeur de chaleur.
4. Purger l'air contenu dans le système en utilisant un ou plusieurs points de purge et diriger l'effluent au moyen d'un ou plusieurs boyaux dans le baril de mélange ou baril d'expansion.
5. L'usage de purgeur d'air automatique sur un système de réfrigération utilisant la saumure comme caloporteur est inacceptable : ils ne sont pas durables et, lorsqu'ils fonctionnent, ils introduisent une brume d'air salin qui corrode les équipements dans le local technique.

6. Au démarrage de la patinoire, il est important de ne pas abaisser trop brusquement la température de la dalle réfrigérée, car cela pourrait créer un stress indu dans le béton et fissurer la dalle réfrigérante.
7. En fonction des conditions de chantier, la période de démarrage peut s'étirer sur plus de cinq (5) jours dans une semaine et nécessiter que l'entrepreneur travaille pendant la fin de semaine, et ce, sans frais supplémentaires pour la Ville.

Tableau 10.1.9 – Conditions de mise en service

Températures	Prescriptions	Gradient de température à ne pas excéder	Durée
22 °C = t_a Ambiante	Pompe à saumure fonctionne en continu. Compresseurs cyclent en fonction du besoin, vannes de succion partiellement ouvertes.	$\Delta t \leq 1\text{ °C/h}$	22 h
0 °C = t_c Congélation			
0 °C = t_c Congélation	Pompe à saumure fonctionne en continu. Compresseurs cyclent, fonction du besoin, vanne de succion partiellement ouverte.	$\Delta t = 0,0\text{ °C/h}$ Maintenir pendant 24 h	24 h
0 °C = t_c Congélation	Pompe à saumure fonctionne en continu. Compresseurs cyclent, fonction du besoin	$\Delta t \leq 3,0\text{ °F/24 h}$, Soit de 32 °F à 20 °F en 96 heures	96 h
-6,6 °C = t_d Dalle			
-6,6 °C = t_d Dalle	Pompe à saumure fonctionne en continu. Compresseurs cyclent, fonction du besoin.	Si température atteinte, maintenir pendant 24 h	24 h
-6,6 °C = t_d Dalle	Pompe à saumure fonctionne en continu. Compresseurs cyclent, fonction du besoin. Température de saumure t_s : -11,1 °C.	Monter la glace si la température de dalle t_d a été maintenue	
Températures	Prescriptions	Gradient de température à ne pas excéder	Durée
Note : 22 °C (71,6 °F) 0 °C (32,0 °F) -6,6 °C (20,0 °F) -11,1 °C (12,0 °F)			166 h (± 7 jours)

Tableau 10.1.10 – Abaissement de la température, nouvelle dalle

Abaissement de la température d’une nouvelle dalle réfrigérée			
Numéro	Instruction	Température	Durée (h)
1	Abaissier la température de la dalle à	36 °F (2 °C)	20
2	Maintenir la température de la dalle pendant 24 heures à	36 °F (2 °C)	24
3	Après 24 heures, descendre la température de la dalle à	32 °F (0 °C)	2
4	Maintenir la température de la dalle pour 24 heures à	32 °F (0 °C)	24
5	Abaissier la température de la dalle à	22 °F (–5,6 °C)	96
6	Afin de permettre le montage de la glace, abaisser la température de la dalle, à	12 °F (–11,1 °C)	24
7	Après le montage de la glace, la température de la dalle doit être maintenue au point de consigne indiqué dans le devis.	20 °F (–6,6 °C)	24
			214 h (± 9 jours)

10.1.4 Infrastructure (photos)

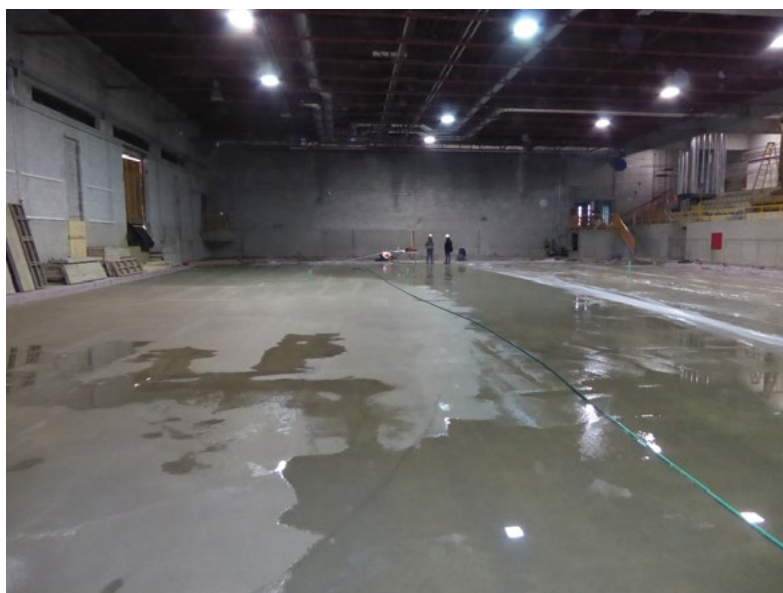
La présente galerie de photos vise à illustrer et communiquer l’expérience acquise par notre équipe de professionnels œuvrant à l’interne, en participant au remplacement de 19 dalles réfrigérées pour le compte de la Ville de Montréal, dans le cadre du Programme Arénas. Le texte et les photos ont été numérotés afin de faciliter une recherche ou une citation par un utilisateur du chapitre ARÉNA.

1. Ouvrage typique 3088



Lit de sable recouvert d'un premier coupe-vapeur, polystyrène 6 mils, et de panneaux polystyrène $2 \times 2'' = 4''$, joints chevauchants, le tout recouvert d'un second coupe-vapeur polyéthylène 6 mils.

2.



Chape de béton 2'' recouverte d'une couverture de mûrissement humide pour la cure de 7 jours.

3.



Les rangs de chaises et les barres d'armature recouvrent la chape de béton.
La première et la dernière chaises se chevauchent.

4.



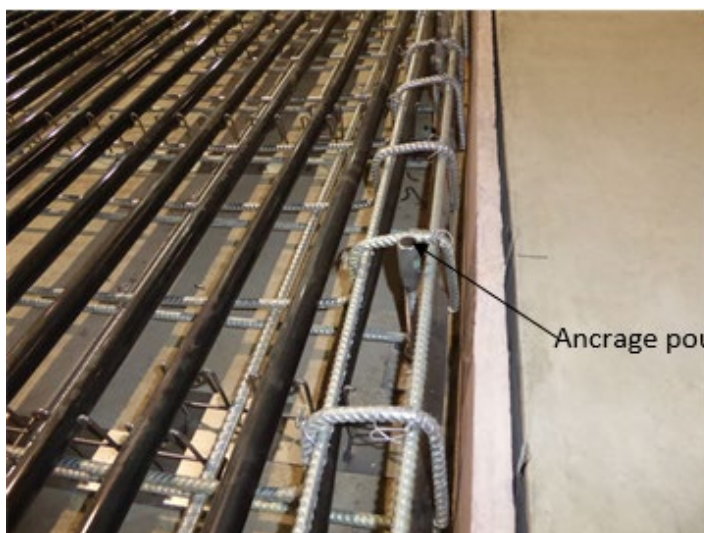
Canne formée en acier d'armature, calibre 10. Dimensions : 600, 90, 110, 120 mm
La galvanisation de l'acier d'armature n'est pas requise pour une dalle réfrigérée.

5.



Cannes, calibre 10, insérées au-dessus de 2 tuyaux périphériques (le 1^{er} tuyau dans la chaise, le second entre 2 « M »). L'acier de la canne s'insère bien dans le promontoire, large de 6". La canne rend solidaires la dalle et le promontoire.

6.



Ancrage pour bandes

À gauche, les tuyaux en PE déposés dans les « M » des chaises, au-dessus des cannes.

7.



Insertion des tuyaux de PE dans les manchons. Attache temporaire des U au moyen d'un fil de fer.

8.



Construction de la forme requise pour mouler le promontoire en béton.

9.



Protection contre l'abrasion du tuyau PE sur la vis de l'ancrage.

10.



Protection contre l'abrasion des tuyaux par insertion de courtes sections de tuyaux PE, aux points stratégiques.

11.



Le procédé de galvanisation a été déficient, il a causé des pics sur le treillis. La présence de pics de galvanisation peut percer les tuyaux de PE. L'usage d'acier d'armature galvanisé n'est pas recommandé ni nécessaire pour une dalle de patinoire.

12.



Les collets sont mal positionnés sur le U qui est en dessous du U témoin.

13.



RP dans la dalle, placé entre deux tuyaux PE de l'échangeur de chaleur.

14.



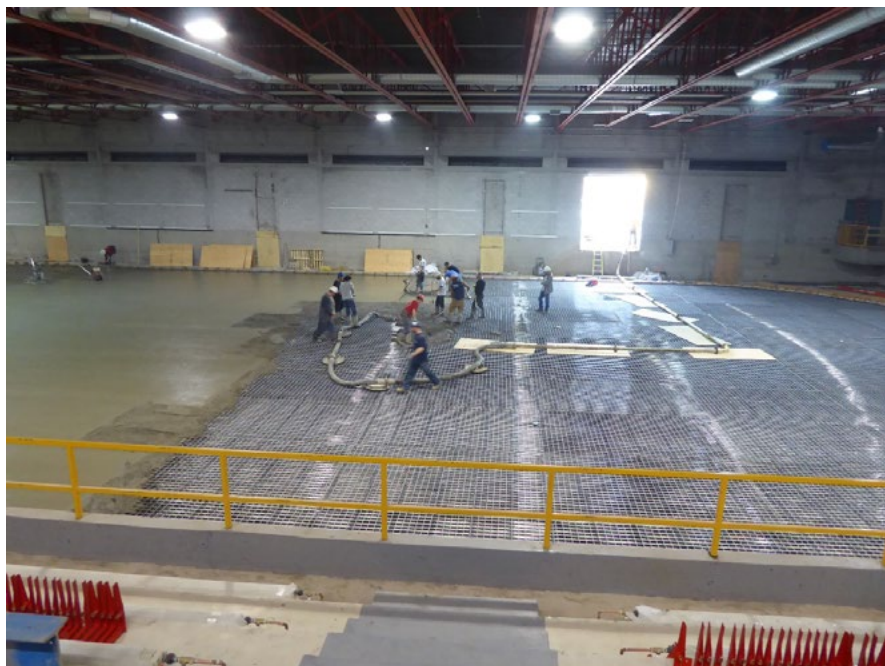
Une surface plane est nivelée sur le béton frais avec la règle vibrante. Le technicien (chandail blanc) vérifie si c'est la bonne élévation avec une règle équipée d'un réflecteur laser. L'élévation de ladite surface est corrigée en plus ou en moins selon l'indication du laser ou bien certifiée conforme.

15.



Le technicien place les deux extrémités de la règle vibrante sur les deux îlots déjà nivelés et, à la bonne élévation, il nivelle la surface intermédiaire.

16.



Le boyau de la pompe à béton est déposé sur des feuilles de contreplaqué de 4' x 8'. Le boyau est monté sur des pieds en acier pour pouvoir être déplacé sur le treillis.

17. Ouvrage typique 0479



La broche du treillis devient coupante lorsqu'elle est coupée. Une broche coupante qui appuie sur le tuyau de PE avec sa partie coupante peut le percer, soit pendant la coulée ou à long terme.

La broche coupante a été pliée pour l'éloigner du tuyau.

18.



La broche du treillis devient coupante lorsqu'elle est coupée. Une broche coupante qui appuie sur le tuyau de PE peut le percer.

La broche coupante a été pliée pour l'éloigner du tuyau.

19.



Les ancrages des bandes, points bleus sur le promontoire

20.



Deux îlots de béton frais, ajustés à la bonne élévation pour aligner la règle vibrante
La règle vibrante en action

21.



Oups! Un coin de treillis qui a presque émergé du béton. Le polisseur de béton l'a replacé plus en profondeur. Il n'a pas réémergé.

Oups! Un coin de treillis mal attaché qui a émergé du béton, l'entrepreneur a dû le couper d'urgence.

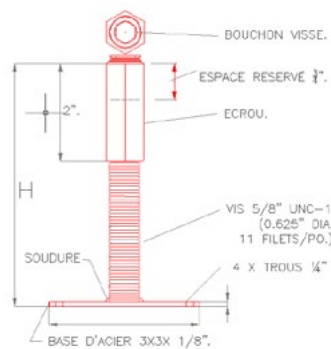
22.



Ancrage pour bandes, boulon utilisé pour (0479).

Un design difficile à installer et à aligner. Il n'est pas stable et il bouge. Non recommandé.

23.



L'ombre du treillis est visible en raison du reflet de la lumière. Lorsque les travailleurs du béton marchent sur le treillis, cela induit une micro vibration qui fait se placer le béton.

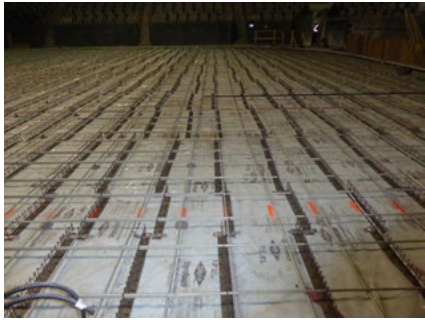
Ancrage illustré dans équipements et accessoires, recommandé.

24. Ouvrage typique 3234



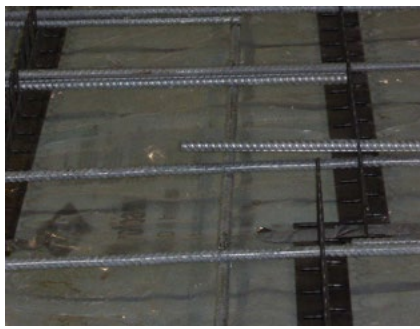
L'ensemble des broches qui retiennent les barres d'armature ne sont pas pliées vers le bas. C'est voulu pour ne pas endommager les tuyaux de réfrigération qui sont fabriqués en polyéthylène (PE).

25.



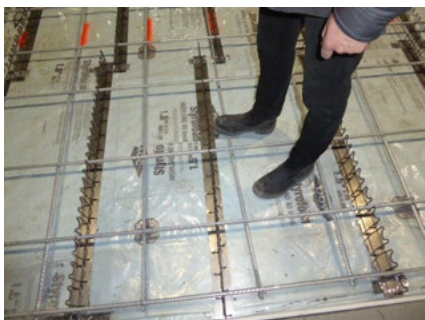
Des barres d'armature requièrent des supports de plastique (*Bolsters*, figure 10.1.7) lorsqu'elles sont éloignées des chaises de réfrigération. Il existe des cas où la barre d'armature s'éloigne du rang de chaise de réfrigération et devient vulnérable à l'écrasement. Il est important de s'assurer que les extrémités des barres d'armature ne soient pas coupantes et ne puissent pas endommager les tuyaux de réfrigération.

26.



Des barres d'armature qui requièrent d'être fixées afin qu'elles ne retroussent pas vers le haut.

27.



Il manque des broches et des *bolsters* en plastique sous certaines barres d'armature afin qu'elles soient solidement fixées et qu'elles ne touchent pas au polyéthylène qui recouvre le calorifuge en dessous de la dalle réfrigérée.

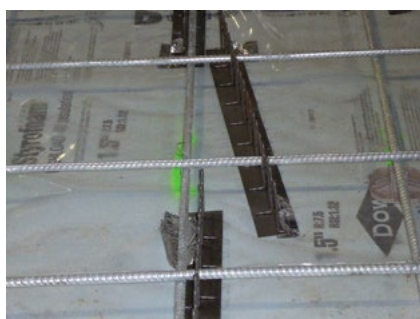
Une barre d'armature qui touche le coupe-vapeur polyéthylène. Le fil de fer est cassé.

28.



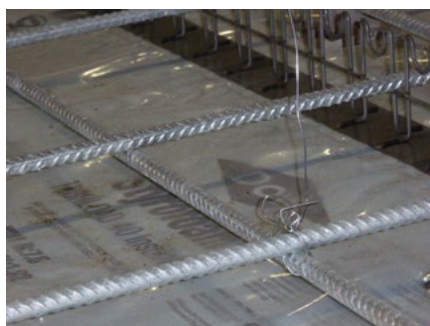
Certains supports de plastique ne sont pas en contact avec les barres d'armature :

29.



Il est important de s'assurer que les chaises sur lesquelles les tuyaux de réfrigération vont reposer sont parallèles à la largeur de la patinoire afin que les tuyaux ne subissent pas de stress indu qui pourrait les endommager :

30.



Plusieurs broches sont complètement orientées vers le haut. Elles risquent d'endommager les tuyaux en plus d'émerger à la coulée de la dalle de béton.

Il y a des broches qui n'ont pas d'utilité et qui risquent d'endommager la tuyauterie de réfrigération :

31.



Si les chaises ne sont plus fixées au sol, il est important de s'assurer que les chaises sont bien retenues en place par le ruban gommé afin de ne pas avoir de variation d'épaisseur de béton à la surface de la dalle.

Une chaise qui doit être redressée.

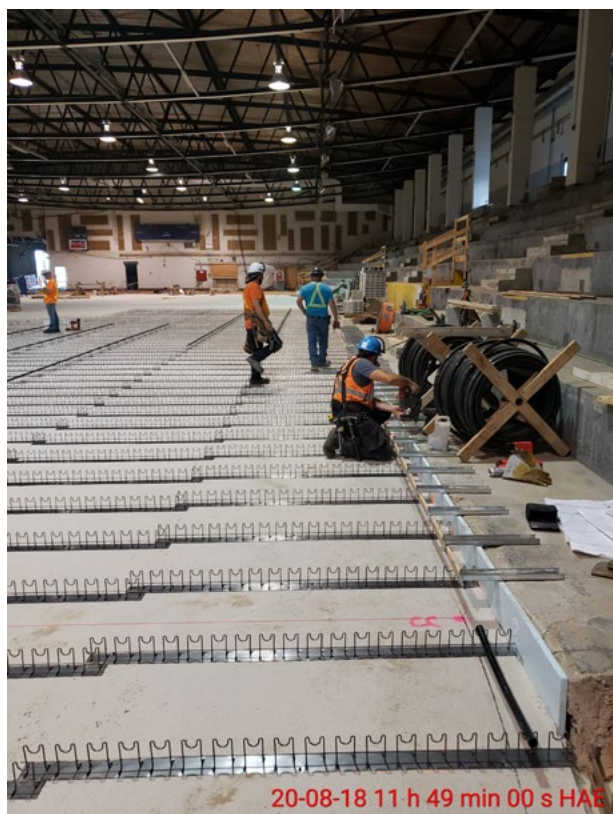
Certaines barres d'armature, qui sont éloignées des chaises de réfrigération, requièrent des supports en plastique sur toute la longueur ou sur une partie de la longueur afin qu'elles ne s'affaissent pas sous le poids d'un travailleur marchant dessus.

32.



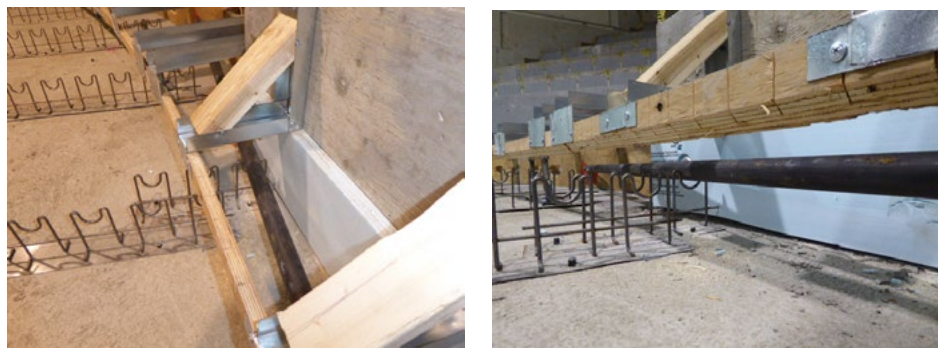
Les chaises de réfrigération doivent être alignées par le ferrailleur lorsque c'est la barre d'armature qui pose problème.

33.



Membrures en C (2 x 4 en acier) qui retiennent en place le coffrage du promontoire.

34.



Le coffrage du promontoire. Le tuyau d'acier noir 3/4" est utilisé pour aligner le percement du coffrage avec les « M » des chaises.

35.



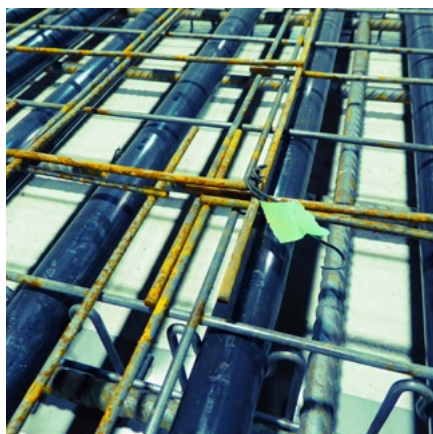
Dans un coin de la patinoire. Noter les 4 + 2 percements dans le coffrage. Les deux percements, dans le bas du coffrage, ont permis de dévier l'alignement des deux passes de tuyaux, à proximité de la bande, pour réaliser les raccords sur le collecteur de saumure, sans cheminer par ladite bordure de béton, à gauche de la photo, pour ne pas geler la bordure.

36.



Les barres d'acier d'armature en forme de canne sont positionnées sur la chape et sont déposées en dessous de toutes les autres barres d'armature. Une installation à éviter.

37.



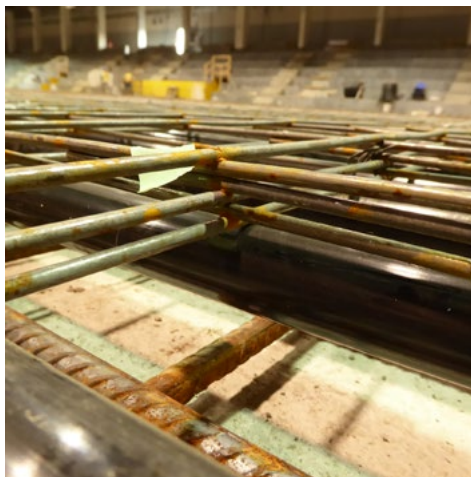
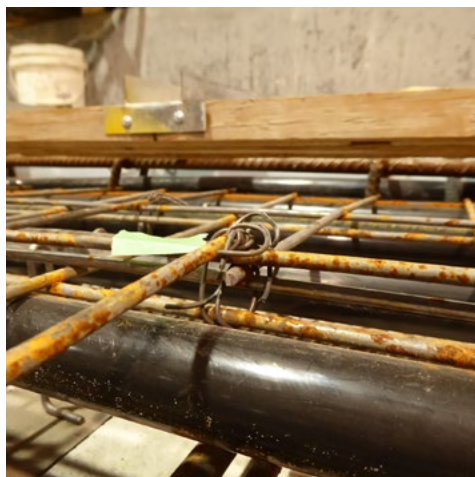
Les marges de deux rectangles de treillis se chevauchent. Une installation à éviter.

38.



Au joint dalle/promontoire, le treillis est mal attaché.

39.



Le chevauchement indu à la marge des rectangles de treillis et l'amas de fil de fer ont été corrigés pour éviter que le treillis n'émerge de la surface bétonnée. Bien observer les figures 10.1.20.1 et 10.1.20.2, pour comprendre la procédure qui permet d'éviter cette déficience.

40.



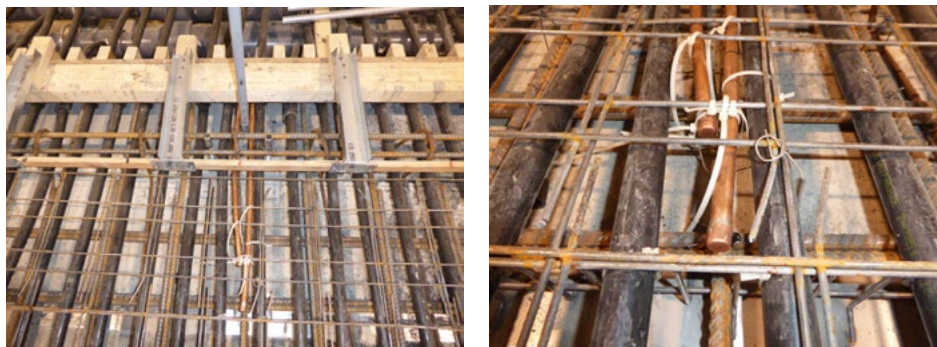
Le chevauchement indu à la marge des rectangles de treillis et l'amas de fil de fer ont été corrigés pour éviter que le treillis et le fil de fer n'émergent de la surface bétonnée.

41.



Le chevauchement indu dans les coins des rectangles de treillis et l'amas de fil de fer ont été corrigés pour éviter que le treillis n'émerge de la surface bétonnée.

42.



Le puits requis pour insérer la sonde de température de dalle est installé en double. Composé de tuyaux de cuivre 1/2", bouchonnés et accessibles dans le caniveau du collecteur de saumure.

43.



Vue de dessus du promontoire. Pour protéger les tuyaux dans le coffrage et à la sortie de la dalle de béton, les manchons sont insérés dans le coffrage.

Le fil de fer doit être replié vers le bas pour éviter qu'il n'émerge du béton et crée une tache de rouille sur le béton.

44.



Illustration d'un ancrage pour les bandes, de hauteur ajustable, composé d'une plaque d'acier sur laquelle un des trois écrous est soudé. Une section de tige filetée agit comme vis, assujettie à l'écrou inférieur, au moyen d'un contre-écrou. Un bouchon de plastique coiffe l'assemblage prévenant la pénétration du béton dans l'écrou supérieur.

10.2 Norme saumure/aréna

Saumure pour les systèmes frigorifiques de patinoires

10.2.1 Objet

L'exigence du propriétaire a pour objet de déterminer les exigences auxquelles doit satisfaire une solution aqueuse de chlorure de calcium, additionnée d'un inhibiteur de corrosion, utilisée dans les systèmes de réfrigération des patinoires réfrigérées de la Ville de Montréal.

10.2.2 Documents de référence

1. 2021 ASHRAE HANDBOOK, FUNDAMENTALS I-P EDITION, chapter 31, Physical Properties of Secondary Coolants (Brines). (Table 1, Fig. 1, Fig. 2, Fig. 3, Fig. 4).
2. RÈGLEMENT NUMÉRO 2008-47 SUR L'ASSAINISSEMENT DES EAUX. Un règlement de la **Communauté métropolitaine de Montréal (CMM)** sur le rejet des eaux usées dans les ouvrages d'assainissement et dans les cours d'eau et sur la délégation de son application https://cmm.qc.ca/wp-content/uploads/2019/10/2008-47_Assainissement_eaux.pdf
3. Norme Nationale du Canada – CAN/CGSB-15.1-92 CHLORURE DE CALCIUM
4. AASHTO Designation : M 144-14 Standard Specification for Calcium Chloride.
5. ASTM Designation : D98-15 (2021) Standard Specification for Calcium Chloride.
6. HAWES Darek, Brine maintenance for rinks, a recap of how to interpret a brine analysis report, CIMCO, 20110902

Note 1 : Lorsque la présente norme fait mention des ouvrages précités, on doit se reporter à l'édition de ces documents en vigueur à la date de la rédaction de la norme.

Note 2 : La Norme Nationale du Canada – CAN/CGSB-15.1-92 CHLORURE DE CALCIUM, s'applique à deux types de chlorure de calcium du commerce utilisé pour l'entretien des routes (abattage de poussière, stabilisation, dégivrage) comme adjuvant du béton (pour accélérer la prise et le durcissement), comme fluide caloporteur (patinoires réfrigérées, procédés industriels), comme produit séquestrant dans les aliments, dans les cellules à l'électrolyse et dans d'autres utilisations techniques. Le chlorure de calcium peut être utilisé comme antigel dans les extincteurs à l'eau. Il ne doit pas être employé comme antigel dans le système de refroidissement hydraulique des moteurs à combustion interne.

10.2.3 Fourniture de produits chimiques

1. Chlorure de calcium CaCl_2 :
 1. On utilise le chlorure de calcium : Type S – (solide), Classe 1 – (Teneur de 77 – 80 % = 78,5 %, ou 83 – 87 % = 85 %, ou 94 – 97 % = 95,5 % en chlorure de calcium pour : Catégorie A – Flocons), selon la norme CAN/CGSB-15.1-92. Le chlorure de calcium sous forme solide doit être livré dans les contenants hydrofuges du fournisseur.
 2. Le chlorure de calcium est du type non inhibé. Les inhibiteurs sont ajoutés séparément afin d'assurer la conformité des solutions aux codes, normes et règlements en vigueur.

2. Inhibiteur de corrosion (ci-après appelé inhibiteur) :
 1. On doit utiliser un inhibiteur de corrosion complètement organique.
 2. Cet inhibiteur est sélectionné pour utilisation avec du chlorure de calcium.

10.2.4 Température de la saumure

1. La saumure doit demeurer liquide aux températures de réfrigération spécifiées dans la présente norme.
2. La présente norme recommande que la température d'alimentation de la saumure ne soit pas inférieure à 13,87 °F (– 10,07 °C) lorsque la puissance frigorifique développée est de 53,2Tr*. **La température de retour de la saumure ne doit pas être inférieure à 16,7 °F (– 8,5 °C).** C'est la température qui est affichée sur l'interface graphique située sur le mur du garage de la surfaceuse. C'est aussi la température utilisée pour contrôler le système frigorifique et séquencer le nombre de compresseurs. Dans le but d'économiser de l'énergie, lorsque l'aréna est équipé d'un **plafond réfléchissant**, la température de retour de saumure doit être maintenue **1 °C plus chaude** que ci-haut, soit 18,5 °F (– 7,5 °C).

10.2.5 Effet corrosif de la saumure

1. L'effet corrosif de la saumure sur les métaux doit être corrigé par l'action d'un inhibiteur de corrosion et par un ajustement du pH de la saumure à l'aide de soude caustique (NaOH) ou d'acide chlorhydrique (HCl) (acide muriatique).
2. Inhibiteur – On ajoute environ 37 lb d'inhibiteur BRINEHIB pour 1000 gal US de saumure. La saumure est une solution de chlorure de calcium.
3. Produits inhibiteurs déconseillés : à base de nitrite de sodium, à base de chromate, à base de molybdate et à base de phosphate.

10.2.6 Contrôle de l'acidité ou de l'alcalinité

- La saumure doit rester alcaline, ce qui minimisera la corrosion du système.
- Le CO₂ de l'air qui entre en contact avec la saumure abaisse le pH. On utilise une solution de soude caustique (NAOH) pour corriger le pH de la saumure.
- Pour abaisser l'alcalinité, on ajoute l'acide chlorhydrique (HCl) (acide muriatique). L'emploi de l'acide chlorhydrique ne doit servir qu'à rectifier le pH de la saumure.

- Après une procédure de correction du pH de la saumure, il faut laisser circuler la saumure dans le système pendant 3 à 4 jours, reprendre un échantillon et faire une mesure de pH.

* Pour différentes capacités frigorifiques (Tr), le Δt correspondant dans la saumure est :

71,0Tr x 12000 Btu/Tr = 451 gal US/min x 500 x Δt °F	$\Delta t = 3,78$ °F ou $3,78/1,8 = 2,10$ °C
53,2Tr x 12000 Btu/Tr = 451 Gal US/min x 500 x Δt °F	$\Delta t = 2,83$ °F ou $2,83/1,8 = 1,57$ °C
35,5Tr x 12000 Btu/Tr = 451 Gal US/min x 500 x Δt °F	$\Delta t = 1,88$ °F ou $1,88/1,8 = 1,04$ °C
17,7Tr x 12000 Btu/Tr = 451 Gal US/min x 500 x Δt °F	$\Delta t = 0,94$ °F ou $0,94/1,8 = 0,52$ °C

10.2.7 Contrôle du poids spécifique et de point de congélation

1. La saumure doit être convenablement protégée contre le gel par un titre suffisant en chlorure de calcium CaCl_2 . Il y a relation entre le poids spécifique de la saumure et sa concentration. L'échantillon de saumure doit être conditionné à une température de 60 °F (15,5 °C) avant d'en mesurer le poids spécifique.
2. Pour augmenter le poids spécifique de la saumure à 60 °F (15,5 °C), on ajoute du chlorure de calcium en flocons.
3. La quantité de flocons à ajouter peut être déterminée en utilisant l'un des trois tableaux à l'annexe A, tableau qu'on doit sélectionner en fonction de la teneur en CaCl_2 des flocons disponibles.

Tableau A-2.1 pour des sacs dont la teneur est 77 – 80 % = 78,5 % en CaCl_2 .

Tableau A-2.2 pour des sacs dont la teneur est 83 – 87 % = 85 % en CaCl_2 .

Tableau A-2.3 pour des sacs dont la teneur est 94 – 97 % = 95,5 % en CaCl_2 .

10.2.8 Contrôle de la teneur en inhibiteur

1. La présence de l'inhibiteur dans la saumure permet la formation d'un film de protection à la surface des divers métaux. Ainsi, on obtient une protection contre la corrosion.
2. Pour augmenter la teneur en inhibiteur dans la saumure, on ajoute une solution d'inhibiteur dans les proportions indiquées à l'annexe A-3.
3. Après une procédure de correction de la concentration de l'inhibiteur dans la saumure, il faut laisser circuler la saumure et l'inhibiteur dans le système pendant 3 à 4 jours, reprendre un échantillon, faire exécuter l'analyse et suivre les recommandations du chimiste du laboratoire. Le résultat de l'analyse permettra de décider si l'inhibiteur est bien dosé ou s'il faut y apporter des correctifs.

Tableau 10.2.1 – Propriétés requises de la saumure

Description		Patinoire intérieure		Patinoire extérieure		
La saumure doit être conforme aux exigences suivantes :		MIN.	MAX.	MIN.	MAX.	Méthodes d'essai
1.	Poids spécifique à 60 °F(15,5 °C)	1,18	1,19	1,24	1,25	Article 4
2.	Teneur en chlorure de calcium % en poids	19,50	20,6	25,1	26,0	Article 1
3.	Point de congélation °F (°C)	1,2 (-17,1)	-2,0 (-18,9)	-21,5 (-29,7)	-25,8 (32,1)	
4.	pH de la saumure avec chromate	8,5	9,5	8,5	9,5	
	pH de la saumure avec BRINEHIB	9,0	10,0	9,0	10,0	
5.	Teneur en inhibiteur dans la saumure, BRINEHIB en ppm	40	50	40	50	Article 2
6.	NE PAS AJOUTER À la teneur en chromate de sodium, ppm	1500	3000	1500	3000	Article 3
7.	Teneur en fer (Note #4)	Aucune	Aucune	Aucune	Aucune	Article 5
8.	Couleur/visuel	jaune/ clair	jaune/ clair	jaune/ clair	jaune/ clair	Article 2
9.	Odeur (Note #1-c)	Aucune	Aucune	Aucune	Aucune	

Description		Patinoire intérieure		Patinoire extérieure		
La saumure doit être conforme aux exigences suivantes :		MIN.	MAX.	MIN.	MAX.	Méthodes d'essai
10.	Huile (Note #1-a et b).	Aucune	Aucune	Aucune	Aucune	
11.	Sédiment	Aucun	Aucun	Aucun	Aucun	Article 5
12.	Utiliser les outils de la présente partie pour calculer/évaluer le volume de saumure dans le système de caloporteur, en Gal US					10.2.14.2 P-2.
13.	Notes - La présence d'huile et d'odeur d'ammoniaque dans la saumure est anormale, mais il est possible d'en expliquer la provenance comme suit : - L'huile et l'ammoniaque peuvent provenir d'une fuite de réfrigérant dans l'évaporateur. - L'huile peut provenir d'un résidu d'huile qui aurait été utilisé pour prévenir la corrosion et huiler l'intérieur d'une pompe à saumure ou d'un accessoire de tuyauterie. - Une odeur d'ammoniaque dans la saumure peut provenir d'une contamination de la saumure par une ancienne fuite de réfrigérant, car une saumure qui n'a pas été remplacée ou qui a fait l'objet d'un remplacement partiel, peut dégager une odeur d'ammoniaque. - Si on parle du réfrigérant R717, on utilise le terme « ammoniac (NH_3) » - Si on parle de la fraction « (NH_4OH) » du contenu d'une saumure, contaminée avec de l'ammoniaque ($\text{H}_2\text{O} + \text{NH}_3 = \text{NH}_4\text{OH}$), on utilise le terme ammoniaque. - Le fer en suspension dans la saumure est constitué d'oxyde de fer provenant de la corrosion des surfaces en acier, à l'intérieur du tuyau collecteur ou de la pompe ou de l'échangeur de chaleur. - La tuyauterie des collecteurs de saumure de nos arénas est construite en PVC, excepté une infime partie, soit environ $2 \times 3 = 6$ pi linéaires de tuyau d'acier, situé à proximité de l'évaporateur. - Presque toutes les patinoires de la Ville sont équipées d'échangeur de chaleur plaque (évaporateur), en titane.					

10.2.9 Méthode d'essai de la saumure

- On évalue la teneur en chlorure de calcium en fonction du poids spécifique à 60 °F (15,5 °C) et on consulte la Fig. 2 du guide *2021 ASHRAE Handbook – Fundamental*, en page F31.1 et F31.2, en annexe.
- Dosage de l'inhibiteur. Il est nécessaire de mandater un **laboratoire spécialisé** pour qu'une analyse complète des échantillons soit effectuée. Les analyses de l'inhibiteur **ne peuvent** être faites sur place, car lorsque l'échantillon contient l'inhibiteur « chromate de sodium », la couleur jaune inhérente au chromate masque le résultat du test spécifique au BRINEHIB.
- L'échantillon de saumure, peut contenir du chromate de sodium, car avant 1992, c'était un produit couramment utilisé comme inhibiteur de corrosion dans les systèmes de saumure des arénas. On doit évaluer la concentration du chromate de sodium dans l'échantillon. Le règlement de la Communauté métropolitaine de Montréal (CMM), intitulé RÈGLEMENT NUMÉRO 2008-47 SUR L'ASSAINISSEMENT DES EAUX, défend d'en ajouter. Avant 1992, la norme de saumure prévoyait une concentration entre 2 000 et 3 000 ppm de chromate de

sodium, donc si la concentration de chromate de sodium que vous mesurez dans l'échantillon est de 1500 ppm et plus, il n'est pas nécessaire d'ajouter BRINEHIB : le chromate est jugé suffisant.

4. Le poids spécifique de la saumure contenue dans plusieurs installations peut être de 1,25 à 60 °F; c'était conforme à l'ancienne norme. Dans ces cas, il n'est pas urgent de diluer ces saumures. Une dilution est recommandée seulement si le système perd de la saumure à l'occasion d'une rénovation majeure ou d'un incident. Il est important de ne pas utiliser l'eau domestique et la pression de l'aqueduc municipale pour pressuriser le collecteur et tester le système afin de détecter les fuites. Cela dilue la saumure et contribue à générer un surplus de saumure dont il faudra disposer à grands frais.
5. Le fer (rouille) en suspension dans le système de saumure qui prend une couleur rouge/jaune est ramassé par le filtre à sédiment, qui filtre une petite partie du débit de la pompe (voir le chapitre 8 pour le volet environnement). Selon la quantité de fer en suspension dans la saumure, il existe deux formats de filtres disponibles sur le marché pouvant servir à l'épurer.
 1. Un filtre de faible capacité, standard #1, bâti en acier inox 316 raccords 2" NPT, entrée sur le côté, sortie sur le dessous, 150 psi DWP, garnitures compatibles pour la filtration de saumure CaCl_2 froide.
 2. Boîte de 50 sacs filtres, 20 microns, dimension standard numéro 1,419 mm » de haut et 178 mm de diamètre, contenu 7,9 l.
 3. Un filtre de forte capacité, standard #2, bâti en acier inox 316, raccords 2" NPT, entrée sur le côté, sortie sur le dessous, 150 psi DWP, garnitures compatibles pour la filtration de saumure CaCl_2 froide.
 4. Boîte de 50 sacs filtres, 20 microns de capacité filtrante, de dimension correspondant au standard numéro 2 de l'industrie, 813 mm » de haut et 178 mm de diamètre, contenu 17 l.

10.2.10 Méthodes de rapport d'analyse

1. Utiliser le formulaire du rapport d'analyse fourni à l'annexe 10.2.14.5 P-5. pour connaître la liste des différents paramètres à vérifier.
2. L'usage du formulaire, normalisé, permet de standardiser les rapports effectués par les différents laboratoires, mandatés par les régions administratives ou les arrondissements, tout en facilitant la vérification et le suivi des résultats obtenus.

10.2.11 Présence de fer dans la saumure

1. La présence de fer en suspension, dans le système de saumure, se manifeste sous forme d'une pâte de couleur jaune, que l'on extrait du filtre à sédiments. L'analyse a révélé que le dépôt pâteux est composé d'oxyde de fer enrobé de chromate, ce qui donne la couleur jaune.

10.2.12 Disposition des cartouches de filtre

1. La cartouche filtre usée doit être déposée dans un contenant spécialement désigné pour recevoir ce déchet. Le contenant et son contenu sont ramassés annuellement et traités comme déchets dangereux. **La collecte est effectuée au début de mai.** Le contremaître de chaque région est responsable de faire ramasser ledit déchet.

10.2.13 Fréquence des analyses de saumure

1. Prélever un échantillon de saumure pour analyse deux fois l'an. La première analyse doit être effectuée dans la première moitié de février, l'autre, dans la seconde moitié de septembre. L'échantillon doit être prélevé sur un système de saumure qui fait circuler la saumure depuis au moins 3, 4 jours. Ne pas prélever un échantillon qui aurait pu stagner dans un raccord ou dans un tuyau de prise d'échantillon, pour s'assurer que l'échantillon est le plus représentatif possible.
2. Dans l'éventualité où vous devez apporter des corrections à la saumure, vous devez planifier le calendrier pour faire les corrections requises, faire circuler la saumure dans le système pendant ou moins 3, 4 jours et prélever de nouveau un échantillon témoin. Faire exécuter l'analyse et suivre les recommandations du chimiste à l'emploi du laboratoire.

10.2.14 Processus de correction des saumures

10.2.14.1 P-1 Rajustement du poids spécifique

1. La première opération dans le processus de correction des saumures consiste à rajuster le poids spécifique s'il y a lieu. Le rajustement du poids spécifique et, par le fait même, du point de congélation de la saumure, se fait par l'addition de chlorure de calcium en flocons, dont la pureté peut être (77-80 %), ou (83-87 %) ou (94-97 %), selon la concentration de CaCl_2 dans les sacs de flocons utilisés.
2. Faire un relevé de la géométrie du système de saumure et calculer son volume. La quantité de flocons CaCl_2 requise pour le rajustement de la densité des saumures est donnée dans les tableaux A-2.1, A-2.2 ou A-2.3, que l'on retrouve à l'annexe 10.2.14.2.
3. Il est à noter que, lorsqu'un rajustement du poids spécifique de la saumure est effectué selon les tableaux de l'annexe 10.2.14.2., on doit viser à obtenir une concentration en chlorure de calcium, légèrement supérieure à la valeur minimale requise dans les exigences de la présente norme, de façon à permettre une certaine marge de sécurité dans la protection contre le gel.
4. Après l'addition du chlorure de calcium dans une saumure, il faut laisser circuler celle-ci, dans le système de caloporteur, durant au moins 3 à 4 jours avant de procéder à une prise d'échantillon et à une vérification de la densité à 60 °F (15,6 °C), et ce, avant d'apporter les corrections aux autres paramètres.

10.2.14.2 P-2 Calcul du volume de la saumure dans le système (gal US)

1. Information utile pour calculer le volume de saumure, dans le système de saumure.

1. La dalle de patinoire de dimensions **standard nord-américain (LNH)** mesure 200' x 85' x R = 28', soit environ (61 m x 25,9 m x 8,5 m).
 1. Pour un espacement des tuyaux de l'échangeur de chaleur, c/c de 3½", la dalle contient 293 passes qui se transforment en 296 passes (multiple de 4) de tuyau 1" Φ (ID) en polyéthylène. Un tableur a servi pour calculer la longueur totale des tuyaux de l'échangeur de chaleur dans la dalle réfrigérée, pour un espacement de 3½" c/c. La longueur des tuyaux de l'échangeur de chaleur est 57 517 pi lin.
 2. Pour un espacement des tuyaux de l'échangeur de chaleur, c/c de 4", la dalle contient 256-260 passes de tuyau 1" Φ (ID) en polyéthylène (PE). La longueur des tuyaux de l'échangeur de chaleur est 50 542 pi lin. dans une configuration de 2 passes et 50 612 pi lin. dans une configuration de 4 passes.
2. La dalle de patinoire de dimensions, **standard olympique**, mesure 200' x 98,5' R = 28' (61 m x 30 m x R = 8,5m).
 1. Pour un espacement c/c de 3½", la dalle de l'aréna Maurice-Richard contient 330-334 passes de tuyau 1" Φ (ID) en polyéthylène. Un tableur a servi pour calculer la sagitta du ¼ de cercle que l'on retrouve à chaque coin de la patinoire, une fonction de l'éloignement du tuyau par rapport au centre du rayon, considérant que les tuyaux de l'échangeur de chaleur, dans la dalle réfrigérée, sont de pleine longueur à l'axe central et de plus en plus courts en approchant le long de la bande. La longueur calculée des tuyaux de l'échangeur de chaleur est 65 309 pi lin., incluant une allocation pour les raccords aux deux extrémités et excluant le collecteur de saumure.
 2. La dalle de la patinoire P-Marquette est construite selon un ancien standard et mesure 175' x 75' x R = 23'. Elle utilise un mélange de chaises de 4 po c/c et 3,5 po le long des bandes (175 pi).
 3. La dalle de la patinoire Saint-Charles est construite selon un ancien standard et mesure 177' x 77' x R = 22'. Elle utilise des chaises de 4 po c/c.
 4. Un pied linéaire de tuyau de 1" Φ (ID) contient 0,0442 gal US de saumure.
 5. Un pied linéaire de tuyau de 4" Φ (ID) contient 0,6613 gal US de saumure.
 6. Un pied linéaire de tuyau de 6" Φ (ID) contient 1,508 gal US de saumure.
 7. Un pied linéaire de tuyau de 8" Φ (ID) contient 2,59 gal US de saumure.
 8. 1 gal imp = 10 lb H₂O.
 9. 1 gal US = 8,268 lb H₂O.
 10. 1 Pi³ = 7,48052 gal US

3. Il existe deux formats de sacs de saumure, dans le commerce, soit des sacs de 20 kg en Amérique et 25 kg en Europe.
 1. 1 sac de flocons = 25 kg = 55,1 lb.
 2. 1 sac de flocons = 20 kg = 44,1 lb.
4. Il est requis d'ajouter 4,5 pi de tuyau à la longueur de la dalle pour tenir compte du tuyau qui dépasse la dalle aux deux extrémités, soit 1,5 pi dans le caniveau des U et 3 pi dans le caniveau du collecteur de saumure. Le calcul suivant suppose que la dalle est un rectangle et ne tient pas compte des quatre coins, formés par des $\frac{1}{4}$ de cercle, $R = 28''$.
5. Dalle réfrigérée
 1. Dalle standard, 296 passes/dalle x $(200 + 4,5)$ pi/passe x 0,0442 gal US/pi = 2616 gal US/dalle.
 2. Dalle standard, 260 passes/dalle x $(200 + 4,5)$ pi/passe x 0,0442 gal US/pi = 2298 gal US/dalle.
 3. Dalle olympique, 334 passes/dalle x $(196 + 4,5)$ pi/passe x 0,0442 gal US/pi = 2894 gal US/dalle.
 4. Dalle olympique, M-Richard 334 passes/dalle x $(196 + 4,5 + 8,0)$ pi/passe x 0,0442 gal US/pi = 2894 gal US/dalle.
6. Vaporisateur de type échangeur de chaleur, coquille et tubes :
 1. Un vaporisateur noyé, de type coquille et tubes, de 28" de diamètre x 17' NTL, 652 tubes en acier de 0,62"(ID). Le contenu de saumure est 572 gal US.
 2. Un vaporisateur DX de 24" de diamètre, 10' NTL de long et trois circuits, contient 25 % de tubes et 75 % de saumure. Soit $24 \times 24 \text{ po}^2 / 144 \text{ po}^2 \times 1 \text{ pi}^2 \times \pi/4 \times 10 \text{ pi} \times \text{gal US} / 0,13368 \text{ pi}^3 \times 0,75 \text{ (volume)} = 176 \text{ gal US/vaporisateur}$.
 3. Un vaporisateur DX de 16" de diamètre, 10' NTL de long et deux circuits, contient 29 % de tubes et 71 % de saumure. Soit $16 \times 16 \text{ po}^2 / 144 \text{ po}^2 \times 1 \text{ pi}^2 \times \pi/4 \times 10 \text{ pi} \times \text{gal US} / 0,13368 \text{ pi}^3 \times 0,71 \text{ (volume)} = 74,2 \text{ gal US/vaporisateur}$.
 4. Un vaporisateur DX de 14" de diamètre, 10' NTL de long et deux circuits, contient 34 % de tubes et 66 % de saumure. Soit $14 \times 14 \text{ po}^2 / 144 \text{ po}^2 \times 1 \text{ pi}^2 \times \pi/4 \times 10 \text{ pi} \times \text{gal US} / 0,13368 \text{ pi}^3 \times 0,66 \text{ (volume)} = 52,8 \text{ gal US/vaporisateur}$.
7. Vaporisateur de type échangeur de chaleur, à plaques : (à vérifier sur les dessins d'atelier)
 1. Standard : AL, M10-BWFD, 224 plaques, le volume du côté saumure de la plaque est $2,5 \text{ pi}^3 = 18,7 \text{ gal US}$.
 2. M-Richard : AL, MK15-BWFD, 254 plaques, le volume du côté saumure de la plaque est $5,7 \text{ pi}^3 = 42,6 \text{ gal US}$.

3. Promenade Tranquille : AL, TK20-BWFD, 126 plaques, volume du côté saumure de la plaque est $3,1 \text{ pi}^3 = 23,2 \text{ gal US}$.
 4. J-Lemaire : AL, MK15-BWFD, 180 plaques, le volume du côté saumure de la plaque est $4,0 \text{ pi}^3 = 29,9 \text{ gal US}$.
 5. R-Luongo : AL, M15-BWFD, 136 plaques, le volume du côté saumure de la plaque est $3,0 \text{ pi}^3 = 22,4 \text{ gal US}$.
 6. D-Harvey : GEA, LWC 100T BYF-300, 94 plaques, volume du côté saumure de la plaque est $1,4 \text{ pi}^3 = 10,5 \text{ gal US}$.
8. Le design standard du système de collecteur de saumure à 4 passes, alimentant le collecteur par son point milieu, est implanté dans presque tous les arénas de la Ville, ayant fait l'objet du Programme Arénas. Les diamètres (ID) de tuyaux sont de 1", 4" et 6". Les exceptions au standard sont : J-Lemaire, R-Luongo, Saint-Jean Vianney, où le collecteur de saumure et les U sont enfouis dans le béton de la dalle.
 9. La patinoire du Lac-aux-Castors comprend un vaporisateur coquille et tubes, de type noyé, 28" x 17' NTL. La dalle contient 29 317 m (96 185 pi) de tuyau d'acier 1" (ID), sch. 40. Le collecteur de saumure 350 m (1 150 pi) est en acier 8' (ID).
 10. Les systèmes d'échangeur de chaleur à 2 passes, pour les arénas n'ayant pas fait l'objet du Programme Arénas, ont des tuyaux de diamètres 1", 6" et 8".
 11. Comprendre le % exprimé pour les flocons de CaCl_2 est nécessaire pour l'estimation du nombre de sacs de flocons à ajouter à une saumure existante.
 12. Le pourcentage de pureté du sel CaCl_2 permet de savoir quels sont les contenus en sel et en eau des flocons qu'on utilise pour fabriquer une saumure.
 13. Une livre de flocons CaCl_2 de 77 % contient 77 % de sel et 23 % d'eau ou 0,77 lb de CaCl_2 .
 14. Quand on mélange les flocons de CaCl_2 avec de l'eau pour fabriquer de la saumure (caloporteur) dans un système de réfrigération de patinoire, on doit tenir compte du pourcentage de CaCl_2 pour calculer le nombre de sacs de flocons à ajouter.
 15. La teneur en CaCl_2 , de la saumure est mesurée avec un hydromètre qu'on fait flotter à la surface d'un échantillon de saumure.
 16. Une livre de flocons à 77 % contient $90/77 = 1,168 = 1,17$ ou 17 % moins de CaCl_2 qu'une livre de flocons à 90 %.
 17. Si on utilise des sacs de flocons à 77 % pour fabriquer la saumure, cela va fonctionner mais on va manipuler plus de sacs qu'avec des flocons à 90 %.
 18. La formule de prix doit tenir compte du % de CaCl_2 , car ce qui est utile dans une saumure, ce que l'on doit payer, c'est le CaCl_2 , l'eau pouvant évidemment être ajoutée.
 19. Veiller à utiliser la bonne version des tableaux, A-2.1 et A-2.2, choisir celui qui correspond au pourcentage inscrit sur le sac de flocons utilisés.

20. Hydromètre gradué : instrument utilisé pour déterminer la gravité spécifique (SpGr) d'un liquide, composé d'un tube de verre, scellé et gradué, lesté à l'une des extrémités, celle qui s'enfonce dans le liquide, à une profondeur utilisée comme mesure de la gravité spécifique du liquide testé.
21. Choix d'un hydromètre : un instrument de mesure ayant au moins 300 mm de longueur, dont le tube est gravé, avec une échelle graduée SpGr, variant de 1,0 à 1,22 et ayant des divisions de l'échelle de 0,002.
22. La température de la saumure doit être conditionnée à 60 °F (15,5 °C), au moment de la prise de lecture, sur l'hydromètre, pour que la valeur lue SpGr soit valide (voir les figures 1a et 1b).

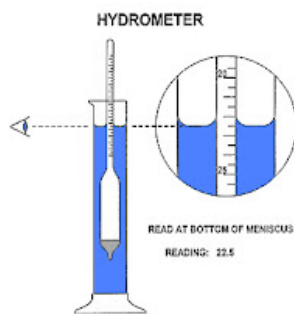


Figure 10.2.1a – Hydromètre gradué



Figure 10.2.1b – Hydromètre

[illegible]

[illegible]

[illegible]

1. La seconde opération à réaliser dans le processus de correction des saumures est le rajustement de la teneur d'inhibiteur dans la saumure. Pour effectuer ce rajustement, on doit connaître le volume en gallons US du système de réfrigération et le poids spécifique de la saumure.
2. À partir de ces données, on peut calculer le poids total de la saumure dans le système et connaître la quantité d'inhibiteur qui doit être ajoutée afin d'obtenir une concentration en inhibiteur de l'ordre de 0,5 % dans la saumure.

3. Dans la précédente version de la norme concernant la saumure, le volume de la saumure était exprimé en gallon impérial.
4. Dans les formules qui suivent, les volumes sont exprimés en gal US.
 - a. **8,3 lb** est la masse de 1 gal US d'eau.
 - b. **9,79 lb** est la masse de 1 gal US de saumure à 1,18 sg ($8,3 \text{ lb/gal US} \times 1,18 \text{ SG} = 9,79 \text{ lb/gal US}$).
 - c. **D** est le **poids spécifique de la saumure (SpGr)**.
 - d. **V** est le **volume de la saumure**, dans le système en **(gal US)**.
 - e. **P** est la **teneur en pourcentage d'inhibiteur** dans la saumure analysée (%).
5. **Calcul du poids lb d'inhibiteur à prévoir dans la saumure (A).**

$$A = D \times V \times 8,3 \times 0,5/100$$
6. **Calcul du poids lb d'inhibiteur contenu dans la saumure analysée (B).**

$$B = D \times V \times 8,3 \times P/100$$
7. **Calcul du poids lb d'inhibiteur à ajouter dans la saumure (C).**

$$C = A - B$$
8. Comme la correction est effectuée avec une solution d'inhibiteur contenant 37,5 lb d'inhibiteur par 1 000 gal US (ou par 8 326,8 lb), on peut déduire le nombre de gallons de la solution d'inhibiteur qui doit être ajouté à la saumure contenue dans le système.

10.2.14.4 P-4 Rajustement du pH

1. On doit s'assurer que la saumure d'un système de réfrigération n'est pas acide parce qu'une réaction acide de la saumure entraînerait une corrosion sérieuse du système.
2. Une saumure à base de chlorure de calcium est suffisamment alcaline pour apporter une protection contre la corrosion au système. Mais toute saumure, au contact de l'air, s'acidifie par absorption de gaz carbonique et demande donc d'apporter, périodiquement, une correction du pH.
3. Il n'y a pas de recette exacte pour déterminer la quantité de soude caustique à ajouter dans la saumure, mais on peut prévoir la quantité de soude caustique en s'inspirant des quantités ci-dessous énumérées. Ces valeurs ont été obtenues par des essais en laboratoire.

Tableau 10.2.5 - Poids de soude caustique / 1000 GalUS de saumure

pH de la saumure dans conditions initiales	pH de la saumure dans conditions finales	Poids de soude caustique (NaOH) (lb), à ajouter par 1000 gal US de saumure
4,5	8,5	3,73
5,5	8,5	1,33
6,5	8,5	0,54
7,5	8,5	0,33

10.2.14.5 P-5 Rapport d'analyse de la saumure (formulaire #1)

Laboratoire d'analyse, fournisseur de services

Montréal 

Requérant

Raison sociale du fournisseur de services _____	Nom de l'aréna : _____ No bâtiment (NNNN) (_____, _____, _____)
Exécuté par : Nom, Prénom _____, _____	Date de la requête : _____, _____, _____ AAAA/MM/JJ (Chiffres)
No tél. : (_____) _____ - _____	Nom, Prénom _____, _____
Date de réception _____, _____, _____ AAAAA/MM/JJ (Chiffres)	No tél. : (_____) _____ - _____

Le requérant doit choisir le type de patinoire qui s'applique et l'indiquer clairement sur ledit formulaire en cochant la colonne » » » » » » (✓)

(...)

(...)

Type de patinoire ` » » » » » » » »		Intérieure		Extérieure	
		Labo	Exigence	Exigence	
Article	Description :	Résultats	Min	Max	Min Max
1	Poids spécifique @ 60 °F (15,5 °C).		1,18	1,19	1,24 1,25
2	Teneur en CaCl ₂ , % en poids.		19,5	20,6	25,1 26,0
3	Point de congélation en °F.		1,2	-2,0	-21,5 -25,8

Le requérant doit choisir le type de patinoire qui s'applique et l'indiquer clairement sur ledit formulaire en cochant la colonne » » » » » (✓)			(...)		(...)	
4	pH de la saumure avec chromate		8,5	8,5	8,5	8,5
	pH de la saumure avec BRINEHIB		9,0	9,0	9,0	9,0
5	Teneur en inhibiteur BRINEHIB en ppm		40	40	40	40
6	Teneur en inhibiteur, chromate de sodium en ppm		NE PAS AJOUTER 1500 à 3000 ppm (Typ)			
7	Teneur en Fer		De 0 à <10ppm			
8	Couleur/Visuel		Jaune/clair			
9	Odeur		Aucune			
10	Huile		Aucune			
	Ammoniaque NH ₄ OH		Aucune			
11	Sédiment		Aucun			
12	Volume de saumure, dans le système					

RECOMMANDATION (Action requise pour une remise aux normes)

Vérifié par :

Surintendant :

Imprimer recto verso, le formulaire en pages 17 et 18, sur une feuille 8½" x 11".

10.2.14.6 P-6 Fiche technique, inhibiteur de corrosion

a. DESCRIPTION

Le produit utilisé est un inhibiteur de corrosion tout organique conçu pour être utilisé dans les circuits de saumure à base de chlorure de calcium. Les différents inhibiteurs organiques confèrent des propriétés synergistiques au niveau de la protection de la corrosion. Le produit est aussi efficace que les mélanges à base de chromate et de nitrite. Le produit ne contient aucun métal lourd ou polluant inorganique.

b. PROPRIÉTÉS TYPIQUES

a. Ingrédients actifs :	b. Azole, amine, séquestrant, catalyseur organique
c. Couleur :	d. Ambre
e. Densité :	f. 10,4 lb/gal. imp.
g. pH :	h. 13,5
i. Point d'éclat :	j. Aucun
k. Point de congélation :	l. -6 °C

c. INFORMATION IMPORTANTE

Des fiches de sécurité sont disponibles pour tous nos produits. Ces fiches contiennent toute l'information nécessaire pour protéger la santé de vos employés et de vos clients de tout danger relié à l'utilisation de nos produits.

Nous recommandons que vous obteniez la fiche de sécurité et que vous vous assuriez que celle-ci soit lue et comprise par toute personne directement ou indirectement en contact avec le produit.

d. DOSAGE

- a. Un dosage normal maintient un résiduaire de 40-50 ppm (d'après la trousse #T-3082). Le dosage initial est de 37 lb de produit par 1000 gal US de capacité de solution de saumure. Le dosage subséquent dépendra de la perte de solution du système de saumure.

e. ALIMENTATION

- a. Le produit doit être ajouté directement au système à un point de bonne circulation et agitation. Un alimenteur en contre-passe est recommandé pour faciliter l'alimentation chimique.

f. MANIPULATION

- a. Le produit est essentiellement non dangereux, mais s'il entre en contact avec la peau ou les yeux, il peut causer une irritation. Des gants et lunettes protectrices sont recommandés.

g. ÉQUIVALENCE

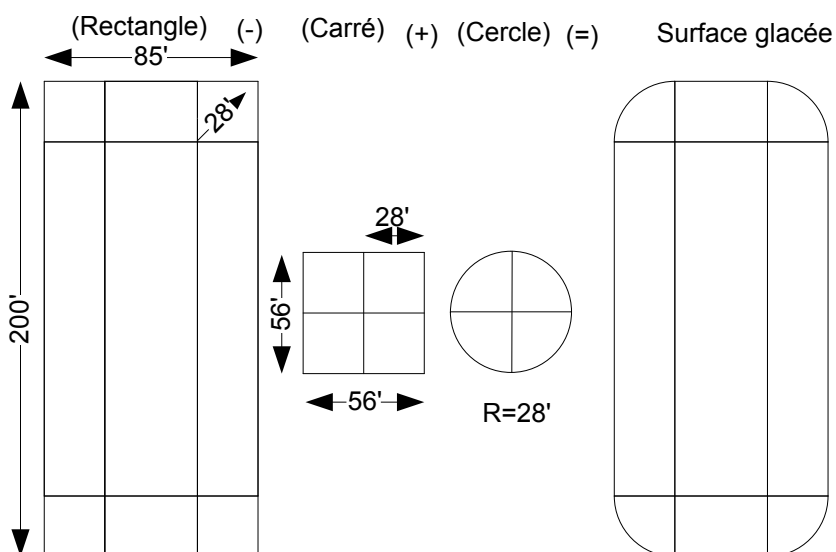
- a. La Ville utilise Azole, amine, séquestrant, catalyseur organique comme inhibiteur de corrosion depuis 1992. Il n'est pas souhaitable de changer de produit inhibiteur, car les saumures de nos arénas contiennent déjà ledit inhibiteur, en plus du chromate et autres produits en utilisation avant 1996. La Ville veut éviter de créer une soupe contenant encore plus de différents produits.
- b. Le produit BRINEHIB est vendu par plusieurs agents manufacturiers.

h. EMPAQUETAGE

- Chaudière de plastique, 50 lb (22,7 kg).
- Baril de plastique, 450 lb (204,5 kg).
- BRINEHIB est une marque de commerce de SOLENIS TECHNOLOGIES, L.P.

10.2.14.7 P-7 Calcul de la surface d'une patinoire

- Méthode utile pour calculer l'aire d'une patinoire dont les dimensions sont connues.
- Ex. : 200' x 85' x R = 28'.
- Calculer l'aire d'un rectangle de 200' x 85' = 17 000 pi², soustraire un carré de 56' x 56' = 3 136 pi² pour les 4 coins, ajouter un cercle de 28' de rayon pour les 4 coins arrondis ($\pi D^2/4 = \text{Aire}_{\text{cercle}}$) $\pi \times 56^2/4 = 2 463 \text{ pi}^2$. La réponse est : 16 327 pi².



Calcul de la surface glacée d'une patinoire
85'x200'xR=28'

Boucle_C.Dumas_f-et-a_20210208.vsd

© 2021 Claude Dumas

Figure 10.2.2 – Formes géométriques

10.3 Système de bandes de patinoire

10.3.1 Système de bande de patinoire en aluminium

(POUR INSTALLATION SUR UNE NOUVELLE DALLE)

1. SEULS LES ÉLÉMENTS SURLIGNÉS EN JAUNE PEUVENT ÊTRE MODIFIÉS SELON LE PROJET, ET EN CONSULTATION AVEC LE DIRECTEUR ***
2. ***LES ÉLÉMENTS DE LA PRÉSENTE PARTIE, PORTANT LA MENTION "****OPTION****" DOIVENT ÊTRE IDENTIFIÉS COMME NON REQUIS S'ILS NE S'APPLIQUENT PAS AU PROJET ET EN CONSULTATION AVEC LE DIRECTEUR***

10.3.2 Généralités

10.3.2.1 Exigences générales

1. Fournir et installer un système de bandes complet avec châssis en aluminium préfabriqué, hauteur nominale totale de 1 067 mm (du dessus de la dalle de béton au dessus de la bande), ainsi qu'un nouveau système de baie vitrée (verre trempé) avec les hauteurs conformément spécifiées au plan. La grandeur de la surface proposée de la patinoire est de 25,9 m (85') en largeur et 60,9 m (200') en longueur avec des coins de 8,34 m (28') de rayon.
2. ***SEULS LES ÉLÉMENTS SURLIGNÉS EN JAUNE PEUVENT ÊTRE MODIFIÉS SELON LE PROJET, ET EN CONSULTATION AVEC LE DIRECTEUR ***
3. ***LES ÉLÉMENTS DE LA PRÉSENTE PARTIE, PORTANT LA MENTION "****OPTION****" DOIVENT ÊTRE IDENTIFIÉS COMME NON REQUIS S'ILS NE S'APPLIQUENT PAS AU PROJET ET EN CONSULTATION AVEC LE DIRECTEUR***
4. La présente partie comprend une galerie de quarante-trois (43) photos, illustrant le calibre, la façon, le type de construction, les matériaux, la qualité des finis exigés par la Ville, pour une bande de patinoire.

10.3.2.2 Portée des travaux

1. Les travaux comprennent principalement la fourniture, la manutention et l'installation des nouvelles bandes de patinoire, y compris, sans s'y restreindre, les éléments suivants :
 1. le châssis en aluminium de construction préfabriqué à l'usine pour surface de glace 25,9 m x 60,9 m;
 2. les nouveaux ancrages dans la dalle;
 3. la construction complète des bancs des joueurs;
 4. la construction complète des bancs des pénalités;

5. la construction complète du banc du chronomètreur;
6. les verres trempés, supports et quincailleries;
7. le recouvrement en polyéthylène;
8. les portes et quincailleries;
9. les coussins protecteurs, etc.

10.3.2.3 Assurance de la qualité et compétences

1. L'entrepreneur général ou la Ville doit faire appel à des personnes ayant les compétences appropriées dans ce domaine et les aptitudes professionnelles pour utiliser les matières spécifiées.
2. Accomplir le travail strictement en conformité avec les directives du manufacturier. Le manufacturier du système doit compter un minimum de cinq (5) ans d'expérience dans la fabrication, la conception ainsi que l'installation de bandes de patinoire intérieure (aréna).
3. Une seule et même compagnie doit fabriquer et installer les bandes de patinoire. À cet effet, les soumissionnaires non acceptés à cette section du devis doivent fournir une liste de 25 projets de bandes de patinoire intérieure (aréna), réalisés au Québec, en commençant par le plus récent, avec les coordonnées des clients. (Le non-respect de cette clause peut entraîner la disqualification.)
4. Un équipementier peut proposer un produit équivalent si celui-ci possède les mêmes spécifications et le même niveau de performance que le produit de référence au devis, en l'illustrant au moyen de photos.
5. Toute offre d'équivalence au produit spécifié doit être accompagnée des dessins techniques démontrant clairement le système de bande proposé, la modification/intégration de la nouvelle bande, les aménagements aux bancs des joueurs, punitions et chronomètreur pour permettre au directeur de bien visualiser les composantes après l'assemblage afin de justifier l'équivalence.
6. Le directeur se réserve également le droit de reconnaître ou de rejeter l'équivalence proposée, sur la base des spécifications remises sept (7) jours avant la date de fermeture de la soumission. Si le directeur accepte l'équivalence, il le fait au moyen d'*addenda* à cet effet.
7. À noter que seul un soumissionnaire ayant obtenu une reconnaissance d'équivalence pour un produit non spécifié au devis peut déposer une soumission. À défaut, cette dernière sera immédiatement rejetée.

10.3.2.4 Références

1. *Aluminum Association (AA)*,
 - i. *AA DAF 45-03(R2009), Designation System for Aluminum Finishes.*

2. *American Society for Testing and Materials (ASTM),*
 - i. *ASTM B221 – 12a Standard Specification for Aluminum and Aluminum-Alloy Extruded Bars, Rods, Wire, Profiles, and Tubes,*
 - ii. *ASTM D4802-88, Specification for Poly Acrylic Plastic Sheet.*
3. Conseil canadien des normes
 - i. CAN/GCGSB-12.1-M90, Verre de sécurité, trempé ou laminé.
4. CSA Association canadienne de normalisation (CSA)/CSA International,
 - i. CAN/CSA-G40.20/G40.21-04, Acier de construction.
 - ii. CSA W59-FM1989, Construction soudée en acier (soudage à l'arc) (unités métriques).
 - iii. CSA W59.2-FM1991 (C2008), Construction soudée en aluminium.

10.3.2.5 Document et échantillons à soumettre

Avant le début des travaux :

1. Les dessins d'atelier doivent être remis au directeur. Ils doivent être rédigés en français, indiquant notamment la nature et les dimensions de toutes les composantes des bandes, tous les modes d'attache, les soudures, les quincailleries des portes, les ancrages à la dalle et leur emplacement, les détails concernant les boîtes des joueurs, des pénalités et des chronomètres, les dimensions de toutes les baies vitrées, le recouvrement en polyéthylène, les coussins protecteurs, etc.
2. Une copie pdf des instructions d'installation et fiches d'exploitation et d'entretien du manufacturier des bandes de patinoire, tel que requis à la présente partie. Ces documents doivent être rédigés en français.

Après la réception provisoire :

1. Soumettre les instructions d'installation et fiches d'exploitation et d'entretien du manufacturier des bandes de patinoire, tel que requis à la présente partie « Documents et échantillons à soumettre », pour destination dans les manuels d'exploitation et d'entretien.

10.3.2.6 Livraison, entreposage, manipulation du produit et installation

1. Le manufacturier du système de bandes de patinoire doit construire, fabriquer et livrer tout le matériel à l'emplacement des travaux, conformément aux plans et devis. L'installation doit être strictement complétée par le manufacturier des bandes de patinoire, conformément aux exigences et aux instructions.
2. Entreposer les matériaux à l'intérieur, dans un endroit propre, sec et bien aéré, conformément aux recommandations du manufacturier.

3. Entreposer les matériaux et accessoires sous un emballage de protection de manière à les protéger contre les marques, les rayures, la poussière et les éraflures.
4. Remplacer les matériaux défectueux ou endommagés par des matériaux neufs.

10.3.2.7 État du site

1. L'entrepreneur général est responsable pour la fourniture d'éclairage et un système d'alimentation électrique 120V. Une surface périmétrique et réfrigérante doit être en place avant que les travaux de cette partie ne soient entrepris. Celle-ci doit être libre d'accès pour entreposer les bandes au moment de la livraison.
2. Toutes les tâches générales doivent être effectuées avant le début des travaux mentionnés dans la présente partie.

10.3.2.8 Matériaux de remplacement

1. Fournir des panneaux de verre trempé standard de rechange selon les prescriptions suivantes (mêmes dimensions que ceux installés) :
 - a. Panneaux latéraux : Remettre au directeur deux (2) panneaux latéraux de rechange selon le modèle des panneaux latéraux choisi pour le projet.
 - b. Panneaux d'extrémités : Remettre au directeur deux (2) panneaux d'extrémités de rechange selon le modèle des panneaux d'extrémités choisi pour le projet.
2. Les enchâsser en toute sécurité, dans une caisse à claire-voie en bois franc, et les entreposer à l'endroit prescrit par le directeur.

10.3.2.9 Garantie

1. Soumettre une garantie écrite contre les défauts de matières et les malfaçons pour une période de deux (2) années à partir de la date de réception partielle des travaux.
2. Dans les quinze (15) jours suivant la réception provisoire des travaux, un certificat de garantie doit être remis à la Ville, stipulant que les dommages occasionnés par une mauvaise utilisation, l'abus ou un accident ne sont pas garantis et que les bris de verre trempé sont exclus.
3. Le fabricant consent à remplacer ou réparer, à la satisfaction du directeur, toute pièce défectueuse et à en rembourser les frais pendant la durée de la garantie.

10.3.3 Équipements & accessoires

10.3.3.1 Exigences générales

1. Tous les équipements et accessoires doivent provenir d'un même manufacturier.

10.3.3.2 Bande de patinoire

1. Composition de la structure métallique

1. La charpente métallique de la bande doit être fabriquée en aluminium. Celle-ci doit minimalement avoir 150 mm d'épaisseur, épaisseur qui n'inclut pas les revêtements plastiques. Chaque section de la charpente métallique doit obligatoirement être composée de trois (3) longerons horizontaux et trois (3) montants verticaux soudés ou boulonnés. Aucune charpente métallique, inférieure en épaisseur ainsi qu'en quantité de longerons et de montants verticaux, tel que spécifié précédemment, ne peut être acceptée comme un produit équivalent.
2. Les panneaux de bandes doivent être fabriqués en sections démontables, de longueurs nominales de 2425 mm. Tous les panneaux, qu'il s'agisse de sections droites, courbées ou dans lesquelles se trouve une porte, doivent être fondamentalement de conception semblable. La grandeur standard des panneaux droits est de 1067 mm de hauteur sur 2425 mm de longueur. La grandeur standard des panneaux courbés est de 1067 mm de hauteur sur 2380 mm de longueur.

2. Ancrage des bandes dans le béton

1. Plaque en aluminium 125 x 125 x 12 mm fixée au béton avec un ancrage à enclenchement positif de 15 mm noyé dans le béton au moment de la coulée de la dalle réfrigérée.

3. Revêtement de bande

1. Face intérieure de la bande : panneaux de polyéthylène (HDPE) de 2440 x 1067 x 12 mm de couleur blanche.
2. Face extérieure de la bande : panneaux de polyéthylène (HDPE) de 2440 x 1067 x 9 mm de couleur blanche (tel qu'indiqué au plan). ***OPTION***
3. Dessus de bande : plastique rigide de 12 mm d'épaisseur (HDPE), couleur rouge, traité UV sans bande rouge en façade côté glace.
4. Bas de bande : panneaux polyéthylène (HDPE) de 2440 x 200 x 12 mm de couleur jaune.
5. Les revêtements en polyéthylène de grande résistance HDPE doivent avoir une épaisseur minimale de 12 mm.
6. Les bas de bande doivent avoir une hauteur de 200 mm et une épaisseur de 12 mm. La bande doit comprendre un rebord supérieur toupillé à un rayon de 6 mm.
7. Balises de lignes officielles, ligne centrale rouge d'une largeur de 12 x 305 mm, lignes bleues d'une largeur de 12 x 305 mm et lignes de but rouges d'une largeur de 12 x 50 mm devant être montées verticalement face aux bandes de manière qu'elles soient au même niveau, tout en respectant les positions des lignes ci-dessous.

8. Les couleurs de la bande, du bas de bande et du seuil supérieur doivent être les suivantes respectivement : blanc, jaune et rouge.
9. Vis à tête fraisée, type F ¼ – 20 auto-taraudeuse en acier cadmié de longueur appropriée et de même couleur (peinture cuite) que le plastique où elle est fixée.
10. Pour tout vissage plastique/plastique, prévoir des écrous bloquant de nylon.
11. Sur le pourtour des panneaux, à 200 mm d'entraxe et à 25 mm du bord, puis tous les 200 mm sur le longeron médiant de chaque panneau.

4. Seuil de porte

1. Le seuil en polyéthylène de haute densité (UHMWPE) doit être d'une épaisseur de 19 mm et d'une profondeur de 165 mm afin de couvrir toute la largeur des ouvertures de porte comprenant des seuils surélevés. Les attaches doivent être dotées d'une tête fraisée de 12 mm de profondeur.

5. Portes

1. Les portes des joueurs de largeur standard de 760 mm (30"), les portes d'accès de largeur standard de 915 mm (36"), les portes doubles de largeur de 1830 mm (72") et la porte double à machinerie de largeur de 3660 mm (144") doivent être de construction semblable à celle de la structure des bandes de patinoire.

Porte joueur simple sans verre : QUANTITÉ 6

1. Charnière à tige libre ultra-robuste boulonnée à la structure
2. Loquet d'acier ultra-robuste boulonné à la structure

Porte accès simple avec verre : QUANTITÉ 2

1. Charnière à tige libre ultra-robuste boulonnée à la structure
2. Loquet d'acier ultra-robuste boulonné à la structure
3. Bouton-poussoir pour mécanisme d'ouverture automatique accessible du côté de la patinoire

Porte double 1830 mm (72") avec verre : QUANTITÉ 1

1. Charnière ajustable ultra-robuste boulonnée à la structure
2. Roue à ressort ultra-robuste boulonnée à la structure
3. Barre de verrouillage 50 mm boulonnée à la structure

Porte machinerie double 3660 mm (144") avec verre : QUANTITÉ 1

1. Charnière ajustable ultra-robuste boulonnée à la structure

2. Roue à ressort ultra-robuste boulonnée à la structure
3. Barre de verrouillage 50 mm boulonnée à la structure
4. N.B. : Aucune ouverture dans la bande ainsi que les portes ne doit laisser d'espace entre le plastique et le métal.

Porte guillotine électrique avec verre requise 1; ***OPTION*** voir galerie de photos

1. Cadre de soutien : colonne de 150 mm x 150 mm en acier galvanisé avec contrepoids interne
2. Arbre d'entraînement avec chaîne et moteur électrique 600V/3/60
3. Section de bande sur roulement à bille attaché aux contrepoids
4. Système de sécurité auto renverse avec faisceaux lumineux
5. Câble de sécurité en cas de bris de la chaîne
6. Bretelle de sécurité antichute
7. Commande à distance
8. Raccordement électrique et de contrôle par entrepreneur électrique

6. Ferrures

1. Toutes les ferrures de métal doivent être plaquées de zinc.
2. Les charnières des portes d'accès et des portes des joueurs sont en acier 10 GA. Des charnières à cheville autolubrifiantes doivent être utilisées sur les portes d'accès et les portes des joueurs avec verre ou sans verre.
3. Les charnières des portes d'accès des machines sont robustes et ajustables.
4. Les loquets des portes d'accès et des portes des joueurs sont en fer plat de 9 mm x 50 mm, s'ouvrant facilement au moyen d'une main gantée dans un mouvement descendant.
5. Des mécanismes de déverrouillage (bouton-poussoir) sur le côté de la glace doivent être installés sur toutes les portes d'accès et les portes des joueurs avec verre.
6. Des roulettes ajustables à suspension renforcée garnies de pneumatique phénolique doivent être installées sur chaque porte dont la largeur excède 1200 mm
7. Les barres de fermeture doivent être coulissantes et fabriquées à partir de rond solide d'un diamètre de 50 mm et arrimées au battant gauche de la porte d'accès des machines qui glisse à l'intérieur d'un collier d'un diamètre intérieur de 50 mm monté sur la porte opposée. Le levier sur la barre de fermeture doit tourner vers le bas. Deux barres de fermeture par porte doivent être utilisées.

7. Supports de baies vitrées

1. Tous les supports sont en aluminium avec fini anodisé 0,01 mm (0,0004") naturel.

2. Les supports standards sont composés de deux morceaux avec vis en acier recouverte de zinc.
3. Tous les supports sont munis de profilé noir en thermoplastique élastomère.
4. N.B. : La partie supérieure des supports standards doit être au maximum 200 mm plus courte que la hauteur du verre pour une meilleure souplesse en cas d'impact. Les demi-soutiens de porte doivent être espacés d'un maximum de 6 mm l'un de l'autre et doivent être de même longueur que les supports standards.

8. Baies vitrées

1. Verre clair, trempé à plat, conforme à la norme CAN 2 – 12.1 – M79 type 2.
2. 1220 L x 1220 H x 12 mm pour les côtés longitudinaux de la patinoire avec support de baie vitrée (voir plan).
3. 1220 L x 1525 H x 15 mm pour les rayons et l'arrière des buts avec support de baie vitrée (voir plan).
4. La baie vitrée devant le chronomètre doit être pourvue d'une ouverture circulaire de 75 mm de diamètre (voir plan).
5. Tous les panneaux sont polis sur les quatre côtés et doivent avoir les coins supérieurs arrondis avec un rayon de 12 mm. Les côtés et la partie supérieure doivent avoir un rebord biseauté.
6. Tous les écrans doivent généralement être d'une grandeur standard, à l'exception de ceux aux portes, aux sections amovibles ou aux ouvertures semblables dans les panneaux de bande.
7. Des butoirs de protection en thermoplastique élastomère de couleur rouge sont installés aux endroits où la baie vitrée est interrompue.

Note importante :

1. Tout panneau de verre trempé dont la transparence, à n'importe quel endroit de sa surface, provoque une distorsion ou un effet de vague au moment de l'observation d'un objet en mouvement sera refusé.

9. Boîtes des joueurs, des pénalités et des chronomètres

1. Le fini intérieur des boîtes est de construction semblable à celui du côté jeu des bandes, avec un revêtement HDPE de 9 mm.
2. Le revêtement en polyéthylène HDPE de 9 mm doit être installé à l'endos des bandes de patinoire afin de former une tablette pour les bouteilles d'eau. Cette tablette doit avoir la même hauteur que le tirant au milieu du cadre du panneau de bande.

3. Les boîtes de joueurs doivent avoir la longueur indiquée au plan. Elles sont accessibles par deux portes dans chaque boîte située sur le côté de la glace.
4. Les boîtes de pénalités doivent avoir la longueur indiquée au plan. Elles sont accessibles par une porte dans chaque boîte située sur le côté de la glace.
5. La boîte de chronomètreur doit avoir la longueur indiquée au plan. Elle est accessible sans porte par les boîtes des pénalités.

10. Bancs des joueurs, de pénalités et table des chronomètreurs

1. La construction des bancs de joueurs, de pénalités et du marqueur est la suivante :
 1. Les bancs sont de la longueur indiquée au plan, dans la boîte des joueurs, dans les boîtes de pénalité et du marqueur.
 2. Les bancs doivent avoir une profondeur nominale de 305 mm et être placés à 510 mm au-dessus du plancher fini.
 3. Chaque banc doit comprendre un châssis d'aluminium placé à 900 mm c/c surmonté de deux planches de 50 mm x 150 mm de plastique recyclé boulonnées aux supports.
 4. Les supports de banc doivent être construits avec des tubes en aluminium de 50 mm x 50 mm x 4 mm et une traverse horizontale en aluminium de 63 mm x 8 mm;
 5. Un pupitre anti-vandalisme doit être installé à l'intérieur de l'enceinte du chronomètreur.

11. Muret diviseur

1. Des murets diviseurs pour diviser l'espace respectif (marqueur/pénalité/joueurs), tel qu'indiqué au plan, de même conception que la bande et avec revêtement HDPE de 9 mm.

12. Revêtement de sol en caoutchouc

1. Aux bancs des joueurs, punition, marqueur, tel qu'indiqué au plan.
2. Tapis recyclé 3/4" d'épais, fini lisse. Collé aux joints et scellé le long des murs.

13. Filet protecteur

1. Filet protecteur en nylon noir de 3660 mm de haut installé à chaque extrémité (voir plan) en suspension avec câble en acier et quincaillerie permettant le démontage
2. Recommandé pour les arénas
3. Installation maximale, tension moyenne de 15 kg mètre linéaire
4. Ficelle de : 2,1mm Ø
5. Maillage : 1 1/2" diamant défini tressé nylon sans nœud
6. Résistance : 160 lb

7. Revêtement ignifuge
8. Couleur : noir
9. Corde en bordure 4 côtés

14. Ancrage de but semi-fixe résilient : QUANTITÉ 4

1. La Ville n'installe pas de structure dans le béton de la dalle pour retenir les buts en place. Le but doit pouvoir bouger lorsqu'il est heurté par un joueur, afin d'éviter les blessures.

10.3.3.3 Accessoires

1. Chariots à baie vitrée : QUANTITÉ 1

1. Les chariots à baie vitrée doivent avoir un châssis en forme de «A» et être de dimension de 36" x 72" x 48".
2. Les chariots doivent être munis de quatre roulettes pouvant supporter un poids minimal de 2 000 livres de charge par roulette.
3. La base doit être fabriquée en acier de 75 x 75 x 3 mm. Les montants sont des cornières d'acier de 38 x 38 x 5 mm.
4. L'acier exposé à la surface ou à la bordure de la baie vitrée doit être recouvert de polyéthylène de 12 mm et de caoutchouc sur le plancher du chariot.
5. Les châssis doivent être peints avec un fini émail.
6. Des courroies doivent être fournies pour maintenir les vitres en place.

2. Dispositif de manutention de baie vitrée : QUANTITÉ 2

1. Ventouse manuelle avec un interrupteur à bouton-poussoir
2. Boîtier de protection et entreposage

3. Buts professionnels : QUANTITÉ : 2

1. But de hockey complet de qualité professionnelle
2. Dimensions de 1830 mm x 1220 mm x 1117 mm
3. Filet professionnel ultra-robuste 5 mm, sans nœud
4. Ensemble complet de coussins protecteurs
5. Protecteur de bas de filet en nylon
6. Buts pré-ficelés avec filets et coussins

10.3.4 Conception et performance

1. Installer les nouveaux ancrages pour fixer solidement le système de bande.

2. S'assurer que les sections de bande sont solidement fixées à la dalle de béton et parfaitement alignées de manière à rendre le système sécuritaire lorsqu'il sera en opération.
3. L'espace maximal des joints entre les feuilles de plastique de bande et de bas de bande ne doit excéder en aucun cas 5 mm (3/16") de large lorsque la patinoire est en opération.
4. Toutes les vis doivent être parfaitement alignées et à espacement régulier. Les lignes de jeux doivent être localisées avec précision, être d'affleurement avec les panneaux contigus et se prolonger au niveau du bas de bande.
5. Les portes doivent être ajustées avec précision, de façon à être très robustes tout en fonctionnant en souplesse (faciles à ouvrir et fermer).
6. Le montage des supports de baie vitrée aux portes doit être fait de façon à minimiser l'espace libre entre le support de la porte et celui situé sur la bande adjacente.

Ci-dessous, quarante-trois (43) photos, illustrant le calibre, la façon, le type de construction, les matériaux et la qualité des finis exigés par la Ville, pour une bande de patinoire.

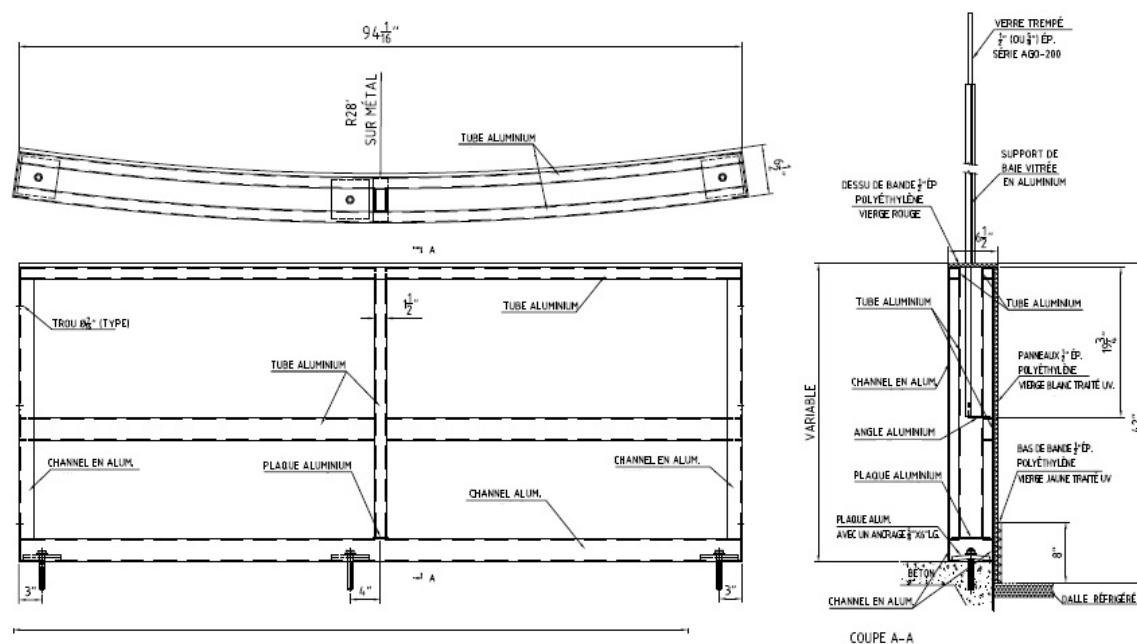


Figure 10.3.1.1 – Section structure aluminium courbe

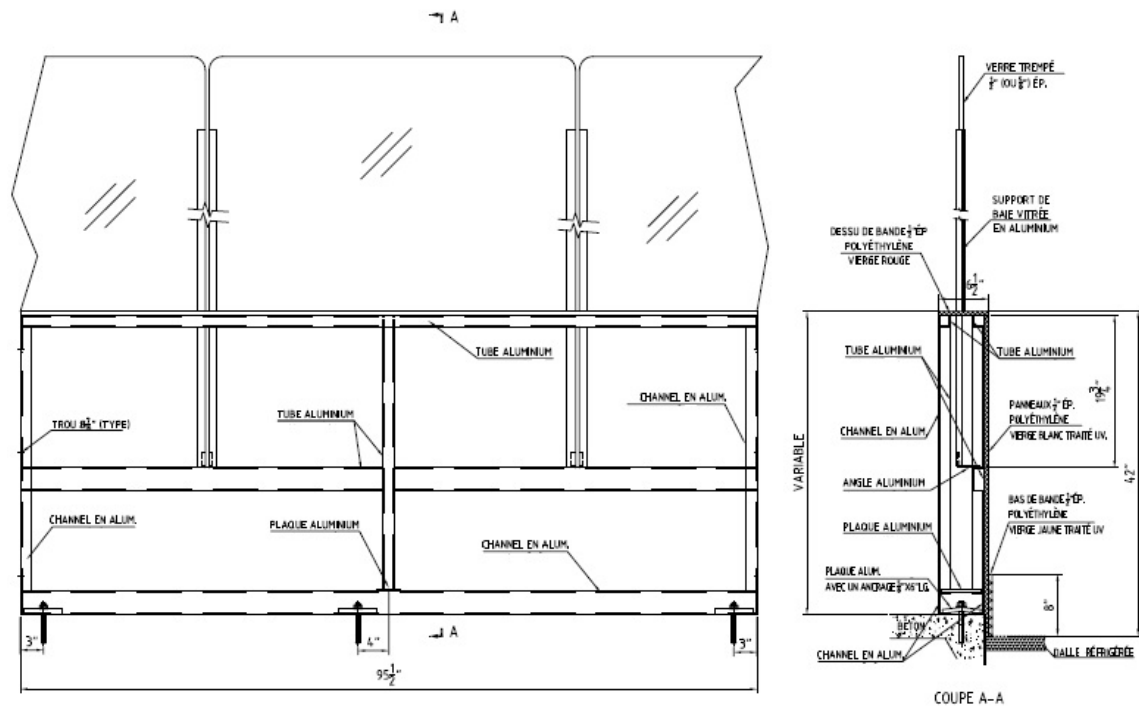


Figure 10.3.1.2 – Section structure aluminium droit

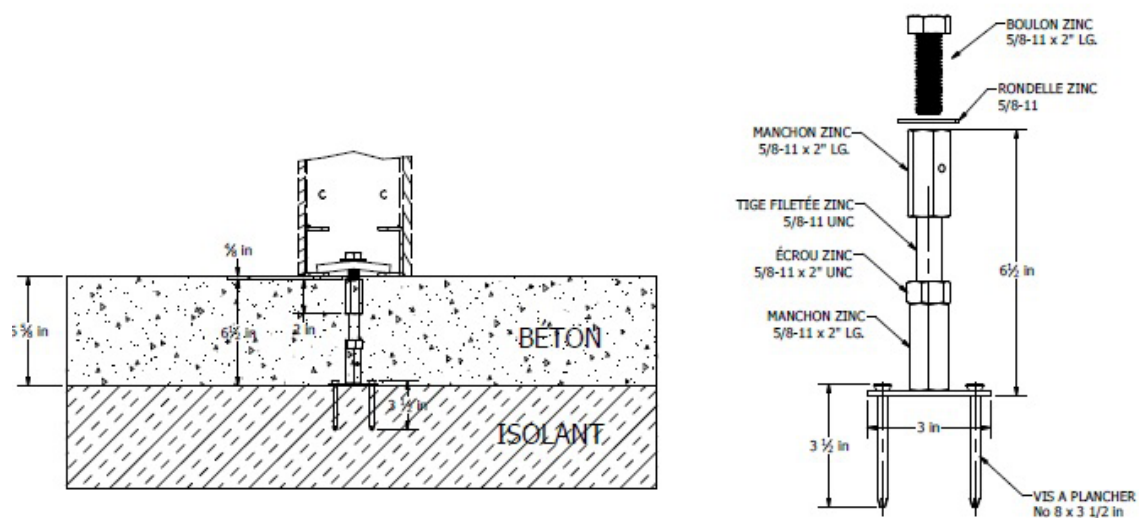


Figure 10.3.1.3 – Ancrage de bande noyée dans le béton

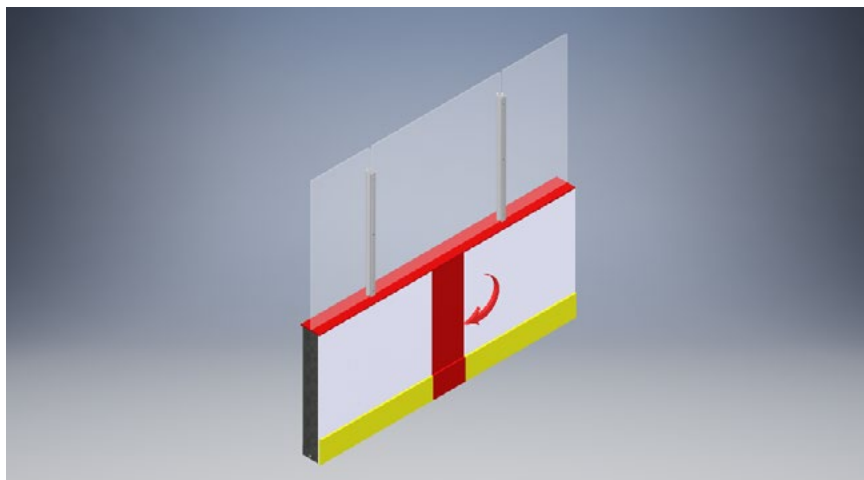


Figure 10.3.1.4 – Balise des lignes de zone

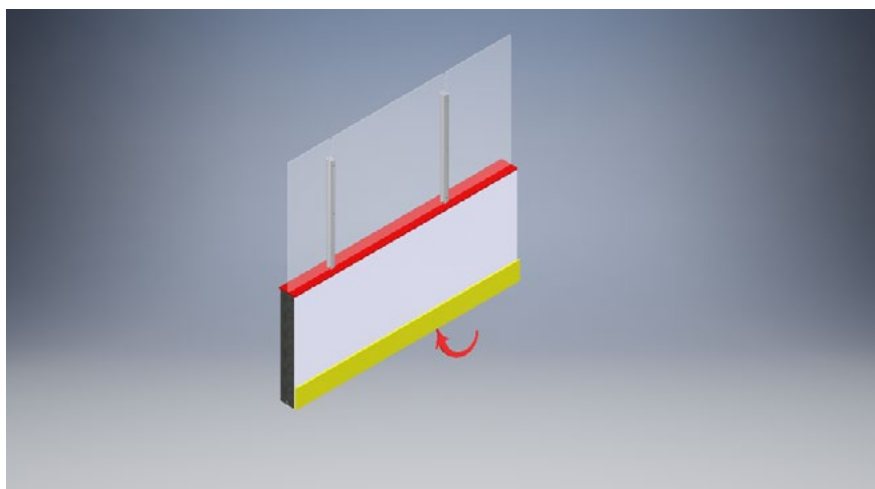


Figure 10.3.1.5 – Bas bande jaune

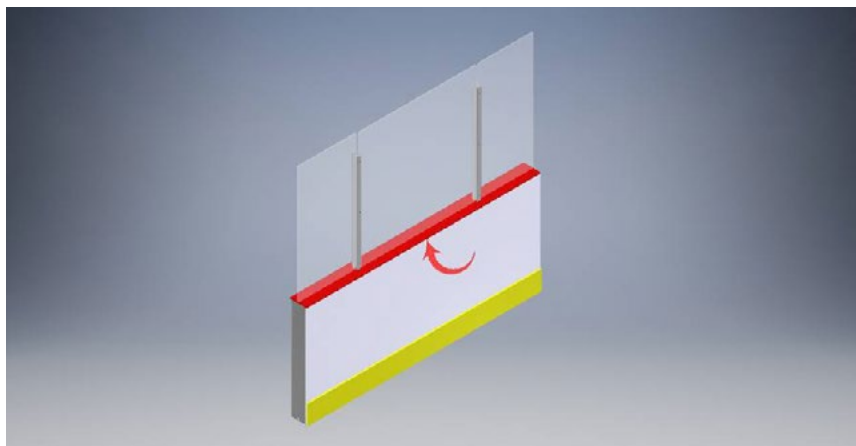


Figure 10.3.1.6 – Dessus bande rouge

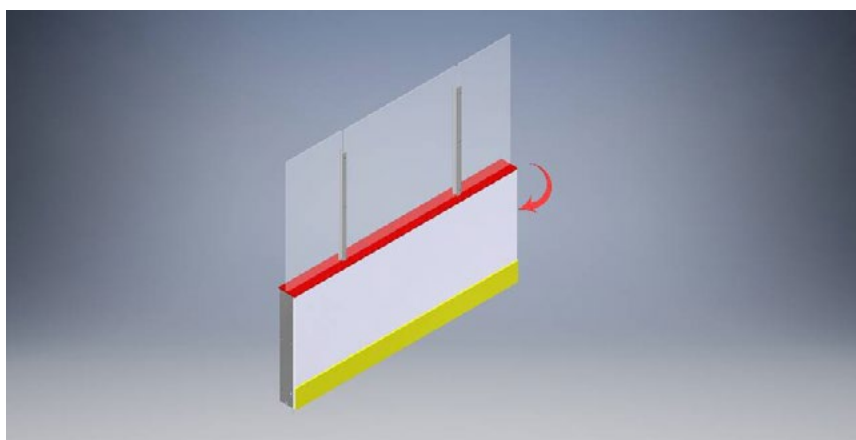


Figure 10.3.1.7 – Face de bande blanche

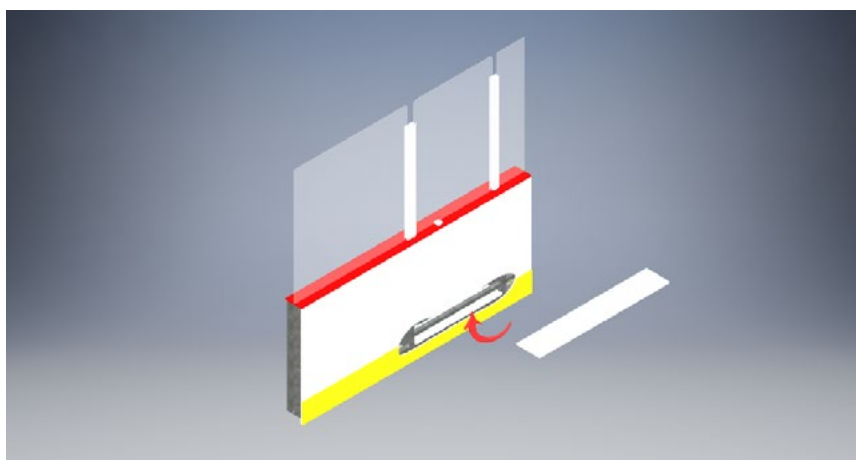


Figure 10.3.1.8 – Seuil de porte



Figure 10.3.1.9 – Vis de couleur

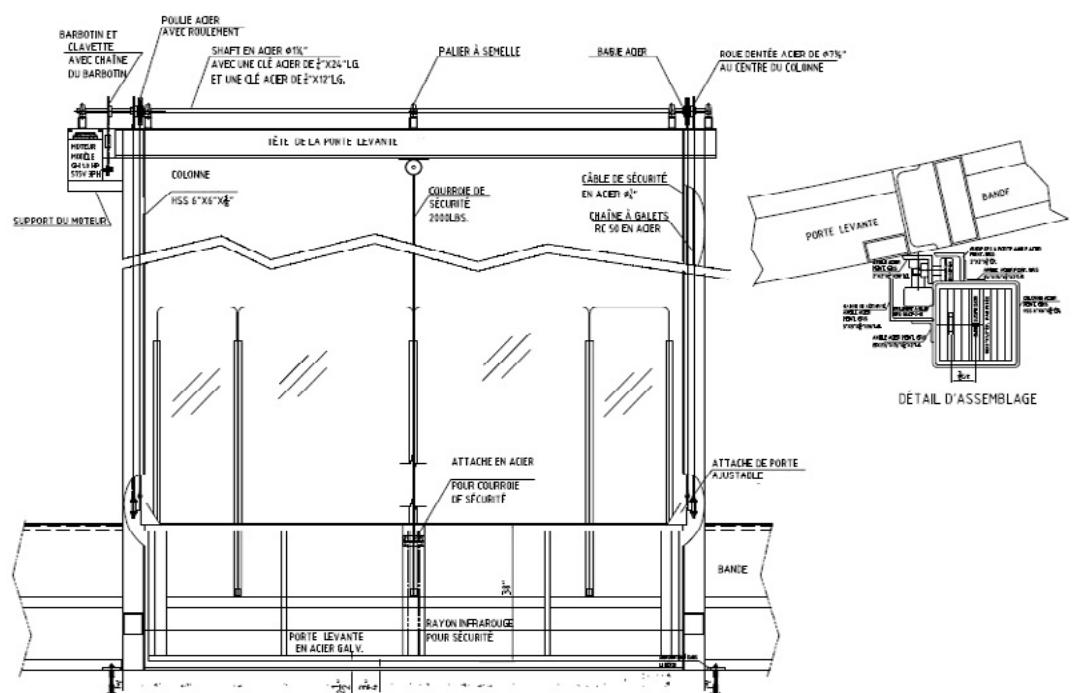


Figure 10.3.1.10 – Porte à guillotine électrique



Figure 10.3.1.11 – Porte accès simple avec verre



Figure 10.3.1.12 – Porte double 1830 mm (72") avec verre



Figure 10.3.1.13 – Porte double 1830 mm (72") avec verre



Figure 10.3.1.14 – Porte guillotine 3660 mm (144")



Figure 10.3.1.15 – Porte joueurs simple sans verre



Figure 10.3.1.16 – Porte machinerie double 3660 mm (144")



Figure 10.3.1.17 – Porte simple avec verre et filet



Figure 10.3.1.18 – Barre de verrouillage et œillet portrait



Figure 10.3.1.19 – Charnière à tige libre



Figure 10.3.1.20 – Charnière ajustable



Figure 10.3.1.21 – Loquet de porte ultra-robuste



Figure 10.3.1.22 – Mécanisme bouton-poussoir



Figure 10.3.1.23 – Roue à ressort ultra-robuste



Figure 10.3.1.24 – Demi-support à baie vitrée pour porte



Figure 10.3.1.25 – Support à baie vitrée



Figure 10.3.1.26 – Support à baie vitrée, vue générale



Figure 10.3.1.27 – Support à baie vitrée

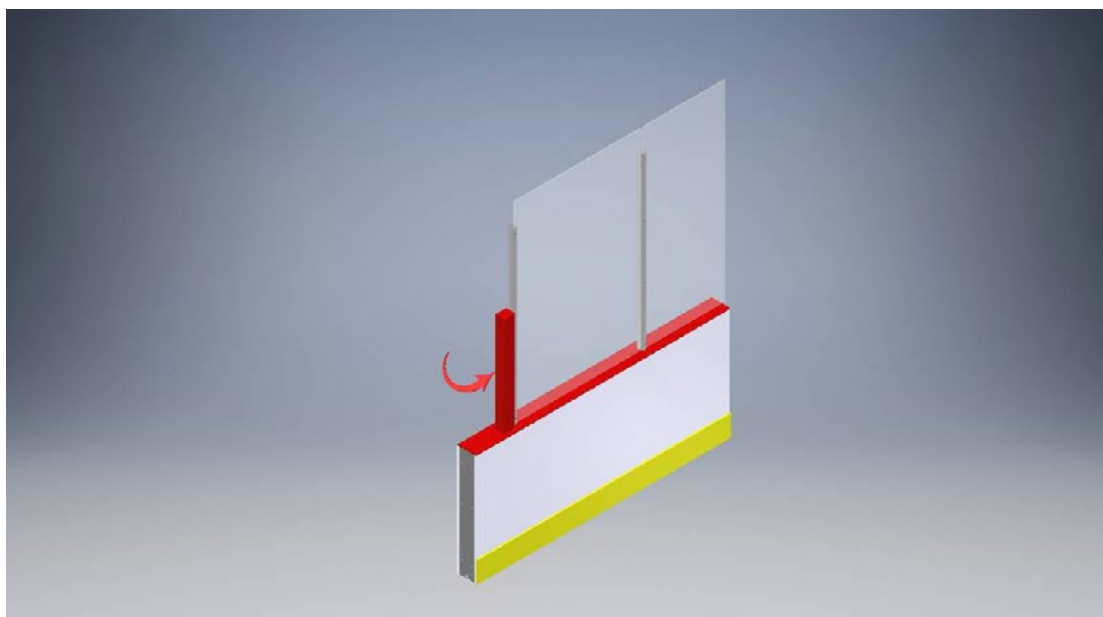


Figure 10.3.1.28 – Butoir de protection thermoplastique élastomère



Figure 10.3.1.29 – Boîte de joueur-punition-marqueur 1



Figure 10.3.1.30 – Boîte de joueur-punition-marqueur 2



Figure 10.3.1.31 – Boîte de joueur-punition-marqueur



Figure 10.3.1.32 – Tablette porte-bouteille



Figure 10.3.1.33 – Banc des joueurs-punition-marqueur



Figure 10.3.1.34 – Pupitre anti-vandalisme



Figure 10.3.1.35 – Muret diviseur



Figure 10.3.1.36 – Revêtement de sol en caoutchouc



Figure 10.3.1.37 – Revêtement de sol en caoutchouc



Figure 10.3.1.38 – Filet protecteur



Figure 10.3.1.39 – Ancrage de but semi-fixe évidé



Figure 10.3.1.40 – Ancrage de but semi-fixe plein



Figure 10.3.1.41 – Charriot à baie vitrée



Figure 10.3.1.42 – Dispositif de manutention baie vitrée



Figure 10.3.1.43 – But professionnel 44"

10.4 Système frigorifique R-717 (normalisé 71 T.R. à charge critique pour aréna avec refroidisseur de fluide)

10.4.1 Contexte

10.4.1.1 Portée générale

Fournir les matériaux, échafaudages, outillage et main-d'œuvre nécessaires pour réaliser tous les travaux de cette partie tels que montrés sur les dessins annexés au présent cahier des charges.

Exécuter les travaux afin qu'ils satisfassent parfaitement aux fins auxquelles ils sont destinés.

Exécuter aussi les menus ouvrages qui, bien que non décrits aux documents du contrat, sont nécessaires pour compléter les travaux décrits.

10.4.1.2 Documents et échantillons à soumettre

- Une liste des légendes d'identification de la tuyauterie, des robinets et des composantes.

- Une lettre de garantie, pour l'ensemble des travaux, et aussi pour les équipements faisant l'objet d'une garantie particulière.
- Les certificats d'approbation de :
 - Construction d'un appareil sous pression, certificat « A ».
 - Installation d'un ou plusieurs appareils sous pression, certificat « B ».
- Les détails des modifications de l'entrepreneur (avec dessins annotés), advenant une modification autorisée par la Ville de l'appareillage fourni, et cela, jusqu'à la fin de la période de garantie. Le tout dans le but de permettre la tenue à jour du cahier d'instructions.
- La demande de classification d'installation de machines fixes doit être formulée directement par le propriétaire auprès de la RBQ (aucune obligation pour l'entrepreneur).

10.4.1.3 Garantie

L'entrepreneur garantit le bon fonctionnement de tout ouvrage et installation se rapportant à son contrat pour une période d'un (1) an à compter de la réception provisoire des travaux par le directeur. L'entrepreneur doit remplacer ou réparer, selon la décision du directeur, immédiatement et à ses frais, tout appareil, pièce d'équipement ou matériel trouvé défectueux durant cette période.

Cette garantie couvre les matériaux et la main-d'œuvre au chantier, 24 heures sur 24, 7 jours sur 7 et comprend, sans s'y limiter :

- la garantie pour les travaux de réfrigération, 1 an;
- la garantie pour le refroidisseur de fluide, 2 ans;
- toutes les dépenses et tous les dommages entraînés, soit directement par une négligence, ou par un ouvrage imparfait, une réparation ou un remplacement;
- le remplacement des pièces et des composantes défectueuses;
- l'inspection, la réception des matériaux, ainsi que les paiements effectués;
- quatre (4) visites de mise en service par année pour vérifier, mettre en marche, ajuster et calibrer les équipements et les accessoires fournis dans le cadre de ses travaux afin de rendre optimaux les systèmes installés, et ce, sur une période d'un (1) an;
- une réponse à tout appel de service et les réparations requises dans les quatre (4) heures suivant la réception de l'avis de défectuosité.

La présente ne dispense d'aucune façon les garanties particulières exigées et n'affecte en rien les garanties prévues aux termes des lois établies.

L'entrepreneur doit également présenter, en présence du directeur ou de son représentant autorisé, des épreuves de nature à prouver que l'ouvrage est complet et remplit les conditions exigées. La garantie couvre la fourniture, sans frais pour la Ville, des instruments, de l'outillage et de la main-d'œuvre nécessaire à ces épreuves.

Au cours de ces épreuves, l'entrepreneur doit prendre les précautions nécessaires afin de ne pas endommager quoi que ce soit, en isolant les appareils qui ne pourraient supporter les conditions des épreuves.

À noter que l'utilisation de l'équipement par les usagers ne diminue en rien la portée de la garantie.

Dans les quinze (15) jours suivant la date de réception provisoire des travaux, la Ville doit recevoir une lettre de garantie signée et émise au nom du propriétaire, en date de ladite réception.

Insérer une copie de la lettre de garantie dans chacun des manuels.

Les garanties particulières sont décrites dans le cahier des charges.

10.4.1.4 Codes et règlements

Les travaux de réfrigération doivent être conformes aux exigences des codes suivants, selon l'édition en vigueur au Québec, au moment de la construction :

- CSA B52 Code sur la réfrigération mécanique.
- CSA B51 Code sur les chaudières, les appareils et la tuyauterie sous pression.
- Loi sur le bâtiment, c. B-1.1.
- Règlement sur les installations sous pression, RLRQ, c. B-1.1, r.6.1.
- Code de construction du Québec – c. B-1.1, r.2.

De plus, les travaux de réfrigération doivent aussi être conformes à toutes lois et tous règlements du gouvernement du Québec.

L'entrepreneur doit remplir la déclaration d'installation, payer les droits, exécuter le test exigé par les lois et règlements du Québec.

10.4.1.5 Accessoires de rechange

Les accessoires de rechange doivent être identiques à ceux mis en place.

10.4.1.6 Définitions

Caloporteur : Substance qui évacue la chaleur d'une machine thermique. Se dit de la saumure et du glycol, des substances qui ne changent pas de phase lorsqu'elles absorbent/résorbent et transportent de la chaleur.

Saumure

Fluide de refroidissement secondaire qui consiste en une solution de chlorure de calcium (CaCl_2) et d'eau.

Glycol

Fluide de refroidissement secondaire qui consiste en une solution d'éthylène glycol (EG) et d'eau.

Réseau d'eau glycol, refroidissement des compresseurs (bâtis, huile, têtes), incluant la tuyauterie et la pompe.

Réseau d'eau glycol servant à la condensation de l'ammoniac et au rejet de la chaleur, incluant la tuyauterie et les équipements, pompe, condenseur à plaques, refroidisseur de fluide, réservoir d'expansion, réservoir de surpression.

Réseau de saumure pour la dalle réfrigérée

Toute la tuyauterie, de l'échangeur de chaleur dans la dalle de la patinoire, dans les deux caniveaux afférents, incluant les collecteurs de saumure jusqu'au local technique, tuyauterie dans le local technique, pompe à saumure, échangeur de chaleur (évaporateur à plaques), bassin de mélange, réservoir d'expansion.

Réseau de saumure pour le chauffage du sol (possiblement une option)

Toute la tuyauterie, de l'échangeur de chaleur, localisé dans le sol sous la dalle réfrigérée, incluant dans le caniveau du collecteur, jusqu'au local technique, tuyauterie dans le local technique, pompe à saumure, échangeur de chaleur (coquille et tubes), bassin de mélange, réservoir d'expansion.

Eau

Réseau d'eau du refroidisseur de fluide

Toute la tuyauterie, le réservoir d'eau et les équipements d'alimentation et de drainage du refroidisseur de fluide.

Eau dans le bassin de neutralisation

Ledit bassin contient de l'eau, utilisée pour transformer l'ammoniac (NH_3), en ammoniaque (NH_4OH), advenant une surpression dans le système frigorifique causant l'ouverture d'une soupape.

Calorifuges de tuyauterie de réfrigération

Toute composante utilisée pour le calorifugeage, y compris, outre le calorifuge, les colles, rubans, recouvrements, pare-vapeur, chemisages, scellements, attaches, enduits et tout produit nécessaire pour compléter les travaux.

Réseau

Tuyauterie, accessoires, garnitures, soupapes, coudes, pompes, tés, etc., étant incorporés.

10.4.1.7 Livraison, entreposage et manutention

Livrer les matériaux et les matériels au chantier dans leur emballage d'origine, lequel doit porter une étiquette indiquant le nom et l'adresse du fabricant.

Entreposer les matériaux et les matériels à l'intérieur (de sorte qu'ils ne reposent pas sur le sol), dans un endroit propre, sec et bien aéré, conformément aux recommandations du fabricant.

Remplacer les matériaux et les matériels endommagés par des matériaux et des matériels neufs.

10.4.1.8 Fini des appareils

Toute peinture appliquée sur des surfaces défectueuses ou non acceptées par le directeur est refaite aux frais de l'entrepreneur.

Les surfaces finies doivent être parfaitement polies, exemptes de grumeaux, traces de pinceau, excès de peinture ou autres défauts.

Les appareils et accessoires dont le fini est définitif, tels que fonte émaillée, cuivre, bronze poli, nickel, aluminium et acier inoxydable, ne sont pas peints.

L'entrepreneur voit également à ce qu'ils soient adéquatement protégés contre la poussière et les taches de peinture.

Dans les armoires, la limaille doit être enlevée avec un aspirateur.

10.4.1.9 Conception, fourniture, installation, mise en opération et essai

L'entrepreneur responsable de la présente partie relève directement de l'entrepreneur général, sans aucun intermédiaire.

Il a pour spécialité la fourniture, l'installation, le développement, la mise en opération et les essais des systèmes de réfrigération.

Sauf indications contraires, l'entrepreneur doit fournir, installer, mettre en opération, entretenir tous les matériaux, les appareils mentionnés ou décrits dans cette partie, incluant ceux indiqués sur les plans, et ce, jusqu'à la date de réception provisoire.

Les mots « utiliser », « installer », « mettre en opération », « entretenir » sous-entendent toujours le mot « fournir ».

10.4.1.10 Modifications et travaux supplémentaires

Toute modification ou travail supplémentaire fait sans l'autorisation écrite du directeur est considéré comme faisant partie de l'offre globale de l'adjudicataire.

De plus, le directeur peut refuser toute modification affectant le mode d'opération du système.

10.4.1.11 Inspection et essais

L'entrepreneur doit effectuer, en présence des représentants du directeur, tous les essais que le directeur juge nécessaires, afin de vérifier la conformité du matériel fourni avec les exigences des plans et devis, et ce, sans frais supplémentaires pour la Ville.

Ces essais se font autant que possible pendant les heures régulières de travail à la Ville, soit de 8 h 30 à 15 h 30, du lundi au vendredi inclusivement.

L'entrepreneur fournit, à ses frais, tout l'appareillage requis pour effectuer ces essais, mais cet appareillage demeure sa propriété.

Inspecter au moyen d'un procédé à rayon X les soudures que l'entrepreneur exécute sur la tuyauterie de réfrigération (R-717), conformément à la procédure suivante.

Lorsque la tuyauterie d'ammoniac R-717 est complétée à 50 % et à 100 %, l'entrepreneur doit produire et remettre au directeur un rapport d'inspection par rayons X d'un échantillon de 10 % des joints soudés complétés. (Les joints soudés à être inspectés sont au choix du directeur.)

Si un des joints soudés du premier échantillon échoue l'inspection, un second échantillon de 10 % des joints soudés doit être inspecté jusqu'à ce que tous les joints soudés de l'échantillon passent l'inspection.

Tous les frais supplémentaires pour des inspections additionnelles par rayons X ainsi que tous les correctifs à la tuyauterie sont réalisés aux frais de l'entrepreneur.

L'entrepreneur doit sous-traiter l'inspection par rayons X à une entreprise accréditée et approuvée par le directeur.

Tous les équipements installés ainsi que leur raccordement sont vérifiés, pour s'assurer que :

- le système est installé suivant les plans et conformément au cahier des charges;
- le système est installé suivant les exigences du manufacturier;
- l'installation est réalisée selon les règles de l'art (câblage et tuyauterie propre et bien fixée à l'équipement, aucun rapiécage de l'équipement);
- le système fonctionne comme spécifié;
- les changements nécessaires pour se conformer aux alinéas i. ii. iii. et iv ont été effectués par l'entrepreneur;
- l'assistance technique pour effectuer ces changements est fournie par le manufacturier, aux frais de l'entrepreneur.

Lorsque ladite vérification est terminée, l'entrepreneur doit faire parvenir au directeur :

- un certificat attestant que le travail a été effectué;

- les dessins tels que construits;
- les manuels d'installation.

Tous les frais nécessaires à ladite inspection doivent être inclus dans la soumission de l'entrepreneur.

10.4.1.12 Inspection des soudures acier inoxydable, acier

Le représentant du directeur va vérifier visuellement les soudures sur la tuyauterie en acier inox et sur l'acier, pour les comparer avec la Charte D18.2 de l'AWS.

Toutes les sections de tuyauterie avec des soudures classifiées 4 et plus doivent être remplacées.

Lorsque toutes les soudures sont de classe 3 ou moins sur l'échelle AWS, le représentant du directeur pointe à l'entrepreneur les soudures qui doivent faire partie de l'échantillon à tester aux rayons X.

Fournir au directeur le rapport de test accompagné des films, conformément à ASME B31.5.

Le directeur se réserve le droit d'exiger des tests additionnels avant d'autoriser la pose du calorifuge.

Décaper et passer l'intérieur du tuyau pour éliminer la couche d'oxyde causée par la soudure (ASTM AQ 380).

Les soudures dont la couleur est classifiée no 3 ou moins sont acceptées.



Figure 10.4.1 – AWS D18.2 Stainless Color Chart

Tableau 10.4.1. – Clé des numéros sous les échantillons, dans la figure 10.4.1

Figure 10.4.1 – Référence (American Welding Society – Maximum 3 Charte D18.2)

Les numéros sous les échantillons, dans la figure 10.4.1, correspondent à la concentration (ppm) d'oxygène, dans le gaz de purge.

ppm		ppm		ppm		ppm	
No. 1	10	No. 2	25	No. 3	50	No. 4	100
No. 5	200	No. 6	500	No. 7	1000	No. 8	5000
No. 9	12500	No. 10	25000				

10.4.1.13 Vérification et formation

L'entrepreneur doit donner une formation au personnel de la Ville responsable de l'entretien des équipements installés, consistant en un cours théorique et pratique, décrivant tous les aspects du fonctionnement et de l'opération du système fourni.

L'entrepreneur doit présenter, au moins une semaine avant la séance d'entraînement du personnel de la Ville, un texte décrivant l'opération du système.

Ledit texte doit être approuvé par le directeur avant la séance de formation.

10.4.1.14 Plan d'intégration

L'entrepreneur en réfrigération doit prévoir du temps pour coordonner les plans d'intégration avec les métiers suivants, équilibrage, calorifuge, plomberie, chauffage, ventilation, contrôle, électricité, structure, civil.

Le plan d'intégration concerne le local technique (salle des machines, mezzanine, toiture, salle de contrôle), sans oublier le caniveau du collecteur de saumure, le caniveau des U et l'infrastructure de la dalle réfrigérée.

10.4.1.15 Montage de la glace

Partie du processus de rodage et MES, l'entrepreneur en réfrigération doit déposer une multi couche d'eau, totalisant 5 mm d'épaisseur, sur la dalle pour démontrer que cette dernière peut geler.

L'installation de la peinture de fond et des logos, sur le béton de la dalle réfrigérée, ainsi que le montage de la glace ne font pas partie du contrat de l'entrepreneur.

10.4.1.16 Liste des plans normalisés afférents à cette partie

Tableau 10.4.2 – Liste des plans normalisés afférents à cette partie

Option A : Vaporisateur à plaques et séparateur de liquide en U
R-01-A_PAGE TITRE, LÉGENDE ET LISTE DES ACCESSOIRES
R-02-A_SCHÉMA R-717
R-03-A_SCHÉMA GLYCOL, EAU, RÉSERVOIR
R-04-A_SCHÉMA SAUMURE, ÉLÉVATIONS, DÉTAILS
R-05-A_RÉSERVOIRS/VAISSEAUX
R-06-A-B_SCHÉMA DE FONCTIONNEMENT, SYSTÈME DE RÉCUPÉRATION D'HUILE DE COMPRESSEURS SANS POMPE
R-07-A-B_SCHÉMA DE LA TRANSFORMATION DU SYSTÈME DE RÉCUPÉRATION D'HUILE DE COMPRESSEUR SANS POMPE
Option B : Vaporisateur à plaques et coquille
R-01-B_PAGE TITRE, LÉGENDE ET LISTE DES ACCESSOIRES
R-02-B_SCHÉMA R-717
R-03-B_SCHÉMA GLYCOL, EAU, RÉSERVOIR
R-04-B_SCHÉMA SAUMURE, ÉLÉVATIONS, DÉTAILS
R-05-B_RÉSERVOIRS/VAISSEAUX
R-06-A-B_SCHÉMA DE FONCTIONNEMENT, SYSTÈME DE RÉCUPÉRATION D'HUILE DE COMPRESSEURS SANS POMPE
R-07-A-B_SCHÉMA DE LA TRANSFORMATION DU SYSTÈME DE RÉCUPÉRATION D'HUILE DE COMPRESSEUR SANS POMPE

10.4.1.17 Produits acceptés

Contexte

Depuis le début du Programme Arénas, pour des raisons d'uniformité, de continuité et de facilité d'intervention pour l'entretien, la logistique des pièces de rechange et l'opération, la Ville de Montréal a normalisé les installations frigorifiques des arénas dans son parc immobilier. Les installations doivent être sécuritaires. D'ailleurs, sur plusieurs points, elles excèdent les exigences réglementaires du Québec.

Pour la fourniture des gros et dispendieux équipements, nous avons choisi des équipements équivalents, dont les performances sont illustrées dans les textes et tableaux correspondants aux titres suivants.

Compresseurs réciproques, de type ouverts, entraînés par courroies.

Articles 10.4.2.1, Tableau 10.4.3 (#10), (#11.1), (#11.2)

Le tableau comprend les deux produits équivalents, comparés sur quatre colonnes.

Condenseur à plaques, cassette soudée (Série A)

Articles 10.4.2.5, Tableau 10.4.4 (#200)

Nous avons créé une première série de plans et devis, appelée (Série A), et nous avons dû créer une seconde série de plans et devis, appelée (Série B), pour promouvoir la saine compétition entre les soumissionnaires. Il faut noter que le design de la série A est substantiellement différent de celui de la série B, mais en vue d'atteindre une même performance. Le développement d'équivalence dans le cadre de la série A est difficile, car un condenseur de type cassette (plaques et R-717) de la puissance requise n'existe pas dans le commerce, ce qui nécessite l'usage de deux condenseurs en parallèle, deux drainers, deux siphons, robinets, etc.), ce qui nous a motivés à utiliser une technologie différente comme équivalent.

Condenseur à plaques et coquille, entièrement soudé (Série B)

Articles 10.4.2.6, Tableau 10.4.5 (#207)

Refroidisseur de saumure, évaporateur à plaques en Titane, garnitures (Série A)

Articles 10.4.2.7, Tableau 10.4.6 (#33)

Le séparateur Uturn fait partie de l'offre de produits exclusive à Alfa Laval, concernant la série A (#133). Le développement d'une équivalence implique la sélection d'un évaporateur à plaques (plaques en titane, R-717, garnitures), sélectionné pour une colonne de réfrigérant liquide à mi-hauteur de la plaque, surmonté par un réservoir tampon (10 pi de longueur, 30 po Ø), structure pour appuyer le réservoir tampon en hauteur, avec plancher en caillebotis et échelle permanente. La plaque est appuyée à 1 m au-dessus du sol. C'est un design connu, déjà utilisé au début du Programme Arénas. La charge de réfrigérant est augmentée. Le mélange des séries A et B dans la réalisation d'un projet n'est pas permise.

Refroidisseur de saumure, plaques et coquille, plaques en Titane, garnitures (Série B)

Articles 10.4.2.8, Tableau 10.4.7 (#34)

Désurchauffeur de récupération de chaleur

Articles 10.4.2.9, Tableau 10.4.8 (#19)

Le désurchauffeur doit répondre aux performances listées dans le tableau mentionné et dans l'article afférent. L'équivalent proposé doit être décrit dans un catalogue accessible sur Internet et être membre d'une famille de désurchauffeurs, en production régulière, par l'équipementier.

Diverses composantes

Dans le cas des articles 10.4.2.18 jusqu'à 10.4.2.40, le design est basé sur les composantes, Johnson ou Danfoss ou Hansen. Nous acceptons les « *Industrial Refrigeration (Parker)* », ou équivalent approuvé.

Vaisseaux sous pression, (#34), (#49), (#122), (#129), (#130), (#131), (#133), (#207)

L'architecture et la géométrie des vaisseaux sont illustrées sur les plans normalisés R-05-A et R-05-B. L'article 10.4.2.10 décrit les exigences réglementaires afférentes aux divers vaisseaux sous pression. Ils sont de marque Docal Ltée ou Cimco, ou équivalent approuvé.

SYSTÈME DE TRAITEMENT CHIMIQUE (#78)

Dans le cas de l'article 10.4.2.59, les alinéas .18 à .25 donnent les consignes d'équivalence entre les deux produits, pour assurer une intégration harmonieuse dans le projet.

10.4.1.18 Saumure

Dans le cas de l'article 10.4.2.61, l'alinéa .11 précise l'usage de BRINEHIB comme inhibiteur de corrosion dans la saumure. C'est un produit que nous utilisons depuis 1992, produit qui a remplacé le chromate de sodium, que Québec a banni pour des raisons environnementales. De plus, l'ajout d'un nouvel inhibiteur dans une saumure existante produirait une soupe non désirable.

Pompes, de type vertical en ligne avec entretoise

Le design est réalisé avec les produits PLAD. Il est possible d'utiliser les produits équivalents de marque ARMSTRONG ou équivalent approuvé. Toutefois, la pompe P-1 (#52) est entraînée par un moteur fonctionnant à 1200 rpm.

Le service d'entretien en régie conserve des pompes en entrepôt, pour usage en cas d'urgence.

Le tableau 10.4.9 liste les caractéristiques de chaque pompe.

Le tableau 10.4.10 liste les caractéristiques de chaque circulateur. Les circulateurs de Grundfos et Armstrong sont interchangeables.

Refroidisseur de fluide, échangeur de chaleur (#106)

Dans l'article 10.4.2.65, nous avons sélectionné un produit équivalent et modifié les plans et devis pour promouvoir une saine compétition entre les soumissionnaires. Plusieurs alinéas servent à préciser les modalités d'équivalence à respecter.

Articles 10.4.2.65, Tableau 10.4.11 (#106)

Supports pour tuyaux

Le texte de la section 10.4 du CEP fait référence à une figure standard dans l'industrie, afin de décrire le style des supports de tuyauterie requis pour le système frigorifique. Nous considérons comme générique ce type de produit.

10.4.2 Équipements et accessoires

10.4.2.1 Compresseurs réciproques (#10), (#11.1), (#11.2)

1. Généralités

Les unités compresseurs doivent être de type réciproque, préfabriquées en atelier et opérant à l'ammoniac selon les performances indiquées au tableau.

Voir l'article 10.4.1.16 – produit acceptés.

De façon générale, les unités compresseur comprennent une base structurale commune pour le compresseur, le moteur, les courroies ainsi que les poulies du moteur et du compresseur.

L'unité compresseur doit être boulonnée sur une base de propreté de 100 mm d'épaisseur, construite en béton, conformément aux dimensions du tableau.

Le compresseur est fourni avec les équipements et accessoires suivants :

- entraînement par poulies et courroies en V de type « *PowerBand* » et garde-courroies;
- moteur (#44), (#45) incluant thermistor (TH);
- chauffe-carter (#26);
- refroidisseur d'huile;
- séparateur d'huile (#13.1), (#13.2), (#13.3);
- panneau de contrôle de type électromécanique, conforme au plan T-02 (#38);
- armoire de contrôle, conforme au plan T-02 (#46);
- module d'interprétation pour thermistor (#46.1);
- soupapes solénoïdes (#100), (#101), (#204);
- ensemble d'outils pour chaque compresseur;
- ensemble de thermomètres et puits;
- flotte de retour d'huile (#12);
- système de soupapes de sûreté (#35) et (#37), conforme aux détails (2/R-02A) ou (2/R-2B) sur les plans R-02A ou R-02B;
- huile de réfrigération semi-synthétique.

2. Description spécifique

1. Bloc compresseur

Bloc compresseur simple étape de 4 ou 8 cylindres, muni de soupape de sûreté interne.

Soupape d'isolement sur l'aspiration et le refoulement

Voyant indicateur du niveau d'huile et chauffe-carter électrique avec thermostat intégré.

Têtes, bâti et refroidisseur d'huile refroidi à l'eau glycol.

Flotte de retour d'huile externe (#12), 11LD montée sur le compresseur.

Ensemble de 2 thermomètres en verre avec puits, un sur la succion et un sur le refoulement.

2. Refroidissement d'huile, du bâti et des têtes des compresseurs

Le refroidissement de l'huile, du bâti et des têtes des compresseurs se fait par un réseau secondaire d'eau glycol.

L'eau glycol est refroidie via le réseau primaire d'eau glycol.

3. Séparateur d'huile (#13.1), (#13.2), (#13.3)

Séparateur d'huile horizontal avec élément coalescent. Le vaisseau doit être conçu pour une pression d'opération de 300 psig. La certification NEC (Numéro d'enregistrement canadien) pour la province de Québec est obligatoire.

Le séparateur d'huile doit être muni de soupapes de sûreté doubles.

Le pouvoir de séparation du séparateur doit être conçu pour une pression de refoulement aussi basse que 140 psig.

4. Moteur (#44), (#45)

La vitesse de rotation du compresseur ne doit pas être supérieure à 1100 rpm.

Poulie à multi V, pour entraînement par courroies.

Les moteurs électriques doivent être conformes à la norme CSA C-390-22. La définition des termes doit être celle que l'on retrouve dans la norme.

Le rendement nominal, efficacité supérieure (RNES) doit être égal ou meilleur que 95,0 % pour le moteur du compresseur de 60 hp (#44) et de 93,6 % pour le moteur du compresseur de 30 hp (#45).

Les moteurs doivent être de type TEFC, 4 pôles, 1800 rpm, conformément à la partie 6.1 du CEP.

Des protections thermiques incorporées dans le stator sont requises pour les moteurs de plus de 15 hp, et elles sont raccordées par l'électricité.

5. Base de moteur compresseur

La base du moteur est coulissante pour permettre l'alignement des courroies et l'ajustement de la tension sur celles-ci.

La base du moteur est munie d'un système de six (6) vis et boulons qui servent à exécuter l'alignement et à appliquer la tension prescrite par le manufacturier.

Le système de vis qui est en perpendiculaire à l'axe du moteur doit pouvoir agir dans les deux directions, soit en poussant ou en tirant sur la base du moteur.

6. Panneau de contrôle de type électromécanique (#38)

1. Le système de contrôle (#38) doit inclure au minimum les sécurités pour les situations suivantes :

- haute température d'alimentation d'huile « HOT » (#38.1);
- basse pression d'huile « OIL FAILURE » (#38.2);
- basse pression d'aspiration « LP » (#38.3);
- haute pression de refoulement « HP » (#38.4);
- haute température de refoulement « HDT » (#38.5);
- haute température de tête « HHT » (#38.6), incluant la ferrure pour retenir le bulbe;
- ferrure inox, retenant le bulbe (#38.6) en place, sur la tête du compresseur.

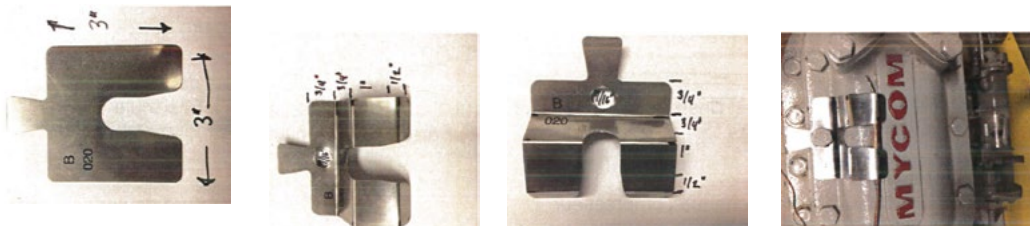


Figure 10.4.2 – ferrure inox

2. Les manomètres remplis de liquide doivent être installés de façon à indiquer les pressions suivantes :

- pression de refoulement;
- pression d'aspiration;
- pression d'huile.

3. Les composantes (#38.2), (#38.3), (38.4), ainsi que les manomètres doivent être raccordés au moyen d'un système de tubulure 6 mm (OD) en inox 316L et utiliser des raccords de type SWAGELOCK ou équivalent approuvé. Les raccords de type évasé ne sont pas équivalents.

10.4.2.2 Armoire (#46)

L'armoire doit contenir le bornier sur lequel sont raccordées les composantes du système de contrôle (#38.1), (#38.2), (#38.3), (#38.4), (#38.5), (#38.6), le module thermistor « TH » (#46.1), le sélecteur (#46.2), le E-Stop (#46.3) les chauffe-carter (#26) et les soupapes solénoïdes (#100), (#101) et (#204). Elles doivent être pré-filées et montées sur l'unité compresseur avec les borniers requis pour le raccordement du filage de contrôle.

Le sélecteur (#46.2) ne doit permettre que deux positions : OFF et AUTO.

10.4.2.3 Garde (#65)

1. Le bout moteur de la base compresseur moteur est protégé par un garde amovible constitué d'une plaque d'acier inox ou équivalent aluminium de 610 x 610 mm et 2 mm d'épaisseur, boulonnée sur deux poteaux en profilé « cantruss » et retenue sur la base de propreté en béton dans deux pieds « cantruss ».

10.4.2.4 Huile de réfrigération

La première vidange d'huile des compresseurs doit être effectuée par l'entrepreneur du présent contrat, en conformité avec la recommandation du manufacturier.

Après la première vidange d'huile, les compresseurs doivent être remplis d'huile semi-synthétique 68.

Produits acceptés : huile de type semi-synthétique 68, huile pour compresseur réciproque R-717, ou équivalent approuvé.

Tableau 10.4.3. – Compresseurs réciproques (#10), (#11.1), (#11.2)

COMPRESSEURS RÉCIPROQUES (#10), (#11.1), (#11.2)				
Marque	Mycom	Mycom	Vilter	Vilter
Modèle	NWA	NWA	450 XL	450 XL
Description	Compresseur # 1 (#10)	Compresseurs # 2 et 3 (#11.1) et (#11.2)	Compresseur # 1 (#10)	Compresseurs # 2 et 3 (#11.1) et (#11.2)
Capacité par comp. (Ton)	35,1	17,6	36,5	17,3
Réfrigérant	R-717	R-717	R-717	R-717
Température saturée d'aspiration (°F)	6	6	6	6
Surchauffe (°F)	3	3	3	3
Température saturée, condensation (°F)	97	97	97	97
Sous refroidissement, condenseur (°F)	3	3	3	3
Vitesse de rotation maximale, (rpm) basé sur 1775 rpm au moteur	1092	1092	1021	969
Force motrice, max. (BHP)	54,1	27,1	57,3	28,5
Dimensions de la base de propreté en béton, 4" d'épaisseur (Po)	54" x 72"	54" x 72"	54" x 78"	54" x 78"
Moteur conforme à la partie 6.1 du CEP	x	x	x	x
Bâti, hp, V/Ph/Hz, rpm	TEFC, 60, 600/3/60, 1800	TEFC, 30, 600/3/60, 1800	TEFC, 60, 600/3/60, 1800	TEFC, 30, 600/3/60, 1800
Efficacité minimale à 100 %	95,0	94,1	95,0	94,1
Protection thermique	Thermistor	Thermistor	Thermistor	Thermistor

10.4.2.5 Condenseur à plaques (#200)

Condenseur à plaques soudées recouvertes d'une enveloppe en acier inoxydable pour l'utilisation du réfrigérant à haute pression.

Les plaques sont en acier inoxydable 316.

L'ensemble des plaques doit pouvoir opérer aux conditions spécifiées dans le tableau suivant et répondre aux performances requises.

La pression de conception est 300 psig.

Le condenseur doit répondre aux performances spécifiées dans le tableau qui suit.

L'écoulement des fluides, soit le glycol et le R-717, doit être à contre-courant.

Le bâti du condenseur doit être une cassette soudée, entièrement en inox 316.

Le numéro CRN pour la province de Québec est obligatoire.

Seuls la marque et le modèle suivants sont considérés, tableau 10.4.4.

Tableau 10.4.4 – Condenseur à plaques (#200)

Type	Échangeur de chaleur à plaques, construction entièrement soudée (cassette), option « A »
Côté froid	
Fluide à réchauffer	Éthylène glycol 50 % en poids
Température d'entrée	84,6 °F
Température de sortie	94,0 °F
Débit	310 gal US/m
Densité @ 90 °F	66,5 lb/pi ³
Chaleur spécifique @ 90 °F	0,8 Btu/(lb* °F)
Viscosité dynamique @ 90 °F	2.6 cP
Conductivité thermique @ 90 °F	0,245 Btu*pi/(h*pi ² * °F)

Type	Échangeur de chaleur à plaques, construction entièrement soudée (cassette), option «A»
Côté chaud	
Réfrigérant	R-717
Température à l'entrée	160,0 °F
Température de condensation	97,0 °F
Débit	2369 lb/h
Conception thermique	
Capacité de transfert de chaleur	1250 kBtu/h
Coefficient de transfert de chaleur	391 (service) Btu/($h \cdot ft^2 \cdot ^\circ F$)
Facteur d'encrassement	0,00012 ($h \cdot ft^2 \cdot ^\circ F$)/Btu
Surface de transfert de chaleur	476,3 ft^2
Nombre de plaques	150
Direction relative des fluides	Contre-courant
Nombre de passes	1
Chute de pression	0,03 psi (côté R-717)/4,28 psi (côté glycol)
Matériaux des plaques/soudures	Alliage 316 (épaisseur des plaques 0,7mm) inox
Raccordement côté froid	4"/304 psig à 302,2 °F
Raccordements côté chaud	Raccord de 4" pour l'entrée de R-717 gaz Sortie de 4" pour le R-717 liquide Conforme au plan R-02A et R-05A
Codes	ASME VIII div 1, U-Stamp, CRN : Québec <i>Manufacturer's Data Report/U-1 Form</i>
Pression de conception (côté R-717)	362 psig à -247 °F/362 psig à 575,6

Type	Échangeur de chaleur à plaques, construction entièrement soudée (cassette), option «A»
Pression de conception (côté glycol)	304 psig à – 247 °F/304 psig à 575,6
Température de conception	– 49 °F/302 °F
Longueur x Largeur x Hauteur	30 x 15 x 49 po
Volume de liquide	1,934 pi ³ (côté R-717)/1,960 pi ³ (côté glycol)
Poids à l'expédition	625 lb
Modèle	AlfaNova HP 400-150L
Marque, voir 10.4.1.16 a. b.	ALFA LAVAL

10.4.2.6 Condenseur plaques et coquille (#207)

Condenseur à plaques et coquille, dont les plaques en bout sont soudées.

Les plaques sont en acier inoxydable AISI 316L.

L'ensemble des plaques de l'échangeur de chaleur doit pouvoir opérer aux conditions spécifiées dans le tableau qui suit.

La pression de conception est 300 psig pour la virole et 250 psig pour les plaques.

Le condenseur doit répondre aux performances spécifiées dans le tableau qui suit.

Le bâti du condenseur doit être une coquille construite en acier carbone.

Le numéro CRN pour la province de Québec est obligatoire.

Seuls la marque et le modèle suivants sont considérés, tableau 10.4.5.

Tableau 10.4.5 – Condenseur plaques et coquille (#207)

Type	Échangeur de chaleur, virole et plaques, entièrement soudées, option « B »
Côté plaques (froid)	
Fluide à réchauffer	Éthylène glycol 50 % en poids
Température d'entrée	84,6 °F
Température de sortie	94,0 °F
Débit	310 gal US/m
Densité à 90 °F	65,6 lb/pi ³
Chaleur spécifique à 90 °F	0,81 Btu/(lb* °F)
Viscosité dynamique à 90 °F	2,6 cP
Conductivité thermique à 90 °F	0,245 Btu*pi/(h*pi ² * °F)
Côté virole (chaud)	
Réfrigérant	R-717
Température à l'entrée	160,0 °F
Température de condensation	97,0 °F
Débit de R-717	2378,0 lb/h
Conception thermique	
Capacité de transfert de chaleur	1249 kBtu/h
Coefficient de transfert de chaleur	249 (service) Btu/(pi ² *h* °F)
Facteur d'encrassement	0,0005 (h*pi ² * °F)/Btu
Surface de transfert de chaleur	652 pi ²

Type	Échangeur de chaleur, virole et plaques, entièrement soudées, option « B »
Nombre de plaques	372
Direction relative des fluides	
Nombre de passes	
Chute de pression	0,04 psi (côté R-717)/5 psi (côté glycol)
Matériaux des plaques	AISI 316L (Épaisseur des plaques 0,7mm)
Matériel de la virole	Acier au carbone
Raccordements sur la virole	Raccord de 2 x 2" pour l'entrée de R-717 gaz Sortie de 2" pour le R-717 liquide Conforme au plan R-02B et R-05B (#207)
Raccordement côté plaques	Des brides de 3" WN-RF 300 psig ASME SA182 Gr F316 ANSI B16.5
Codes	ASME VIII div 1, U-Stamp, CRN : Québec <i>Manufacturer's Data Report/U-1 Form</i>
Pression de conception	-14,5 psig à 300 psig (plaques)
Température de conception	-20 °F @ 250 °F (plaques)
Pression max. de service autorisée	300 psig @ 250 °F (virole)
Température min. de conception	-20 °F @ 300 psig (virole)
Diamètre x Longueur	20 x 45 po (virole seulement)
Volume de liquide côté R-717	24,5 gal US
Volume de liquide côté glycol	17,3 gal US
Poids à l'expédition	1698 lb

Type	Échangeur de chaleur, virole et plaques, entièrement soudées, option « B »
Options incluses	Blocs en EPDM, guide requis pour assurer l'écoulement optimal du réfrigérant
Modèle	PSHE 4LL-372/2/1
Marque, voir 10.4.1.16 a. b.	VAHTERUS
Soupapes de sûreté C = fDL	F = 0,5, D = 1,67pi, L = 3,76pi; C = 3,14 lb/min (air requis)

10.4.2.7 Refroidisseur de saumure, plaques (#33)

1. Le refroidisseur est de type à plaques avec séparateur de liquide en U (#133) à sa partie supérieure.
2. L'échangeur de chaleur (plaques) doit satisfaire aux caractéristiques suivantes :
 - Conçu pour refroidir une saumure (un mélange de CaCl_2 et d' H_2O), avec le R-717.
 - Plaques en titane.
 - Joint d'étanchéité compatible avec les fluides utilisés et les conditions d'opération.
 - Pression de conception 250 psig.
 - Les connexions pour le circuit de R-717 sont l'une au-dessus de l'autre.
 - Répondre aux performances décrites dans le tableau qui suit.
 - Le numéro CRN pour la province de Québec est obligatoire.
 - L'écoulement des fluides, soit la saumure et le R-717, doit être à co-courant.
3. En plus de l'échangeur de chaleur, le système doit comporter les accessoires suivants :
 - Séparateur de liquide en U 250 psig, patte de liquide, patte de gaz.
 - Bassin d'égouttement en inox 316.
 - Soupape de drainage d'huile et réservoir d'huile (250 psig).
 - Colonne indicatrice de niveau munie d'une flotte de haut niveau.
 - Voyants avec protection antigivre montés sur la colonne indicatrice de niveau.
 - Soupapes de sûreté.
 - Soupapes d'arrêt, flotte de drainage de liquide haute pression et tamis localisés sur la tuyauterie d'alimentation de réfrigérant liquide.
 - Soupapes de drainage de l'huile localisées aux points bas.

- Tamis avec perforations de 1,0 mm sur la tuyauterie de saumure qui alimente le refroidisseur.
- Voir les limitations physiques exigées aux plans.

Seuls la marque et le modèle suivants sont considérés, tableau 10.4.6.

Tableau 10.4.6 – Refroidisseur de saumure, plaques (#33) + (#133)

Type	Échangeur de chaleur, plaques et garnitures (#33)
Côté saumure	
Fluide à refroidir	Saumure CaCl ₂ @ 20,5 % en poids
Température d'entrée	16,4 °F
Température de sortie	12,0 °F
Débit	453 gal US/m
Densité @ 14 °F	74,5 lb/pi ³
Chaleur spécifique @ 14 °F	0,72 Btu/(lb* °F)
Viscosité dynamique @ 14 °F	5 cP
Conductivité thermique @ 14 °F	0,30 Btu*pi/(h*pi ² * °F)
Côté R-717	
Réfrigérant	R-717
Température à l'entrée	7,0 °F
Température de sortie	7,0 °F
Température d'évaporation	7,0 °F
Débit	2061 lb/h
Conception thermique	

Type	Échangeur de chaleur, plaques et garnitures (#33)
Capacité de transfert de chaleur	866,8 kBtu/h
Coefficient de transfert de chaleur	422 (propre)/218 (service) Btu/($\pi^2 \cdot h \cdot ^\circ F$)
Facteur d'encrassement	0,0002 ($h \cdot \pi^2 \cdot ^\circ F$)/Btu
Surface de transfert de chaleur	568,3 π^2
Nombre de plaques	224
Direction relative des fluides	Co-courant
Nombre de passes	1
Nombre de plaques	224 (extension possible □ 64 plaques)
Chute de pression	0,465 psi (côté R-717)/7 psi (côté saumure)
Matériaux des plaques	Titane (épaisseur des plaques 0,60 mm)
Garnitures	NBRP et CR/plaques soudées du côté R-717
Raccordements	Tuyau 4,0 po (S3□S4 côté R-717)/(S2□S1 côté saumure)
Codes	ASME VIII div 1, U-Stamp, CRN : Québec <i>Manufacturer's Data Report/U-1 Form</i>
Température/Pression de conception	5,0 à 120,0 $^\circ F$ /150 psig (côté saumure) 5,0 à 120 $^\circ F$ /250 psig (côté R-717)
Essai de pression	195 psi (côté saumure)/325 psi (côté R-717)
Longueur x Largeur x Hauteur	73 x 19 x 43 po
Volume de liquide	2,5 π^3 (côté R-717)/2,5 π^3 (côté saumure)
Poids à l'expédition	1320 lb (échangeur à plaque) + 397 lb (séparateur en U)
Raccordement sur plaques	Conforme au plan R-02A et R-05A (#33 et #133)
Options incluses	Séparateur de liquide en U, Modèle #1200 (#133)
Modèle	M10-BWFD

Type	Échangeur de chaleur, plaques et garnitures (#33)
Marque, voir 10.4.1.16 a. c.	AlfaLaval
Séparateur en U (#133)	
Modèle	UR/1200/A/1/M10/PED, 8" Ø x 84" long x 2

10.4.2.8 Refroidisseur de saumure, plaques et coquille (#34)

1. L'échangeur doit comporter les caractéristiques suivantes :

Le refroidisseur est de type plaques et coquille. Il s'agit d'un modèle excentrique, soudé, car la coquille a été surdimensionnée pour agrandir la surface du bain de R-717 et limiter l'augmentation du niveau de R-717 dans la coquille lorsque le pot d'huile se vide de réfrigérant pour s'emplir d'huile.

Conçu pour refroidir une saumure (un mélange de CaCl_2 et d' H_2O) avec le R-717.

Plaques et brides en titane.

Le refroidisseur doit pouvoir opérer aux conditions spécifiées et donner les performances spécifiées dans le tableau qui suit.

La pile de plaques doit contenir la saumure et baigner dans un bain de R-717.

Les joints d'étanchéité sur les plaques doivent être soudés selon le procédé TIC.

Le bâti du refroidisseur doit être une coquille construite en acier carbone.

Pression de conception de 250 psig (plaques) et 300 psig (coquille).

Le numéro CRN pour la province de Québec est obligatoire.

Quatre (4) voyants avec protection antigivre montés sur la coquille du refroidisseur.

Bourrages de remplissage en EPDM, pour diminuer la charge de R-717.

Dégager la vue du niveau de R-717 dans la coquille, par les voyants.

Système de séparation du gaz et des gouttelettes de réfrigérant.

En plus du refroidisseur de saumure, le système doit comporter les accessoires suivants :

Bassin d'égouttement en tôle inox 316.

Base structurale en acier galvanisé à chaud.

Soupape de drainage d'huile et réservoir d'huile (250 psig).

Colonne indicatrice de niveau par le givre (#136).

Flotte de haut niveau (#30).

Soupapes de sûreté (#G).

Soupapes d'arrêt, flotte de drainage de liquide haute pression et tamis localisés sur la tuyauterie d'alimentation de réfrigérant liquide.

Soupapes de drainage de l'huile localisées aux points bas.

Conforme aux limitations physiques exigées aux plans.

Tamis avec perforations de 1,0 mm sur la tuyauterie de saumure qui alimente le refroidisseur.

Seuls la marque et le modèle suivants sont considérés, tableau 10.4.7.

Tableau 10.4.7 – Refroidisseur de saumure, plaques et coquille (#34)

Type	Échangeur de chaleur, virole et plaques entièrement soudées
Côté saumure (plaques)	
Fluide à refroidir	Saumure CaCl_2 @ 20,5 % en poids
Température d'entrée	16,4 °F
Température de sortie	12,0 °F
Débit	451,0 gal US/m
Densité @ 14 °F	74,5 lb/pi ³
Chaleur spécifique @ 14 °F	0,72 Btu/(lb* °F)
Viscosité dynamique @ 14 °F	5
Conductivité thermique @ 14 °F	0,30 Btu*pi/(h*pi ² * °F)
Côté réfrigérant (virole)	
Réfrigérant	R-717

Type	Échangeur de chaleur, virole et plaques entièrement soudées
Température à l'entrée	90,0 °F
Température de sortie	7,0 °F
Température d'évaporation	7,0 °F
Débit	1821,0 lb/h
Conception thermique	
Capacité de transfert de chaleur	856 kBtu/h
Coefficient de transfert de chaleur	275 (service) Btu/($\pi^2 \cdot h \cdot ^\circ F$)
Facteur d'encrassement	0,000194 ($h \cdot \pi^2 \cdot ^\circ F$)/Btu
Surface de transfert de chaleur	446,7 π^2
Chute de pression	0,0 psi (côté R-717)/4,4 psi (côté saumure)
Nombre de plaques	254
Matériaux des plaques	Titane (épaisseur des plaques 0,80 mm)
Matériau de la virole	Acier au carbone
Garnitures	soudées
Raccordements côté R-717	Tuyau 2 po liquides/4 po aspiration
Raccordement sur virole	Conforme au plan R-02B et R-05B
Raccordements côté saumure	ANSI B16.5 WN-RF – Brides 3" 300 psig Ti F2SB-381
Codes	ASME VIII div 1, U-Stamp, CRN : Québec <i>Manufacturer's Data Report/National Board Registration</i>
Pression de conception	– 14,5 psig à 250 psig (plaques)
Température de conception	– 20 °F @ 250 °F (plaques)
Pression max. de service autorisée	250 psig @ 250 °F (virole)

Type	Échangeur de chaleur, virole et plaques entièrement soudées
Température min. de conception	-20 °F @ 250 psig (virole)
Diamètre x Longueur	30 x 34 po (virole seulement)
Volume de liquide côté R-717	39,8 gal US/19,3 gal US (avec remplissage en EPDM)
Volume de liquide côté saumure	10,9 gal US
Poids à l'expédition	2134 lb
Options incluses	Matériel de remplissage, EPDM Virole surdimensionnée Quatre (4) voyants de 50 mm antigivre (#23) sur la virole Les plaques de bout sont soudées.
Modèle	PHSE 6/4LL-254/1/1
Marque, voir 10.4.1.16 a. c.	VAHTERUS
Remarque :	
Soupapes de sûreté (C = fDL)	F = 0,5, D = 2,46 pi, L = 2,82pi □ C = 3,47 lb/min (air) requis

10.4.2.9 Désurchauffeur de récupération de chaleur (#19)

Récupérateur échangeur de chaleur R-717/eau.

Peinture acrylique sur le collecteur et la coquille en acier.

Tubes en inox 316SS, doubles parois et ventilés.

Retours en U et bouchons d'accès en inox 316SS.

Collecteur pour l'eau et extensions en inox 304SS.

Acier au carbone pour le côté R-717.

Écoulement des fluides à contre-courant.

Nettoyable mécaniquement, une extrémité.

Assemblé dans un cabinet en tôle d'acier.

Le numéro CRN pour la province de Québec est obligatoire.

Tableau 10.4.8 – Désurchauffeur de récupération de chaleur (#19)

DÉSURCHAUFFEUR DE RÉCUPÉRATION DE CHALEUR (#19)	
Type	Double paroi
Coquille, pression de conception (psig)	300
Tubes, pression de conception (psig)	150
Réfrigérant	R-717
Puissance frigorifique à utiliser pour la sélection, Tr	72
Température à l'évaporation (°F)	6
Température de condensation (°F)	97
Perte de pression maximale du côté R-717 (psi.)	3,4
Débit d'eau (gal US/m)	9
Perte de pression maximale du côté eau (psi)	1,4
Capacité minimale MBH	152,6
Capacité nominale	100 Tr
Poids à l'expédition (lb)	725
Raccord pour le R-717 (pouce), BW	2½
Raccord pour l'eau (pouce), MPT	1
Encombrement (pouce) _ Long x _Haut x _Large	68 x 36 x 13 ¾
Modèle	CADS 32M8/1P-12T (C)
Marque, voir 10.4.1.16 a. d.	Doucette Industries

10.4.2.10 Vaisseaux sous pression (#34), (#49), (#122), (#129), (#130), (#131), (#133), (#207)

Les vaisseaux sous pression (#49), (#122), (#129), (#130), (#131) sont construits conformément aux normes de l'ASME. Pour les modalités d'équivalence, voir 10.4.1.16 a. f.

Le vaisseau sous pression (#133) est construit conformément aux normes de l'ASME. C'est un séparateur de liquide en « U », tableau 10.4.6. Il est raccordé et intégré à l'évaporateur, et est appuyé sur le bâti de l'échangeur de chaleur, en trois points, par l'intermédiaire des deux tuyaux (liquide et gaz), plus une colonne en profilé C, appuyant l'extrémité en U dudit séparateur. L'ensemble évaporateur à plaques et séparateur en U est assemblé en atelier, testé et certifié conformément aux normes de l'ASME. Pour les modalités d'équivalence, voir 10.4.1.16 a. c.

Les vaisseaux sous pression (#34), (#207) sont construits conformément aux normes de l'ASME. La pression de conception est 250 psig (Plaques)/300 psig (virole). Munis de soupapes de surpression doubles. La pression de conception est de 250 psig à moins d'avis contraire. Le numéro CRN pour la province de Québec est obligatoire. Pour les modalités d'équivalence, voir 10.4.1.16 a. f.

10.4.2.11 Voyant de type reflex (#23)

1. Les voyants sont une partie du vaisseau sous pression en conformité avec le plan normalisé.

10.4.2.12 Flotte de drainage de liquide haute pression (#9)

L'opération à charge critique est assurée par une flotte de drainage de liquide (*High side float*) (#9) ou (#20), reliant la sortie du condenseur à plaques (liquide haute pression) à l'entrée du séparateur de liquide en « U » (#133) et de l'évaporateur (#33) (liquide basse pression) pour l'option A, et à l'entrée de l'évaporateur à plaques et coquille (#34) (liquide basse pression) pour l'option B.

10.4.2.13 Clapet de retenue, séparateur d'huile (#21)

Le clapet de retenue doit être conforme au tableau des composantes, plan R-01A ou R-01B.

10.4.2.14 Force motrice pour recycler l'huile

L'usage d'une pompe (#120) pour recycler l'huile a été discontinué. Le procédé utilise la pression développée par un compresseur de réfrigération pour déplacer l'huile dans le système et la recycler dans la base des compresseurs.

10.4.2.15 Filtre à huile (#121)

Filtre à cartouche 9 $\frac{3}{4}$ " modèle CT101, construction en inox 316SS, raccords $\frac{3}{4}$ " FNPT, 300 psi DWP, servant à filtrer sous pression de l'huile de réfrigération contenant du R-717.

Accessoire de montage p/n 35581-01. Outil pour le démontage p/n 63572.01.

Cartouche filtre de marque 3M-Filtration, Modèle PolyKlean, 10 microns, fabriquée en polypropylène. Une boîte de cinquante (50) cartouches est requise, p/n : RT09C16G20NN.

Produit : CUNO, p/n 44152-01 ou équivalent approuvé.

10.4.2.16 Réservoir à huile (#122)

Construit selon ASME, 250 psig DWP, numéro CRN pour le Québec, conforme au détail sur le plan normalisé.

10.4.2.17 Élément chauffant (#123) dans le réservoir à huile

Produit : BUCAN, modèle #SH2S21ON254T-CSA/US, élément chauffant de type bouchon fileté 2" NPT SS304, 2 éléments incoloy 800, longueur d'immersion 10", boîte de jonction NEMA 4, 1000V, 120V, 120, 1000V, 120V, 23W/po², thermostat intégré ajustable de 10 °C – 120 °C, ou équivalent approuvé.

Produit : WATTCO, chauffe-huile de type bouchon vissé pour chauffer l'huile et bouillir le R-717 1000W/120V, 1Ph, 8,3A, 2" MPT, profondeur d'immersion 10", densité 23W/po², bâti NEMA 4, modèle WHO315FO10-TM, ou équivalent approuvé.

Produit : OMEGA ARTMS, 1000/120V, 1" MPT, ou équivalent approuvé.

10.4.2.18 Contrôle haute pression HP (#124)

Produit : Johnson ou P70 DA-2. Le contact SPST ouvre sur augmentation de pression, plage de pression 50-450 psig, compatible avec le R-717, ré-enclenchement manuel, ou équivalent approuvé.

10.4.2.19 Contrôleur de haute température d'huile (#125)

Produit : Johnson, A19 KNC-1. Le contact SPDT se raccorde pour ouvrir sur haute température, plage de température 0-150 °F, $\Delta t = 5$ °F, bulbe et capillaire de 10 pi, puits d'insertion en inox.

Puits : Johnson ou équivalent approuvé : modèle WZ-1000-2, ½ MPT, inox, ou équivalent approuvé.

10.4.2.20 Tamis pour l'huile (126)

Produit : Danfoss, FIA-20, ou équivalent approuvé.

10.4.2.21 Minuterie « M » (#127)

Fourni, installé et raccordé sous le fascicule électricité.

Produit : disponible dans le commerce, NEMA 1 : LTB 02-1L, sélecteurs 15 m-30 m – 1h – 2h.

10.4.2.22 Régulateur de pression (#128)

Dans le pot d'huile : HA2BK Range B, set 225 psig.

Conçu pour service, huile et R-717.

10.4.2.23 Vanne d'expansion manuelle (#132)

Vanne d'expansion manuelle, RS076H, type globe à insertion soudée, poignée en forme de barre 50-1012, bâti ¾", 250 psig, service NH₃.

10.4.2.24 Clapet anti retour (#134)

Clapet anti retour HCK4, raccords ¾" FPT, 300 psig MRP, service R-717.

10.4.2.25 Détail soupapes de sûreté, sur les compresseurs et sur les vaisseaux

L'arrangement de ces composantes est illustré sur les détails normalisés (2/R-02A) et (3/R-02A), (2/R-02B) et (3/R-02B), pour (#5), (#6), (#7), (#8), (#14), (#29), (#35), (#37).

10.4.2.26 Soupape trois voies pour soupape de sûreté (#5)

La construction de la soupape trois voies est en acier, conforme à ASTM A105, et elle peut accepter deux (2) soupapes de sûreté.

Conçue afin de supporter une pression d'opération de 600 psig.

Raccords FTP, disponibles aux dimensions suivantes : ½", ¾", 1", 1¼".

10.4.2.27 Manomètre pour disque de rupture (#6)

La construction du manomètre doit être compatible avec le R-717 et conçue pour une pression de 600 psig.

L'échelle sur le manomètre doit être graduée de 0 à 600 psig.

Le manomètre comporte un butoir, indiquant la pression maximale atteinte, et permet de juger si la soupape de sûreté a fonctionné.

10.4.2.28 Disque de rupture (#7)

Le disque de rupture doit être compatible avec le R-717, construit pour défoncer si la pression dans le vaisseau excède la pression de conception et cause l'ouverture de la soupape de sûreté.

Conçu pour une pression de 250 psig.

Le débit d'air en lb/min est indiqué aux plans.

Le bâti du disque de rupture est construit en inox 316L SST, conformément à ASME SA-479.

Le disque de rupture est disponible en deux configurations de raccords, MPT x MPT et MPT x FPT, dépendant de la capacité requise.

½ " MPT x ½ " MPT,

¾ " MPT x ¾ " MPT,

1" MPT x 1" FPT,

1-¼" MPT x 1-¼" FPT

10.4.2.29 Adaptateur facile (#8)

La construction de l'adaptateur facile doit être compatible avec le R-717.

Conçue pour une pression de 600 psig.

10.4.2.30 Soupape de sûreté (#14) (#35)

La construction de la soupape de sûreté doit être compatible avec le R-717.

La pression de rupture est de 250 psig.

Bâti en acier, conforme à ASME SA105.

Cartouche en fonte ductile, conforme à ASME SA 395, siège et ressort en inox, garniture O en néoprène.

Température maximale d'opération : 240 °F.

Pression d'opération sécuritaire : 600 psig.

Le débit d'air requis (en lb/min) est indiqué aux plans.

La soupape est constituée d'une cartouche vissée dans le bâti de soupape, lui-même raccordé de façon permanente sur la tuyauterie d'évent.

Soupape construite conformément à *ASME Boiler and Pressure Vessel Code* et ISO 4126.

Le bâti comprend notamment un raccord vissé ¼" NPT pour un manomètre. Le raccord d'entrée est MPT, tandis que le raccord de sortie est disponible MPT ou soudé.

Soupape compatible avec les codes et standards dont le tableau comme suit :

Tableau 10.4.9 – Codes et normes

<i>ASME Boiler and Pressure Vessel Code, Section VIII, Division 1</i>
<i>ANSI/ASHRAE Standard 15 Safety Standard for Refrigeration Systems</i>
<i>ANSI/IIAR 2 Equipment, Design, and Installation of Closed-Circuit Ammonia Mechanical Refrigerating Systems</i>
<i>ISO 4126, Safety Devices for Protection of Excessive Pressure PED (Pressure Equipment Directive) Category IV</i>

10.4.2.31 Bâti de soupape (#29) (#37)

La construction du bâti de soupape doit être compatible avec le R-717, conçue pour une pression de 600 psig.

Le débit d'air requis (en lb/min) est indiqué aux plans.

Ce bâti doit être raccordé de façon permanente sur la tuyauterie d'évent.

10.4.2.32 Soupape de service, tuyauterie d'acier (#2) (#3)

La construction de la soupape de service est en acier.

La configuration est à angle ou droite (*Globe type*) selon les besoins sur le chantier.

La soupape doit pouvoir résister à une pression d'opération de 400 psig.

La soupape d'isolement est de marque Hansen ou RS, ou équivalent approuvé.

10.4.2.33 Soupape de type apollo (#201)

Soupape de type à bille construite en acier carbone. Le retour du levier est mû par un ressort.

La soupape est de marque Hansen, modèle 50-2645, Bâti ¾", ou Danfoss, modèle QDV15, Bâti ¾" FTP, ou équivalent approuvé.

10.4.2.34 Clapet de retenue – tuyauterie de condensé (#202)

Le clapet est de marque Hansen ou équivalent approuvé.

10.4.2.35 Soupape d'expansion manuelle (#203)

Soupape de type T-Globe, en acier forgé, avec poignée en forme de barre.

La soupape est de marque Hansen ou équivalent approuvé.

10.4.2.36 Soupape solénoïde avec tamis (#204)

Les soupapes utilisées doivent être compatibles avec le R-717.

Toutes les soupapes sont du type normalement fermé, sauf indications contraires.

Si la soupape est munie d'une bobine ou d'un servomoteur, le voltage doit être 120 Vac.

Les soupapes solénoïdes doivent être pourvues d'un mécanisme permettant leur ouverture de façon manuelle (*manual stem*) lorsqu'elles ne sont pas énergisées.

Les raccords sont du type à brides pour tuyauterie en acier.

Les soupapes sont de marque RS ou Hansen, ou équivalent approuvé.

10.4.2.37 Réduit excentrique (#205)

Conforme à l'article intitulé « TUYAUTERIE EN ACIER ET ACCESSOIRES DE RÉFIGÉRATION »

10.4.2.38 Régulateur de pression de refoulement (#16)

Les soupapes utilisées doivent être compatibles avec le R-717.

Les régulateurs de pression doivent être pourvus d'un mécanisme permettant leur ouverture de façon manuelle (*manual stem*).

Si l'option soupape solénoïde est demandée avec le régulateur, le voltage de la bobine doit être 120 Vac.

Un manomètre doit être fourni et installé avec toutes les soupapes de régulation de pression.

Les connexions sont du type à brides pour tuyauterie en acier.

Les soupapes sont de marque Hansen ou RS (Parker), ou équivalent approuvé.

10.4.2.39 Flotte de haut niveau (#30)

Contrôleur de haut niveau du réfrigérant liquide (*High Liquid Level « HLL »*), au moyen d'un flotteur, activant un contact SPDT, assurant la protection des compresseurs qui ne doivent jamais aspirer de réfrigérant sous sa phase liquide.

La flotte de haut niveau est de type hermétique et le mécanisme est protégé à l'aide d'un fusible interne.

Le contact est monté sur le dessus du bâti, protégé dans un contenant cylindrique et transparent, dont la base est munie d'un raccord $\frac{1}{2}$ ", pour un conduit NPSM.

L'installation du câble de contrôle doit être de longueur suffisante pour permettre de tester l'installation en soulevant le contenant cylindrique, au-dessus du bâti, sans déconnecter le câble.

Tableau 10.4.10 – Flotte de haut niveau, caractéristiques

Bâti de forme cylindrique, acier soudé, DWP.	400 psig
Température d'opération de	- 50 °F à + 150 °F
Raccords (deux sur côté du bâti, un en dessous).	$\frac{3}{4}$ " FPT ou 1" soudé
Gravité spécifique	0,57 à 1,70
Contact SPDT	120V, 240V 10A

10.4.2.40 Draineurs de liquide (#20), (#9)

La flotte du draineur de liquide est en acier inoxydable, tandis que le bâti est en fonte.

Les draineurs sont des régulateurs capables de drainer, au moyen d'un robinet mû par un flotteur, le réfrigérant liquide contenu d'un vaisseau à haute pression vers un vaisseau à basse pression, en bloquant le passage du réfrigérant gaz.

Tableau 10.4.11 – Draineurs de liquide

Capacité nominale du draineur de liquide (<i>High side float regulator</i>)				
Réfrigérant	Unité	(#20)	(#9)	(# non assigné)
R-717	Tons	20	125	360
	Lb/min	8,3	53	150
	kW	70	440	1266
	Kg/hr	226	1442	4080

Capacité nominale du draineur de liquide (*High side float regulator*)

Port d'inlet/outlet, FTP ou (soudé)	Po	¾", (1")	(1½")	(2")
Port d'équilibre/drain huile	Po	½" FPT	¾" FPT	¾" FPT

Basé sur + 86 °F de condensation et + 10 °F de température à l'évaporateur

10.4.2.41 Réservoir de neutralisation et diffuseur (#85)

Réservoir cylindrique à fond plat en polyéthylène avec connexions pour la vidange, le détecteur de niveau, l'alimentation en eau, la tuyauterie de sûreté et l'évent. Voir l'arrangement général sur le plan normalisé.

Le réservoir est hermétiquement fermé au local technique, équipé de brides soudées et muni d'une tuyauterie d'évent terminée par un diffuseur au toit.

Le tuyau et diffuseur sont en inox 316, tuyau à parois mince, 100 mm Ø.

Toute la tuyauterie reliée aux soupapes de sûreté doit être peinte en rouge.

10.4.2.42 Sonde de température (#51) dalle réfrigérée

La sonde de température de dalle doit être fournie et installée en conformité avec les détails (F/R-04A) ou (F/R-04B), ou (5/T-04).

L'installation de la sonde requiert le percement d'un puits d'insertion de 10 mm Φ, ayant une profondeur de 200 mm dans le béton, au bout de la dalle réfrigérée, accessible par le caniveau du collecteur de saumure.

Le percement du puits d'insertion doit être réalisé sous la présente partie, en évitant de percer le tuyau de saumure, constituant l'échangeur de chaleur, enfoui dans la dalle.

La sonde doit être fournie et installée sous la partie contrôle.

La sonde doit être enrobée de pâte conductrice de chaleur avant son insertion dans le puits.

Les conducteurs de la sonde doivent cheminer dans une longueur de 200 mm de conduit flexible/étanche et se terminer dans une boîte de jonction 100 x 100 x 50 mm fabriquée en PVC.

Les conduits requis pour le raccordement de la sonde au cnp doivent être en PVC.

Dans une dalle existante, il est permis de réutiliser le puits d'insertion. La sonde de température de dalle est identifiée (St-3).

La sonde de température de dalle requise doit avoir une résistance de 1 kΩ ou 10 kΩ, selon la spécification du cnp.

L'installation d'une sonde de température de dalle (#50) dans une rainure est discontinuée à la surface de la dalle.

10.4.2.43 Épreuves

Les épreuves de pression sur la tuyauterie doivent être effectuées et approuvées avant la pose du calorifuge sur les joints et les raccords.

Aucun tuyau ou accessoire ne sera dissimulé avant que les épreuves n'aient été effectuées en présence du directeur ou de son représentant.

L'entrepreneur doit effectuer toutes les épreuves décrites ci-après ou exigées par le directeur à la fin ou pendant la réalisation des travaux de façon à prouver que celles-ci répondent aux exigences du devis. Il doit aussi fournir toute la main-d'œuvre et l'équipement requis pour effectuer ces épreuves.

En soumettant la tuyauterie aux épreuves demandées dans le présent article, l'entrepreneur doit prendre les précautions nécessaires afin de ne pas endommager les appareils qui ne peuvent supporter une telle pression.

Il doit soumettre le système à la pression exigée par le Code provincial au moyen d'azote, nettoyer chacun des joints et se servir des bulles de savon afin de détecter les fuites. La pression est maintenue durant vingt-quatre (24) heures. Il doit noter à différents intervalles les températures et pressions afin de déceler les changements de pression dus aux changements de température.

Lorsque tous les joints ont été vérifiés et que ceux qui ont été trouvés défectueux sont réparés, l'entrepreneur vide le système pour le soumettre ensuite à une épreuve au vacuum de 500 microns (pression absolue) et maintenir ce vide durant une période de vingt-quatre (24) heures consécutives. Ce vide est obtenu à l'aide d'une pompe à vide spécialement destinée à cette fin. Un compresseur ordinaire ne peut pas être utilisé comme pompe à vide.

L'entrepreneur doit porter une attention particulière aux vaisseaux sous pression (ex. : (#47), (#122), (#129), (#34), (#207), etc.) qui font partie du système frigorifique, car ils pourraient contenir un peu d'eau, résidu du test hydrostatique fait en atelier.

Lorsque le système a été vérifié et les fuites, réparées, l'entrepreneur brise le vide et introduit la charge de réfrigérant (ammoniac) nécessaire au fonctionnement normal du système. L'introduction doit se faire au travers d'un dessiccateur utilisé à cette fin seulement.

10.4.2.44 Système respiratoire autonome et masque facial

La fourniture dudit équipement ne fait pas partie du présent contrat.

En conformité avec la norme CSA B52, a. 9.1.1, et la réglementation de la CNESST, la Ville fournit directement à chacun de ses employés (frigoristes et MMF) l'équipement respiratoire autonome et le masque facial requis pour le travail.

10.4.2.45 Tuyauterie en acier et accessoires de réfrigération

Toute la tuyauterie de réfrigération, tant au niveau de la fabrication que de son installation et du soudage des raccords, doit être conforme aux exigences du code de réfrigération ASME B31.5, dernière édition.

Toute la tuyauterie ou ensemble de tuyauterie étant soumis à des températures inférieures à -29°C (-20°F) peut être également soumis à des essais d'impact. Se référer à la norme ASME B31.5-2019, chap. III, pour connaître les cas d'exemption.

La tuyauterie de réfrigération doit être en acier sans joint, conformément à la norme ASTM A-106 Grade B, dernière édition.

La tuyauterie de 1,5" (38 mm) et moins est en cédule 80 avec raccords insérés soudés de 3 000 psig.

La tubulure fractionnaire sans soudure de ¼" (6 mm) servant à raccorder les manomètres et les contrôles des compresseurs est fabriquée en acier inoxydable nuance 316L avec raccords à compression « *swagelock* ». La tubulure doit être entièrement recuite, conformément aux normes ASTM B31.1, ASTM B31.3, ASTM A269, ou ASTM A213. Ladite tubulure sert aussi pour : 1) canaliser jusqu'au compresseur le retour de l'huile capturé par le séparateur d'huile; 2) canaliser le retour de l'huile traité par le système de récupération d'huile.

La tuyauterie de 2" (50 mm) et plus est construite en acier, cédule 40 avec raccords soudés standards.

Tous les coudes sur la tuyauterie d'aspiration et de gaz chaud sont à long rayon, incluant ceux sur les unités de réfrigération.

Les pièces mobiles des soupapes sont enlevées au moment de la soudure.

La tuyauterie est installée droite et parallèle aux axes du bâtiment et de façon à ne pas retenir l'huile. Prévoir une pente minimum de 1:250 sur la tuyauterie de succion.

Sur les montées d'aspiration (« *risers* »), installer une trappe d'huile au pied de la montée. Pour les montées de plus de 20 pi (6 m), installer une trappe au pied et une trappe à mi-chemin.

La tuyauterie de réfrigération qui n'est pas calorifugée doit être recouverte d'une peinture antirouille de couleur gris argent.

Recouvrir de peinture antirouille de couleur noire tous les endroits sur la tuyauterie ou sur les bases d'acier qui ont été altérés par de la soudure.

Le réservoir de service (#47), le pot d'huile (#129), le réservoir d'huile (#122) et l'échangeur de chauffage (#31) doivent être peints avec une peinture à l'huile, offrant une inhibition contre la rouille, spécialement formulée pour pénétrer la rouille et s'agripper au métal, le tout de couleur bleu foncé.

10.4.2.46 Tuyauterie de saumure

Réseaux principaux de saumure

Tuyauterie en PVC, cédule 80, raccords collés à insertion

Tuyauterie en acier avec joint type ERW (*Electric Resistance Welded steel pipe*), conformément à la norme ASTM-A-53 grade B, cédule 40 et raccords soudés.

Toute la tuyauterie de saumure en acier, qu'elle soit calorifugée ou non, doit être recouverte d'une peinture anticorrosive.

La peinture anticorrosive doit être un revêtement époxydique à base de goudron avec résine de type à deux composants et conçue pour un usage industriel.

Suivre les recommandations du fabricant pour l'application de la peinture anticorrosive.

Réseau de saumure, formant l'échangeur de chaleur dans la dalle réfrigérée.

Tuyauterie en polyéthylène portant l'identification CSA classe 75. L'inscription « tuyau de patinoire » sans celle de CSA n'est pas acceptée.

Tuyauterie en acier avec joint type ERW (*Electric Resistance Welded steel pipe*), conformément à la norme ASTM-A-53 grade B, cédule 40, et soudé bout à bout.

Réseau de saumure, formant l'échangeur de chaleur, pour le chauffage du sol sous la dalle réfrigérée.

Tuyauterie en polyéthylène portant l'identification CSA classe 75.

10.4.2.47 Tuyauterie d'eau glycolée de condensation et d'eau du ref. de fluide

Tuyauterie en acier inoxydable 304L, cédule 10S, soudée.

10.4.2.48 Tuyauterie d'eau glycolée de refroidissement des compresseurs

Tuyauterie en acier inoxydable 304L, cédule 10S, soudée.

10.4.2.49 Soupape papillon (#53), (#73), (#91)

1. Tuyauterie en PVC, 3" (75 mm) et plus

Classe 150, corps en PVC, tige en acier inoxydable, siège en EPDM. Poignée en polypropylène avec manette de blocage ou volant avec actuateur à engrenages pour soupapes de 4" Ø (100 mm) et plus.

Produit accepté : Hayward, Chemline série TB, ou équivalent approuvé.

2. Tuyauterie en acier ou en acier inoxydable, 3" (75 mm) et plus

Classe 150, corps en fonte ductile à oreilles, tige et obturateur en acier inoxydable, siège en EPDM. Poignée avec manette de blocage ou volant avec actuateur à engrenages pour soupapes de 4" Ø (100 mm) et plus.

Produit accepté : Kitz 6141E ou équivalent approuvé.

10.4.2.50 Connexion femelle avec capuchon (#87)

1. Tuyauterie en acier inoxydable nuance 316, 2" (50 mm)

Connexion (« D » coupler) femelle et raccord FPT, #E20DSS, 50 mm, inox 316.

Bouchon (« DP » dust plug) femelle #E20DPSS, 50 mm, inox 316.

Produit accepté : Morris Coupling Co ou équivalent approuvé.

10.4.2.51 Soupape d'isolement à bille (#63), (#83), (#95), (#89)

1. Tuyauterie en PVC, 2 1/2" (64 mm) et moins

Soupape à tournant sphérique, corps en PVC, tige en acier inoxydable, siège en EPDM. Connexions de type « union ».

Produits acceptés : Hayward, Chemline série CTU, Chemtrol série TU, ou équivalent approuvé.

2. Tuyauterie en acier ou en acier inoxydable, 2 1/2" (64 mm) et moins

Soupape à tournant sphérique, corps et tige en acier inoxydable, siège en EPDM ou Téflon. Connexions vissées ou à brides.

La soupape (#89) doit être équipée d'une garniture en Téflon.

Produits acceptés : Mas G-2^E, Pinacle, ou équivalent approuvé.

10.4.2.52 Soupape d'isolement type globe (#109)

1. Tuyauterie en acier inoxydable, 2" et plus

Classe 150, corps en fonte, siège en acier au carbone, tige et disque avec chrome.

Produits acceptés : Kitz 150CJS, Beric 201-RF-EA08-H, ou équivalent approuvé.

2. Tuyauterie en acier inoxydable, 1 1/2" et moins

Classe 800, corps en fonte, siège en acier au carbone, tige et disque avec chrome.

Produits acceptés : Keystone, Jenkin, Crane, Pinnacle, Beric 502-T-X8, ou équivalent approuvé.

10.4.2.53 Soupape de vidange ou de purge (#56), (#72), (#99)

1. Tuyauterie en PVC

Soupape à tournant sphérique, corps en PVC, tige en acier inoxydable, siège en EPDM. Connexions de type « union ».

Produits acceptés : Hayward, Chemline série CTU, Chemtrol série TU, ou équivalent approuvé.

2. Tuyauterie en acier ou en acier inoxydable

Soupape à tournant sphérique, corps en acier inoxydable, siège en EPDM. Connexions vissées.

Produits acceptés : Keystone, Jenkin, Crane, Pinnacle, Mas G-2E, ou équivalent approuvé.

10.4.2.54 Clapet de retenue (#79), (#107)

1. Tuyauterie en PVC

Corps coulé en une seule pièce de PVC. Couvercle démontable avec vis en acier inoxydable, connexions à brides.

Produit accepté : Chemline série SC-A ou équivalent approuvé.

2. Tuyauterie en acier inoxydable

Clapet 2" Ø et plus, conforme à la norme MSS SP-71, classe 125, corps en fonte, siège en EPDM, clapet en acier inoxydable 316, configuration de type « Wafer ».

Produits acceptés : Keystone série « Prince », Fabco, ou équivalent approuvé.

10.4.2.55 Réservoir d'expansion de la saumure (#61, #67)

Réservoir cylindrique à fond plat en polyéthylène avec indicateur de contenu gradué en L et gal US. Épaisseur de la paroi 1/4" (7 mm). Connexions pour le trop-plein, le drainage et l'écoulement.

Produit accepté : Bonar distribué par Cy-Bo ou Fabco, ou équivalent approuvé.

Le réservoir d'expansion pour la saumure dans la dalle (#61) a les dimensions suivantes : 22" Ø x 55" h (558 mm Ø x 1397 mm h).

Le réservoir d'expansion pour la saumure qui chauffe le sol sous la dalle réfrigérée (#67) a les dimensions suivantes : 22" Ø x 39" h (558 mm Ø x 990 mm h).

10.4.2.56 Cuve de mélange de saumure (#62)

Le modèle de cuve est utilisé pour le réseau de saumure du système de réfrigération et aussi pour le réseau de saumure du système de chauffage du sol. Une cuve de mélange indépendante pour chaque système.

Cuve de section cylindrique à fond plat en polyéthylène avec couvercle. Épaisseur de la paroi 1/4 po. La cuve a les dimensions suivantes : 22,5" OD, 46" H et des connexions de 7 mm pour l'écoulement et le drainage.

Produits acceptés : SNYDER, RTS PLASTIC inc. p/n 1000-022045-00-00, 72 gal US distribué par Cy-Bo ou Fabco, ou équivalent approuvé.

10.4.2.57 Bassin du refroidisseur de fluide (#82)

Réservoir cylindrique à fond plat en polyéthylène, pour contenir de l'eau.

Muni des raccords suivants, l'aspiration de la pompe, le brise-vortex, le drainage, le trop-plein, le transmetteur de pression, l'alimentation en eau et l'écoulement.

Produit accepté : Bonar distribué par Cy-Bo ou Fabco, Snyder, ou équivalent approuvé.

Le bassin a les dimensions suivantes : 90" Ø x 108" h (2286 mm Ø x 2743 mm h).

10.4.2.58 Réservoir d'expansion de l'eau glycolée (#111)

Le réservoir doit être construit selon ASME, pouvant supporter la pression mentionnée, et être du type pressurisé, avec diaphragme selon les indications.

Ledit réservoir doit être identifié en atelier pour usage sur le réseau d'eau glycol et le diaphragme doit être fabriqué avec un matériel compatible avec l'usage EG.

Produits acceptés : Armstrong, modèle AX-120V, Magnor, ou équivalent approuvé.

Ledit réservoir d'expansion est sélectionné pour une charge additionnelle de 500 gal US (1893 l), contenu dans la tuyauterie et installé à l'extérieur du local technique.

10.4.2.59 Système de traitement chimique (#78)

Un système automatique de traitement de l'eau pour le refroidisseur de fluide ayant une circulation de 610 gal US/m d'eau et les caractéristiques suivantes :

Compteur d'eau émetteur d'impulsions de diamètre de 50 mm (2")

Contrôleur d'eau de refroidissement, à microprocesseur, avec :

Sonde de conductivité et de température

Plage de conductivité de 0-10 000 microhm/cm avec une résolution de 1 microhm/cm et une exactitude de lecture de 1%

Plage de température de 32-158 °F avec une résolution de 0,1 °F et une exactitude de lecture de 1%

Sonde ORP pour l'ajout automatique d'halogène

Plage de ORP ± 1500 mV avec une résolution 1 mV et une exactitude de ± 1 mV

Programmation permettant :

Calibration de la sonde

Cinq méthodes pour alimenter l'inhibiteur de corrosion incluant celle selon les impulsions du compteur d'eau

Cédule 28 jours permettant l'alternance des biocides

Pré-purge et délai de purge

Sortie d'alarme pour conditions anormales

Sortie isolée de 4-20 mA de conductivité

Affichage cristal liquide permettant la comparaison entre la lecture de la sonde et le point de consigne du système

Alimentation de 110 Vac, incluant le cordon d'alimentation et la fiche mâle avec mise à la terre

Connexion USB pour le transfert des données

Trois (3) pompes doseuses électroniques à diaphragme. Chaque pompe est construite de polypropylène et a une tête en polypropylène remplie de verre et un diaphragme en Téflon. La tuyauterie de refoulement et d'aspiration, ainsi qu'un tamis et un clapet d'injection, un poids céramique et une valve d'amorçage sont inclus avec chaque pompe. Chaque pompe a une capacité de 24 gal US/j avec deux boutons de réglage de débit, pouvant développer une pression maximale de 105 psig et est alimentée de 110 Vac par le contrôleur, le tout pour traiter l'eau d'un refroidisseur de fluide ayant une capacité de 610 gal US/m.

Une (1) vanne électromagnétique à fermeture lente, sur l'apport d'eau froide de purge. Le corps de la vanne est fabriqué en laiton et a des raccords de $\frac{3}{4}$ " NPT. La température d'opération maximale de la vanne est de 180 °F et sa pression d'opération est entre 5 et 150 psig. La vanne est alimentée de 110 Vac par le contrôleur.

Un (1) régulateur de débit de purge, dont le bâti est fabriqué en laiton et accommode un débit de 8,0 gal US/m à une pression de 25 psig. La température d'opération maximale est de 180 °F et la pression d'opération maximale est de 200 psig.

L'unité de traitement doit être pré-assemblée en usine sur un panneau et prête à être raccordée au système d'eau du refroidisseur de fluide.

Produit accepté : Modèle PM-DLXV5 de Klenzoid ou Magnor, ou équivalent approuvé.

Fournir les produits chimiques pour la passivation de l'acier galvanisé pendant les 60 premiers jours d'opération.

Les produits chimiques requis pour cette application sont fournis avec le système. Fournir un sceau de 20 l de chaque produit chimique (trois produits) pour le traitement d'eau (inhibiteur de corrosion/tartre et deux biocides). Ces produits chimiques empêchent la formation de tartre, de boue, de corrosion et de bactéries dans le système de refroidissement. Les trois produits doivent être pré-mélangés et proviennent directement de leurs contenants d'expédition.

Produits : Lokor 2000TM, Algaecide C, Klensperse BFC de Klenzoid, ou équivalent approuvé.

Dans le cas du produit Magnor, il est requis de fournir deux compteurs d'eau à impulsion, soit un premier compteur de 2" et un second compteur de 3/4".

Dans le cas de Klenzoid, il est requis de fournir un compteur d'eau à impulsion de 2".

Le fournisseur de cet équipement doit faire la mise en marche initiale du système et fournir des manuels d'instruction et d'opération. Produits : Klenphos CT de Klenzoid ou équivalent approuvé.

Système de filtration pour l'eau composé du circulateur (#117), du filtre à poche (#118) et des accessoires afférents.

10.4.2.60 Système de filtre (#118), pour l'eau

Système de filtration de l'eau du bassin (#82) composé des éléments suivants :

Le bâti de filtre construit en inox 316, raccords à brides. Modèle : L88 30 2 F C 6 15 U.

Le panier en inox 316, qui s'insère dans le bâti. La perforation du panier est de 3,5 mm Ø, 30" de profondeur, 6,7" Ø, 4,4 pi² de surface, 1000 po³ de volume.

Média filtre en forme de poche, #2, incluant le joint d'étanchéité. Modèle 88-30, Calibre #2, Longueur 32", 7,06" Ø, surface 4,4 pi², capacité filtrante de 50 microns. Modèle : KE 50 K 2 S DH. Fournir une boîte de 50 poches filtrantes.

Produits acceptés : Pentair Industrial, Strainrite Companies, ou équivalent approuvé.

Fournir 20 l de Super D-Tartreur Barbs pour le nettoyage du filtre et des poches.

10.4.2.61 Saumure

La saumure doit être conforme aux exigences spécifiées dans la partie 10.2 de ce document.

La saumure peut être pré-mélangée en usine. Elle doit être composée de chlorure de calcium (CaCl_2) et d'eau (H_2O).

Selon la destination de la patinoire (intérieure ou extérieure), les propriétés physiques de la saumure sont différentes. Elles doivent être conformes aux prescriptions énoncées dans la partie 10.2.

Le système de chauffage du sol sous la dalle réfrigérée n'est pas requis dans le cas d'une patinoire réfrigérée extérieure.

Lorsqu'un système de chauffage du sol, sous une dalle réfrigérée intérieure, est prescrit dans le cahier des charges du contrat, fournir la saumure dont les propriétés doivent être conformes à ladite norme.

Dans le cas de travaux de réparation d'une dalle de patinoire, l'entrepreneur doit vider la saumure existante et l'entreposer dans des barils. Il prélève un échantillon et fait réaliser une analyse en conformité avec la partie 10.4, puis il remet le rapport d'analyse au directeur.

Traiter la saumure pour la rendre conforme à ladite norme.

Le chlorure de calcium est du type non inhibé, car les inhibiteurs sont ajoutés séparément afin d'assurer la conformité des solutions aux codes, normes et règlements en vigueur.

Un inhibiteur de corrosion de type complètement organique doit être intégré à la saumure.

Cet inhibiteur est sélectionné pour utilisation avec du chlorure de calcium.

Produit accepté pour l'inhibiteur : voir 10.4.1.16, a. h.

Contrôler le poids spécifique ou le point de congélation.

La saumure doit être convenablement protégée contre le gel par un titre suffisant en chlorure de calcium CaCl_2 . Il y a relation entre le poids spécifique de la saumure et sa concentration.

Pour augmenter le poids spécifique de la saumure, on ajoute du chlorure de calcium à 60 °F (15,6 °C).

Fournir, mélanger et ajouter la saumure (CaCl_2) s'il en manque pour la rendre conforme.

Contrôle de la teneur en inhibiteur.

La présence de l'inhibiteur dans la saumure permet la formation d'une couche de protection à la surface des divers métaux. Ainsi, on obtient une protection contre la corrosion.

La concentration en poids de l'inhibiteur doit être de l'ordre de 0,5 % dans la saumure.

Après une procédure de correction de la concentration de l'inhibiteur dans la saumure, il faut laisser fonctionner le système pendant 3 à 4 jours, reprendre un échantillon et faire une analyse de saumure. Le résultat de l'analyse permettra de décider si l'inhibiteur est bien dosé.

10.4.2.62 Eau glycolée

Solution d'éthylène glycol et d'eau à une concentration de 50 % en poids, pré-mélangée en usine, avec inhibiteur de corrosion.

10.4.2.63 Pompes (#52), (#68), (#81), (#90), (#104), circulateurs (#116), (#117)

Les pompes doivent être verticales, de type centrifuge en ligne, selon la capacité décrite aux tableaux 10.4.12 et 10.4.13.

Les pompes suivantes P-1 (#52), P-3 (#90), P-4 (#104), P-5 (#81), P-8 (#68), doivent être d'un seul et même équipementier.

Les moteurs des pompes doivent être conformes à la norme ACNOR C-390-22. La définition des termes doit être celle que l'on retrouve dans la norme.

Le moteur doit être conforme à la partie 6.1 du CEP, de type TEFC, avec un facteur de service de 1,15.

Un accouplement rigide avec entretoise doit être employé entre la pompe et le moteur.

Un accouplement du type rigide avec entretoise doit être employé entre la pompe et le moteur, et il doit être conçu de façon à pouvoir retirer le carter de roulement et l'impulser sans devoir bouger l'alignement de la volute de pompe et du moteur. Il doit être capable d'absorber les vibrations et les torsions.

L'accouplement est protégé par un garde amovible attaché solidement à la base et homologué selon les normes ANSI B15.1 et OSHA 1910.Z19.

Pompes de saumure P-1 (dalle réfrigérée) et P-8 (chauffage du sol)

Les pompes sont de construction tout en fonte, conçues pour une pression d'opération de 175 psig et avec des raccords à brides ANSI 125 psig.

Le support du moteur et de l'arbre de chaque pompe est en fonte grise, l'accouplement rigide est en aluminium usiné et l'arbre de la pompe, en acier inoxydable.

Les pompes et leur moteur sont peints en atelier, utilisant une peinture résistante à la corrosion de nature chimique liée à l'utilisation du chlorure de calcium.

Le moteur de la pompe P-1 est de 15 hp, tournant à 1200 rpm. Celui de la pompe P-8 est de 1 hp, tournant à 1800 rpm, bâti de type TEFC.

Pompes d'eau glycol (refroidissement des compresseurs) P-3, d'eau glycol principale P-4 et d'eau du refroidisseur de fluide P-5

Les pompes P-3, P-4 et P-5 doivent avoir un impulseur en bronze coulé, de type fermé, balancé dynamiquement, claveté et retenu par un boulon barré.

La volute des pompes P-3, P-4 et P-5 est en fonte classe 30.

Les parties mouillées doivent être scellées à l'arbre par un joint mécanique, autonettoyé par une recirculation intérieure de 25 % du débit total de la pompe. Ce joint est formé d'un siège en céramique et d'une partie rotative en carbone, conçu pour une opération continue à 225 °F (107 °C). Une douille en bronze d'aluminium (ASTM #B 111) remplaçable doit complètement recouvrir la partie mouillée en dessous dudit joint.

Les pompes doivent être conçues pour une pression d'opération de 1206 kPa (175 psi).

Circulateur P-6

Le circulateur P-6 assure une circulation d'eau constante dans le système de traitement d'eau, en alternance avec la pompe P-5.

Ledit circulateur doit être fabriqué avec un bâti en fonte.

Produit accepté : Grundfos UP 26-99F ou équivalent approuvé.

Circulateur P-7

Le circulateur P-7 assure la filtration de l'eau du bassin (#82).

Il doit être fabriqué avec un bâti en fonte, équipé de garniture en bronze. L'axe doit être fait d'un alliage d'acier dans un manchon de cuivre et le joint d'étanchéité doit être en bronze carbone avec siège en céramique.

Produit accepté : Armstrong, modèle S-35, ou équivalent approuvé.

Tableau 10.4.12 – Pompes (#52), (#90), (#104), (#81), (#68)

Description Usage Composante No.	Saumure Dalle réf. (#52)	Eau/EG, Ref. des comp. (#90)	Eau/EG Principale (#104)	Eau Ref. de fluide (#81)	Saumure chauffage du sol (#68) CEP, Partie 10.1
Identification	P-1	P-3	P-4	P-5	P-8
Localisation	Local technique	Local technique	Local technique	Local technique	Local technique
Marque, Série, Vertical en ligne Modèle ou équivalent approuvé.	PLAD, IL, – IS-606013E Turbine 11,85"	PLAD, IL, – 202010G Turbine 7,68"	PLAD, IL, – 404010G Turbine 7,9"	PLAD, IL, – IS-505010G Turbine 8,81"	PLAD, IL, – 121208G Turbine 7,1"
Débit L/s (gal US/m)	28,5 (451)	2,2 (35)	19,6 (310)	38,5 (610)	1,45 (23)
Pression kPa (Pi. de liquide)	*227 (64)	167 (56)	167 (56)	167 (60)	*180 (50,7)
Fluide	CaCl ₂ 20,5 %	ÉG 50 %	ÉG 50 %	Eau	CaCl ₂ 20,5 %
Accouplement	Avec entretoise	Avec entretoise	Avec entretoise	Avec entretoise	Avec entretoise
Moteur					
Bâti, hp, V/Ph/Hz, rpm	TEFC, 15 600/3/60, 1200	TEFC, 2,0 600/3/60, 1800	TEFC, 7,5 600/3/60, 1800	TEFC, 15 600/3/60, 1800	TEFC, 1,5 600/3/60, 1800
RNES (%) à 100 %	91,7	86,5	91,7	92,4	86,5

* __-Pi liq x 2,989 x SpGr = __kPa SpGr = 1,19

Tableau 10.4.13 – Circulateurs (#116), (#117)

Description	Eau du ref. de fluide (#116)	Filtre l'eau du bassin (#117)
Identification	P-6	P-7
Localisation	Local « T »	Local « T »
Marque, modèle, ou équivalent approuvé	Grundfos UP 26-99F	Armstrong S-35
Débit l/s (gal US/m)	0,94 (15)	2,52 (40)
Pression kPa (pi. de liquide)	63 (21)	23,9 (8)
Fluide	Eau	Eau
Moteur : hp, V/Ph/Hz, rpm	1/6 (245W) 115/1/60 3600	1/6 (245W) 115/1/60 3600
RNES (%) à 100 %	>45,0	>45,0
Type de moteur	ECM	ECM

10.4.2.64 Base des pompes (D/R-04-a), (D/R-04-b)

Appui pour tuyauterie et pompe

La base doit être fabriquée d'acier structural ou d'acier profilé. Construction soudée, galvanisée à chaud, conformément aux détails normalisés (D/R-04-A), (D/R-04-B).

Un système de base sur quatre pieds, conçu pour appuyer la pompe et la tuyauterie à ± 500 mm d'élévation ou à une élévation permettant l'ouverture du tamis ou tel qu'indiqué aux plans.

La base des pieds est une plaque d'acier $\frac{1}{2}$ " d'épais, 12" x 12", tandis que le pied est un profilé (C), en acier de 1" x 4". La pompe repose sur un cadre constitué de fers angles 3" x 4" et la selle est une section de tuyau 8" sch 40.

Les boulons à béton sont $\frac{1}{2}$ " Ø ss.

Insérer un bloc de bois traité entre le tuyau et la selle pour ne pas écraser le calorifuge, car la selle est calorifugée.

La pompe est boulonnée sur le cadre avec des boulons en acier inoxydable.

Couvrir les égratignures avec de la peinture contenant 95 % de zinc métallique, la peinture pouvant être appliquée à froid.

Peinture conforme à la norme ASTM A-780-01 (alinéas 4.1.2, 4.1.3, 4.2.2).

Ne pas utiliser les brides de la pompe comme point d'appui.

10.4.2.65 Refroidisseur de fluide (#106)

Généralités

Le refroidisseur est disponible selon une orientation main gauche ou main droite. L'observateur doit se placer au bout de l'appareil et faire face aux tuyaux qui raccordent le serpentin (échangeur de chaleur) de l'appareil. Si l'air est aspiré du côté droit, c'est une main droite. Si l'air est aspiré du côté gauche, c'est une main gauche.

Le refroidisseur de fluide est de type centrifuge. Il doit être préfabriqué en atelier en respectant les performances demandées.

Le refroidisseur doit être conçu pour une opération « 4 saisons » avec l'utilisation d'un bassin intérieur. Le refroidisseur doit être livré sur le chantier en un maximum de deux (2) morceaux, plus un atténuateur de son à l'entrée et un à la sortie.

Pour connaître les modalités d'équivalence, voir 10.4.1.16, a. j.

Pour le produit BAC, l'entrepreneur doit aussi se conformer aux prescriptions afférentes à l'usage dudit équipement, qui sont dans la section « Conception et Performance », intitulée (Refroidisseur de fluide « BAC »).

Pour le produit EVAPCO, l'entrepreneur doit aussi se conformer aux prescriptions afférentes à l'usage dudit équipement, qui sont dans la section « Conception et Performance », intitulée (Refroidisseur de fluide « EVAPCO »).

Construction

La panne et la structure interne/externe doivent être en acier galvanisé de type G-235.

La section ventilateur doit inclure les ventilateurs et moteurs alignés en usine.

Section ventilateur

Les roues des ventilateurs doivent être en aluminium et de type centrifuge.

Chaque ventilateur doit être balancé de façon statique et dynamique, et être muni d'une tuyauterie de lubrification externe.

Moteur

Le moteur doit être conforme à la partie 6.1 du CEP, de type TEFC avec un facteur de service de 1,15.

Il doit être conçu pour être raccordé à un entraînement à fréquence variable.

Son rendement nominal, efficacité supérieure (RNES) doit être égal ou supérieur à 94,5 %.

Les protections thermiques incorporées dans le stator sont raccordées par l'électricité à un module d'interprétation, fourni avec l'EFV et logé dans le CCM, à l'intérieur du tiroir du démarreur EFV.

Serpentin (échangeur de chaleur)

Le serpentin doit être construit en tubulure d'acier et galvanisé à chaud après fabrication.

Le serpentin doit être construit de façon à assurer un drainage de la tuyauterie et être testé à une pression de 375 psig.

Le numéro CRN pour la province de Québec est obligatoire.

Distribution d'eau

L'eau doit être distribuée uniformément au dessus du serpentin, afin d'assurer le meilleur transfert de chaleur possible.

Le maître-tuyau d'eau doit être construit en acier galvanisé ou en PVC cédule 40. Toutes les branches sont en PVC cédule 40 avec gicleurs en plastique.

Les éliminateurs de gouttelettes doivent être construits en acier galvanisé à chaud ou en PVC.

Pour BAC, le raccord pour drainer l'eau du bassin est de 8". Il est situé sur le bout du bassin.

Pour EVAPCO, le raccord pour drainer l'eau du bassin est de 10". Il est situé sous le bassin. L'entrepreneur doit fournir et installer le réduit 10"-8", le coude 90° de 8" et la tuyauterie.

Atténuateurs de son

Un atténuateur de son à la succion, ce qui ajoute 43" (BAC) et 42" (EVAPCO) à la largeur du refroidisseur de fluide.

Un atténuateur de son au refoulement, ce qui ajoute 40" (BAC) et 42" (EVAPCO) à la hauteur du refroidisseur de fluide.

Volet motorisé au refoulement non requis.

Échelle et passerelle

En conformité avec la norme OSHA, le fabricant doit inclure une passerelle et une échelle avec crinoline donnant accès à la passerelle, boulonnée sur l'arrière du refroidisseur de fluide, permettant d'accéder à un des panneaux dans le côté du silencieux. La position de l'échelle doit être interchangeable sur l'appareil, le tout conforme au plan normalisé.

Échelle, passerelle

L'échelle du refroidisseur de fluide doit être fabriquée d'échelons antidérapants profilés en « V » et mesurant 450 mm de long.

Un espace de 300 mm doit être respecté entre les échelons.

La passerelle doit longer le haut de la paroi arrière (du refroidisseur de fluide). Le plancher est formé de caillebotis, bordé par une main courante.

Garanties

Le fabricant doit inclure une garantie de deux (2) ans sur les pièces à compter de la date de la réception provisoire.

10.4.2.66 Interrupteur de vibration (#102)

L'interrupteur de vibration fourni avec le refroidisseur de fluide doit être raccordé dans la chaîne de sécurité du démarreur EFV par l'électricité, conformément au détail normalisé (2.4/T-04).

Tableau 10.4.14 – Refroidisseur de fluide (#106)

REFROIDISSEUR DE FLUIDE (#106)		
Manufacturier	BAC	EVAPCO
Modèle	VF1-144N-21P	LSWE 8P-3N18-FB
Type de ventilateur	Centrifuge	Centrifuge
Rejet de chaleur (MBH)	1330	1317,5
Éthylène Glycol (EG)		
Fluide dans serpentin, EG	50 %	50 %
Débit EG (gal US/m)	310	310
Température d'entrée, EG (°F)	94	94
Perte de pression max. (psi, circuit EG)	2,48	2,0
Température de sortie, EG (°F)	84	84

REFROIDISSEUR DE FLUIDE (#106)		
Température bulbe humide (°F)	76	76
Tuyau de drainage de l'eau	8 po Ø sur le bout	10 po Ø sur le dessous
Tuyau d'admission d'eau	6 po Ø	6 po Ø
Eau		
Débit d'eau (gal US/m)	610	610
Perte de pression max. (psi, circuit d'eau)	2	2,56
Atténuateurs de son à la succion	43 po	42 po
Atténuateur de son au refoulement	40 po	42 po
Échelle et crinoline, conformes aux plans	Requis	Requis
Volet motorisé sur le refoulement	Non requis	Non requis
Tuyaux pour l'EG	6 po	6 po
Interrupteur de vibration (#102)	Requis	Requis
Garanties, 2 ans p/r réception provisoire	2 ans	2 ans
CRN pour le Québec	Requis	Requis
Moteur conforme à la partie 6.1, CEP		
Bâti, hp, V/Ph/Hz, rpm	TEFC, 50, 600/3/60, 1800	TEFC, 50, 600/3/60, 1800
Type à induction, NEMA MG-1 – Part 31	« Inverter duty »	« Inverter duty »
Protection thermique	Thermistor	Thermistor
Efficacité	94,5 %	94,5 %

Tableau 10.4.15 – Échangeur de chaleur, chauffage du sol (#69)

Type	Tubes et coquille
Matériel de la coquille	Acier
Matériel des tubes	Acier
Nombre de passes	4
Capacité de récupération (Mbh)	26
Fluide à réchauffer (côté calandre)	CaCl ₂ à 20,5 %
Température d'entrée de la saumure (°F)	40
Température de sortie de la saumure (°F)	42,2
Débit de saumure (gal US/m)	23
Perte de pression max. de la saumure (psig)	3
Réfrigérant (côté tubes)	R-717
Température de condensation (°F)	80
Facteur d'encrassement, côté tubes	0,0005
Pression de conception du côté calandre (psig)	250

10.4.2.67 Filtre à air en polypropylène noir (#66)

Système de filtre à air en polypropylène de couleur noire qui recouvre l'aspiration du ventilateur du refroidisseur de fluide (#106).

Le système de filtre est composé de quatre (4) sections, soit pour le produit BAC deux (2) sections de 28 ¼" x 81 ½" et deux (2) sections de 38" x 81 ½". Pour le produit EVAPCO, l'entrepreneur doit prendre les mesures sur l'équipement.

Chaque section doit être fixée à son périmètre au moyen d'œilletons et de bande Velcro.

Produits acceptés : Permaron de CSBI ou équivalent approuvé.

10.4.2.68 Thermomètres (#58), (#108)

Choisir l'échelle graduée des thermomètres en fonction de la température à mesurer, de sorte que le point de mesure se situe au centre de la plage graduée.

Thermomètre industriel permettant un angle de lecture variable, utilisant un liquide qui se dilate, pour indiquer la température, échelle de 225 mm de longueur, conforme à la norme CAN/CGSB-14.4.

Produits acceptés : Trerice A005, Ashcroft, Weiss, Morrison, ou équivalent approuvé.

Placer les instruments de manière qu'on puisse en faire la lecture à partir du plancher ou de la plate-forme.

Toujours installer les thermomètres dans des puits thermométriques en inox 316 garnis intérieurement d'une pâte thermo-conductrice.

Installer les thermomètres aux endroits indiqués aux plans, soit à l'entrée et à la sortie des appareils, des échangeurs de chaleur, etc.

Utiliser des puits avec rallonges, lorsque les thermomètres sont installés sur des tuyauteries calorifugées.

10.4.2.69 Manomètres (#54), (#84), (#96)

Généralités :

Tous les manomètres sont installés avec robinet d'arrêt à billes pour les liquides.

Le cadran a 2,5" de diamètre et les plages d'opération choisies correspondent au double de la pression d'opération du système.

Pour les réseaux d'eau, d'eau glycol et de saumure, les manomètres sont du type rempli de liquide et les indications de pression sont en système de mesure IP et métrique, précision de 0,5 % au milieu de l'échelle.

Les manomètres localisés à l'aspiration des pompes ont une échelle de type « compound », soit de 30 po vacuum jusqu'à 15 psig ou plus, selon l'application.

Produits acceptés : remplis de liquide Trerice no. 700LFSS, Ashcroft série 9000, Weiss, Morrison, ou équivalent approuvé.

Placer les instruments sur un tuyau de 3/4" (19 mm) en PVC cédule 80 de diamètre de manière qu'on puisse en faire la lecture à partir du plancher ou de la plate-forme. Il y a une soupape d'isolement pour chaque manomètre.

Utiliser des rallonges de 3/4" (19 mm) de diamètre lorsque les manomètres sont installés sur des tuyauteries calorifugées.

Installer des manomètres aux endroits suivants :

Au refoulement et en amont des pompes. Au moyen d'un seul manomètre, trois robinets, pour lectures à l'aspiration et au refoulement de la pompe et aussi de chaque côté du tamis.

À l'entrée/sortie de chaque échangeur de chaleur, au moyen d'un seul manomètre, deux robinets.

À tous les autres endroits indiqués.

10.4.2.70 Filtre à tamis de type Y, (#64), (#71), (#97)

1. Généralités :

Le tamis en forme de « Y » doit être installé à l'endroit montré sur les plans et conçu pour offrir un faible différentiel de pression à l'écoulement.

Le bâti du tamis doit être construit en fonte, muni de raccords de type bride classe 125 lb, conformes à la norme ASTM A126-B. Tamis équipé de deux ports de lecture de pression différentielle 1/4" (6 mm) et d'un drain de fond.

Le panier doit être construit en acier inox 304 et être amovible par une porte d'accès latérale, scellée au moyen d'une garniture torique en EPDM.

La perforation du tamis doit généralement être 1/8" (3,2 mm). Pour le réseau de saumure, une perforation de 0,0469" (1,2 mm) est requise, installée au refoulement de la pompe et à l'entrée de l'évaporateur à plaques.

Le bâti du tamis doit être compatible avec le fluide utilisé, et il doit pouvoir résister à une pression de 125 psig DWP à 350 °F.

Le champ d'application est pour la saumure, l'eau et le glycol.

La spécification du tamis doit être conforme aux caractéristiques dans le tableau-10.4.13.

Le produit acceptable pour les dimensions Ø 2" est de marque Ermel, Sarco, Watts, ou équivalent approuvé.

Le produit acceptable pour tamis à faible différentiel de pression et dont les dimensions sont Ø 2½" à Ø 12" est de marque Metraflex, modèle LPD-Y, ou équivalent approuvé.

Tableau 10.4.16 – Tamis à faible différentiel de pression (#64), (#71), (#97)

Dim. du bâti po (mm)	Cv	Drain de fond po (mm)	Perforation du panier po Application liquide
2½" (65)	150	3/4" (19)	0,045
3" (80)	227	1" (25)	0,045
4" (100)	457	1" (25)	0,125
6" (150)	976	1½" (40)	0,125
8" (200)	1607	1½" (40)	0,125
10" (250)	2574	2" (50)	0,125
12" (300)	3200	2" (50)	0,125

10.4.2.71 Filtre à poche (#60)

Corps en inox 316, garnitures compatibles avec le fluide utilisé (CaCl₂), avec raccords 2" FPT.

Panier en acier inoxydable 316, perforation 3,6 mm (9/64").

Pression d'opération 1035 kPa (150 psig), 25 gal US/m, bâti : #L88-30-2-F-C-6-15-U.

Fourni avec une boîte de cinquante (50) poches filtrantes #KE-10-K-2-S DH.

Produits acceptés : Filter Sciences (Rosedale) #NLCO8-30-2P-*-150-S-PB-B, SHELCO #BFS-2SB-2F-316-2-B, ou équivalent approuvé.

10.4.2.72 Purgeur d'air (#113) EG

Tous les points hauts du réseau d'eau glycol doivent être munis d'un purgeur d'air manuel, conformément au détail normalisé (2/R-03-A) ou (2/R-02-B).

Dans la direction de l'écoulement du fluide, un robinet de purge d'air est requis, sur le dessus d'un tuyau, pour purger l'air à chaque fois que le caloporteur doit descendre.

Dans le cas où des purgeurs automatiques sont autorisés par le directeur, ces purgeurs doivent être compatibles avec le fluide utilisé et être installés avec un robinet d'arrêt à bille.

Raccorder tous les purgeurs d'air automatiques aux réservoirs (#112) mentionnés sur les plans ou à un sceau à l'aide d'une tuyauterie flexible et transparente.

Produits acceptés : Armstrong, modèle 21 AR, WATT, modèle FV-4m1, ou équivalent approuvé.

10.4.2.73 Soupape trois voies modulante motorisée (#105)

Soupape trois voies de type papillon de 2½", VF série M9000, avec actuateur électrique, sans interrupteurs de fin de course, sans ressort de rappel, de style «E», configuration divergente, dans un corps en fonte, obturateur en aluminium bronze, sur une tige en acier inoxydable 416, siège en EPDM.

Le Cv = 163 à 70° d'angle, soupape capable de résister à 175 psig de pression au moment de la fermeture.

Entrée de contrôle : 0 à 10 Vdc (contrôle proportionnel).

Entrée d'électricité : 24Vac

Produits acceptés : JCL VFE025HB916GGA ou équivalent approuvé.

Fournie et raccordée par Contrôle, installée par Réfrigération.

10.4.2.74 Soupape thermostatique de régulation de débit (#114)

Soupape trois voies modulante, appliquée dans une configuration de type mélange.

Le port A = est le commun et aussi le point où est placée la sonde de température; le port B = l'entrée du fluide chaud; tandis que le port C = l'entrée du fluide froid.

Dimension des raccords = 1¼", brides.

Cv = 20,5.

Modèle CCM = valve à grand débit.

Bâti C = en fonte.

Port T = NPT à USAS B2.1.

PC température = 75 °F.

Garniture 01 = pour le modèle CCM, correspond à l'élément 1125x, construction standard, garniture Buna N/Nitrile.

Produits acceptés : Amot modèle 1¼" CCM C T 75 01, Hansen, ou équivalent approuvé.

10.4.2.75 Joint flexible tresse (#94) sur tuyauterie en acier

Les raccords flexibles tressés sont entièrement construits en acier inoxydable, leurs connexions sont de type à brides.

La dimension du raccord doit correspondre à celle du tuyau sur lequel il est installé.

Produit accepté : Flexi-Tube, Hebdrannique, ou équivalent approuvé.

10.4.2.76 Raccord anti-vibration (#76) sur bassin d'eau (#82)

Le raccord anti-vibration à simple sphère est fabriqué en EPDM renforcé de fil de nylon.

Flexible, il absorbe le stress induit par le petit désalignement dans la tuyauterie, à la succion de la pompe (#81) qui aspire l'eau du bassin (#82).

Le type de service est de l'eau saturée d'oxygène circulant dans le refroidisseur de fluide.

La dimension du raccord doit correspondre à celle du tuyau sur lequel il est installé.

Produits acceptés : CJR-10-E-096 Connectall, ou équivalent approuvé.

10.4.2.77 Unité de pressurisation d'eau glycolée (#112)

Système de pressurisation automatique requis pour le réseau de glycol servant à évacuer la chaleur du système frigorifique.

Ledit système sert à compenser automatiquement les fuites possibles de glycol dans le réseau.

L'unité est pré-assemblée sur support et base d'acier.

Alimentation 115Vac, incluant le cordon d'alimentation et la fiche mâle avec la mise à la terre.

Produit accepté : Klenzoid, modèle MX2045-S, Magnor, modèle PG-045-B, ou équivalent approuvé.

L'unité comprend :

Réservoir en polyéthylène de 200 litres (45 Gal Imp) avec couvercle

Pompe de 7,6 l/min (2,0 gal US/m), 1/3 hp, monophasée

Interrupteur de pression ajustable

Interrupteur de bas niveau

Vannes d'isolation

Indicateur de pression

Soupape de sûreté

Armoire de commande incluant le sélecteur de trois positions (arrêt-auto-manuel)

10.4.2.78 Calorifuge de type élastomère souple

Calorifuge souple, de type élastomère, unicellulaire, en feuille ou tubulaire. Appliquer le calorifuge sur la tuyauterie de saumure, dans les deux caniveaux, tuyaux de PVC 100, 150 mm et de PE 25 mm Ø, jusqu'au local technique et dans le local technique, jusqu'à l'évaporateur.

Recouvrement de surface du calorifuge, par une peinture de couleur blanche, conçue pour l'élastomère et du même manufacturier que le calorifuge.

Chemise d'aluminium à l'extérieur.

Chemise en PVC de couleur blanche dans le local technique.

Les matériaux utilisés doivent avoir un indice de propagation de la flamme d'au plus 25 et un indice de pouvoir fumigène d'au plus 50, conformément à la norme CAN4-S102.

Les matériaux doivent avoir été éprouvés selon la norme ASTM C411.

Recouvrement pré-moulé en PVC pour les raccords et la tuyauterie.

Installation conforme à la section « Conception et Performance », intitulée (CALORIFUGE DE TUYAUTERIE DE RÉFRIGÉRATION).

10.4.2.79 Calorifuge de type polyisocyanurate

Blocs pré-moulés, de forme demi-cylindrique, dont les deux couches s'emboîtent l'une par-dessus l'autre, composés de mousse de polyisocyanurate et recouverts d'un pare-vapeur collé à même l'isolant.

Les espaces vides à l'intérieur de l'assemblage des blocs pré-moulés doivent être comblés par injection sous pression de polyisocyanurate.

Densité de l'isolant 2,0 lb/pi³.

Température de service de – 190 °C à 150 °C.

Résistance thermique à 75 °C après 180 jours de vieillissement : R = 5,3 par pouce d'épaisseur.

L'isolant est de marque Dow Chemical, série Trymer 2000, ou équivalent approuvé.

Le pare-vapeur est un papier d'aluminium de type Kraft-FSK, ou équivalent approuvé.

10.4.2.80 Chemisage

Chemise en PVC :

- Chemise en PVC blanc d'une épaisseur de 0,5 mm avec joint longitudinal ayant un chevauchement minimal de 50 mm.

- Utilisée pour la tuyauterie, les raccords, les soupapes, les joints de dilatation, condenseur à plaques et autres.
- Conçue pour application par-dessus le calorifuge, recouvrant la tuyauterie.
- Préformée pour le recouvrement des coudes, soupapes et autres sections irrégulières.

Chemise en aluminium :

- Chemise d'alliage d'aluminium ondulé ou gaufré d'une épaisseur de 0,4 mm avec joint longitudinal ayant un chevauchement minimal de 50 mm.
- Chemise utilisée pour les plaques de l'évaporateur.

10.4.3 Conception et performance

10.4.3.1 Généralités

Les travaux faisant l'objet du présent contrat comprennent la fourniture des matériaux, de la main-d'œuvre, des permis et certificats d'acceptation, de l'outillage, des équipements neufs, des échafaudages, des travaux de réfrigération et de tuyauterie diverse, pour les systèmes de saumure, d'eau et d'eau glycol, d'un système frigorifique normalisé pour aréna et de toutes autres composantes requises pour compléter l'œuvre, à la satisfaction du directeur, le tout tel que prescrit aux plans normalisés et au cahier des charges.

L'entrepreneur doit se conformer aux exigences, recommandations et spécifications écrites du fabricant des divers matériaux, y compris à tout bulletin et fiche technique comprenant des indications et instructions relatives à la manutention, à l'entreposage et à l'installation des matériaux.

L'entrepreneur ne commence ces travaux de fabrication ou d'assemblage qu'après la vérification et l'approbation des dessins d'atelier et des diagrammes de régulation par le directeur.

10.4.3.2 Portée des travaux en réfrigération, options « A » et « B »

1. Options « A » et « B »

L'entrepreneur doit choisir de réaliser une des deux options suivantes, soit l'option « A » correspondant à la série de plans normalisés « A » ou l'option « B », correspondant à la série de plans normalisés « B ».

Il est inacceptable de mélanger une partie de l'option « A » avec une partie de l'option « B ».

Le refroidisseur et le condenseur de l'option « A » doivent être produits par le même équipementier.

Le refroidisseur et le condenseur de l'option « B » doivent être produits par le même équipementier.

Option A, fournir et installer :

- Un système de refroidisseur de saumure (vaporisateur) de type noyé ainsi que les accessoires afférents.
- Le refroidisseur doit être à plaques avec séparateur de liquide en «U» à sa partie supérieure.
- Un système de condenseur à plaques de type cassette soudée ainsi que les accessoires afférents.

Option B, fournir et installer :

- Un système de refroidisseur de saumure (vaporisateur) de type noyé ainsi que les accessoires afférents.
- Le refroidisseur doit être de type à plaques et coquille.
- Un système de condenseur de type à plaques et coquille ainsi que les accessoires afférents.

2. De façon non limitative, les travaux comprennent la fourniture et l'installation :

Des travaux de réfrigération en conformité avec les plans normalisés dont la liste apparaît précédemment, sous le titre « Tableau 10.4.2 – Liste des plans normalisés afférents à cette partie ».

Trois (3) unités compresseur préfabriquées et pré-filées en atelier ainsi que les accessoires s'y rattachant.

Un désurchauffeur de récupération de chaleur à doubles parois ainsi que les accessoires afférents.

Tous les vaisseaux sous pression, notamment le pot d'huile et le réservoir de service, etc., conformes aux plans normalisés (R-05-A) ou (R-05-B).

Le système de récupération et de transfert d'huile de compresseur qui s'accumule dans le pot d'huile (#129), incluant le réservoir d'huile (#122), le panneau de contrôle (#135), toute la tuyauterie et les vannes s'y rattachant. Système construit selon la norme ASME et en conformité avec le plan normalisé. Emplir le réservoir d'huile à mi-hauteur (#122).

Toute la tuyauterie de réfrigération ainsi que tous les supports requis pour la tuyauterie et les équipements indiqués sur les plans.

Toutes les soupapes de sûreté et la tuyauterie d'évent afférente. La tuyauterie d'évent de 100 mm doit courir au niveau du plancher de la mezzanine et, avant de plonger dans le bassin de neutralisation, remonter jusqu'au niveau des poutrelles de toiture.

Un bassin en polyéthylène pour la neutralisation de l'ammoniac, incluant la tuyauterie de sûreté, de vidange et d'évent.

Tous les accessoires requis et indiqués sur les plans, notamment les soupapes solénoïdes, flottes de drainage de liquide, clapets de retenue, flottes de haut niveau, soupapes d'arrêt et autres.

Dans les coffrages, déposer des manchons pour le passage de la tuyauterie.

Le système de calorifuge requis et son chemisage lorsque requis pour la tuyauterie de réfrigération, les vaisseaux sous pression, les soupapes, le vaporisateur à plaques ou le vaporisateur plaques/coquille, le condenseur à plaques ou le condenseur plaques/coquille, la tuyauterie de saumure et autres.

La charge de réfrigérant et d'huile de lubrification requise pour l'opération du système frigorifique ainsi que pour le système de récupération d'huile.

Divers travaux tels que les changements d'huile, le remplacement des filtres sécheurs ou d'huile requis selon les recommandations du fabricant des équipements pendant la période de garantie.

Le bac de condensation sous le vaporisateur à plaques (#33) [Option « A »] ou (#34) [Option « B »], le condenseur à plaques (#200) [Option « A »] ou (#207) et (#136) [Option « B »] et le pot d'huile (#129) [Option « A » et « B »] ainsi qu'aux autres endroits indiqués aux plans.

Un échangeur de chaleur pour le chauffage du sol (#31), incluant la tuyauterie et les accessoires afférents (ammoniac et saumure) illustrés au détail normalisé (5/R-02A) ou (5/R-02B), dans le cas où un système de chauffage du sol est prescrit dans le PFT.

3. Inspection et essai

Mettre l'intérieur des vaisseaux sous pression pour détecter s'il y a présence d'eau (résidu du test hydrostatique exécuté en atelier après fabrication) et l'éliminer complètement avant l'assemblage du système frigorifique.

Vérifier les soudures au moyen d'un procédé à rayon X que l'entrepreneur applique sur la tuyauterie de réfrigération (R-717), conformément à la procédure prescrite dans l'article « INSPECTION ET ESSAIS ».

4. Divers

Peindre la tuyauterie du système de réfrigération qui est en acier noir et qui n'est pas calorifugée, notamment celle de sûreté selon les prescriptions du devis.

Ne pas peindre la tuyauterie en acier inoxydable.

Ne jamais enterrer dans le sol, ni couler dans un massif de béton, un tuyau ou une partie de tuyauterie en acier inoxydable car, privé de contact avec l'oxygène de l'air, ce qui rend impossible la formation et la régénération de la couche protectrice d'oxyde de chrome à sa surface, cet élément va se corroder par le procédé de réduction.

Calfeutrer et sceller les percements et ouvertures dans l'enveloppe du local technique, notamment tous les percements et pénétrations effectués, avec des matériaux homologués et approuvés ULC, qui permettent d'assurer et de conserver l'étanchéité dudit local et de contenir les vapeurs de réfrigérant pouvant s'échapper des équipements de réfrigération, tout en assurant une résistance au feu d'une heure par rapport aux espaces environnants.

Évacuer l'air qui est contenu dans le système frigorifique pour obtenir une pression absolue égale ou inférieure à 2 mm Hg (tel que mesuré par un manomètre au mercure). Briser ce vide avec de l'azote gazeux et refaire le vide jusqu'à 2 mm Hg. Faire vérifier la pression au début de l'essai par le directeur. Maintenir ce vide pour une période d'essai de 12 heures et faire vérifier la pression à la fin de l'essai par le directeur. Si la pression s'est maintenue sous 4 mm Hg, à la satisfaction du directeur et du représentant du manufacturier, le directeur peut autoriser l'entrepreneur à charger l'huile et le réfrigérant dans le système frigorifique et dans le système de récupération d'huile.

Minimiser la charge de réfrigérant, ne pas surcharger de réfrigérant le système frigorifique. Après la période de mise en service du système frigorifique pendant laquelle la charge optimale de réfrigérant est calibrée et l'élévation atteinte par le réfrigérant liquide, démontrée, il ne doit plus rester de réfrigérant liquide dans le réservoir de service (#47), seulement des vapeurs. Le réservoir d'équilibre NH_3 (#130) agit comme une police d'assurance pour prévenir le reflux du réfrigérant liquide jusqu'à la flotte de haut niveau (#30). Ce réservoir doit contenir exclusivement des vapeurs de réfrigérant lorsque le pot d'huile est plein de réfrigérant. Avec le temps qui passe, l'huile de lubrification des compresseurs migre dans le système frigorifique et s'accumule dans le pot d'huile, déplaçant le réfrigérant liquide vers le haut dans l'évaporateur. Graduellement entre en action le réservoir d'équilibre qui absorbe le reflux de réfrigérant liquide déplacé par l'huile qui s'accumule dans le pot (#129).

Au démarrage initial, l'élévation de la colonne de réfrigérant liquide doit être située à mi-hauteur du refroidisseur de saumure (#33) et ne pas excéder les $\frac{3}{4}$ de sa hauteur. La charge de réfrigérant liquide doit occuper tout le volume du pot d'huile (#129), une partie du volume de la pâte de liquide, du refroidisseur de saumure (#33) et de la colonne (#131), tandis que le réservoir de service (#47) ne doit contenir que des vapeurs de réfrigérant. L'entrepreneur doit démontrer au directeur, balance à l'appui, la masse de réfrigérant qu'il a introduite dans le système frigorifique.

Exécuter la mise en marche complète des équipements neufs et de ceux fournis par le propriétaire, compléter les listes de contrôle, parties du cahier des charges. Réaliser la mise en service des systèmes et fournir un rapport de MES donnant l'ampérage des moteurs, les pressions d'opération et d'ajustement, les niveaux de réfrigérant et les températures atteintes aux endroits desservis par les systèmes.

Garantir les travaux de réfrigération et le matériel fourni pour une période d'un an à compter de la date de la réception provisoire. Date qui devrait coïncider avec la fin de la MES et l'atteinte des températures dans la dalle réfrigérée.

Assurer le suivi de la chimie de la saumure pour six (6) mois suivant la réception provisoire, spécifiquement prélever un échantillon aux mois 1, 3 et 5, faire analyser l'échantillon en conformité avec la norme de saumure (partie 10.2 du CEP) et remettre au directeur le rapport d'analyse dans les meilleurs délais.

Vider la saumure existante et l'entreposer dans des barils, prélever un échantillon, faire réaliser une analyse en conformité avec la norme de saumure et remettre au directeur le rapport d'analyse.

Conserver et utiliser de nouveau la saumure qui provient du système frigorifique précédent. La traiter et filtrer pour la rendre conforme à la norme, ajuster le pH, ajouter l'inhibiteur de corrosion et suivre les recommandations du chimiste.

10.4.3.3 Portée des travaux en tuyauterie et équipements (autres que réfrigération)

De façon non limitative, les travaux comprennent la fourniture et l'installation :

D'un refroidisseur de fluide et ses accessoires.

Du système d'eau du refroidisseur de fluide et ses accessoires.

Du système principal de saumure et ses accessoires connexes.

Du système d'eau glycol utilisé pour la condensation d'ammoniac ainsi que pour le réseau secondaire de refroidissement de l'huile, des têtes et bâtis des compresseurs.

Un clapet doit équiper le tuyau à la sortie du réseau secondaire EG de chaque compresseur.

Tous les supports de la tuyauterie et des équipements indiqués sur les plans.

La pompe de saumure (#52), la pompe d'eau du refroidisseur de fluide (#81), la pompe d'eau glycol pour le refroidissement des têtes et de l'huile (#90), la pompe d'eau glycol du condenseur à plaques (#104), la pompe à saumure du système de chauffage du sol (#68) (si prescrit au PFT), le circulateur d'eau du refroidisseur de fluide (#116), le circulateur d'eau du système de filtration du refroidisseur de fluide (#117), le système de filtre (#118) et leurs accessoires.

La charge de saumure (20,5 % de CaCl_2 en poids) avec inhibiteur de corrosion, requise pour faire le remplissage des réseaux de saumure, froide (pour la dalle réfrigérée) et chaude (chauffage du sol).

Le système de réservoir de dilatation en polyéthylène pour la saumure (#61), un pour le système de saumure froide (#61.1), et un pour le système de saumure chaude (#61.2).

Le système de cuve de mélange en polyéthylène pour la saumure (#62), un pour le système de saumure froide (#62.1) et un pour le système de saumure chaude (#62.2).

L'échangeur de chaleur, requis pour le chauffage du sol (#31).

Le système de calorifuge, requis pour toute la tuyauterie de saumure froide et chaude (chauffage du sol), tel qu'indiqué aux plans.

La tuyauterie, les équipements, les accessoires (pompe, réservoir d'expansion, etc.), afférents aux systèmes de saumure, de la dalle froide, le tout tel que décrit et illustré dans la partie 10.1 du CEP et tel qu'indiqué aux plans.

La tuyauterie, les équipements, les accessoires (pompe, réservoir d'expansion, etc.) afférents aux systèmes de saumure, de chauffage du sol, le tout tel que décrit et illustré dans la partie 10.1 du CEP et tel qu'indiqué aux plans, dans le cas où un tel système est prescrit dans le PFT.

Nettoyer et mettre en service le réseau de tuyauterie qui contient le glycol, conformément au chapitre 6 du CEP.

La charge d'eau glycol (50 % EG en poids avec inhibiteur de corrosion). Faire le remplissage de la partie dudit réseau correspondant au système de rejet de chaleur du système frigorifique. Réaliser un test de concentration (% en poids, sur un échantillon d'EG) et ajuster la pression de référence de l'unité de pressurisation (#112) d'EG à 10 psig (max), avant l'ouverture des valves séparant le réseau d'EG (rejet de chaleur du système frigorifique) du réseau d'EG de récupération de chaleur.

Le système de traitement chimique et ses accessoires, incluant un cordon 120Vac, pour le réseau d'eau du refroidisseur de fluide, et les produits chimiques requis pour une mise en service. Soit trois plus un ($3 + 1 = 4$) contenants de 20 l de produit.

Un réservoir d'expansion (#111) et une unité de pressurisation (#112), incluant un cordon 120Vac pour l'eau glycol.

Un bassin en polyéthylène (#82) pour l'eau du refroidisseur de fluide.

Les soupapes d'isolement requises et les accessoires de tuyauterie.

Les manchons en acier ou en PVC, le calfeutrage et les matériaux pour sceller les pénétrations de l'enveloppe.

Calfeutrer et sceller les percements et ouvertures dans l'enveloppe du local technique, notamment tous les percements et pénétrations effectués, avec des matériaux homologués et approuvés ULC, qui permettent d'assurer et de conserver l'étanchéité dudit local, de contenir les vapeurs de réfrigérant pouvant s'échapper des équipements de réfrigération, tout en assurant une résistance au feu d'une heure par rapport aux espaces environnants.

Le garde amovible (#65) sur le bout moteur de chaque unité compresseur.

10.4.3.4 Portée des travaux non inclus sous 1A présente, mais inclus sous d'autres PARTIES, chapitre 10 du CEP

Fournir et installer

Tous les percements aux murs ou au toit, étanchements de la membrane ou autres.

Les bases de béton (propreté) soutenant tous les appareils, équipements et réservoirs en conformité avec les plans de structure.

La structure d'appui du refroidisseur de fluide, de la passerelle aux deux bouts du refroidisseur de fluide, incluant les échelles et les garde-corps, du bassin d'eau du refroidisseur de fluide, de la passerelle ou mezzanine dans la salle des machines.

La douche d'urgence, le lave-yeux, le système de mitigeur, les accessoires de plomberie.

L'alimentation d'eau du bassin du refroidisseur de fluide, du réservoir de neutralisation, du système de filtration de l'eau, du bassin de mélange de saumure, les travaux de plomberie/drainage conformément aux plans normalisés P-01 et P-02.

Le système de préchauffage de l'eau domestique, la tuyauterie d'eau, la pompe, le réservoir du système (2000 gal US).

L'alimentation de puissance 600/3/60 de tous les équipements et l'alimentation 120Vac à l'exception du pré-filage des panneaux des unités compresseurs.

Les sectionneurs 600/3/60 et 120/1/60 à proximité des équipements dans la salle des machines.

Le raccordement de puissance (600/3/60, 120Vac à l'intérieur de tous les panneaux de puissance/contrôle.

La filerie et les conduits pour tous les contrôles et les sondes.

Le système de contrôle numérique programmable (cnp) et sa programmation, en conformité avec les plans normalisés T-01, T-02, T-03, T-04, T-05, T-06, T-07.

Le plan de glace.

10.4.3.5 Refroidisseur de fluide (#106)

L'entrepreneur doit coordonner :

Avec la structure, la fabrication de la base structurale en acier, qui doit soutenir ledit refroidisseur lorsqu'il sera installé sur la toiture.

Le positionnement et l'espacement des deux poutres maîtresses ainsi que le pré-positionnement des huit (8) trous de boulons dans la semelle des poutres, en conformité avec le dessin d'atelier dudit manufacturier (voir 10.4.2.65, ligne .5).

La soudure du refroidisseur sur sa base.

Le dégagement, suffisant pour l'entretien et pour le mouvement d'air autour du refroidisseur de fluide. Le dégagement aux deux bouts de l'unité doit être de 6', le dégagement à l'arrière de l'unité, de 3,5', tandis que le dégagement pour l'admission d'air doit être de 7'.

Le dégagement et le panneau amovible, requis pour sortir l'axe du ventilateur, un panneau de 3,5' x 3,5' logé dans le mur coupe-son.

L'empreinte au sol du bâti du refroidisseur, incluant l'atténuateur de son à la succion est de 11'-5³/₈" (largeur) et de 17'-8¹/₂" (longueur).

L'orientation et la position des raccords de tuyaux pour l'eau et le glycol sont en fonction de l'admission d'air.

10.4.3.6 Références (calorifuge)

ASTM A167-99 (2009), Specification for Stainless and Heat-Resisting Chromium-Nickel Steel Plate, Sheet and Strip.

ASTM C411-2011, Standard Test Method for Hot Surface Performance of High-Temperature Thermal Insulation.

CAN4-S102-M83, Méthode d'essai normalisée caractéristique de combustion superficielle des matériaux de construction et des assemblages.

NFPA 90A-2021, Standard for the Installation of Air Conditioning and Ventilating Systems. NFPA 90B-2018, Standard of Installation of Warm Air Heating and Air Conditioning Systems.

CGSB 51-GP-9M-76, Isolant thermique, gaines en fibres minérales, pour tuyauterie et conduits cylindriques.

CGSB 51-GP-11M76, Matelas isolant en fibres minérales, pour tuyauteries, gaines, machinerie et chaudières.

CAN/CGSB-51.12-M86, Ciment d'isolation thermique et à finition.

CAN/CGSB-51.40-M80, Isolant thermique, flexible, élastomère, unicellulaire, en feuille et tubulaire.

CGSB 51-GP-52MA1989, Enveloppe imperméable à la vapeur et matériau de revêtement pour l'isolant thermique des tuyaux, des conduits et du matériel.

CGSB 51-GP-53M-77, Gainex de poly (chlorure de vinyle) en feuille, pour tuyauteries, tubes et conduits cylindriques isolés.

CSA HA Series-M80 (2013), CSA Standards for Aluminum and Aluminum Alloys.

ASTM C335-05, Sea1 Test Method for Steady-State Heat Transfer Properties of Pipe Insulations.

ASTM C411-11 Standard Test Method for Hot Surface Performance of High-Temperature Thermal Insulation.

Le chapitre 6 du CEP.

10.4.3.7 Définition (calorifuge)

Aux termes de la partie 10.4 du CEP, les définitions suivantes s'appliquent :

« Matériau » signifie toute composante utilisée pour le calorifugeage, incluant, outre le calorifuge ou isolant proprement dit, les colles, rubans, recouvrement, pare-vapeur, chemisage, scellement, attaches, enduits et tout produit nécessaire à compléter les travaux.

« Réseau » signifie tuyauterie, y compris les accessoires, garnitures, etc. tels que soupapes, coudes, pompes, tés, etc., qui sont incorporés.

10.4.3.8 Étendue des travaux (calorifuge)

L'entrepreneur en calorifuge doit s'assurer auprès de l'entrepreneur en réfrigération de la nature des tuyauteries et équipements à calorifuger.

Tous les calorifuges doivent recevoir un fini ou recouvrement, sauf si indiqué autrement sur les plans normalisés de réfrigération.

10.4.3.9 Usage et localisation (calorifuge)

Se référer au code de calorifuge indiqué sur les diagrammes d'écoulement afin de connaître le nombre de rangs, l'épaisseur et le fini à appliquer.

Le refroidisseur de saumure à plaques n'est pas livré calorifugé et doit l'être par le sous-traitant en calorifuge. Calorifuger les plaques d'une épaisseur de ¾ po de calorifuge de type élastomère souple, recouvert d'une chemise d'aluminium amovible.

Le condenseur à plaques n'est pas livré calorifugé et doit l'être par le sous-traitant en calorifuge. Calorifuger les plaques d'une épaisseur de 1 po de calorifuge de type isocyanurate, recouvert d'une chemise de PVC.

10.4.3.10 Installation du calorifuge (généralités)

Installer le matériau calorifuge seulement lorsque les essais obligatoires sont terminés et les résultats approuvés par le directeur.

S'assurer que la surface du calorifuge et des éléments à calorifuger est propre et sèche pendant la pose du calorifuge et durant l'application d'un enduit de finition.

Installer le calorifuge et les accessoires, et appliquer les enduits de finition selon les recommandations du fabricant et les présentes prescriptions.

Dans le cas de la tuyauterie recouverte d'un calorifuge et d'un pare-vapeur, installer un calorifuge haute densité, aux endroits où l'on a prévu des boucliers de protection pour tuyauteries calorifugées.

Le pare-vapeur ne doit pas être percé pour laisser passer les éléments des supports, ni être interrompu à l'endroit des manchons, des raccords et des supports.

Installer le matériau calorifuge de façon à réaliser une surface lisse et uniforme.

Pour le matériau calorifuge, appliquer les enduits et les produits de finition selon les recommandations et précautions des fabricants de calorifuge, adhésifs et enduits.

Tous les supports de tuyauterie doivent être installés complètement en dehors du calorifuge.

Une selle d'acier d'une longueur appropriée est installée pour répartir le poids.

Installer les calorifuges conformément aux normes ANSI/NFPA 90A et ANSI/NFPA 90B.

10.4.3.11 Calorifuge de type élastomère souple

Localisation :

Le maître-tuyau de saumure, localisé dans le local technique, dans le caniveau.

Le corps de la pompe de saumure.

Les plaques du vaporisateur [Option « A »].

Tout autre endroit indiqué sur les plans.

Installation :

Utiliser le calorifuge en coquilles pour la tuyauterie à calorifuger.

Coller le joint longitudinal au moyen d'une colle ou solvant recommandé par le manufacturier du calorifuge.

L'usage du ruban adhésif comme agent collant n'est pas permis.

10.4.3.12 Calorifuge de type isocyanurate multi-épaisseurs

Localisation :

Tuyauterie de succion du réfrigérant.

Le vaporisateur à plaques et coquille [Option « B »].

Tuyauterie de liquide à partir de la sortie des flottes de drainage jusqu'à l'entrée du séparateur de liquide.

Le séparateur de liquide de l'évaporateur.

Le condenseur à plaques [Option « A »].

Le condenseur à plaques et coquille [Option « B »].

Maîtres-tuyaux de saumure en acier localisés dans le local technique, soit la section située entre le vaporisateur à plaques et la bride acier/PVC.

Tout autre endroit indiqué sur les plans.

Installation :

Décaler les joints d'aboutement de chaque épaisseur de calorifuge.

Coller le premier rang avec du ruban adhésif selon les recommandations du manufacturier.

Coller le joint longitudinal du second rang au moyen d'une colle ou d'un solvant recommandé par le manufacturier de l'isolant.

L'usage du ruban adhésif comme agent collant n'est pas permis pour le second rang.

Le fini de PVC est collé au moyen d'une colle approuvée par le manufacturier.

L'usage du ruban adhésif, de rivets ou autres éléments n'est pas accepté.

Le fini d'aluminium est attaché au moyen d'attaches mécaniques en aluminium.

Les sections irrégulières de la tuyauterie doivent être calorifugées en y injectant de la mousse polyisocyanurate dans les cavités qui ont été créées entre la tuyauterie et les différents rangs de calorifuge.

Assujettir chaque tronçon de calorifuge au moyen de rubans d'extrémité et de rubans intermédiaires placés à intervalle d'au plus 900 mm.

10.4.3.13 Support pour tuyauterie

Références

ASME B31.1-2024, (SI) Power Piping.

ANSI/MSS-SP-58-2018, Pipe Hangers and Supports – Materials, Design and Manufacture.

Généralités

Les suspensions et les supports doivent être fabriqués conformément aux normes ANSI B31.1 et MSS-SP58.

Un bouclier de protection est requis et doit être installé entre le support et la tuyauterie. Le bouclier de protection doit être en acier inoxydable pour les supports du même type et en acier galvanisé pour les autres types de support.

Élément d'ancrage

Ouvrages en béton : au moyen de vis à béton, ou de pièce à insertion plus une vis mécanique.

Poutrelles en acier :

Pinces de fixation en fonte malléable, galvanisée avec deux écrous de blocage, ou attache en forme de « C ».

Produit acceptable : Fig. 92 ou équivalent approuvé.

Supports de tuyauterie

Tuyauterie en PVC, en acier et en acier inoxydable

Tuyauterie de saumure, d'eau du refroidisseur de fluide, d'eau glycol et de traitement chimique.

Support de tuyauterie à chape réglable pour tuyauterie isolée avec gaine de protection à nervure et tige filetée à accrocher aux poutrelles du plafond.

Produits acceptés : Support : Fig. 300; Bouclier : Fig. 168; Tige : Fig. 146.

Tuyauterie localisée à l'extérieur.

Support en acier galvanisé à chaud installé sur des dormants de bois traités sous pression.

Les supports en acier galvanisé-soudé, retouchés avec une peinture riche en zinc, ne sont pas acceptés.

Tuyauterie de réfrigération

Tuyauterie de réfrigération (liquide, succion, gaz chaud et évent).

Support de tuyauterie à chape réglable pour tuyauterie isolée avec tige filetée à fixer aux poutrelles du local technique.

Produits acceptés : Support : Fig. 260; Tige : Fig. 146.

Supports des appareils

Fournir et installer tous les supports métalliques nécessaires pour l'échangeur, les pompes, les appareils et les accessoires mentionnés dans les plans et devis de la présente partie.

Ces supports sont faits de profilés métalliques soudés et construits selon les règles de l'art, ainsi que selon les normes des codes provinciaux concernant ces travaux. Ce travail doit être exécuté par de la main-d'œuvre qualifiée.

La charge des appareils est transmise par des fers angles ou autres à des sections métalliques horizontales et, de là, à des colonnes d'acier munies de plaques d'ancrage, ou selon ce qui est montré aux plans.

Les unités compresseur sont boulonnées sans aucun ressort sur des bases ancrées à la dalle de propreté.

Les supports des pompes sont en acier galvanisé et sont construits tels qu'illustrés au plan.

Le condenseur à plaques et le désurchauffeur sont appuyés sur base structurale en acier HSS et boulonnés sur le plancher de la mezzanine.

Système de Cantruss ou Unistrut, ou équivalent approuvé, pour supporter les équipements et leurs composantes.

Espacement entre les supports

L'espacement entre les supports/suspensions ainsi que le diamètre des tiges de suspension doivent être conformes aux plus strictes des exigences précisées ci-dessous.

Un support à au moins tous les 2,5 m (8 pi).

Un support à moins de 300 mm (1 pi) de chaque coude horizontal.

Un support à moins de 300 mm (1 pi) de chaque joint flexible ou de dilatation.

Installation des supports

Installer les suspensions de telle manière que les tiges soient verticales lorsque le réseau est en service.

Régler la hauteur des tiges de suspension de manière que la charge soit uniformément répartie entre les supports/suspensions.

Après la mise en marche du système, l'entrepreneur doit observer tous les réseaux de tuyauterie et corriger toutes vibrations ou déflexions anormales par l'ajout de nouveaux supports ou ancrages appropriés.

Les supports de tuyauterie et d'équipement doivent résister à une contrainte sismique selon les normes applicables.

Chaque boulon doit être équipé de contre-écrou et de rondelle de serrage.

10.4.3.14 Identification

Références

CAN/CGSB 24.3-92, Identification des réseaux de canalisations.

CSST DC500-119-1-WEB1.PDF Guide de vérification pour la gestion des matières dangereuses (Identification).

Plaques d'identification des appareils

Couleurs : Lettrage noir sur fond blanc.

Fabrication :

Caractéristiques générales : 3 mm d'épaisseur, en plastique lamicoïde ou en aluminium anodisé blanc, fini mat, coins carrés, lettres alignées avec précision et gravées à la machine jusque dans l'âme.

Les plaques sont fixées au moyen de deux vis ou de rivets.

Dimensions : 50 mm x 100 mm.

Pour les équipements soumis au cadenassage, suivre les prescriptions du cahier d'exigences propriétaires pour le cadenassage de la Ville de Montréal.

Bandes de tuyauterie

Généralités

Les tuyauteries doivent porter des bandes de classification primaire et secondaire, la désignation en toutes lettres du fluide véhiculé et des flèches indiquant le sens d'écoulement.

Les identifications sur les bandes doivent être rédigées en français.

Dimensions

Les lettres doivent être des majuscules d'au moins 25 mm de hauteur et les flèches, d'une longueur minimale de 150 mm.

Matériaux

Le ruban utilisé pour désignation et bandes de couleur pour flèches doit être une toile plastifiée dont l'endos comporte un adhésif de contact hydrofuge, conçu pour résister à une humidité relative de 100 %, à une chaleur constante de 150 °C et à une chaleur intermittente de 200 °C.

Installer le ruban ou les bandes sur des surfaces préparées à cette fin.

Enrouler le ruban autour du tuyau en faisant chevaucher les extrémités sur une longueur équivalente au diamètre du tuyau.

Couleurs

Écriture et flèche noires, fond jaune pour la réfrigération. Bande de 18" x 2½", (457 mm x 63 mm), lettrage noir de 1¼" (31 mm).

Sur la tubulure et sur les surfaces calorifugées qui ont un diamètre de 2" (50 mm) et moins les bandes sont de 8½" x 1½" (216 mm x 38 mm), lettrage noir de ¾" (19 mm).

Sur les bandes de couleur JAUNE :

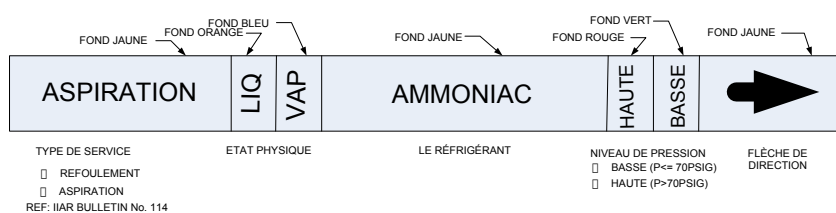
Le mot LIQ est inscrit sur un fond ORANGE.

Le mot VAP est inscrit sur un fond BLEU.

Le mot HAUTE est inscrit sur un fond ROUGE.

Le mot BASSE est inscrit sur un fond VERT.

Conforme à la figure 10.4.3, sur une bande de 24" x 2½" (609 mm x 63 mm).



FICHIER: IDENTIFICATION IIR SY FRIGORIFIQUE.VSD

Figure 10.4.3 – Illustration sur bande

Figures illustrant le type d'identification requise, pouvant être placée sur une bande de 18" x 2½", (457 mm x 63 mm).

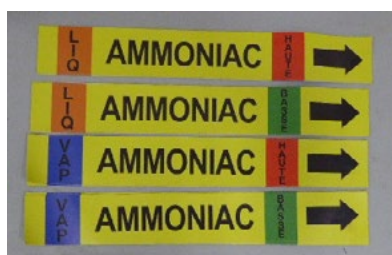


Figure 10.4.4 – Liq, Vap, Ammoniac, Haute, Basse.



Figure 10.4.5 – Réservoir de service

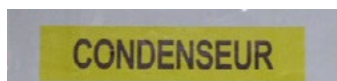


Figure 10.4.6 – Condenseur

Écriture et flèche noires, fond vert pour l'eau du refroidisseur de fluide, l'eau glycol et la saumure. Bande de 18" x 2½" (457 mm x 63 mm), lettrage noir de 1¼" (31 mm).

Figure illustrant le type d'identification requise.



Figure 10.4.7 – Saumure

Emplacement des bandes d'identification :

Dans la salle des machines, identifier sur la tubulure et sur les équipements.

Sur la toiture du local technique, à proximité du refroidisseur de fluide, identifier sur la tubulure et sur l'équipement, avec bande.

Les bandes doivent identifier clairement les appareils. Elles doivent être installées à des endroits bien en vue et facilement lisibles à partir du plancher.

Sur les surfaces chaudes ou calorifugées, prévoir des cales d'espacement sous les plaques d'identification.

Ne pas appliquer de peinture ou d'isolant sur les plaques d'identification.

Toutes les composantes qui apparaissent dans la liste des accessoires (Plan R-01A ou R-01B) doivent être identifiées par le numéro de composant, gravé sur une médaille en bronze fixée au composant au moyen d'une attache qui ne rouille pas et ne se dégrade pas sous l'effet de la radiation solaire.

L'attache est fabriquée soit en nylon ou en câble d'inox pour les endroits ou les composants dégagent beaucoup de chaleur.

Médaille en bronze, 1½" (38 mm) Ø, 20 Ga, lettrage de ½" (12 mm).

Les équipements dont la liste suit doivent être identifiés au moyen de bandes, comme indiqué dans le tableau 10.4.17 qui suit.

La fourniture et l'installation des médailles doivent être partagées entre la réfrigération et les contrôles. Le tableau des composantes sur les plans normalisés R-01A, R-01B et T-01 assure le partage des composantes entre les deux fascicules.

Emplacement des repères :

Installer un repère d'identification de la tuyauterie aux endroits suivants :

Sur les longues tuyauteries dans le local technique et sur la toiture du local technique, de manière qu'on puisse en voir facilement au moins un à partir de n'importe quel point des aires d'exploitation ou des allées. Installer les repères à intervalle n'excédant pas 10 m.

Près de chaque endroit où la tuyauterie change de direction.

Dans chaque petite pièce où passe la tuyauterie (au moins un repère).

De chaque côté des obstacles visuels ou aux endroits où il est difficile de suivre le tracé des tuyauteries.

De chaque côté des séparations, comme les murs, planchers ou cloisons.

Aux endroits où les tuyauteries sont dissimulées dans une niche, un vide de plafond, une gaine ou une galerie technique, ou tout autre espace restreint, aux points d'entrée et de départ, et près de chaque ouverture d'accès.

Aux points de départ et d'arrivée de chaque tuyauterie, et près de chaque pièce de matériel.

Immédiatement en amont des principaux appareils de robinetterie à commande manuelle ou automatique, sinon le plus près possible, de préférence en amont.

Installer les repères de manière que la désignation soit facilement lisible à partir des aires d'exploitation habituelles et de tous les points facilement accessibles.

Positionner les repères perpendiculairement à la meilleure ligne de vision possible, en tenant compte de l'endroit où se trouve habituellement le personnel d'exploitation, des conditions d'éclairage, de la visibilité réduite des couleurs causée par la poussière et la saleté, ainsi que du risque d'endommagement.

Tableau 10.4.17 – Description et identification

Description et identification, (sur bande de toile plastifiée, auto-collant, 17½" x 2½")	Numéro d'accessoires selon les plans R-01A, R-01B ou T-01	Article 10.4.3.2, .1 – Option «A» et «B»)	Nombre de bandes à appliquer
Dans le local technique – -----	-----	---	--
Compresseur #1 60 hp	#10	A B	2
Compresseur #2 30 hp	#11.1	A B	2
Compresseur #3 30 hp	#11.2	A B	2
Condenseur à plaques	#200	A	1
Condenseur, plaque et coquille	#207	B	1
Refroidisseur de saumure, plaques	#33	A	1
Refroidisseur de saumure, plaques coquille	#34	B	1
Séparateur de liquide en U	#133	A	1
Désurchauffeur	#19	A B	1
Réservoir de service	#47	A B	2
Réservoir de neutralisation	#85	A B	1
Réservoir d'expansion, saumure	#61	A B	1
Réservoir d'expansion, E. glycol	#111	A B	1
Système de traitement chimique, eau	#78	A B	1
Réservoir à huile, récupération	#122	A B	1
Bassin du refroidisseur de fluide	#82	A B	1
Réservoir d'expansion, saumure dalle réfrigérée	#61.1	A B	1
Bassin de mélange, saumure dalle réfrigérée	#62.1	A B	1
		A B	

Description et identification, (sur bande de toile plastifiée, auto-collant, 17½" x 2½")	Numéro d'accessoires selon les plans R-01A, R-01B ou T-01	Article 10.4.3.2, .1 – Option « A » et « B »)	Nombre de bandes à appliquer
Dans le cas où un système de chauffage du sol est prescrit dans le fascicule spécial, fournir et installer les équipements qui suivent.		A B	
Échangeur de chaleur, ch. du sol	#31	A B	1
Réservoir d'expansion, ch. du sol	#61.2	A B	1
Bassin de mélange, ch. du sol	#62.2	A B	1
		A B	
Sur toiture du local technique – -----	-----	--	--
Refroidisseur de fluide	#106	A B	2
Tubulure : eau, glycol		A B	2

10.4.3.15 Nettoyage du chantier

Laisser les lieux propres à la fin de chaque journée de travail.

Une fois les travaux de mise en œuvre terminés, l'entrepreneur doit évacuer du chantier les matériaux en surplus, les déchets, les outils et l'équipement.

Faire le ménage et épousseter les équipements, la tuyauterie et l'ensemble pour remettre une installation qui brille le jour de la réception provisoire.

10.4.3.16 Séquences de contrôle pour le système de réfrigération

L'entrepreneur en réfrigération doit fournir :

Assistance à l'entrepreneur en régulation automatique qui doit réaliser les travaux de régulation et de programmation, soit pour les raccordements finaux aux ensembles de contrôle de chaque compresseur, du refroidisseur de saumure, du bassin du refroidisseur de fluide, de l'alarme ammoniac à la centrale, programmation et simulation de la séquence de contrôle avant le démarrage du système de réfrigération, mise en service du système de réfrigération, incluant la validation de la séquence de contrôle et des alarmes et autres équipements du système frigorifique.

Assistance à l'entrepreneur en plomberie qui doit réaliser les travaux de plomberie afférents à l'installation frigorifique, conformément aux plans normalisés P-01 et P-02.

Assistance à l'entrepreneur en électricité qui doit raccorder la puissance électrique sur les équipements, conformément au plan normalisé E-01.

Les travaux de régulation doivent être conformes aux plans T-01, T-02, T-03, T-04, T-05, T-06, T-07, à la section traitant des séquences de contrôle de ce chapitre ainsi qu'à la partie Contrôle du CEP, chapitre 6.

10.5 Séquences de contrôle, réfrigération R-717

Local technique et aréna

10.5.1 Contexte

1. Il est de la plus haute importance de se remémorer, dans l'ordre, les priorités qui doivent guider la conception et la réalisation d'un système de contrôle pour aréna :
 - i. Fabriquer de la glace.
 - ii. Chauffer l'aréna en hiver.
 - iii. Faire des économies d'énergie.
2. La présente partie est un complément à la partie contrôle du chapitre 6.
3. Dans le présent document, les mots « contrôleur numérique » et « contrôleur numérique programmable » sont interchangeables avec « cnp ».
4. Locaux techniques – Exigences relatives à l'électricité visant les systèmes A2L et B2L.
5. Conformément à la norme CSA B52, article 6.4, premier paragraphe : « Lorsque des frigorigènes A2L ou des B2L (y compris l'ammoniac) sont utilisés dans un système frigorifique et que toutes les pièces contenant du frigorigène, à l'exception de la tuyauterie et des évaporateurs, sont installées dans un local technique conforme aux exigences des articles 6.2 et 6.3, ce local ne doit pas être considéré comme un emplacement dangereux de zone 2 tel qu'il est défini dans le Code canadien de l'électricité, Première partie. »
6. La mise en service et l'opération du système de détection d'ammoniac et de transmission des alarmes, du système de ventilation, du système d'épuration d'air et du système de neutralisation conforme aux exigences de l'article 7.3.6.1.3 paragraphe b) doivent être fonctionnelles, entièrement complétées et testées, avant de procéder au remplissage du système frigorifique avec sa charge de R-717, et ce, avant que le sous-traitant en régulation et l'entrepreneur général ne quittent le chantier de construction.

10.5.1.1 Architecture du réseau primaire et secondaire

1. Un réseau primaire de type BACnet Ethernet ou MSTP relie tous les contrôleurs cnp des systèmes principaux au contrôleur GR. Tous les contrôleurs d'éléments terminaux (boîte VAV, thermopompe, ventilo-convecteur, chaudières, dessicants, etc.) des systèmes principaux doivent être reliés au contrôleur des systèmes principaux par un réseau BACnet MSTP.
2. La Ville est redevenue propriétaire de son réseau TCP/IP. Le nombre de connections IP requises pour les équipements est disponible sur le concentrateur.
3. Les panneaux (#38, #40, #46) doivent être installés à côté de chaque compresseur, dans la salle des machines. Réf. : Détails (5.1/T-02), (4/T-02) et (1/T-02).
4. Le panneau (#135) doit être fourni et installé à côté du système de récupération d'huile, dans la salle des machines. Réf. : Détail (5/T-02), (6/T-02).
5. Le panneau de contrôle du système de laveur d'air doit être installé sur la mezzanine, à proximité du ventilateur VE-03, dans la salle des machines. Réf. : Détail (4/T-06) et (2/T-06).
6. Le panneau du système de traitement d'eau (#78) doit être installé dans la salle des machines, à proximité du réservoir (#82). Réf. : Détail (1/T-04).
7. Le panneau du système de pressurisation de glycol (#112) doit être installé dans la salle des machines. Réf. : Détail (2/T-04).
8. Tous les autres panneaux doivent être installés dans la salle de contrôle.

10.5.1.2 Portée des travaux

10.5.1.2.1 Généralités

1. Minimiser le nombre d'alarmes générées, les interpréter et agir en conséquence.
2. Aux arrêts normaux des compresseurs et autres systèmes électromécaniques du système de réfrigération, neutraliser les alarmes (telles que les alarmes BP, huiles, etc.) redondantes et non pertinentes.
3. Des tendances pour les différents points de contrôle sont enregistrées pendant 1 an, tels que les points suivants :
4. Températures : 30 minutes intervalles;
5. Contrôles binaires : changements de valeurs;
6. Pression : $\Delta P \geq 10$ PSI;
7. Le cnp doit noter l'heure du démarrage d'un moteur ou d'un équipement et compter le temps écoulé depuis ledit démarrage.
8. Pour chaque moteur, le cnp contrôle le temps écoulé depuis le dernier démarrage et vérifie si la valeur enregistrée excède la valeur du tableau suivant avant d'autoriser le démarrage du moteur.

9. Ne jamais programmer de temps minimal de fonctionnement pour un moteur, car il pourrait refuser de s'arrêter immédiatement en cas d'urgence.
10. La nomenclature des composantes du système de réfrigération et le cahier d'exigences propriétaires pour le cadenassage font partie intégrante du présent fascicule.
11. La protection d'un compresseur exige que le moteur s'arrête immédiatement, nonobstant toute autre condition, si l'un des contrôles suivants l'exige : HP-nh3, LP-nh3, HT-huile, HT-nh3, BP-huile. Le relais d'interface doit agir directement sur le démarreur du moteur du compresseur.
12. Le cnp doit gérer la procédure de remise en marche de tous les systèmes de mécanique, réfrigération, ventilation, déshumidification situés dans un aréna ou une installation sportive, après une panne HQ, afin d'éviter de surcharger l'installation électrique au moment du redémarrage.
13. Le chapitre 6 du CEP contient les exigences générales en régulation automatique, tandis que le chapitre 10, dédié aux arénas, en précise les besoins.
14. La partie 10.4 regroupe les exigences en réfrigération qui s'appliquent aux arénas utilisant le frigorigène R-717.
15. La partie 10.5 regroupe les exigences en régulation automatique s'appliquant aux arénas, tandis que la partie 10.6 regroupe les plans normalisés développés spécifiquement pour ces travaux (réfrigération, plomberie, électricité, contrôle), formant un ensemble cohérent.
16. La section 10.6.1 Réfrigération contient les plans normalisés de réfrigération (R-01A, R-02A, R-03A, R-04A, R-05A, R-06-A-B, R-01B, R-02B, R-03B, R-04B, R-05B). Ces plans doivent être consultés par l'ingénieur en titre pour la compréhension de l'installation frigorifique et pour la description de certaines composantes fournies par la réfrigération, mais installées par un autre métier. Le plan normalisé (R-07-A-B) est intitulé « Schéma de transformation du système de récupération d'huile de compresseur sans pompe ». Il s'applique à la transformation d'un système frigorifique existant équipé d'une pompe à huile.
17. La section 10.6.2 Plomberie contient les plans normalisés de plomberie (P-01 et P-02). Ces plans doivent être consultés par l'ingénieur en titre pour la compréhension de l'installation frigorifique et pour la description de certaines composantes fournies par la réfrigération, mais installées par la plomberie.
18. La section 10.6.3 Électricité contient les plans normalisés d'électricité (E-01). Ces plans doivent être consultés par l'ingénieur en titre pour la compréhension de l'installation frigorifique et pour la description de certaines composantes fournies par la réfrigération, mais installées par l'électricité.
19. La section 10.6.4 Contrôle contient les plans normalisés de contrôle (T-01, T-02, T-03, T-04, T-05, T-06, T-07). Ces plans doivent être consultés par l'ingénieur en titre pour la compréhension de l'installation frigorifique et pour la description de certaines composantes fournies par la réfrigération, mais installées par la régulation automatique.

20. La section 10.6.5 Schéma de distribution de chaleur 20240505 est un complément du détail normalisé (1/P-01). Elle contient les plans normalisés de distribution de chaleur. Ces plans doivent être consultés par l'ingénieur en titre pour la compréhension de la géométrie et de l'installation du système de chauffage.
21. Le détail normalisé (2/T-03) précise la logique du fonctionnement du système de contrôle, d'alarme et d'annonciation en cas de fuite d'ammoniac ou d'urgence.
22. Exemple : L'activation de BAU-1 agit sur (R1), etc., qui agit directement sur les démarreurs des compresseurs, pompes et refroidisseur de fluide, et le cnp enregistre l'état des compresseurs.
23. L'activation du contact Z3-2 (3/T-03) est une alarme Niv C (NH₃) 250 ppm qui agit sur le gyrophare rouge, la sirène dans la salle des machines et le gyrophare ambre dans l'aréna, et arrête le système frigorifique.
24. Le tableau 10.5.2, lu conjointement avec les figures 10.5.1 et 10.5.2, permet de coordonner le positionnement des composantes du local technique. L'architecte utilise ces trois documents afin d'orienter la préparation et le contenu du plan d'évacuation (local technique de l'aréna). Il prépare ce plan en format A-3 (plastifié) et en installe une copie dans la salle de contrôle ainsi que dans la salle des machines.
25. Toutes les sondes de température de pièce dans les corridors, gradins, locaux techniques et vestiaires sont de type aveugle. Toutes les autres sondes de température de pièces sont avec afficheur et réajustement local du point de consigne.
26. Comme préalable à la réception provisoire des travaux, l'entrepreneur doit démontrer au directeur le bon fonctionnement des séquences qui suivent :
27. La remise en marche ordonnée des systèmes après une panne HQ.
28. Le bon fonctionnement de la transmission des alarmes à la centrale durant une panne de courant.
29. L'arrêt d'urgence de chacun des compresseurs sur un ou plusieurs de ces mécanismes de sécurité : HP-nh3, LP-nh3, HT-huile, HT-nh3, BP-huile, Thermistor, HHT-Tête de compresseur qui surchauffe.
30. L'arrêt d'urgence des 3 ou de tous les compresseurs lorsque la flotte de haut niveau de liquide (#30) se déclenche.
31. La fonte de neige dans la fosse à neige. Démontrer la chaleur de fusion. La neige ne doit pas adhérer sur la grille.
32. Le verrouillage d'un compresseur ou d'une pièce d'équipement qui refuse de démarrer.
33. La mise en fonction et le test de la sous-routine pour contrôler le robinet #74.
34. La routine, l'encadrement sécuritaire du système frigorifique, le conditionnement de la commande « *Manual override* » sur l'écran de l'ordinateur relié au cnp, figure 10.5.4.
35. La mise sous verrou des équipements de réfrigération, figure 10.5.5.

36. La neutralisation de la position «MAN» sur tous les boutons sélecteurs, que l'on retrouve sur les CCM, les unités (compresseurs, monoblocs, dessicants, etc.) et les équipements reliés au cnp.
37. Le fonctionnement du refroidisseur de fluide, qui minimise le fonctionnement humide et maximise le fonctionnement à sec.
38. L'action du bouton BAU, qui arrête le système frigorifique. Démontrer les 2 ou 3 boutons.
39. L'action du bouton SEL, qui met en marche le laveur d'air. Démontrer les 2 ou 3 boutons.
40. Le bon fonctionnement du système de récupération d'huile.
41. L'ajustement du thermostat (120 °F), qui chauffe l'huile dans la base de chaque compresseur.
42. L'ajustement du thermostat (120 °F), qui chauffe l'huile #123 dans le réservoir de récupération d'huile #122.
43. La pressurisation différentielle de la salle des contrôles (+) par rapport à la salle des machines (-), 15 Pa de Δp .
44. Les plans normalisés qui sont listés à l'article « Portée des travaux » dans le présent fascicule illustrent des portions de travaux qui doivent être exécutées et incluses. Sur les plans normalisés, la présence de nuages avec identification RA-X implique des modifications apportées aux plans normalisés pour tenir compte du contexte de l'aréna, et ces modifications sont clarifiées dans la série de plans.
45. Il est important de souligner qu'il y a deux options en réfrigération, ce qui explique les deux séries de plans (A ou B). La différence principale réside dans le modèle d'échangeurs à plaques et des raccordements connexes.
46. Les travaux de régulation automatique comprennent la mise en service du système frigorifique, ainsi que la collaboration nécessaire avec l'agent de mise en service du projet.

Tableau 10.5.1 – Moteur électrique, nombre maximal de démarrage/heure

Hp du moteur	Nombre maximal de démarrage/heure	Nombre minimal de minutes entre deux démarrages successifs
1 à 10	5	12
15 à 20	4	15
Plus de 20	3	20

Tableau 10.5.2 – Composantes du local technique

Composantes qui doivent apparaître sur le plan d'évacuation du local technique			
Priorités	Séq.	Note	Légende
1	1		Local technique (CSA B52 : 23, art. 6.2, 6.3, 6.4)
	2		Salle des machines, Pression (-)
	3		Mezzanine, salle des machines
	4		Salle de contrôle, Pression (+)
	5		Voie de circulation
	6	[4]	Porte d'accès à la toiture
	7		Entrée
	8		Issue
	9		Échelle accès toiture
	10		Panneau, SORTIE
	11		Éclairage d'urgence, batteries
	12		Interrupteur d'éclairage salle de contrôle
	13		Interrupteur d'éclairage salle des machines
	14		Interrupteur d'éclairage mezzanine
	15	[4]	Interrupteur d'éclairage sur la toiture avec lampe néon, BAU-3, SEL-3
	16		Fenêtre brochée
	17		Passerelle, accès toiture
	18		Escalier, accès mezzanine
	19		Salle de télécommunication
	20		Mur étanche à l'air, test de pression
	21		Saut de loup
	22		Ferme-porte
	23		Barre-panique
	24		Serrure, ABLOY Protec 1, clé codé NH ₃

Composantes qui doivent apparaître sur le plan d'évacuation du local technique

Priorités	Séq.	Note	Légende
2	1		Station arrêt d'urgence Réfrigération, BAU-1, BAU-2, BAU-3
	2		Bouton sélecteur laveur d'air, SEL-1, SEL-2, SEL-3
	3		Panneau DET-1.1, vers TÉLÉGESTION
	4		Douche d'urgence et lave-yeux
	5	[3]	Système respiratoire autonome
	6		Sys. de pressurisation, sonde de pression différentielle SPD
	7		Station manuelle d'urgence (Bouton panique)
3	1		Panneau d'alarme incendie
	2		Station manuelle feu
	3		Gyrophares feu
	4		Extincteurs
	5	[2]	Cabinet à boyau dans la voie de circulation
4	1	[5]	Panneau de contrôle et analyseur, NH ₃ , DET-1 incluant 4.5, 4.6 et 4.11
	2		Renifleur de sonde NH ₃ , filtre terminal
	3		Station silencieuse NH ₃
	4		Afficheur ppm NH ₃
	5		Gyrophares NH ₃ , 25 ppm
	6		Gyrophares NH ₃ , 100 ppm, 250 ppm
	7		Panneau DET-1.2, 12Vdc
	8		Panneau TL-250, 12Vdc, vers Centrale 24 h/7 j
	9		Concentrateur TCP/IP
	10		Contreplaqué Bell/Telus
	11		Sirène NH ₃ , salle des machines

Composantes qui doivent apparaître sur le plan d'évacuation du local technique

Priorités	Séq.	Note	Légende
5	1		Panneau alarme intrusion, vers Centrale 24 h/7 j
	2		Clavier système intrusion
	3		Contact de porte, intrusion
	4		Sirène intrusion
	5		Détecteurs de mouvement, deux
6	1		Panneau contrôle et démarreur, laveur d'air
	2		Tour de garnissage NH ₃ , laveur d'air
	3		Ventilateur du laveur d'air VE-3
	4		Bassin de neutralisation
7	1	[1]	Panneau lecteur de carte d'accès
	2	[1]	Lecteur de carte d'accès
	3	[1]	Bouton de sortie (Carte d'accès)

S:\Réfrigération\DOSSIERS_INDEX\DEVIS_sept2016\15-920\20sept2016\15-920ns\[ListeCompoNJ-R1.xlsx]Feuil1

Note applicable au tableau 10.5.2 : Rev : 20241015

[1] Si requis par le PFT

[2] Le CNB peut l'exiger dans certains cas.

[3] Non requis, car la Ville à une politique de protection respiratoire individuelle.

[4] Si ladite porte est requise, il faut ajouter : BAU-3 et SEL-3, interrupteur et lampe Néon.

[5] Système de type photo-acoustique, incluant un analyseur, une pompe aspiratrice, quatre renifleurs, filtres terminal, système de contrôle, criard, gyrophare, tubulure en inox 316, coffret.

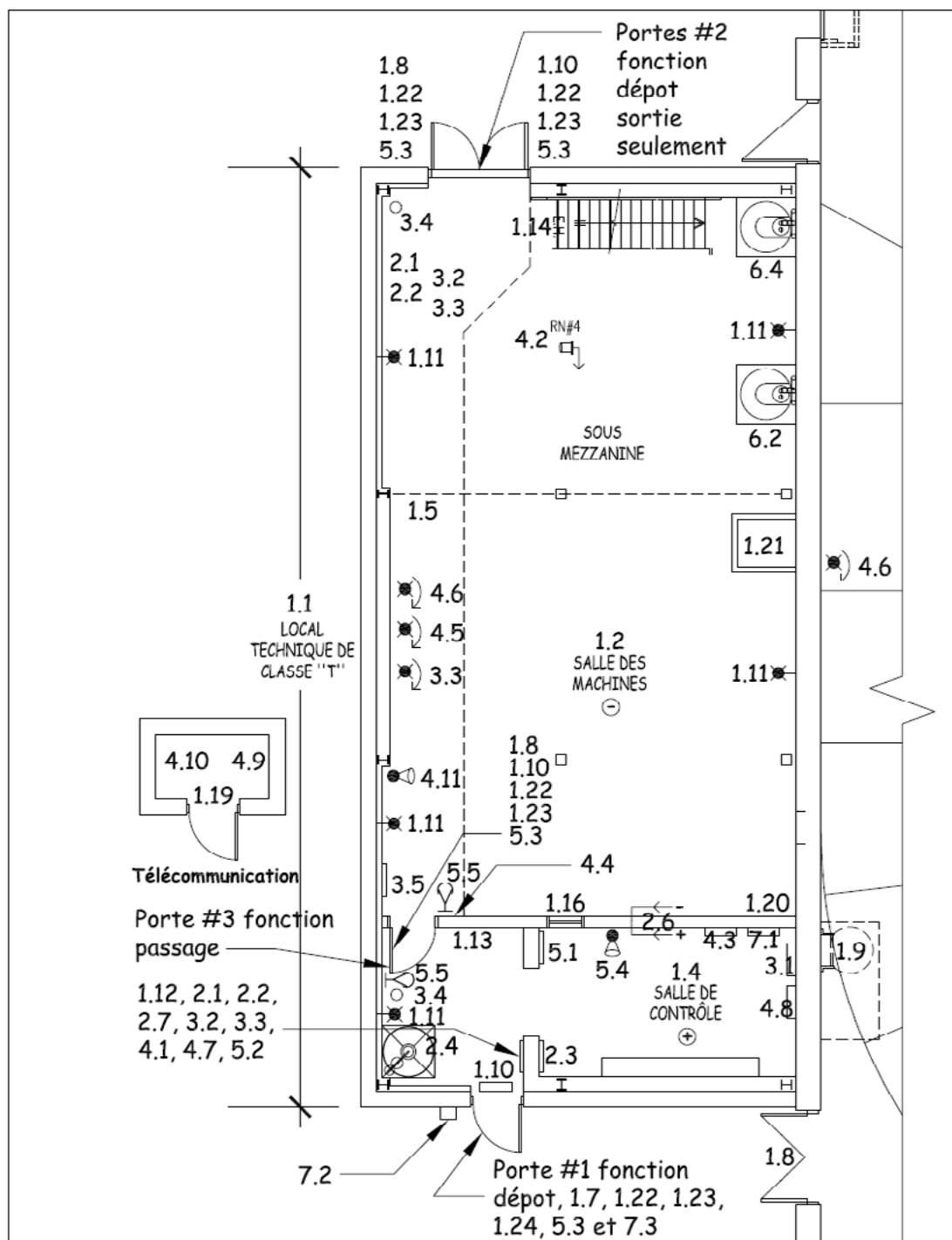


Figure 10.5.1 – Local technique, R de C, aréna, télécommunication

Note :

Du côté extérieur de la porte #4, une seule serrure Abloy Protec 1 est requise.

Du côté intérieur de la porte #4, une poignée pour ouvrir la porte est requise.

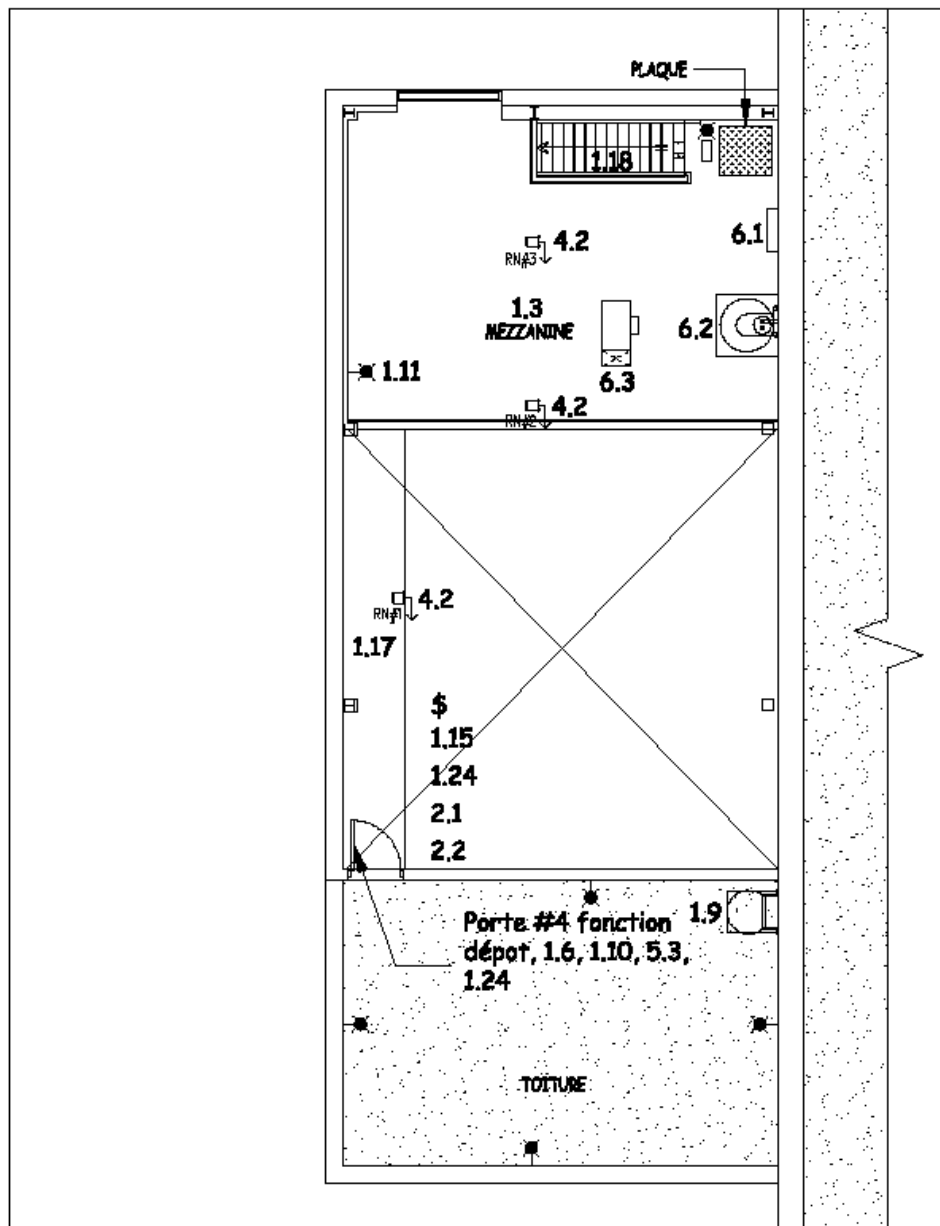


Figure 10.5.2 – Local technique, mezzanine, passerelle, toiture

10.5.1.2.2 Démolition

Démolir la partie de contrôle qui est afférente au système de réfrigération désuet, non compatible avec le nouveau système frigorifique utilisant le R-717, retirer tous les conducteurs et tous les conduits qui ne servent plus.

10.5.1.2.3 Fourniture, installation et construction

1. Réaliser (fournir, installer et programmer) les travaux de régulation qui sont définis dans la plus récente version des plans de régulation (pour l'option « A » ou l'option « B ») :
2. TÉLÉGESTION-RÉGULATION
3. T-01 PAGE TITRE, LÉGENDE, LISTE DES ACCESSOIRES
4. T-02 AMMONIAC, SCHÉMA UNITAIRE ET CHAÎNE LOGIQUE, DÉMARREURS
5. T-03 SYSTÈMES DE DÉTECTION D'AMMONIAC
6. T-04 GLYCOL, SAUMURE, EAU DU REFROIDISSEUR DE FLUIDE, EFV, DÉMARREURS
7. T-05 DÉSURCHAUFFEUR, EAU CHAUDE DOMESTIQUE, DÉMARREURS
8. T-06 VENTILATION DU LOCAL TECHNIQUE, DÉMARREUR, AÉROTHERMES
9. T-07 OPÉRATION DU SYSTÈME DE RÉCUPÉRATION D'HUILE, NH₃
10. ÉLECTRICITÉ
11. E-01 SCHÉMAS DES DÉMARREURS
12. Lesdits travaux concernent l'installation frigorifique et autres travaux connexes :
13. Le système de réfrigération à l'ammoniac R-717.
14. Le système d'eau glycolée (EG).
15. Le système d'eau du refroidisseur de fluide.
16. Le système de refroidissement d'huile et des compresseurs.
17. Le système de saumure de la dalle.
18. Le système de chauffage sous dalle (dans le cas où le système fait partie du projet).
19. Le système de désurchauffeur et préchauffage de l'eau domestique.
20. Le système d'eau chaude domestique.
21. Le système de distribution de chaleur.
22. Le système de détection d'ammoniac et la transmission d'alarme à la centrale 24 h/7 j.
23. Le système de neutralisation d'ammoniac.
24. Le système de ventilation et d'évacuation de la chaleur, VA-1/VE-1, partie 10.11.
25. Le système de ventilation minimale et pressurisation du local technique, VA-2/VE-2, partie 10.11.
26. Le système d'épuration d'air, VA-3/VE-3, partie 10.11.
27. Le système de fonte de neige (chaleur de fusion) et le système d'agitation de fonte de neige.
Plan normalisé P-02, détails 3, 4, 7 et 8 et détail type d'une fosse à neige.
28. Le système radiant basse température, chauffage des gradins.
29. Le système de ventilation et déshumidification de l'enceinte.

30. Les systèmes de pompage à débit variable.
31. Les systèmes de chaudières, thermopompes et aérothermes.
32. Le système de chauffage des pièces.
33. Le système de contrôle d'éclairage.
34. Le système de compteur de puissance électrique (kW, kVA et FP),
35. Les systèmes de ventilation des salles connexes, vestiaires, etc.
36. Le système de traitement chimique de l'eau pour le refroidisseur de fluide.
37. Le système de filtration de l'eau du refroidisseur de fluide.
38. Le système de pompage pour fosse de retenue.
39. Le système de contrôle de pH pour la fosse de retenue.
40. Le système d'alimentation 120Vac pour les panneaux/armoires de contrôle.
41. Le système de purge pour la douche d'urgence et lave-yeux.
42. Le système de câbles et conduits IP conforme au détail (7/T-03).
43. Le système de ventilation/climatisation du hall d'entrée et des bureaux connexes.
44. Le système d'éclairage.
45. Le système de ventilation/chauffage des vestibules, bureaux, gradins.
46. Le système de traitement chimique de l'eau du bassin (#82).
47. Le système d'éclairage.
48. Le système de ventilation/chauffage des vestibules, bureaux, gradins.
49. Le préalable à la réception provisoire de l'ouvrage.
50. L'interface des points de contrôle sur divers équipements.
51. Les critères de fin d'exécution du dessin d'atelier en régulation.
52. Le plan des mesures d'urgence de l'entrepreneur.
53. Les contrôles requis pour les travaux de réfrigération.
54. Les contrôles requis pour les systèmes de ventilation – conditionnement de l'air.
55. Les contrôles requis pour les travaux de chauffage.
56. Les contrôles requis pour les travaux de plomberie.
57. Les composantes et les logiciels, nécessaires à l'acquisition et à l'affichage par l'interface graphique des données (état, contrôle, paramètres et mesures) ainsi que les graphiques dynamiques afférents.
58. Un ordinateur modèle sur table dans la salle de contrôle du local technique.

59. La coordination nécessaire avec le représentant des télécommunications de la Ville pour l'attribution des adresses IP des composantes.
60. Les points de communications physiques, requis par le système de contrôle.
61. Avant l'acceptation provisoire, réaliser la programmation des graphiques dynamiques représentant l'architecture de l'édifice et des réseaux avec l'indication de la localisation et de la valeur lue par tous les transmetteurs.
62. De plus, sur ces vues en plan, faire apparaître, avec une légende comportant des couleurs différentes, les secteurs alimentés par un système de ventilation commun. Présenter ces graphiques au directeur pour approbation.
63. Les gardes métalliques adaptés pour toutes les sondes, tous les thermostats, détecteurs, minuteries ou autres composantes vulnérables localisés dans l'enceinte de l'aréna.
64. La configuration et la programmation relatives à la transmission et au traitement des alarmes et leur stockage pour 30 jours.
65. Un contrôleur afficheur dans le garage de la surfaceuse tel que décrit dans le chapitre 6.
66. Le contrôleur doit afficher les données suivantes pour chaque patinoire (si pour deux patinoires, l'information affichée est doublée) :
 67. la température de la dalle (moyenne s'il y a deux sondes);
 68. la température de l'enceinte;
 69. la température de retour de la saumure;
 70. la température d'alimentation de la saumure;
 71. l'état de la pompe à saumure;
 72. l'état du compresseur (#10);
 73. l'état du compresseur (#11.1);
 74. l'état du compresseur (#11.2);
75. la lecture ppm d'ammoniac présent, dans l'air ambiant de la salle des machines.

10.5.1.2.4 Exclusion

D'une façon générale, les travaux suivants sont exclus :

- Installation des chicanes (plaques perforées) nécessaires pour éliminer la stratification et donner le débit d'air requis dans les conduits de ventilation;
- Registres de balancement dans les conduits de ventilation et dans les tuyaux.

10.5.1.2.5 Produits acceptés

1. Depuis le début du Programme Arénas, pour des raisons d'uniformité, de continuité et de facilité d'intervention pour l'entretien, la logistique des pièces de rechange et l'opération, Montréal a normalisé les installations frigorifiques des arénas dans son parc immobilier. Pour la Ville, il est important que les installations se ressemblent et soient construites sur les mêmes principes, afin que ses équipes techniques (composées de frigoristes, MMF, plombiers, électriciens, techniciens en contrôle, entrepreneurs à contrat) s'y retrouvent facilement. Ses installations sont sécuritaires et, sur plusieurs points, excèdent les exigences réglementaires du Québec.
2. Des informations sur les caractéristiques exigées des produits sont disponibles dans le Chapitre 6 (Régulation).
3. L'article 10.5.2 contient une liste et une description des composantes afférentes aux arénas.

10.5.2 Équipements et accessoires

Le numéro de composante (exemple #38.4) se retrouve dans une liste maîtresse sur la page couverture des plans normalisés.

(#17)

TRANSMETTEUR DE PRESSION STATIQUE (#17) (NH₃ CONDENSATION)

1. Caractéristiques :
 1. Sortie : 4-20 mA;
 2. Matériaux : le corps doit être en acier inoxydable 304;
 3. Plage d'opération : 0 à 3448 kPa (0 à 500 psi).
2. Application – basse température (45 à 49 °C (115 à 120 °F)) :
 1. Température d'opération : -40 à 85 °C (-40 à 185 °F);
 2. Produits : ASHCROFT, modèle G2, ou ASCO, SÉRIES 40, modèles 40A-00500-P-4-B-0000, ou DANFOSS, modèle AKS 33, ou équivalent approuvé.
3. Application – haute température (83 °C (180 °F)) :
 1. Température d'opération : -40 à 125 °C (-40 à 257 °F);

(#18)

TRANSMETTEUR DE PRESSION STATIQUE – (#18) (NH₃ SUCCION)

1. Caractéristiques :
 1. Sortie : 4-20 mA;

2. Matériaux : le corps doit être en acier inoxydable 304;
 3. Plage d'opération : 0 à 1379 kPa (0 à 200 psi).
2. Application – basse température (45 à 49 °C (115 à 120 °F) :
1. Température d'opération : –40 à 85 °C (–40 à 185 °F);
 2. Application – haute température (83 °C (180 °F);
 3. Température d'opération : –40 à 125 °C (–40 à 257 °F).

(#38.4), (#38.3)

Les contrôles HP (38.4) sont à réarmement manuel, tandis que le LP (38.3) est à réarmement automatique.

(#38.1), (#38.6)

Les composantes (38.1) à (38.6) sont fournies par la réfrigération, faisant partie de l'unité compresseur conforme à (1/T-02).

Le point virtuel de HP se déclenche avant d'atteindre le point de consigne du contrôle électromécanique HP.

(#43) MONITEUR DE GAZ NH₃ (R-717)

1. Le moniteur de gaz NH₃ doit être de type photo-acoustique à l'infrarouge. Il est conçu pour échantillonner l'air du local technique au moyen de quatre (4) renifleurs (#43) positionnés sous le plafond de la salle des machines. Son rôle est de mesurer la concentration d'ammoniac (ppm) dans chaque échantillon d'air prélevé, pour ainsi détecter, s'il y a lieu, une fuite de réfrigérant dans la salle des machines.
2. Les tubes d'échantillonnage sont construits en acier inoxydable 316, et ils incluent des filtres à poussière sur le bout de chaque tuyau renifleur. Les filtres sont accessibles pour l'entretien car ils s'encrassent de poussière.
3. Une sortie analogique 0 – 10V permet d'identifier le numéro du renifleur ayant reniflé l'échantillon et une sortie analogique 4-20 mA permet d'identifier le niveau d'ammoniac (ppm) mesuré dans ledit échantillon.
4. Le moniteur de gaz, la pompe, le panneau de contrôle, les borniers, sont contenus dans un panneau NÉMA 12, suspendu au mur de la salle de contrôle.
5. Le moniteur de gaz doit être calibré en atelier pour transmettre une alarme correspondant à chacun des niveaux suivants :
 - i. Relais niveau 1 « FAULT » (Trouble de contrôle ou panne de courant).
 - ii. Relais niveau 2 « ALARM » (Alarme 250 ppm).
 - iii. Relais niveau 3 « WARNING » (Avis 100 ppm).

- iv. Relais niveau 4 « CAUTION » (Danger 25 ppm).
 - v. Relais niveau 5 « HORN » (criard).
6. Les relais des niveaux 2, 3 et 4 sont calibrés selon un mode NF (=NC) et entrebarrés mécaniquement pour ne pas changer d'état en cas de panne de courant.
 7. Les relais des niveaux 1 et 5 changent d'état en cas de panne de courant.
 8. Le gaz sélectionné est le R-717 (ammoniac).
 9. Indication d'alarme, stroboscopique embarquée sur le panneau, criard.
 10. Usage futur, aucun.
 11. Alimentation électrique, 120Vac.
 12. Communication, RS485 BACnet MS/TP. Tous les points disponibles doivent être cartographiés dans le cnp.
 13. Homologation UL 61010-1 (3^e édition), CAN/CSA – C22, No. 61010-1-2012.
 14. Bornier prévu ACK (accusé réception).
 15. Pompe d'aspiration interne.
 16. Plage d'analyse 0 – 1000 ppm.
 17. Aucun relais à distance.
 18. Afficheur standard.
 19. Aucune sonde auxiliaire.
 20. Aucun afficheur auxiliaire.
 21. Le technicien de l'agent manufacturier doit réaliser une visite du chantier pour calibrer le système moniteur de gaz et émettre un certificat attestant son bon fonctionnement.

(#51)

SONDE DE DALLE À INSERTION DANS PUIITS (#51) et (#ST3)

1. Sonde de température avec convertisseur de signal.
2. Caractéristiques :
 1. Isolation : Téflon;
 2. Précision : 0,5 °C;
 3. Source de courant : 8 à 30 Vdc;
 4. Signal d'entrée : thermocouple (TC), type K (NiCr-Ni), jonction froide interne (PT100), dont la précision est de ± 1 °C;
 5. Plage de mesure : – 200 à 1372 °C (– 328 à 2501 °F);
 6. Signal de sortie : 0-10Vdc (température linéaire);

7. Homologation : CSA;
8. Puits en inox 316L de longueur compatible avec la sonde;
9. Thermocouple.
 - i. Ladite sonde doit se loger dans un trou de diamètre de 10 mm, long de 200 mm, percé à l'horizontal, dans le béton, à l'extrémité de la dalle réfrigérée, ou dans un tube de cuivre (½") 12 mm Φ , long de 200 mm.
 - ii. La sonde doit être accessible par le caniveau du collecteur de saumure. Conforme au détail (5/T-04).
 - iii. L'enveloppe du thermocouple doit être enduite de pâte conductrice de la chaleur.
 - iv. Dans le cas de la construction d'une nouvelle dalle réfrigérée, il est requis de fabriquer un puits d'insertion en tuyau de cuivre pour la sonde.
 - v. Fabriquer un puits en inox n'est pas une solution durable, car le puits étant enfoui dans le sol, il sera privé d'oxygène et un procédé de réduction le corrodera.

(#57)

TRANSMETTEUR DE PRESSION STATIQUE – (#57) SAUMURE

1. Le transmetteur de pression doit être construit en acier inoxydable pour résister à la corrosion due à la saumure.
2. Caractéristiques :
 1. Sortie : 4-20 mA;
 2. Matériaux : le corps est en acier inoxydable 304;
 3. Sélection déterminée selon la pression d'opération.
3. Application – basse température (45 à 49 °C (115 à 120 °F)) :
 1. Température d'opération : –40 à 85 °C (–40 à 185 °F).

(#74)

Électrovanne à fermeture lente (#74) pour l'eau glycolée et l'eau froide des arénas

1. Caractéristiques de la vanne :
 1. Service : eau glacée, eau chaude, éthylène glycol jusqu'à 60%;
 2. Action : rotation 75°;
 3. Raccord : FPT;
 4. Corps : laiton forgé, plaqué nickel;

5. Bille : acier inoxydable;
6. Tige : acier inoxydable;
7. Siège : PTFE;
8. Disque : sans caractérisation;
9. Pression d'opération : 4,14 MPa (600 psi);
10. Pression de fermeture : 1,37 MPa (200 psi);
11. Pression différentielle maximale (Δp) : 344,7 kPa (50 psi).

2. Caractéristiques du servomoteur :

1. Contrôle : ON/OFF;
2. Muni d'un ressort de rappel;
3. Le temps d'opération par le servomoteur est inférieur à 75 secondes;
4. Le temps d'opération par le ressort est de 20 secondes à une température de $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ à $50\text{ }^{\circ}\text{C}$ ($-4\text{ }^{\circ}\text{F}$ à $122\text{ }^{\circ}\text{F}$) et inférieur à 60 secondes à une température de $-30\text{ }^{\circ}\text{C}$ ($-22\text{ }^{\circ}\text{F}$);
5. Voltage requis : 24Vac $\pm$ 20 %, 60 Hz;
6. Puissance utilisée :
7. Fonctionnement : 5 W;
8. Maintenue : 2,5 W;
9. Longueur du fil d'alimentation électrique : (0,9 m (3 pi));
10. Robinet et servomoteur installé en position NF.

(#74)

Le robinet (#74) qui alimente le réservoir du refroidisseur de fluide (#82) est un modèle 2 voies, bâti 50 mm (2 po), complet avec servomoteur 2 positions, 24Vac.

(#74)

1. Le robinet (#74) de dérivation entre le collecteur d'alimentation et de retour du réseau d'eau glycolée des compresseurs est un modèle 2 voies, bâti de la même dimension que la tuyauterie, complet avec servomoteur, 2 positions, 24 Vac.

(#75), (#82)

TRANSMETTEUR DE PRESSION – (#75) BASSIN D'EAU (#82)

1. Le transmetteur détecte la pression dans le fond du bassin et transforme ladite pression en hauteur de colonne d'eau, ce qui permet de contrôler le niveau d'eau du bassin.

2. Caractéristiques :

1. Transmetteur de pression à cellule de détection hermétiquement scellée résistante à la condensation, aux variations climatiques et à la formation de mousse.
2. Compensé en température.
3. Compensé avec la pression atmosphérique.
4. Résistant aux intempéries extérieures.
5. Connexion au procédé en acier inoxydable fileté.
6. Précision de lecture de 0,2 %.
7. Sortie de 4 à 20 mA.
8. Plage de pression : de 1,45 à 150 psi.
9. Gamme de pression : 1,45 psi relatif à 1 m H₂O.
10. Température de procédé : -10 à +100 °C (14 °F à 212 °F).
11. Température ambiante : -40 à +85 °C (-40 °F à 185 °F).
12. Affichage à cristaux liquides.
13. Choisir la bonne gamme de mesure en fonction de la hauteur de la colonne d'eau à mesurer et réaliser l'installation selon les recommandations du fabricant.

(#86)

TRANSMETTEUR DE NIVEAU À ULTRASON (#86)

1. La sonde de niveau fonctionne par ultrason et mesure le niveau dans un réservoir. Elle n'entre pas en contact avec le liquide mesuré.
2. Caractéristiques :
 1. Voltage d'alimentation : 24 Vdc;
 2. Précision : 3 mm (0,125 po);
 3. Portée : 1250 mm (49,2 po);
 4. Consommation : 0,5 W;
 5. Signal de sortie : 0-10 Vdc;
 6. Température du procédé : -7 °C à 60 °C (20 °F à 140 °F);
 7. Longueur du câble : 1,2 m (48 po);
 8. Encapsulé, résistant à la corrosion et submersible;
 9. Approbation : CE, RoHS, cFmus;
 10. Incluant l'interface (adaptateur USB) et le logiciel afférent.

(#88)

SONDE DE DÉTECTION MONO POINT – NH₃ (#88).

1. La sonde de détection d'ammoniac (NH₃, NH₄OH) doit être installée dans le tuyau d'évent du réservoir de neutralisation (#85), entre le réservoir (eau) et la bouche d'évacuation à l'atmosphère. Cette sonde est reliée à un moniteur mono point de détection.
2. Caractéristiques :
 - a. Plage de mesure pour l'ammoniac : 0 à 10 000 ppm (1%).
 - b. Signal de sortie : 0-10 Vdc.
 - c. Alimentation : 17/24 Vcc.
 - d. Sonde en aluminium, NEMA 4.
 - e. Préamplificateur en acier inoxydable NEMA 4.
 - f. Le bâti de la sonde doit être NEMA 4, équipé d'un raccord 2" MPT, se vissant dans un T 2" FPT équipé d'un raccord réducteur 2" à ¾" permettant la ventilation de la sonde.
3. La sonde doit inclure le préamplificateur.

(#100, #101)

- i. Pour les robinets (#100 et #101) utilisés pour le refroidissement des compresseurs sur le réseau d'eau glycolée :
- ii. C'est la réfrigération qui les fournit et les installe, tandis que c'est la régulation qui les raccorde.

(#105)

SOUPAPE MODULANTE TROIS VOIES (#105) – CONTRÔLE DE TEMPÉRATURE D'EAU GLYCOLÉE DES ARÉNAS

1. Soupape trois voies de type papillon
2. Cv = 282 à 90 et Cv = 163 à 70
3. Conçue pour une pression de fermeture, 175 psi
4. Bâti en fonte de 64 mm (2 ½") de diamètre
5. Disque en fer, recouvert de Nylon 11
6. Tige de valve en inox 416
7. Siège en EPDM
8. Brides ANSI Classe 125/150
9. Style E
10. Configuration divergente

11. Servomoteur électrique, 140 livres/pi
12. Sans interrupteur de fin de course
13. Sans ressort de rappel
14. Signal de sortie : 0 à 10 Vdc
15. Contrôlé proportionnellement
16. Voltage d'alimentation : 24Vac
17. Si la valve n'exerce pas de Δp suffisant sur le fluide qui y circule, elle n'exerce pas de contrôle sur ledit fluide.

(#115)

TRANSMETTEUR DE PRESSION STATIQUE – (#115), EAU GLYCOLÉE

1. Caractéristiques :
 1. Sortie : 4-20 mA;
 2. Matériaux : le corps doit être en acier inoxydable 304;
 3. Sélection déterminée selon la pression d'opération.
2. Application – basse température (45 à 49 °C (115 à 120 °F)) :
 1. Température d'opération : –40 à 85 °C (–40 à 185 °F).
3. Application – haute température (83 °C (180 °F)) :
 1. Température d'opération : –40 à 125 °C (–40 à 257 °F).

(#VM-FOSSE-RET)

Le robinet (#VM-FOSSE-RET) illustré sur les détails (10/P-01) ou (9/P-01) de déversement d'eau froide dans la fosse de retenue est un modèle 2 voies, bâti 20 mm (3/4 po), complet avec servomoteur, 2 positions, 24Vac.

(#VM-RPCD-1)

Le robinet (#VM-RPCD-1) illustré sur le détail (1/P-01), vidange d'eau chaude dans la fosse à neige en cas de surchauffe dans le réservoir de préchauffage, est un modèle 2 voies, bâti 25 mm (1 po), complet avec servomoteur, 2 positions, 24Vac.

TL-250

1. Le TL-250 est un panneau d'alarme et d'interface qui sert à la transmission des alarmes ammoniac à la centrale 24 h/7 j.

2. Ce panneau fourni et installé par Télécommunication Ville doit être de couleur rouge.
3. Consulter le plan normalisé T-03 pour connaître les détails d'installation.

10.5.3 Conception et performance

10.5.3.1 Système, Mode aréna fermé (hors saison)

1. Avant d'arrêter le système frigorifique pour la saison estivale, il est requis de transférer le réfrigérant liquide dans le réservoir de service (#47) et de fermer les valves afférentes.
2. La manœuvre permet l'abaissement de la pression interne de l'appareil frigorifique, notamment dans l'évaporateur à plaques, et prévient les petites fuites de R-717 dans la salle des machines pendant la saison estivale.
3. En mode arrêt, les éléments suivants sont mis à l'arrêt ou fermés :
4. Les trois (3) compresseurs (#10), (#11.1), (#11.2).
5. L'alimentation électrique du panneau (#46), ce qui coupe l'alimentation électrique du chauffe-carter (#26) dans la base de chacun des compresseurs.
6. La pompe à saumure P-1 (#52).
7. La pompe de glycol de refroidissement des compresseurs P-3 (#90).
8. La pompe de glycol principale P-4 (#104).
9. La pompe à eau P-5 (#81).
10. La pompe P-6 (#116), qui assure une circulation constante de l'eau dans le système de traitement d'eau, est mise à l'arrêt si le bassin d'eau (#82) est vide.
11. La pompe P-7 (#117), qui sert à filtrer l'eau du bassin, est mise à l'arrêt si le bassin d'eau (#82) est vide.
12. La pompe P-8 (#68), qui sert à faire circuler la saumure pour chauffer le sol sous la dalle réfrigérée, est mise à l'arrêt.
13. Le refroidisseur de fluide et le variateur de vitesse EFV (#106).
14. La valve d'entrée d'eau du bassin (#82) du refroidisseur de fluide, électrovanne (#74).
15. La pompe (PO-DSCH), qui fait circuler l'eau chaude domestique dans le désurchauffeur (#19), est mise à l'arrêt.
16. Les éléments suivants sont mis en marche :
17. La pompe P-6 (#116), qui assure une circulation constante de l'eau dans le système de traitement d'eau, doit demeurer en fonction si le bassin d'eau (#82) est plein et que la pompe P-5 est à l'arrêt. P-6 doit être démarré avec un délai minimal de 5 minutes (ajustable) après l'arrêt de P-5.

18. Le système de traitement d'eau (#78) est relié au système de contrôle centralisé pour indiquer si ledit système a une faille.
19. La pompe P-7 (#117), qui sert à filtrer l'eau du bassin, doit demeurer en fonction si le bassin d'eau (#82) est plein d'eau.
20. L'affichage à l'écran des alarmes intempestives doit être neutralisé.
21. Cependant, l'enregistrement des événements afférents doit continuer.
22. Les séquences de contrôle, applicables aux systèmes dans les arénas, suivent.

10.5.3.2 Système, Mode aréna ouvert (en fonction)

1. Tous les systèmes sont fonctionnels selon leurs programmations, l'horaire d'occupation et leurs séquences de contrôle.
2. Les séquences de contrôle, applicables aux systèmes dans les arénas, suivent.
3. Pour le démarrage de l'aréna en début de saison, il doit y avoir un mode démarrage en début de saison qui est identique au mode résolution de panne H-Q.
4. Le démarrage du système de réfrigération est contrôlé en commandant la variable XXX_REF_GLACE_DEMARRAGE. La séquence de contrôle évalue si les lectures des sondes de température de la dalle sont fiables.
5. Au début du Programme Arénas, nous avons installé des sondes de température de dalle dans des rainures longues de 15-20 m. L'expérience a été discontinuée. Les deux sondes de température de dalle (#50) étaient vulnérables : elles étaient trop souvent détruites, soit par le couteau de la surfaceuse ou par les enfants jouant avec la sonde et son câble sur la dalle de béton pendant un camp de vacances.
6. Le détail (5/T-04) est remplacé, le nouveau détail illustre une sonde équipée d'un câble long de 24" (600 mm), piqué à 18" (450 mm) dans le béton de la dalle réfrigérée, au bout de la dalle, dans le caniveau du collecteur de saumure. La boîte de jonction, le câble, les conduits doivent être inaccessibles au public.
7. La sonde de dalle sert de basse limite de température et aussi au moment de l'abaissement de la température de la dalle afin d'utiliser l'inertie thermique dans la dalle et de créer une source de chaleur ponctuelle pour les pompes thermiques.

10.5.3.3 Point de consigne de dalle

1. Le point de consigne de la dalle est calculé et ajusté selon le mode occupé et inoccupé.
2. $XXX\_REF-SA\_T-DAL-MOY\_PC-OCC = -6,6\text{ }^{\circ}\text{C}$
3. et $XXX\_REF-SA\_T-DAL-MOY\_PC-INOCC = PC\_OCC + 1,5\text{ }^{\circ}\text{C}$.

4. Pendant deux heures, avant de déclencher le mode occupé, le point de consigne calculé est augmenté progressivement en suivant une pente (« rampé ») à la baisse pour éviter le démarrage simultané de tous les compresseurs.
5. Les lectures de température de la dalle sont pondérées pour éviter le démarrage non souhaité des compresseurs après le surfaçage.
6. La lecture de température (température pondérée) est ajustée chaque seconde en appliquant un centième de 5 % de la différence entre la lecture courante et la lecture filtrée de la seconde précédente.
7.
$$T_{\text{filtrée}} = T_{\text{filtrée seconde précédente}} + 0,0005 \times (T_{\text{courante}} - T_{\text{filtrée seconde précédente}})$$
8. La présence de glace (XXX_REF_GLACE_ET) est établie selon la température de la dalle et est utilisée pour établir les points de consigne de pièce et de rosée du système de déshumidification.
9. $T_{\text{Dalle}} \leq 10 \text{ }^{\circ}\text{C}$
10. Une alarme est transmise au cnp et à la Sécurité lorsque la température de la dalle atteint $-3,5 \text{ }^{\circ}\text{C}$.
11. $T_{\text{Dalle}} \geq -3,5 \text{ }^{\circ}\text{C}$
12. Pour ne pas recevoir des alarmes de haute température de la dalle au moment du démarrage saisonnier de l'aréna, un délai virtuel de 48 h (ajustable) doit être programmé.
13. Hors saison et pendant les longs arrêts sans production de froid (sans glace), les alarmes de haute température de la dalle doivent être neutralisées. Elles ne sont pas transmises à la centrale ni enregistrées comme tendances.
14. Après une panne de courant prolongée (plus de 4 h, ajustable), au moment du redémarrage, la température de la dalle est vérifiée et comparée :
15. Si $T_{\text{Dalle}} \geq -3,5 \text{ }^{\circ}\text{C}$, une alarme est transmise à la centrale et une tendance est enregistrée.
16. Si $T_{\text{Dalle}} \leq -4 \text{ }^{\circ}\text{C}$, état normal – aucune alarme à la centrale.

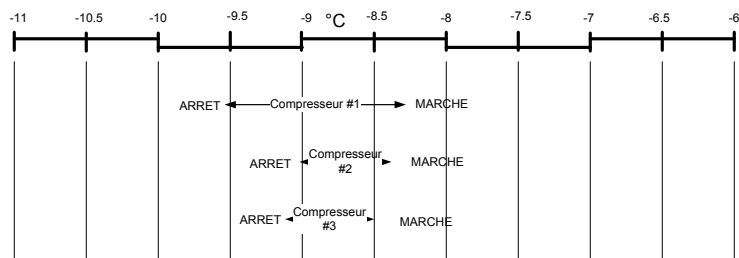
10.5.3.4 Température de retour de la saumure v/s mode de fonctionnement

1. La formule suivante doit servir pour calculer le Δt applicable à la saumure. La température de retour de saumure est utilisée pour séquencer le fonctionnement des compresseurs.
2. $71Tr \times 12000 \text{ btu/h/Tr} = 500 \times 451 \text{ gal US/m} \times \Delta t \text{ }^{\circ}\text{F} \times Cp (0,715 \text{ Btu/lb-}^{\circ}\text{F}) \times SpGr (1,21).$
3. Alors $\Delta t = 4,36 \text{ }^{\circ}\text{F} (2,42 \text{ }^{\circ}\text{C})$
4. Considérant que le Δt calculé au moyen de la précédente équation est très petit et n'assure pas dans tous les cas la stabilité de la PID qui est utilisée pour séquencer les compresseurs, il est requis de calibrer ledit Δt (utilisé dans le calcul de la PID) en utilisant soit le tableau 10.5.3 ou la figure 10.5.3.
5. La figure 10.5.3 est basée sur un Δt de $2,5 \text{ }^{\circ}\text{C}$ ($Tr - Ta = \Delta t$), correspondant à une charge de 71Tr.

6. Le compresseur 1 (#10) est entraîné par un moteur de 60 hp tandis que les compresseurs 2 (#11.1) et 3 (#11.2) sont entraînés par des moteurs de 30 hp.
7. La programmation doit être basée sur le véritable Δt , calculé à l'alinéa 2 ci-haut, et l'ordre de séquençage des compresseurs 2 et 3 doit varier chaque jour pour uniformiser l'usure des équipements.
8. Le but recherché est de prévenir le fonctionnement en courts cycles des compresseurs qui ont tendance à tous démarrer rapidement lorsque la température de retour de saumure est chaude et à s'arrêter aussitôt que la température de retour de saumure baisse de quelques degrés.
9. Lorsque le système frigorifique n'est pas adjacent à la dalle réfrigérée et que le collecteur de saumure est d'une longueur exceptionnelle entraînant plusieurs minutes de délai avant que le cnp ne détecte une variation de température de la variable contrôlée (T_r), l'entrepreneur doit introduire des séquences informatiques pour amortir la vitesse de réaction du système de contrôle et limiter le nombre de démarrage/heure de chacun des compresseurs, conformément aux instructions du manufacturier.

Tableau 10.5.3 – Delta T (Δt) de saumure fonction de T_r

Δt ($T_r - T_a = \Delta t$)	T_r (retour de saumure)
2,42 °C	-9,0 °C
5,0 °C	-5,0 °C



15-920NA_schema_Dt_seq_Cmp.vsd

© 2022 Claude Dumas

Schema, sequence des compresseurs vs T_r saumure

Figure 10.5.3 – Schéma, séquence des compresseurs, fonction de T_r saumure

10.5.3.5 Système de réfrigération à l'ammoniac (REF-AMO)

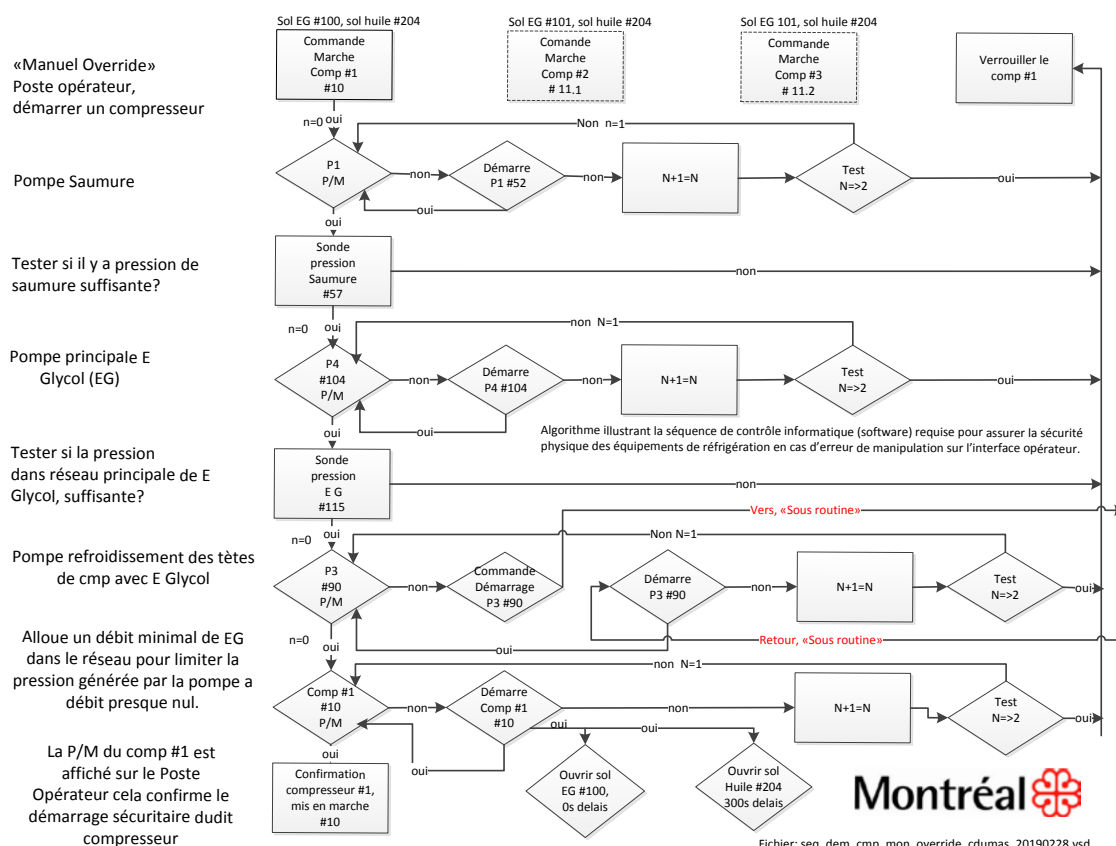
10.5.3.5.1 Système de démarrage manuel des compresseurs

1. Par démarrage manuel il faut entendre «Système et séquence de démarrage « *Manual override*» de la commande d'un compresseur, soit sur l'interface opérateur ou par l'activation d'un sélecteur accessible sur le panneau local du compresseur» ou sur la face du CCM.
2. Cette procédure est typique pour chaque compresseur spécifié dans la partie 10.4.
3. Neutraliser la position «MAN» sur les boutons sélecteurs que l'on retrouve sur la face des CCM, concernant les unités (compresseurs, monoblocs, dessicants, etc.), équipements reliés au cnp. La neutralisation doit aussi être appliquée au panneau (#46) embarqué sur les unités compresseur.
4. Le cnp doit être programmé pour réaliser les sous-routines décrites ci-dessous.

10.5.3.5.2 Sous-routine pour contrôler le robinet (#74)

1. Séquence de contrôle requise pour contrôler l'ouverture/fermeture du robinet #74 en fonction du nombre et de la capacité des compresseurs en marche simultanément.
2. Algorithme illustrant la séquence de contrôle informatique (*software*) requise pour assurer la sécurité physique des équipements de réfrigération en cas de manipulation sur l'interface opérateur.
3. Assigner une valeur numérique à chaque compresseur :
4. 0 pour un compresseur qui n'est pas en marche;
5. 2 pour un compresseur de 60 hp en marche;
6. 1 pour un compresseur de 30 hp en marche.
7. Calculs basés sur l'état de chaque compresseur comme en témoigne sa preuve de marche (p/m).
8. (Si comp1 = on, 2, then, 0) + (Si comp2 = on, 1, then, 0) + (Si comp3 = on, 1, then, 0) + (Si comp? = on,?, then, 0) + (Si commande_P3 = on, 1 (pour 60 sec), then, 0) = C
9. (Si C = 0, (#74) = off) (Si 0 < C = <1, (#74) = on) (Si C > 1, (#74) = off).

10.5.3.5.3 Sous-routine, contrôle sécuritaire du système frigorifique



© Ville de Montréal 2018

Figure 3 Routine, contrôle sécuritaire du système frigorifique

Fichier: seq_dem_cmp_mon_override_cdumas_20190228.vsd
Auteurs: Claude Dumas, ing. et David Drouin-Landry, ing.

Voir la suite sur la page précédente. « Sous-routine pour contrôler le robinet (#74) ».

Figure 10.5.4 – Routine, contrôle sécuritaire du système frigorifique

10.5.3.5.4 Sous-routine, mise sous verrous des équipements de réfrigération

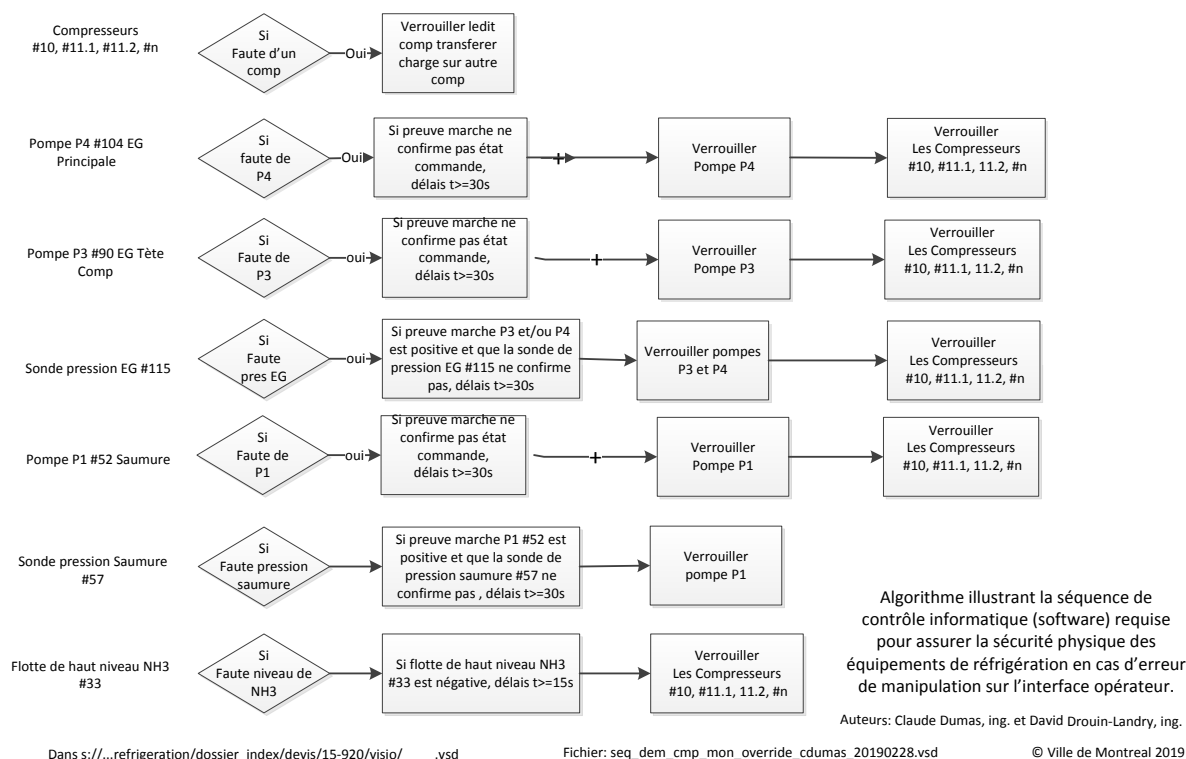


Figure 4 Mise sous verrous des équipements de réfrigération

Figure 10.5.5 – Routine, mise sous verrous des équipements de réfrigération

10.5.3.5.5 Système de démarrage automatique des compresseurs

1. Lorsque le système est mis en marche à la centrale de contrôle, le cnp contrôle en séquence l'arrêt/départ des trois compresseurs. Les trois compresseurs sont autorisés à fonctionner sur preuve de fonctionnement de :
2. La pompe de saumure P-1 (#52) via un transmetteur de pression TP (#57) installé au refoulement de la pompe.
3. La pompe de rejet de chaleur P-4 (#104).
4. La pompe P-3 (#90).
5. Un niveau normal de R-717 dans l'évaporateur n'ayant pas déclenché la flotte de haut niveau (#30).
6. La sonde de pression EG (#115) indiquant une pression suffisante dans le réseau de glycol. Le cnp génère une alarme si la pression baisse sous 15 psig (ajustable) pendant plus de 15

secondes. Le système de pressurisation d'eau glycol (#112) établit la pressurisation de référence à 10 psig, à la succion de la pompe P-4 (#104).

7. Le contrôleur détermine le démarrage ou l'arrêt des compresseurs selon la température de retour de saumure et les tableaux de séquences de marche des compresseurs suivants. La valeur du point de consigne de la température de retour de saumure est modifiable à la centrale de contrôle.
8. Il y a deux modes de fonctionnement pour le système frigorifique et les deux modes sont agencés selon un horaire de 7 jours programmables selon les occupations et les horaires fournis par le client.
9. Les trois sous-routines (10.5.3.6.2, 10.5.3.6.3, 10.5.3.6.4) sont applicables dans tous les cas de démarrage.

Tableau 10.5.4 – Fonctionnement de trois compresseurs en Mode 1

Temp. de retour de saumure, °C	(#11.1)	(#11.2)	(#10)
-2,5 °C	Marche	Marche	Marche
-6,5 °C	Marche	Marche	Arrêt
-9,0 °C	Marche	Arrêt	Arrêt
-10,5 °C	Arrêt	Arrêt	Arrêt

L'ordre de fonctionnement pour 3 compresseurs est : (#11.1), (#11.2), (#10).

Tableau 10.5.5 – Fonctionnement de quatre compresseurs en Mode 1

Temp. de retour de saumure, °C	(#11.1)	(#11.2)	(#10.1)	(#10.2)
– 2,5 °C	Marche	Marche	Marche	Marche
– 5,0 °C	Marche	Marche	Marche	Arrêt
– 8,0 °C	Marche	Marche	Arrêt	Arrêt
– 9,0 °C	Marche	Arrêt	Arrêt	Arrêt
– 10,5 °C	Arrêt	Arrêt	Arrêt	Arrêt

L'ordre de fonctionnement pour 4 compresseurs est : (#11.1), (#11.2), (#10.1), (#10.2).

Tableau 10.5.6 – Fonctionnement de trois compresseurs en Mode 2

Temp. de retour de saumure, °C	(#10)	(#11.1)	(#11.2)
– 2,5 °C	Marche	Marche	Marche
– 6,5 °C	Marche	Marche	Arrêt
– 9,0 °C	Marche	Arrêt	Arrêt
– 10,5 °C	Arrêt	Arrêt	Arrêt

L'ordre de fonctionnement pour 3 compresseurs est : (#10), (#11.1), (#11.2).

Tableau 10.5.7 – Fonctionnement de quatre compresseurs en Mode 2

Temp. de retour de saumure, °C	(#10.1)	(#11.1)	(#11.2)	(#10.2)
– 2,5 °C	Marche	Marche	Marche	Marche
– 5,0 °C	Marche	Marche	Marche	Arrêt
– 8,0 °C	Marche	Marche	Arrêt	Arrêt
– 9,0 °C	Marche	Arrêt	Arrêt	Arrêt
– 10,5 °C	Arrêt	Arrêt	Arrêt	Arrêt

L'ordre de fonctionnement pour 4 compresseurs est : (#10.1), (#11.1), (#11.2), (#10.2).

10. En fonction de bandes mortes, et selon les tableaux 10.5.4, 10.5.5, 10.5.6 et 10.5.7, la séquence établit 4 ou 5 étapes de fonctionnement pour maintenir le point de consigne de température de saumure.
11. Les bandes mortes doivent être sélectionnées pour optimiser la récupération de chaleur au moyen des thermopompes et minimiser le fonctionnement en courts cycles des compresseurs de réfrigération.
12. Les valves des séparateurs d'huile (#204) sont ouvertes 5 minutes après la preuve de marche du compresseur correspondant.
13. Dans le cas d'un compresseur qui cycle beaucoup, il peut être nécessaire de diminuer le délai d'ouverture de la valve (#100) ou (#101) pour assurer un retour d'huile adéquat au compresseur.
14. Pendant la période d'optimisation de la procédure de récupération d'énergie, une demande de chauffage qui ne coïncide pas avec une demande de réfrigération peut créer une demande de marche d'un compresseur de réfrigération.
15. Une basse limite de température de la dalle (– 9 °C) vient limiter cette demande de marche et un seul compresseur de 18 Tr est autorisé à démarrer pour permettre une optimisation de la récupération d'énergie.
16. Chaque compresseur possède un panneau de contrôle (#38) et un panneau à borniers (#46) sur lequel sont reliés plusieurs éléments de protection.
17. Un panneau chaîne logique (#40) doit être fourni et installé. Le panneau chaîne logique mesure au moins 16" x 12" x 6", conforme au plan T-02.
18. Sur une détection d'alarme par le cnp en provenance de ces panneaux, le compresseur correspondant doit être arrêté immédiatement et des alarmes détaillées sont indiquées sur l'interface utilisateur.

19. Un délai de 30 minutes (ajustable) est programmé entre le démarrage de chacun des compresseurs. Une fois le compresseur démarré, le cnp doit comptabiliser le temps écoulé depuis le dernier démarrage et interdire le redémarrage dudit compresseur si le temps écoulé est inférieur à 15 minutes.
20. Totaliser le temps de marche de chaque compresseur (et le temps de marche des pompes et des ventilateurs) pour calculer le tonnage des compresseurs en fonction.
21. La collecte de données ne vise pas à égaliser le temps de fonctionnement des équipements, mais à aider à planifier les procédures d'entretien PEP.
22. Calculer le tonnage des compresseurs en fonction.
23. Toutes les 2 minutes, le cnp vérifie si le compresseur 1 est en fonction. Si oui, il inscrit 1 dans la formule suivante. Si le compresseur 2 est en fonction, il inscrit 1 dans la formule suivante. Si le compresseur 3 n'est pas en fonction, il inscrit 0 dans la formule suivante, et ainsi de suite pour tous les compresseurs. $1 \times 35,1 + 1 \times 17,6 + 0 \times 17,6 = 52,7 \text{ Tr}$.
24. Les chiffres Tr proviennent de la partie 10.4, TABLEAU 10.4.3.
25. Si la température du retour de saumure est $T_R \leq -12^\circ\text{C}$, s'affiche une alarme sur l'interface utilisateur et s'enregistre une tendance. Une basse température de retour de saumure limite le départ des compresseurs.
26. Lorsque le compresseur fonctionne, le chauffe-carter (300W) ne doit pas fonctionner.
27. Le point de consigne dudit chauffe-carter sur le thermostat intégré doit être ajusté à 115°F ($46,1^\circ\text{C}$).
28. Un bouton d'urgence, BAU, cause l'arrêt immédiat du système de réfrigération et agit directement sur les démarreurs des moteurs des compresseurs, pompes et refroidisseurs de fluide (voir aussi la section 10.5.3.16.4).
29. Un réarmement sur la console informatique est requis pour redémarrer le système frigorifique.
30. Après l'activation et le réarmement d'un des BAU, une alarme est transmise à la centrale et au gestionnaire de l'aréna pour un suivi.

10.5.3.5.6 Réseau ammoniac, PC de haute pression

Le point de consigne de haute pression au transmetteur de pression NH_3 TP (#17) est de 140 psig (ajustable).

10.5.3.5.7 Détection de BP excessive sur la succion du système frigorifique

1. La pression de succion R-717 est normale à 21,3 psig. Si la pression tombe sous 5,3 psig (ajustable), le cnp affiche une alarme de « Basse pression » et met le système frigorifique à l'arrêt.

2. Sur une détection de basse pression de succion par la sonde TP (#18), les systèmes suivants sont arrêtés :
 1. les trois compresseurs;
 2. le refroidisseur de fluide (#106) ainsi que les pompes afférentes P-4 (#104) et P-5 (#81);
 3. la pompe de glycol de refroidissement des compresseurs P-3 (#90).
 4. Il n'y a pas de séquences de « *Pump-Down* » sur ce système de réfrigération R-717.
 5. Des dispositifs de délestage « *Unloaders* » sont présents sur les compresseurs, mais ils ne sont pas branchés selon le design normalisé.

10.5.3.5.8 Niveau du réfrigérant sous forme liquide (colonne, sous le séparateur en U).

1. La sonde (#30) détecte s'il y a un niveau excessif de réfrigérant liquide dans le réservoir tampon ou sous le séparateur en U, raccordé à un contact NO.
2. Ladite sonde doit être entrebarrée (filaire) pendant un délai de 5 secondes avec les démarreurs des trois compresseurs qui sont sur le même circuit de réfrigérant et contourner toute commande de temps minimal de marche.
3. Lorsque le contact de la flotte de haut niveau d'ammoniac (#30) est enclenché, tous les compresseurs doivent être arrêtés et tous les autres éléments du système demeurent dans l'état dans lequel ils étaient.
4. Une alarme de haut niveau de liquide R-717 est ensuite envoyée sur l'interface opérateur et chaque défectuosité détectée doit être enregistrée pour fin de statistique.
5. Cette remise en marche du système frigorifique requiert une intervention humaine préalable et une vérification/ajustement du niveau de réfrigérant dans la pâte de liquide.
6. La procédure de remise en marche par le frigoriste consiste en un réajustement/vérification du niveau de réfrigérant et l'activation d'un bouton-poussoir (contact momentané) localisé à côté de la sonde (#30).

10.5.3.5.9 Alarmes et tendances

1. Dans le cas où la pression de condensation augmente à plus de 170 psig pendant une minute, une alarme est transmise à l'interface opérateur.
2. Dans le cas où la pression de condensation continue d'augmenter pour atteindre 200 psig, les compresseurs sont arrêtés après un délai de 15 secondes.
3. La pression lue par la sonde de pression de condensation est affichée à l'interface opérateur, et elle est enregistrée afin de produire des courbes de tendance.
4. La pression lue par la sonde de pression d'aspiration (TD) est affichée à l'interface opérateur, et elle est enregistrée afin de produire des courbes de tendance. Un délai de 15 secondes (ajustable) est programmé sur la minuterie de basse pression de chacun des compresseurs.

5. Une alarme (SB) est enregistrée pour chaque compresseur dans l'une des conditions suivantes :
 - i. haute température d'huile (*HOT*) (#38.1);
 - ii. basse pression d'huile (*OIL FAILURE*) (#38.2);
 - iii. basse pression de succion (BP) (#38.3);
 - iv. haute pression de refoulement (HP) (#38.4);
 - v. haute température de R-717 (HT) (#38.5);
 - vi. temp. excessive, tête comp. (HHT) (#38.6);
 - vii. Arrêt d'urgence/sélecteur local (#46.2);
 - viii. E-Stop (#46.3).

10.5.3.5.10 Résolution d'une panne de courant Hydro-Québec

1. Il doit y avoir un mode résolution de panne H-Q qui s'articule en 3 volets :
 - i. le volet ventilation du local technique;
 - ii. le volet système frigorifique;
 - iii. le volet ventilation déshumidification de l'aréna et autres systèmes.
2. Un relais témoin de panne de courant, dont l'alimentation électrique est maintenue par un de ses contacts NO raccordé en série avec sa bobine, doit être relié sur le système de contrôle et initier le mode résolution panne H-Q.
3. Le mode résolution panne H-Q remet à zéro le système de contrôle, incluant toute partie du système de contrôle qui aurait été alimentée par un UPS, une batterie ou une génératrice pendant la panne de courant.
4. Le système frigorifique ainsi que tous les systèmes électromécaniques de l'aréna doivent être remis en marche en séquence de façon à ne pas surcharger l'alimentation électrique, tel que mentionné plus haut.
5. Dans un aréna, il n'y a pas de génératrice et, en règle générale, c'est seulement les équipements d'urgence qui sont alimentés sur la génératrice. Ne sont pas considérés comme équipement d'urgence les unités de ventilation comme UDESH, le système frigorifique et les systèmes de ventilation du local T.
6. Lorsque le courant est rétabli après une panne de courant, le système de télégestion doit détecter qu'il y a eu panne de courant et qu'elle est maintenant révolue.
7. Le cnp doit attendre un délai de 5 minutes avant de réarmer le relais témoin de panne de courant.
8. Un second contact NO du relais se ferme et active le mode résolution panne H-Q.
9. Après la résolution de la panne de courant, le cnp doit générer une alarme qui informe la centrale de télégestion.

10. C'est par l'entremise du panneau DET-1.2 que le cnp est informé de l'existence d'une panne de courant HQ. C'est aussi une alarme à la centrale de sécurité qui permet de déterminer si le panneau DET-1 est en service ou s'il est l'objet d'une panne de courant. Voir le tableau 10.5.14.

10.5.3.6 Système de rejet de chaleur, glycol

10.5.3.6.1 Refroidisseur de fluide

1. Le refroidisseur de fluide a été sélectionné de façon à maximiser le temps de fonctionnement en mode sec, dans le but de minimiser l'usage de produits chimiques pour traiter l'eau et limiter les dépôts de minéraux sur la surface externe d'échange de chaleur du refroidisseur.
2. Les thermistors sur le moteur électrique du ventilateur du refroidisseur de fluide sont raccordés sur le module d'interprétation de l'EFV.
3. Le réseau d'eau glycolée contrôle la pression de refoulement d'ammoniac au condenseur à son point de consigne de 140 psig (ajustable), sur la sonde (#17) par une boucle de contrôle PID. Plage d'opération entre un minimum de 20 °C et un maximum de 25 °C (ajustable).

10.5.3.6.2 Température d'eau glycolée à maintenir, TR_PC = 22 °C (ajustable)

1. Les priorités des séquences d'opération sont comme suit :
2. La valve 3-voies (#105).
3. Le fonctionnement du ventilateur du refroidisseur de fluide a priorité sur la pompe P-5 (Eau).
4. Le ventilateur du refroidisseur de fluide (#106) et la pompe P-5 (eau) sont autorisés à fonctionner seulement sur preuve de fonctionnement de la pompe P-4 (circulation d'eau glycolée).
5. La pompe P-4 (Glycol) fonctionne s'il y a une permission ou une preuve de marche de la pompe P-1 (Saumure) et s'il y a un compresseur qui fonctionne.
6. La pompe P-4 (Glycol) arrête 5 minutes après une perte de preuve de marche de la pompe P-1 (Saumure).
7. Une basse température extérieure empêche le fonctionnement de la pompe P-5 (Eau), excepté dans le mode d'urgence (voir plus bas).
8. La boucle de contrôle PID module en séquence l'ouverture de la valve du refroidisseur de fluide (#105), le démarrage du ventilateur du refroidisseur de fluide et la modulation de sa vitesse pour ensuite démarrer la pompe d'eau (P-5) de la tour, afin de maintenir la température d'eau glycolée à la sortie du refroidisseur de fluide à son point de consigne (TR_PC).

10.5.3.6.3 La progression de la PID est la suivante :

1. De 0 à 40 % :
2. La valve 3-voies ouvre le débit de glycol sur le refroidisseur de fluide de 0 à 100 %.

3. De 35 % à 70 % :
4. Le démarrage et la modulation de l'EFV du ventilateur de 0 % à 100 %.
5. De 70 % à 100 % :
6. L'EFV est réduite à 60 % (ajustable).
7. La pompe P-5 est mise en fonction.
8. L'EFV module de 0 % à 100 % pour contrôler la température du glycol.

10.5.3.6.4 La régression de la PID est :

1. De 100 % à 60 % :
2. La pompe P-5 est maintenue en fonction.
3. L'EFV du ventilateur module de 100 % à 60 %.
4. Lorsque l'EFV du ventilateur atteint 60 % (ajustable), la pompe P-5 est arrêtée.
5. L'EFV module de 60 % à 100 % pour contrôler la température de glycol.
6. De 60 % à 35 % :
7. L'EFV module de 100 % à 0 %.
8. Entre 40 % et 0 % :
9. La valve 3-voies module de 100 à 0 % et ferme le débit de glycol sur le refroidisseur de fluide.
10. Pas d'autorisation de marche de la pompe P-5 (eau), si la température extérieure est inférieure à $-5,0\text{ }^{\circ}\text{C}$ (ajustable).
11. Autorisation de fonctionner en mode urgence seulement si la température extérieure est $< -5,0\text{ }^{\circ}\text{C}$ et si la PID atteint 100 % pendant 1 minute. Dans cette condition, la pompe P-5 est démarrée. La pompe est arrêtée si la PID s'abaisse à 90 %.
12. Limiter le départ des pompes thermiques et de toute autre composante de récupération de chaleur afin de maintenir la température de glycol à $2\text{ }^{\circ}\text{C}$ (ajustable) en dessous du point de consigne du point TR_PC, mais jamais sous les $18\text{ }^{\circ}\text{C}$.
13. Cette séquence contrôle directement la pression de décharge (refoulement d'ammoniac), mais il est aussi acceptable de contrôler cette pression en fonction d'un réajustement du point de consigne d'eau glycolée à la sortie du refroidisseur de fluide, en fonction de l'écart de la pression d'ammoniac et de son point de consigne.

10.5.3.7 Système d'eau du bassin du refroidisseur de fluide

10.5.3.7.1 Bassin du refroidisseur de fluide (#82) (contrôle du niveau)

1. Sur détection d'une basse pression par le transmetteur de pression TP (#75), l'électrovanne s'active afin d'augmenter le niveau d'eau du bassin (#82).

2. L'électrovanne (#74) ouvre lorsque le niveau d'eau du bassin atteint le bas niveau (1,22 m) et ferme lorsqu'il atteint le haut niveau (1,65 m).
3. Les données suivantes sont affichées à l'interface opérateur :
 4. le point de consigne de niveau du bassin en mètres, obtenu par programmation;
 5. la plage de niveau de référence;
 6. l'alarme de bas niveau si le niveau atteint 1,07 m;
 7. l'état de la valve (ouverte ou fermée).

10.5.3.7.2 Bassin du refroidisseur de fluide (filtration de l'eau)

1. Sur détection de présence d'eau dans le bassin du refroidisseur de fluide (#82) par la sonde de niveau (#75), le cnp démarre la pompe P-7 (#117) et la maintient en fonction pour permettre la filtration de l'eau du bassin.
2. Si le bassin est vide, la pompe (P-7) est mise à l'arrêt.
3. L'information sur l'état de la pompe (P-7) est affichée à l'interface opérateur.

10.5.3.7.3 Alarmes et Tendances

1. Une sonde de détection de vibration (#102) agit sur le démarreur (EFV) et arrête le ventilateur du refroidisseur de fluide dans le cas où la vibration est excessive, conformément au détail (2.1/T-04).
2. La température de retour du glycol est affichée à l'interface opérateur et est enregistrée afin de produire des courbes de tendance.
3. Il est requis d'ajuster les points de consigne d'arrêt et de départ tout en maintenant l'ordre de priorité vanne/ventilateur/pompe, afin d'éviter le fonctionnement en courts cycles des équipements et de maintenir un contrôle stable de la température de retour du glycol et de la pression de NH_3 .

10.5.3.8 Système de refroidissement d'huile et du bâti des compresseurs (glycol)

10.5.3.8.1 Contexte

1. Au démarrage d'au moins un des trois compresseurs, le cnp met en marche les pompes P-3 (#90), pour le refroidissement des compresseurs, et P-4 (#104), pour la circulation de l'eau glycolée. Les deux pompes doivent demeurer en marche jusqu'à l'arrêt complet de tous les compresseurs.
2. La valve (#74) qui assure un débit minimal dans le réseau de glycol (refroidissement de compresseur) ouvre et est maintenue ouverte si un seul compresseur de 18Tr fonctionne et si toutes les valves solénoïdes (#100 ou #101) sont fermées. Autrement, cette valve est fermée. Voir la partie 10.5.3.6.2.

3. Cinq minutes (ajustables) après le démarrage d'un des compresseurs, le cnp met en marche la valve solénoïde (#100) ou (#101) afférente au système de refroidissement d'huile du compresseur.
4. La vanne solénoïde du retour d'huile (#204) ouvre 10 minutes (ajustables) après la mise en marche du compresseur correspondant.
5. Les pompes P-3 et P-4 sont programmées pour fonctionner pendant 5 minutes avant d'être autorisées à s'arrêter après l'arrêt du dernier compresseur.
6. Une sonde de température en aval de la pompe P-3 transmet la température d'alimentation TA (#92) de l'eau glycolée au cnp. Le point de consigne de température d'alimentation est 38 °C (ajustable).

10.5.3.8.2 Alarmes et tendances

1. Sur détection d'une température de glycol (système de refroidissement des compresseurs) supérieure à son point de consigne :
2. un signal sonore est émis à l'interface opérateur;
3. une alarme de haute température de glycol est affichée à l'interface – la température du glycol est mesurée afin de contrôler indirectement la température de l'huile;
4. le cnp met à l'arrêt les compresseurs qui sont en fonction et empêche les autres compresseurs de démarrer;
5. la pompe de refroidissement principale P-4 (#104) demeure en fonction;
6. la température de l'eau glycolée d'alimentation Ta (#92) est affichée sur l'interface opérateur et est enregistrée afin de produire des courbes de tendance;
7. l'état de la commande (ouverte ou fermée) de la soupape solénoïde d'eau glycolée (#100), (#101), est affiché à l'interface opérateur;
8. Le cnp arrête la pompe de refroidissement des compresseurs P-3 (#90).

10.5.3.9 Système de saumure

10.5.3.9.1 Contexte

1. La pompe P-1 (#52) – (saumure) reçoit du cnp la permission de fonctionner à condition que :
2. la sonde (#57) n'indique pas une basse pression de saumure;
3. les BAU ne sont pas activés;
4. il n'y a pas d'alarme R-717;
5. Une sonde de pression TP (#57) installée en aval de la pompe P-1 (#52) transmet la lecture de pression au cnp qui affiche la pression à l'interface opérateur.

6. La pompe P-1 est continuellement en fonction sauf dans certaines périodes inoccupées de l'aréna (directives du client). Ces périodes sont modifiables selon un horaire de 7 jours sur l'interface opérateur.
7. Pendant les périodes inoccupées, si la température ST-3 (#51) de la dalle atteint $-4\text{ }^{\circ}\text{C}$ (ajustable), la pompe démarre et le système frigorifique est autorisé à fonctionner normalement pour maintenir la température de la dalle à son point de consigne.
8. La température de la dalle ST-3 (#51) et les deux températures de saumure T_a (#59) et T_r (#59) sont affichées sur l'interface opérateur.
9. Le point de consigne de température de saumure T_a (#59) est $-12\text{ }^{\circ}\text{C}$.
10. La séquence assigne un point de consigne de basse limite de retour de saumure.
11. XXX_REF-SAU_T-RET_PC-BL = $-12\text{ }^{\circ}\text{C}$.

10.5.3.9.2 Alarmes et tendances

1. Sur arrêt de la pompe de saumure P-1 (#52), les compresseurs doivent être arrêtés sans délai.
2. Une alarme de fuite de saumure est transmise si la valeur de pression de la sonde TP (#57) descend sous 3 psig (ajustable) pendant plus de 30 secondes.
3. Une alarme est transmise si la basse limite de température de retour de la saumure T_r (#59) est atteinte pendant plus de 30 secondes.
4. Une alarme est transmise si la température de retour de la saumure (#59) est supérieure à $-2\text{ }^{\circ}\text{C}$ et que la pompe à saumure fonctionne.
5. Les températures ST-3 (#51), T_a (#59) et T_r (#59) sont enregistrées afin de produire des courbes de tendance.
6. Une alarme est transmise à la centrale de sécurité 24 h/7 j par le TL-250 (détail 5/T-03) si la température de dalle ST-03 est $\leq -3,5\text{ }^{\circ}\text{C}$.

10.5.3.10 Système de chauffage du sol (saumure)

10.5.3.10.1 Contexte

1. Lorsqu'il n'y a pas de glace sur la patinoire, le système de chauffage est à l'arrêt.
2. Le BHP de la pompe se transforme en chaleur dégagée par la pompe P-8 (#68) dans le caloporteur, ce qui contribue au chauffage du sol.

10.5.3.10.2 À l'arrêt du système :

La pompe P-8 (#68) est à l'arrêt.

La soupape solénoïde des gaz chauds (#206) n'est pas énergisée, donc en position fermée.

10.5.3.10.3 Au départ du système :

La pompe P-8 (#68) démarre.

10.5.3.10.4 En marche normale :

1. Le cnp commande la pompe P-8 (#68), qui doit fonctionner continuellement lorsque le système frigorifique est en mode « aréna ouvert ».
2. Lorsque la patinoire est gelée, moduler le système de chauffage sous-dalle pour maintenir le point de consigne dans le sol.
3. Le cnp commande le démarrage du système de chauffage du sol selon un horaire programmé (coordonner l'horaire avec le directeur). Le système peut aussi être démarré de la centrale de commandes par un sélecteur logique sur la page graphique, pour la saison de glace.
4. Le cnp commande l'ouverture de la soupape solénoïde des gaz chauds (#206) lorsque l'une des deux sondes de température de sol (#93) détecte une température inférieure à 40 °F (4,4 °C).
5. Le cnp commande la fermeture de la soupape solénoïde des gaz chauds (#206) lorsque les deux sondes de température de sol (#93) détectent une température supérieure à 43 °F (6,1 °C).
6. La position et l'état de la commande de la soupape solénoïde des gaz chauds (#206) doivent apparaître à l'interface opérateur et être enregistrés sous forme de tendance.
7. Lorsque la température à l'une ou l'autre des deux sondes de température de sol (#93) devient inférieure à 37,4 °F (3 °C), une alarme doit être affichée sur l'interface opérateur et être enregistrée sous forme de tendance.

10.5.3.10.5 Panne électrique :

Le système arrête.

10.5.3.10.6 Incendie :

Ne s'applique pas.

10.5.3.10.7 Protections :

Ne s'applique pas.

10.5.3.11 Système de préchauffage de l'eau chaude domestique

10.5.3.11.1 À l'arrêt du système :

La pompe PO-DSCH est à l'arrêt.

10.5.3.11.2 Au départ du système :

1. Le cnp commande le démarrage de la pompe PO-DSCH, sur preuve de marche d'au moins un des compresseurs du système frigorifique. Cette pompe doit être mise à l'arrêt en même temps que le dernier compresseur.
2. Sur refus de démarrage de la pompe, une alarme est transmise à la centrale de télégestion et affichée sur l'interface opérateur.
3. L'état de la pompe est affiché sur l'interface opérateur.

10.5.3.11.3 En marche normale :

1. Le cnp contrôle la pompe PO-DSCH.
2. L'état de la pompe est affiché sur l'interface opérateur.
3. Sur défaut de la pompe, une alarme est affichée à la centrale.
4. Le cnp fait la lecture des sondes de température T1, T2, T3, T4. Il affiche ces lectures sur l'interface opérateur et génère des tendances, conformément aux détails normalisés (1/P-01) et (5/T-05).
5. Si la sonde T3 atteint la haute limite de température du réservoir RPCD-1, soit 60 °C, le cnp arrête les chaudières en fonction et affiche une alarme sur l'interface opérateur, à côté de l'image de la sonde.
6. Le robinet motorisé deux voies VM-RPCD-1 est fermé, mais ouvre si la température dans le réservoir RPCD-1 excède 140 °F (60 °C) et affiche une alarme sur l'interface opérateur, à côté de l'image dudit robinet. Le cnp génère des tendances.
7. Le cnp referme le robinet motorisé deux voies lorsque la température dans le réservoir revient à 136,4 °F (58 °C).

10.5.3.11.4 Panne électrique :

Le système arrête.

10.5.3.11.5 Incendie :

Ne s'applique pas.

10.5.3.11.6 Protections :

1. En début de saison, lorsque la réfrigération fonctionne et qu'il n'y a pas suffisamment de consommation d'eau chaude domestique, la température de l'eau dans le réservoir RPCD-1 peut monter excessivement et faire ouvrir la vanne de sûreté.
2. Le robinet motorisé à deux voies VM-RPCD-1, installé sur le réservoir RPCD-1, est normalement fermé (NF), mais il doit ouvrir si la température (T3) dans ledit réservoir excède 140 °F (60 °C). L'eau préchauffée est alors ponctuellement déversée dans la fosse à neige.

3. Le cnp referme le robinet motorisé deux voies lorsque la température (T3) revient à 136,4 °F (58 °C).
4. Le cnp affiche une alarme sur l'interface opérateur, à côté de l'image de la sonde, et génère une tendance.
5. Le cnp maintient en fonction la pompe PO-DSCH, laquelle doit être maintenue en fonction si l'un des compresseurs fonctionne.

10.5.3.12 Système de distribution d'eau chaude domestique

10.5.3.12.1 À l'arrêt du système :

1. Les détails normalisés (1/P-01), (5/T-05), (6/T-05) ainsi que « Schéma de distribution de chaleur (11x17) » illustrent le système.
2. Les pompes PO-CED-1 et PO-CED-2 sont à l'arrêt.
3. Les chauffe-eau CED-1 et CED-2 sont à l'arrêt.
4. La pompe PO-ECR est en fonction.
5. La pompe PO-DSCH est en fonction (si au moins un des compresseurs de réfrigération fonctionne).
6. Le cnp fait la lecture des sondes de température T5, T6, T7, T8, T9, T10. Il affiche ces lectures sur l'interface opérateur et génère des tendances.
7. Le robinet motorisé deux voies VM-RPCD-1 est fermé, mais est autorisé à ouvrir si la température dans le réservoir RPCD-1 excède 140 °F (60 °C).
8. Le cnp referme le robinet motorisé deux voies lorsque la température revient à 136,4 °F (58 °C).
9. Ce robinet permet de rejeter l'excès de chaleur dans la fosse à neige et prévient l'ouverture de la soupape de sûreté sur ledit réservoir.
10. Dans un aréna, l'eau chaude domestique peut être chauffée par trois sources d'énergie, soit :
1) par un désurchauffeur relié au système de réfrigération; 2) par l'énergie électrique; 3) par l'énergie GN (gaz naturel).
11. Lorsque l'eau chaude domestique est chauffée par les deux sources d'énergie suivantes, électrique et GN, la source d'énergie électrique devient prioritaire.
12. Lorsque le chauffage par la source d'énergie électrique n'est pas possible (faute ou arrêt), la priorité est alors donnée à la source d'énergie GN.
13. Lorsque la source d'énergie électrique redevient disponible, elle reprend aussitôt sa priorité.
14. Le chauffage électrique peut être réalisé soit au moyen du chauffe-eau CED-1 ou par des éléments chauffants immergés dans le réservoir RECD-1.
15. Le contrôle de capacité des étapes de chauffage électrique doit être réalisé au moyen d'un SCR pour le premier élément de 25 kW et d'un contacteur pour le second élément de 25 kW.

10.5.3.12.2 Au départ du système :

- Le cnp commande la pompe associée au chauffe-eau prioritaire.
- La pompe démarre.
- Le chauffe-eau prioritaire démarre à la réception de l'état de marche de la pompe qui y est associée.
- Sur refus du démarrage de la pompe du chauffe-eau prioritaire ou sur un arrêt non voulu, le cnp démarre la pompe du chauffe-eau en attente.
- Le chauffe-eau en attente démarre à la réception de l'état de marche de la pompe qui lui est associée.

10.5.3.12.3 En marche normale :

1. Le cnp module le chauffe-eau prioritaire CED-1 afin de maintenir la température maximale dans le réservoir RECD-1 à 140 °F (60 °C), la température maximale permise par la réglementation.
2. Selon la demande, le deuxième chauffe-eau est autorisé à démarrer, quand le chauffe-eau prioritaire fonctionne à sa capacité maximale depuis plus de cinq minutes.
3. Le chauffe-eau électrique est maintenu à sa capacité maximale et le chauffe-eau au gaz est modulé à partir de son minimum pour maintenir le point de consigne de l'eau chaude.
4. Le chauffe-eau au gaz est arrêté lorsqu'il peut être modulé à moins de 20 % de sa capacité pendant plus de cinq minutes.
5. L'eau domestique est alors chauffée avec la source d'énergie prioritaire.
6. La température de l'eau chaude produite par les chauffe-eau est lue par les sondes de température, T7 et T8, tandis que la température de retour aux chauffe-eau est lue par les sondes de température T9 et T10.
7. La modulation en alternance des étapes de chacun des chauffe-eau est gérée par le contrôleur du chauffe-eau (maître) de manière à ce que chaque appareil fonctionne au plus bas de sa modulation.
8. Un temps minimal de fonctionnement de 5 minutes (ajustable) doit être maintenu pour chacun des chauffe-eau. Après l'arrêt d'un des chauffe-eau, la pompe afférente doit être maintenue en marche pendant 5 minutes supplémentaires.
9. Si la sonde T5 atteint la haute limite de température du réservoir RECD-1, soit 60 °C, le cnp arrête les chaudières en fonction et affiche une alarme sur l'interface opérateur, à côté de l'image de la sonde.
10. Une alarme de basse limite est générée lorsque la température dans le réservoir (lue par une des sondes T5 ou T6) est inférieure à 55 °C depuis plus de cinq minutes.

10.5.3.12.4 Panne électrique :

Le système arrête.

10.5.3.12.5 Incendie :

Ne s'applique pas.

10.5.3.12.6 Protections :

La température de l'eau chaude domestique ne doit jamais excéder 60 °C (140 °F) dans le réseau de distribution d'eau chaude pour les douches et la surfaceuse.

10.5.3.13 Système de distribution de chaleur (eau chaude, glycol)

10.5.3.13.1 Contexte

La capacité d'une TP WW240 est d'environ 222000 Btu/h (refroidissement) et 320000 Btu/h (chauffage), monobloc équipé de deux compresseurs.

10.5.3.13.2 À l'arrêt du système :

1. Les pompes POPT-1A et POPT-2A sont à l'arrêt.
2. Les pompes POPT-1B et POPT-2B sont à l'arrêt.
3. Les thermopompes TP-1 et TP-2 sont à l'arrêt.
4. Les systèmes de pompage à débit variable POCHA-3 et POCHA-4 sont à l'arrêt.
5. Les chaudières CHAUD-01 et CHAUD-02 sont à l'arrêt.
6. Les pompes des chaudières POCHA-1 et POCHA-2 sont à l'arrêt.
7. Les pompes POGLY-2 et POGLY-3 sont à l'arrêt.

10.5.3.13.3 Au départ du système :

1. Le cnp vérifie si le système de chauffage est à l'arrêt depuis plus de trois minutes. Si c'est vrai, il vérifie le nombre de compresseurs du système de réfrigération qui sont en fonction, en consultant la variable établie à la section 10.5.4 et en réalisant l'évaluation comme suit.
2. (Si le 1^{er} compresseur 60 hp = on, 2, alors, 0) + (Si le 2^e compresseur 30 hp = on, 1, alors, 0) + (Si le 3^e compresseur 30 hp = on, 1, alors, 0).
3. La variable peut varier de 0 à 4, tandis que la capacité du système frigorifique est de 71 Tr. $71 \text{ Tr} / \text{système} \times 12\,000 \text{ Btu/Tr} \times 1,3 = 1\,107\,600 \text{ Btu/h}$ (potentiel rejet de chaleur). $1\,107\,600 \text{ Btu/h} \times 1/4 \text{ (variable)} = 276\,900 \text{ Btu/h}$.
4. Le cnp contrôle directement l'A/D de chacun des deux compresseurs, de chacune des TP, ce qui donne 4 étapes de contrôle. L'interface de contrôle io des TP ne doit pas être utilisé.

5. Le cnp demande le départ du système de chauffage lorsque l'une des conditions suivantes est vraie.
6. La variable établie précédemment est au moins égale à 1, car une telle valeur indique une source de chaleur = 276 900 Btu/h, disponible pour les TP.
7. Au moins un des aérothermes est en fonction.
8. Au moins un des robinets motorisés, assurant le contrôle de chauffage de serpentin (incluant ceux des unités ECHAN5 et DESH4 qui sont contrôlés par leur contrôleur interne), de convecteur ou de radiant est ouvert à plus de 10 %.
9. Ne pas considérer les robinets SMVD-ECHAN1 et SMDV-DERIV-EG.
10. Le cnp autorise le départ d'un compresseur de la thermopompe prioritaire (entre TP-1 et TP-2), uniquement si un des compresseurs du système de réfrigération est en fonction.
11. Si le fonctionnement de la thermopompe prioritaire est permis, les pompes côté source (entre POPT-1A et POPT-2A) et charge (entre POPT-1B et POPT-2B) de la thermopompe prioritaire (entre TP-1 et TP-2) démarrent.
12. Sur preuve de marche des pompes (source et charge), le premier compresseur de la thermopompe prioritaire démarre (TP-1).
13. Si la thermopompe prioritaire n'est pas autorisée à démarrer, le cnp commande le démarrage de la pompe de la chaudière prioritaire.
14. Sur réception de la preuve de débit à la chaudière prioritaire (par le détecteur de débit DD), la chaudière prioritaire démarre.
15. Sur demande de départ du système de chauffage, le cnp commande le départ des systèmes de pompage à débit variable POCHA-3 et POCHA-4.
16. Le système de pompage (POCHA-3 et POCHA-4) démarre sa pompe prioritaire à basse vitesse.
17. Sur demande de chauffage d'un des robinets motorisés deux voies du réseau d'eau glycolée, le cnp commande le départ de la pompe prioritaire parmi POGly-2 et POGly-3.

10.5.3.13.4 En marche normale :

- a. Le cnp commande le démarrage du système de distribution de chaleur selon un horaire programmé (en marche continuellement). Le système peut aussi être démarré à partir d'un bouton logique implanté sur la page graphique. L'action dudit bouton doit être conditionnée par l'action d'une sous-routine assurant que tous les équipements auxiliaires sont mis en marche et vérifiés avant de démarrer un compresseur d'une TP.
- b. Les TP ne doivent jamais être démarrés localement à partir du clavier interactif présent sur les équipements ou à partir des démarreurs afférents, sauf si l'action dudit clavier est conditionnée, comme décrit au paragraphe précédent.
- c. Le cnp assure l'alternance de fonctionnement des thermopompes toutes les 500 h de fonctionnement. Cette alternance s'effectue le mercredi suivant à 7 h du matin.

- d. Sur refus de démarrage de la TP prioritaire (preuve de marche établie par la différence de température entre l'entrée et la sortie du côté charge), cette dernière perd la priorité de fonctionnement, le cnp la met hors fonction et commande le départ de la TP en attente (TP-2). Une alarme est transmise à la centrale de commande.
- e. Prévoir une alarme lorsqu'une TP reçoit la permission de marche et que sa pompe démarre, mais qu'après deux minutes il n'y a pas de différentiel de température entre l'entrée et la sortie du côté charge.
- f. Le cnp commande en séquence l'arrêt/départ des étapes des thermopompes (TP-1.1, TP-1.2 et TP-2.1 et TP-2.2), la modulation des chaudières (CHAUD-1, GN et CHAUD-2, Électrique) afin de maintenir la température d'alimentation à TA-EC au point de consigne. La chaudière électrique conserve la priorité.
- g. La température d'alimentation à TA-EC est réajustée selon la cédule du tableau 10.5.8 (ajustable à l'interface opérateur).
- h. Le point de consigne de la température d'alimentation TA-EC, fonction de la température extérieure, est réajusté de nouveau à la baisse, de 5 °C, pour garantir un retour plus froid et satisfaire la condition nécessitant le point de consigne le plus élevé parmi les deux suivantes :
 1. Maintenir le robinet modulant desservi (incluant le robinet SMDV-ECHAN1) le plus en demande ouvert à 90 %. Les robinets sur le réseau d'eau chaude glycolée ne sont pas à considérer.
 2. Maintenir le point de consigne de TA-EC 3 °C au-dessus du point de consigne de la température d'alimentation du réseau d'eau chaude glycolée (TA_EG).

Tableau 10.5.8 – Point de consigne TA-EC

Point de consigne de	
Température extérieure	Température d'alimentation, TA-EC
– 20 °C (– 4,0 °F)	49 °C (120 °F)
15 °C (59,0 °F)	43 °C (110 °F)

10.5.3.13.5 Panne électrique :

Le système arrête.

10.5.3.13.6 Incendie :

Ne s'applique pas.

10.5.3.13.7 Protections :

1. Tous les équipements ou systèmes doivent être contrôlés par des points physiques utilisant des contrôleurs numériques complètement programmables.
2. Les interfaces de communication BACnet doivent être utilisées seulement pour la supervision et non pour le contrôle, car les systèmes de contrôle comprenant des thermopompes et chaudières contrôlées par la communication BACnet sont instables et problématiques.

10.5.3.13.8 Intégration de points de contrôle sur divers équipements :

On doit réaliser l'intégration minimale de trente-six (36) points de contrôle pour chacun des divers systèmes, ainsi que les graphiques dynamiques afférents. La liste des points à interfacer avec le cnp doit être conforme au tableau 10.5.16, colonne D, E, F, G.

10.5.3.13.9 Intégration de points de contrôle sur les thermopompes :

Le tableau 10.5.17 prend la forme d'une liste des points de contrôle qui doivent être raccordés sur les thermopompes, ainsi que la confection des graphiques dynamiques afférents.

10.5.3.13.10 Cartographie :

1. Réaliser la cartographie (*mapping*) de tous les points rendus disponibles par l'interface BACnet, conformément à l'article intitulé «Système de mécanique» Généralités dans la présente partie.
2. Dans le cas d'une thermopompe comprenant un ou plusieurs compresseurs (de type binaire ou modulant), la commande A/D (SB ou SA) de chaque compresseur doit être reliée directement au cnp par un lien filaire.

10.5.3.13.11 Tableau récapitulatif :

1. Programmer un tableau récapitulatif décrivant le fonctionnement des robinets motorisés dans le réseau. Ce tableau doit contenir les noms des robinets suivi des colonnes suivantes, pour aider à diagnostiquer et solutionner d'éventuels problèmes :
2. nom du robinet motorisé, incluant le nom du système;
3. colonne indiquant le résultat du PID de chauffage des robinets motorisés et le pourcentage d'ouverture des robinets de chauffage;
4. colonne permettant de cocher/décocher une case pour indiquer si le robinet motorisé doit être retiré ou non de l'analyse d'ouverture des robinets de chauffage;
5. colonne indiquant si le robinet motorisé est actuellement le robinet motorisé avec la plus grande ouverture.

10.5.3.14 Modulation en séquence thermopompes et chaudières :

10.5.3.14.1 Contexte :

1. La chaudière électrique, si elle existe dans le système de chauffage, doit être considérée comme source d'énergie prioritaire par rapport à la chaudière au GN. Lorsqu'une chaudière électrique est délestée en partie ou en entier et que les TP ne sont pas en mesure de satisfaire à la demande du réseau de chauffage ou qu'elles ne sont pas autorisées à fonctionner, alors la chaudière au gaz aide à assurer la charge de chauffage afin de maintenir leur point de consigne d'alimentation.
2. Pour chaque source d'énergie de chauffage (TP ou chaudière), la température d'alimentation doit être d'au moins 2 °C (ajustable à la mise en marche) supérieure à la température de retour, lorsque cette source d'énergie est en marche.
3. Lorsque le cnp ne détecte aucune commande de marche en action et qu'il détecte sur le réseau de chauffage un différentiel de température supérieur à 2 °C (ajustable à la mise en marche), alors une alerte (POSSIBILITÉ DE FONCTIONNEMENT EN MODE LOCAL) est générée.
4. Cette alerte doit permettre de déterminer si la source d'énergie fonctionne ou si elle est en mode local. Le cnp détecte l'état du mode local.

10.5.3.14.2 Gestion des chaudières au gaz (lorsqu'il y en a plus d'une faisant partie du système) :

1. L'alternance prioritaire des chaudières s'effectue selon un horaire programmable hebdomadaire.
2. En cas de défaillance d'une des chaudières ou de sa pompe, la chaudière perd sa priorité de fonctionnement et une alarme est générée.
3. Au moment de l'alternance de priorité, le cnp commande le départ de la chaudière en attente et attend de recevoir la preuve de marche de cette dernière avant d'arrêter la précédente.
4. À moins qu'une chaudière électrique ne soit en faute, la chaudière au gaz a toujours la priorité inférieure à celle des chaudières électriques.

10.5.3.14.3 Gestion des priorités des thermopompes et des chaudières :

1. Les chaudières et les thermopompes peuvent fonctionner ensemble lorsque nécessaire.
2. Les TP sont toujours prioritaires par rapport aux chaudières.
3. Lorsqu'une TP est hors service, la chaudière prioritaire prend la relève de la TP, mais la TP qui n'est pas hors service reste prioritaire par rapport aux chaudières.
4. La chaudière qui prend la relève ne démarre que lorsque la TP en marche est à pleine capacité et qu'elle n'arrive pas à maintenir le PC d'alimentation.
5. Lorsque les deux TP sont hors service, les chaudières prennent la relève des TP.

6. Lorsque les TP ne sont plus hors service, elles reprennent leur priorité de fonctionnement par rapport aux chaudières.
7. Afin d'éviter le fonctionnement cyclique des TP et leur mise hors service, programmer un point de consigne de haute limite de température de retour TP_HL_T_RET, pour chaque thermopompe, par défaut TP_HL_T_RET, ajustable, entre 43 °C et un maximum de 46 °C. Par défaut, cette limite est ajustée à 46 °C.

10.5.3.14.4 Le principe d'opération, système de TP :

1. Le principe d'opération développé par la Ville pour assurer le fonctionnement stable du système de thermopompe est le suivant :
2. Le cnp contrôle directement l'A/D de chacun des deux compresseurs et de chacune des TP, ce qui donne 4 étapes de contrôle.
3. L'interface de contrôle io des TP ne doit pas être utilisé.
4. Consulter l'article 11 pour connaître la capacité et les caractéristiques du système de réfrigération et des TP.
5. La dalle de réfrigération (le béton, l'acier d'armature, la saumure dans l'échangeur de chaleur, la glace) possède une masse thermique considérable pouvant être exploitée pour stabiliser le fonctionnement de la réfrigération et du système de TP.
6. Le système frigorifique de la glace doit fournir un flux constant de chaleur au système de TP afin de le maintenir en marche. L'opération de la TP doit être synchronisée avec l'opération d'un compresseur de 30 hp.
7. Le nombre de compresseurs du système frigorifique en opération est contrôlé par une boucle PID, fonction de la température de retour de saumure. Pendant une période de faible charge de réfrigération, un compresseur de 30 hp va cycler.
8. L'article .02 contient l'équation qui permet de calculer le Δt de la saumure.
9. La température minimale de la dalle réfrigérée est lue par le cnp au moyen d'une sonde de température (ajustable à la mise en marche) piquée dans le bout de la dalle et accessible dans le caniveau du collecteur de saumure.
10. Il est proposé de contourner la commande d'opération dérivée de la boucle PID et de maintenir un compresseur de 30 hp en opération pour sous-refroidir la dalle de réfrigération jusqu'à atteindre le point de consigne de température minimale de la dalle.
11. Lorsque le point de consigne minimal est atteint, le dernier compresseur de la TP et le compresseur de 30 hp sont mis à l'arrêt, et la dalle refait le plein de chaleur.

10.5.3.14.5 Différentes fonctions du cnp :

1. Fournir, installer et programmer les composantes et les logiciels nécessaires à l'acquisition et à l'affichage des données (état, contrôle, paramètres et mesures) par l'interface graphique.

2. Réaliser l'intégration d'au moins dix points de contrôle pour chaque TP, ainsi que les graphiques dynamiques afférents.
3. Le cnp commande en séquence l'A/D des étapes des TP (TP-1 et TP-2) et assure la modulation des chaudières (CHAUD-1 et CHAUD-2).
4. Le cnp considère que la capacité courante du système de réfrigération est suffisante pour permettre le départ d'une étape de TP supplémentaire tant que les conditions suivantes sont simultanément vraies :
 5. la pression de refoulement des compresseurs de réfrigération est supérieure à une basse limite depuis plus de trois minutes;
 6. la température TR-EVAP-TP est supérieure à une basse limite depuis plus de cinq minutes;
 7. le dernier départ d'étape a eu lieu il y a plus de trois minutes.
8. Le cnp considère que trop d'étapes de TP sont actifs, par rapport à la capacité courante du système de réfrigération, tant que les conditions suivantes sont simultanément vraies :
 9. la pression de refoulement des compresseurs de réfrigération est inférieure à une basse limite depuis plus de trois minutes – la basse limite de pression doit être établie au moment de la mise en marche et être ajustable;
 10. la température TR-EVAP-TP est inférieure à une basse limite depuis plus de cinq minutes;
 11. le dernier arrêt d'étape a eu lieu il y a plus de trois minutes.
12. Toutes les limites et les délais sont à ajuster au chantier selon le comportement réel observé du système.
13. Le cnp commande le départ d'une étape de TP supplémentaire jusqu'à ce que toutes les étapes fonctionnent lorsque toutes les conditions suivantes sont simultanément vraies :
 14. la température TA-EC est inférieure de plus de 1 °C à son point de consigne depuis plus de trois minutes ou au moins une chaudière fonctionne;
 15. le dernier départ d'étape a eu lieu il y a plus de cinq minutes;
 16. le dernier arrêt d'étape a eu lieu il y a plus de cinq minutes;
 17. la capacité courante du système de réfrigération est suffisante pour permettre le départ d'une étape de thermopompe supplémentaire;
 18. la température de retour des thermopompes est en dessous de la haute limite TP_HL_T_RET – 1 °C depuis plus de cinq minutes.
19. Le cnp commande l'arrêt d'une étape de TP supplémentaire, jusqu'à ce que toutes les étapes soient à l'arrêt, dans l'éventualité où trop d'étapes de TP sont actives par rapport à la capacité courante du système de réfrigération, ou lorsque toutes les conditions suivantes sont simultanément vraies :

20. la température TA-EC est supérieure de plus de x °C à son point de consigne depuis plus de trois minutes;
21. les deux chaudières sont à l'arrêt depuis plus de cinq minutes;
22. le dernier départ d'étape (TP) a eu lieu il y a plus de cinq minutes;
23. le dernier arrêt d'étape (TP) a eu lieu il y a plus de cinq minutes;
24. la température de retour des TP est au-dessus ou égale à la haute limite TP_HL_T_RET.
25. La variable x varie en fonction du nombre d'étapes actives (thermopompe).
26. Le cnp commence par commander le départ des étapes de la TP prioritaire, puis celui de la TP non prioritaire.
27. Le cnp commande le départ des pompes afférentes (POPT-XA et POPT-XB), préalablement au départ d'une TP, et attend de recevoir leur preuve de marche avant de commander le départ de la TP.
28. Le cnp maintient les pompes afférentes (POPT-XA et POPT-XB) en marche pendant trois minutes, avant de les arrêter, à la suite de l'arrêt de toutes les étapes d'une TP.
29. Le cnp commande le départ de la chaudière prioritaire, lorsque toutes les conditions suivantes sont simultanément vraies :
30. la température TA-EC est inférieure de plus de 1 °C à son point de consigne depuis plus de trois minutes;
31. toutes les étapes des TP fonctionnent (sauf ceux qui sont en alarme) ou la capacité du système de réfrigération n'est pas suffisante pour permettre le départ d'une étape de TP supplémentaire;
32. le dernier départ d'étape (TP) a eu lieu il y a plus de cinq minutes;
33. les chaudières sont à l'arrêt depuis plus de quinze minutes.
34. Avant le départ d'une chaudière, le cnp doit mettre à 0 % les PID des chaudières afin que la température à TA-EC augmente graduellement après le démarrage. Il est important que la chaudière ne démarre pas avec une modulation maximale avant de s'ajuster à la baisse, car ce genre de contrôle peut mener à une forte hausse de la température de retour, et par conséquent à l'arrêt des TP.
35. Le cnp commande l'arrêt de la chaudière prioritaire lorsque toutes les conditions suivantes sont simultanément vraies :
36. la chaudière fonctionne depuis plus de vingt minutes;
37. la chaudière est à son minimum de modulation depuis plus de cinq minutes;
38. la température TA-EC est supérieure de plus de 3 °C à son point de consigne depuis plus de trois minutes;
39. la chaudière non prioritaire est à l'arrêt depuis plus de dix minutes.

- 40.** Le cnp commande le départ de la chaudière non prioritaire lorsque toutes les conditions suivantes sont simultanément vraies :
- 41.** la chaudière prioritaire fonctionne depuis plus de dix minutes;
- 42.** Dans le cas où il y a plus d'une chaudière au gaz dans le système et qu'il faut démarrer une autre chaudière au gaz, cette dernière démarre lorsque la précédente chaudière au gaz mise en marche est modulée à plus de 80 % depuis plus de cinq minutes. Les chaudières au gaz sont modulées à l'unisson.
- 43.** En considérant que la chaudière électrique est prioritaire et que lorsqu'elle est modulée à plus de 100 %, ou qu'elle opère à sa capacité maximale permise par la séquence de délestage depuis plus de cinq minutes, elle est maintenue à sa capacité maximale permise, la chaudière au gaz est modulée à partir de sa capacité minimale et la chaudière électrique est toujours priorisée.
- 44.** Le cnp commande l'arrêt de la chaudière non prioritaire lorsque toutes les conditions suivantes sont simultanément vraies :
- 45.** la chaudière non prioritaire fonctionne depuis plus de vingt minutes;
- 46.** dans le cas où il y a plus d'une chaudière au gaz dans le système et qu'il faut arrêter la chaudière au gaz secondaire, cette dernière est mise à l'arrêt lorsque les deux chaudières au gaz sont modulées à moins de 20 %;
- 47.** en considérant que la chaudière électrique est prioritaire, la chaudière au gaz est mise à l'arrêt lorsque la précédente est modulée à moins de 20 %, et la chaudière électrique est toujours priorisée;
- 48.** le cnp module la chaudière prioritaire afin d'atteindre le point de consigne calculé de TA-EC.
- 49.** Lorsque les chaudières sont démarrées, afin d'éviter que celles-ci ne prennent le dessus sur les TP, il faut s'assurer que la température de retour vers les TP ne dépasse pas la haute limite TP_HL_T_RET). Une boucle de contrôle est programmée pour limiter la modulation des chaudières. Cette boucle maintient la température d'eau chaude à l'entrée de la TP inférieure à la haute limite TP_HL_T_RET, pour éviter la surchauffe des TP.
- 50.** Lorsque les chaudières électriques sont en mode délestage, la chaudière au gaz a la permission de moduler en tout temps afin d'aider à maintenir le point de consigne à TA-EC.

Tableau 10.5.9 – Nombre d'étapes actives :

X	Nombre étapes actives (TP)
7 °C	1
5 °C	2
3,5 °C	3
2 °C	4

10.5.3.14.6 Boucle d'eau chaude secondaire à débit variable (POCHA-3 et POCOA-4) :

1. Le système de pompage à débit variable (autonome) réajuste la vitesse de rotation de la pompe prioritaire (entre POCOA-3 ou POCOA-4), afin de maintenir le point de consigne de pression le plus défavorable entre IPD-1 et IPD-2.
2. Le système de pompage à débit variable assure l'alternance des pompes toutes les 500 h de fonctionnement.
3. À la suite du réajustement du point de consigne de température cité plus haut (TA-EC), si la position du robinet motorisé le plus ouvert parmi ceux inclus dans l'analyse globale de l'ouverture des robinets est inférieure à 60 % depuis plus de 5 minutes (ajustable), le cnp module à la baisse le point de consigne de pression différentielle du réseau à IPD-1 et IPD-2.
4. Réduire la pression graduellement par décrétement de 0,5 PSI jusqu'à une réduction maximale de 7 PSI (ajustable) afin que le robinet le plus ouvert soit maximalement ouvert à 90 %. Il est requis de rendre le caloporteur le plus froid possible, afin de maximiser les économies d'énergie.
5. Le cnp module le robinet motorisé de dérivation du côté eau chaude selon la cédule dans le tableau 10.5.10.

Tableau 10.5.10 – Position du robinet de dérivation en fonction de la vitesse de rotation (POCHA-3, POCOA-4)

Vitesse de la pompe POCOA-3 ou POCOA-4	Position robinet de dérivation
40 %	0 % (ouvert)
30 %	100 % (ouvert)

10.5.3.14.7 Boucle de glycol chaud à débit variable (ECHAN-1, POGLY-2 et POGLY-3) :

1. Le système de pompage à débit variable assure l'alternance des pompes toutes les 500 h de fonctionnement.
2. Sur défaillance de la pompe prioritaire, le cnp commande le départ de la pompe secondaire et une alarme est générée.
3. Si les pompes POGLY-2 et POGLY-3 sont à l'arrêt depuis plus de deux minutes, le cnp commande le départ de la pompe prioritaire, lorsque toutes les conditions suivantes sont vraies :
 4. le cnp a assigné l'étiquette prioritaire à l'une des pompes POGLY (choix entre POGLY-2 et POGLY-3);
 5. un des robinets motorisés de contrôle de chauffage sur le réseau de glycol chaud est ouvert à plus de 10 %. (Ne pas considérer le robinet SMDV-DERIV-EG.);
 6. l'une des pompes POCHA-3 ou POCHA-4 fonctionne.
7. Le cnp réajuste la vitesse de la pompe prioritaire (entre POGLY-2 ou POGLY-3) afin de maintenir la pression du réseau de glycol chaud au point de consigne de pression à IPD-GL, en agissant sur l'EFV de ladite pompe.
8. La consigne de pression est déterminée en collaboration avec l'entrepreneur en équilibrage hydraulique.
9. Le cnp ne fait pas fonctionner simultanément les pompes POGLY-2 et POGLY-3.
10. Le cnp commande l'arrêt de la pompe POGLY prioritaire lorsque l'une des conditions suivantes est vraie :
 11. tous les robinets motorisés de contrôle de chauffage sur le réseau de glycol chaud sont totalement fermés depuis plus de trois minutes. (Ne pas considérer le robinet SMDV-DERIV-EG.);
 12. les deux pompes (POCHA-3 ou POCHA-4) sont simultanément à l'arrêt depuis plus de soixante secondes;
 13. la température TR-EG est inférieure à 8 °C depuis plus de trente secondes. Sur arrêt causé par cette condition, une alarme est transmise à la centrale de commandes et la pompe POGLY doit être réarmée manuellement à partir de la centrale de commandes pour pouvoir démarrer de nouveau.
14. Afin d'éviter une hausse induite de la température de retour du glycol vers le réseau, si la pompe POGLY prioritaire est à l'arrêt depuis plus de 5 minutes, le cnp commande la fermeture du robinet motorisé SMDV-ECHAN1.
15. Tant que la pompe POGLY prioritaire est en fonction, le cnp commande la modulation du robinet motorisé deux voies SMDV-ECHAN1 entre 10 % et 100 %, de manière à maintenir la température d'alimentation du réseau d'eau glycolée à son point de consigne (TA-EG).

16. Le cnp réajuste à la hausse le signal de modulation du robinet SMDV-ECHAN1 pour maintenir le débit du réseau de chauffage au-dessus d'une basse limite (lecture obtenue par le débitmètre).
17. La température d'alimentation (TA-EG) est réajustée selon la cédule construite avec le tableau 10.5.11 (ajustable à l'interface opérateur).
18. Le point de consigne de la température d'alimentation TA-EG, du côté primaire de l'échangeur de chaleur, est abaissé de $\pm 5\text{ °C}$ pour maintenir le robinet modulant desservi (réseau d'eau chaude glycolée) le plus en demande possible et ouvert à 90 %. Le robinet SMDV-DERIV-EG n'est pas à considérer.
19. Le cnp commande la modulation du robinet motorisé deux voies SMDV-DERIV conformément à la rampe construite avec le tableau 10.5.12.
20. C'est une variation dans la vitesse de la pompe qui contrôle la pression, tandis que c'est la vanne de contournement qui doit fournir le débit minimal à la pompe.
21. Le cnp réajuste à la hausse le signal de modulation du robinet SMDV-DERIV pour maintenir la température TR-EG au-dessus de 10 °C .
22. Le cnp demande l'arrêt du système de chauffage lorsque toutes les conditions suivantes sont simultanément vraies :
 23. tous les robinets motorisés de contrôle de chauffage agissant au moyen d'un serpentin (incluant ceux des unités ECHAN5 et DESH4, contrôlés par leur contrôleur interne), de convecteur ou de corps de chauffe radiant sont totalement fermés depuis plus de cinq minutes. (Ne pas considérer les robinets SMDV-ECHAN1 et SMDV-DERIV-EG.);
 24. tous les aérothermes sont à l'arrêt depuis plus de cinq minutes;
 25. aucune demande manuelle n'est donnée par l'opérateur à partir de la centrale de commande et l'horaire saisonnier ne demande pas le départ.

Tableau 10.5.11 – TA-EG en fonction de la température extérieure :

Température extérieure	TA-EG
-20 °C	43 °C
15 °C	33 °C

Tableau 10.5.12 – Position du robinet de dérivation en fonction de la vitesse de rotation (POCHA-2, POKHA-3) :

Vitesse de la pompe (POGLY-2 ou POGLY-3)	Position robinet de dérivation
40 %	0 % (ouvert)
30 %	100 % (ouvert)

10.5.3.14.8 Délestage de la chaudière électrique (gestion de la pointe facturable) :

1. Si la demande électrique le permet, la chaudière électrique agit comme première étape de chauffage. Lorsqu'une chaudière électrique est délestée en partie ou en totalité, la chaudière au GN assure la charge de chauffage et le cnp module sans délai la chaudière au GN afin de maintenir le point de consigne de température du réseau de chauffage.
2. Afin de ne pas dépasser la pointe électrique, il est requis de contrôler la capacité de la chaudière électrique en prévoyant :
3. que le cnp contrôle directement les étapes fixes et ceux modulants (SCR) de chaque chaudière électrique ou élément chauffant immergé dans le réservoir d'eau chaude, au moyen de points filaires;
4. que le cnp assure la lecture du courant électrique de chaque chaudière électrique ou élément chauffant par un transmetteur de courant dans l'alimentation électrique;
5. l'intégration d'un compteur électrique assurant le mesurage client et la gestion de la pointe électrique;
6. une mesure de la demande électrique du bâtiment (V, kW et kVA, au moyen de CT et PT) permettant au cnp de limiter la capacité de puissance des chaudières électriques, afin d'optimiser la puissance minimale facturable x (puissance à coordonner avec le client). La valeur de x doit être ajustable à l'écran local et à la centrale. $Y = x \text{ kW} - a \text{ kW}$ (a est un facteur de sécurité équivalent à la puissance d'une étape de la chaudière électrique);
7. la limitation de la capacité de la chaudière de façon à ne pas dépasser la valeur calculée y.

10.5.3.14.9 Gestion de la puissance (GDP) d'Hydro-Québec :

10.5.3.14.9.1 Contexte

1. Hydro-Québec annonce l'évènement à venir par un courriel. Ce courriel est reçu par un agent technique à la centrale, lequel en prend connaissance et active la séquence de délestage.
2. L'entrepreneur doit se coordonner avec le client pour déterminer quel point BACnet sera activé par l'agent technique. L'identité du point doit être intégrée et transmise au cnp de l'ouvrage, afin que ce dernier puisse gérer les équipements à délester sur réception du signal GDP.

3. Programmer deux boutons logiques sur l'interface graphique (locale et centralisée) pour activer la GDP correspondant à chacune des deux actions ci-dessous.
4. Le signal d'Hydro-Québec est transmis et reçu au plus tard :
5. avant 15 h le jour ouvrable précédant l'événement du matin (6 h à 9 h);
6. avant 12 h le jour même pour l'événement du soir (16 h à 20 h).
7. L'entrepreneur doit se coordonner avec le client pour déterminer la séquence d'activation du délestage GDP.
8. Chaque action doit être confirmée à la centralisation par son propre bouton logique.
9. Sur l'activation du délestage GDP :
10. action 1 : la chaudière électrique est mise à l'arrêt, et la priorité de fonctionnement est donnée aux chaudières au GN;
11. action 2 : abaisser la température de la glace.

10.5.3.14.9.2 Programmer une cédule ajustable par défaut, incluant une période d'anticipation :

1. Cédule AM : le matin de 6 h à 9 h
2. Cédule PM : le soir de 16 h à 20 h
3. Pour la cédule AM qui commence à 6 h, la période d'anticipation commence à 00 h et se termine à 6 h.
4. Pour la cédule PM qui commence à 16 h, la période d'anticipation commence à 10 h et se termine à 16 h.

10.5.3.14.9.3 L'action du GDP s'active lorsque les deux conditions suivantes sont simultanément vraies :

1. La BV est activée à la suite de la réception du signal provenant de la télégestion.
2. Début de l'horaire d'anticipation (voir le point précédent).

10.5.3.14.9.4 À l'activation de la GDP, les actions suivantes sont prises :

1. Durant toute la période d'anticipation (en amont de la cédule GDP), le cnp réajuste à la baisse de 1,5 °C (ajustable) le point de consigne de base de la température de retour de saumure, comme suit : $PC\_GDP\_ANT = PC - 1,5\text{ °C}$.
2. À la fin de la période d'anticipation et au début de la cédule GDP, tout au long de la durée du GDP, le cnp réajuste la température de retour de saumure à la hausse de 3 °C (ajustable), correspondant au point de consigne de base, comme suit : $PC\_GDP = PC + 3\text{ °C}$.

10.5.3.14.9.5 Durant la période du GDP :

1. S'il y a une demande de chauffage, que les chaudières ne sont pas en mesure de maintenir la température du réseau de chauffage à son point de consigne et que tous les compresseurs sont à l'arrêt, le cnp commande le départ du moins puissant des compresseurs de réfrigération pour permettre le fonctionnement des TP.
2. Si la température de retour de saumure est supérieure à -7°C , la séquence du GDP est interrompue immédiatement et le cnp commande la séquence de fonctionnement normal. La séquence du GDP n'est reprise qu'à la prochaine cédule.

10.5.3.14.9.6 À la fin de la période du GDP :

1. Le cnp commande le départ progressif des chaudières électriques (si applicable) et des compresseurs de réfrigération, de façon à éviter de créer une crête de consommation électrique.
2. Programmer un bouton logique qui permet de faire un choix entre les deux méthodes suivantes :
3. À la fin de la période du GDP, le cnp réajuste progressivement le point de consigne de la température de retour de saumure à sa valeur de base, selon une rampe de $-0,5^{\circ}\text{C}$ (ajustable) toutes les 10 minutes (ajustable).
4. Dans le cas où il est possible de lire la consommation électrique dans le bâtiment sur un compteur centralisé, la puissance électrique disponible est la différence de puissance entre une pointe électrique (haute limite programmable ajustable par la VDM) et la puissance instantanée mesurée, car elle est constamment calculée.
5. En prenant en compte la puissance de chaque compresseur de réfrigération, le cnp peut commander le départ des compresseurs de réfrigération nécessaires, tout en considérant que la puissance disponible doit être supérieure à la puissance totale des compresseurs mis en fonction.
6. Si la disponibilité électrique ne permet pas de mettre en fonction plus d'un compresseur, alors la méthode précédente est à privilégier.

10.5.3.14.10 Chauffage des gradins :

1. Les gradins sont divisés en deux ou trois zones. Chaque zone comporte un robinet motorisé deux voies relié à une sonde de température d'ambiance.
2. Pour la zone centrale, la sonde de température doit être montée sur un poteau installé au dessus du vomitoire.
3. Pour les deux zones latérales, la sonde doit être, soit montée sur le mur au bout des gradins ou sur un poteau installé au-dessus de la main courante.

4. Des points de consigne en mode « occupé » et « non occupé » sont programmés et ajustables (valider les points de consigne avec le directeur).
5. Le cnp module les robinets motorisés de chacune des zones, afin de maintenir le point de consigne fixe, à la sonde.

10.5.3.14.11 Intégration des points de contrôle (thermopompes) :

1. Réaliser l'intégration minimale de vingt (20) points de contrôle pour ce système, ainsi que les graphiques dynamiques afférents.
2. La liste des points à interfacer avec le cnp doit être conforme au tableau 10.5.17.

10.5.3.14.12 Modules d'interface i/o :

1. Le module d'interface i/o n'est pas requis pour l'intégration des thermopompes au cnp dans un aréna. Le cnp contrôle directement l'A/D de chacun des deux compresseurs, de chacune des TP, ce qui donne 4 étapes de contrôle.

10.5.3.14.13 Cartographie :

Réaliser la cartographie (*mapping*) de tous les points rendus disponibles par l'interface BACnet conformément à l'article intitulé « Système de mécanique » Généralités de la présente partie.

10.5.3.14.14 Panne électrique :

Le système arrête.

10.5.3.14.15 Incendie :

Ne s'applique pas.

10.5.3.14.16 Protections :

Ne s'applique pas.

10.5.3.15 Système de détection d'ammoniac

10.5.3.15.1 Mode inoccupé :

Il n'y a pas de mode inoccupé, car il est nécessaire que ce système fonctionne en permanence.

10.5.3.15.2 Mode occupé :

Ne s'applique pas.

10.5.3.15.3 Mode normal :

1. Le système de détection d'ammoniac doit être fonctionnel en permanence et conforme au détail normalisé (2/T-03) ainsi qu'aux tableaux 10.5.2 et 10.5.13 de la présente partie.

2. Le système de détection d'ammoniac doit être conforme au présent chapitre, partie 10.5.3.16, article intitulé « Moniteur de gaz NH_3 (R-717) (#43) »
3. En mode normal, le système de détection d'ammoniac (CHILL-1) [DET-1] envoie en séquence la lecture de la concentration d'ammoniac (NH_3) au cnp, et ce, en ppm pour chacune des quatre zones échantillonnées. Le cnp doit être raccordé sur les borniers J16 et J17 du panneau [DET-1].
4. La concentration lue par chaque renifleur est analysée par le système de détection d'ammoniac. La concentration est affichée en ppm en permanence et en alternance sur l'afficheur LCD de l'appareil DET-1, au niveau du graphique sur l'interface opérateur et sur le contrôleur afficheur dans le local de la surfaceuse.
5. Les différents niveaux d'alarme (A, B, C) doivent être enregistrés sous forme de tendances.
6. Si la concentration de NH_3 est entre 25 ppm et 40 ppm, le système de réfrigération ne s'arrête pas et les compresseurs sont opérationnels selon leurs séquences de fonctionnement.
7. Le panneau DET-1.2 a pour fonction de multiplier par deux les contacts du bornier J29 (panneau DET-1). Une série de contacts de DET-1.2 doit être utilisée par le cnp, et une seconde série de contacts doit être utilisée par le TL-250, pour transmission à la centrale de sécurité 24 h/7 j. La fiabilité et la précision de l'information qui sort du bornier J29 (DET-1) est considérée comme étant de meilleure qualité que celle qui sort des borniers J16 et J17, car le cnp n'est pas impliqué dans l'interprétation des niveaux de détection d'ammoniac à 25, 100, 250 ppm.
8. Les contacts NF du bornier J29 dans le panneau [DET-1] doivent être raccordés directement sur le panneau [DET-1.2], conformément au détail (3/T-03) et sans aucun autre intermédiaire sur le bornier du TL-250, soit en conformité avec les plans et le tableau 10.5.13.

Tableau 10.5.13 – Interconnexions des différents panneaux d’alarme ammoniac :

A	B	C	D	E
CENTRALE 7J/24h	(DSC) TL-250 (12V_{DC})	DET-1.2 (1)	(MSA) DET-1 (2)	
250 PPM	Z1	Z3-1	Z3 = 250 PPM	C
100 PPM	Z2	Z2-1	Z2 = 100 PPM	B
25 PPM	Z3	Z1-1	Z1 = 25 PPM	A
Trouble ou panne de courant	Z4	Z4-1	Z4 = TROUBLE + Panne de courant	
Panne de courant	Z5	Z5-1		
	NII	Z6-1		Det Mouv
Température dalle (z -3.5°C)	Z7			CNP
DET-1.1 vers DOMOTIQUE		DET-1.2 (1)		
25 PPM		Z1-2		
100 PPM		Z2-2		
250 PPM		Z3-2		
Trouble ou panne de courant		Z4-2		
Panne de courant		Z5-2		
Détecteur de mouvement		Z6-2		
(1) Panneau relais DPDT, 12 V _{DC}				
(2) Panneau relais MSA SPDT, 120 V _{AC}				
A, B, C : Les niveaux d’alarmes NH ₃				
20190110 Correction Z6-1 sur dét. de mouv., coll A et B				
S:\Réfrigération\DOSSIERS INDEX\DEVIS\15-920\20190109\Niveau d'intervention lors de fuite NH3_R2_20190110.xlsx]Feuil2				

10.5.3.15.4 Mode urgence (détection d’ammoniac) :

1. Les sélecteurs (SEL-1, SEL-2 et SEL-3, deux positions AUTO-MANUEL) permettent de démarrer la ventilation d’urgence.
2. La séquence de démarrage du système d’épuration d’air VA-3/VE-3 est alors appliquée.
3. Les boutons-poussoirs (BAU-1, BAU-2 et BAU-3, type champignon rouge) permettent d’arrêter instantanément en urgence le système frigorifique et de contourner toute commande de temps minimal de marche. Ces boutons ne doivent commander ni le laveur d’air ni la ventilation.
4. Une alarme doit être transmise à la centrale pour informer d’un état d’urgence dans la salle des machines.
5. Le système frigorifique, composé des sous-systèmes suivants alors arrêtés :
6. les trois (3) compresseurs;
7. la pompe à saumure P-1;
8. la pompe de glycol principale P-4;
9. la pompe à eau P-5;
10. la pompe à eau de circulation du bassin refroidisseur de P-6;
11. la pompe qui filtre l’eau du bassin P-7;
12. la pompe de glycol de refroidissement des compresseurs P-3;
13. le refroidisseur de fluide et son EFV.
14. Pour sortir de cette manœuvre, le cnp doit lancer le mode résolution de panne HQ.

15. Un bouton d'arrêt du criard (BAC) permet de mettre sous silence l'alarme sonore CRI-1 activée.
16. En cas de panne de courant, attendre au moins 10 minutes et redémarrer les systèmes en séquence après le retour du courant.
17. Si la température extérieure est supérieure à 5 °C, les deux systèmes d'aérothermes (AE-1 et AE-2) ne sont pas autorisés à fonctionner. Voir l'article intitulé «Systèmes d'aérothermes»
18. Si la température extérieure est inférieure à 5 °C, les deux aérothermes (AE-1 et AE-2) sont autorisés à fonctionner.
19. S'il y a une porte de sortie sur la mezzanine pour accéder à la toiture, prévoir un troisième bouton-poussoir (type champignon) BAU-3 et un sélecteur SEL-3 tel que SEL-1, avec les mêmes fonctionnements et séquences, conformément à la note [4] du tableau 10.5.2.

10.5.3.15.5 Si la concentration d'ammoniac est ≥ 25 ppm :

1. Le système VA-2 reste en marche, maintenant la pressurisation de la salle de contrôle.
2. Les systèmes VA-1 et VA-3 font partie d'une même prise d'air. Aucun ventilateur sous cette appellation.
3. Le système VA-1/VE-1 et le ventilateur VE-2 sont mis à l'arrêt.
4. Les volets RMa1.1, RMa1.2 ouvrent (deux servomoteurs pour la prise d'air de la salle des machines. Si fermés, l'évacuation par le laveur d'air est ZERO).
5. Le système d'épuration d'air VA-3/VE-3 est mis en fonction. Le système demeure en fonction jusqu'à ce que la concentration de NH_3 redescende sous 15 ppm.
6. Le cnp enregistre la durée totale pendant laquelle la concentration de NH_3 est plus élevée que 25 ppm.
7. Le gyrophare ambre STR-1 est allumé dans la salle des machines (Tableau 1, composante 4.5).
8. Par l'entremise du panneau DET-1, du DET-1.2 et du TL-250, la sécurité est informée que le « Niveau A » est atteint.
9. Par l'entremise du panneau de relais DET-1.2 et du panneau DET-1.1, le cnp est informé que le « Niveau A » est atteint.
10. Se référer au tableau 3 à l'article « Niveau d'intervention en cas de fuite d'ammoniac » pour la programmation des interventions prises en charge par le présent fascicule. Se référer au « X » indiqués sous les colonnes des alarmes.
11. Par programmation, le « Niveau A » transmis par le panneau DET-1 est affiché à l'interface opérateur.

10.5.3.15.6 Si la concentration d'ammoniac est ≥ 100 ppm :

1. Les systèmes suivants sont arrêtés d'urgence :
2. les trois (3) compresseurs;

3. la pompe à saumure P-1;
4. la pompe de glycol de refroidissement des compresseurs P-3;
5. la pompe de glycol principale P-4;
6. la pompe à eau P-5;
7. la pompe à eau de circulation du bassin refroidisseur de P-6;
8. la pompe qui filtre l'eau du bassin P-7;
9. la pompe de saumure P-8 (chauffage du sol);
10. le refroidisseur de fluide et le variateur de vitesse EFV.
11. Les systèmes de ventilation de l'aréna ainsi que leurs pompes afférentes sont arrêtés d'urgence, s'il y a lieu :
12. unité du Hall VA-4/VE-4;
13. unité des vestiaires U-1;
14. unité de déshumidification UDESH-1;
15. système de ventilation de la salle mécanique et des locaux connexes VA-6.
16. Le système d'épurateur d'air VA-3/VE-3 est maintenu en marche.
17. Le système VA-2 est maintenu en marche.
18. Le système VA-1/VE-1 et le ventilateur VE-2 sont mis à l'arrêt.
19. Par l'entremise du panneau DET-1, du DET-1.2 et du TL-250, la sécurité est informée que le « Niveau B » est atteint.
20. Par l'entremise du panneau de relais DET-1.2 et du panneau DET-1.1, le contrôleur est informé que le « Niveau B » est atteint.
21. Se référer au tableau à l'article « Niveau d'intervention en cas de fuite d'ammoniac » pour la programmation des interventions prises en charge par le présent fascicule. Se référer au « X » indiqués sous les colonnes des alarmes.
22. Le gyrophare ambre STR-1 de la salle des machines demeure allumé (Tableau 1, composante 4.5).
23. Le gyrophare rouge STR-2 de la salle des machines s'allume (4.6).
24. Le gyrophare ambre STR-3 de l'enceinte de la patinoire s'allume (4.6).
25. Le criard CRI-1 de la salle des machines émet un avertissement sonore (4.11).
26. Le gyrophare et le criard du système de détection d'ammoniac DET-1 sont mis en fonction (4.1).
27. Par programmation, le « Niveau B » transmis par [DET-1] est affiché à l'interface opérateur.

10.5.3.15.7 Si la concentration est ≥ 250 ppm :

1. Les systèmes suivants sont arrêtés d'urgence :

2. les trois (3) compresseurs;
3. la pompe à saumure P-1;
4. la pompe de glycol de refroidissement des compresseurs P-3;
5. la pompe de glycol principale P-4;
6. la pompe à eau P-5;
7. la pompe à eau de circulation du bassin refroidisseur de P-6;
8. la pompe qui filtre l'eau du bassin P-7;
9. la pompe de saumure P-8 (chauffage du sol);
10. le refroidisseur de fluide et le variateur de vitesse EFV.
11. Les systèmes de ventilation de l'aréna ainsi que leurs pompes afférentes sont arrêtés d'urgence, s'il y a lieu :
12. unité du Hall VA-4/VE-4;
13. unité des vestiaires U-1;
14. unité de déshumidification UDESH-1;
15. système de ventilation VA-6 de la salle mécanique et des locaux connexes.
16. Dans le local de classe T :
17. Le système d'épurateur d'air VA-3/VE-3 est maintenu en marche.
18. Le système VA-2 est maintenu en marche.
19. Le système VA-1/VE-1 et le ventilateur VE-2 sont mis à l'arrêt.
20. Par l'entremise des panneaux DET-1, DET-1.2 et du TL-250, la sécurité est informée que le « Niveau C » est atteint.
21. Par l'entremise du panneau de relais DET-1.2 et du panneau DET-1.1, le contrôleur est informé que le « Niveau C » est atteint.
22. Se référer au tableau 10.5.13 à l'article « Niveau d'intervention en cas de fuite d'ammoniac » pour la programmation des interventions prises en charge par le présent fascicule. Se référer au « X » indiqués sous les colonnes des alarmes.
23. Le gyrophare rouge SRT-2 de la salle des machines est allumé (Tableau 10.5.2, composante 4.6).
24. Le gyrophare ambre STR-1 de la salle des machines est éteint (4.5).
25. Le criard CRI-1 de la salle des machines émet un avertissement sonore (4.11).
26. Le gyrophare et le criard du système de détection d'ammoniac, panneau DET-1, sont mis en fonction (4.1).
27. Par programmation, le « Niveau C » transmis par [DET-1] est affiché à l'interface opérateur.

28. Lorsque la concentration d'ammoniac dans la salle des machines redescend en dessous de 15 ppm, le système d'épuration d'air VA-3/VE-3 est maintenu en fonction pendant 1 heure supplémentaire.

10.5.3.15.8 Si le système de détection d'ammoniac, panneau DET-1, est en « trouble » ou sous l'effet d'une panne de courant :

1. Par l'entremise du système de détection d'ammoniac, panneau DET-1, du panneau DET-1.2 et du TL-250, la sécurité est informée que le système de détection d'ammoniac est en « trouble » ou sous l'effet d'une panne de courant. Attendre que la panne de courant soit terminée pour prendre des mesures concernant le « trouble ».
2. Par l'entremise du panneau DET-1.2 et du panneau TL-250, la sécurité est informée que le système de télégestion et de détection d'ammoniac est sous l'effet d'une panne de courant.
3. Par l'entremise du panneau de relais auxiliaire de détection DET-1.1, le cnp est informé que le système de détection d'ammoniac est en « trouble » ou sous l'effet d'une panne de courant. Cette information est affichée à l'interface opérateur si l'alimentation de courant le permet.

10.5.3.15.9 Simulation et résolution d'une panne de courant :

1. Il est de l'essence même du contrat que l'entrepreneur simule une ou plusieurs pannes de courant dans l'aréna, qu'il en tire les leçons d'usage pour améliorer l'œuvre et qu'il documente la résolution de ladite panne, démontrant par le fait même que les systèmes fonctionnent correctement. Cette simulation doit être réalisée préalablement à la réception provisoire.
2. En particulier, une panne de courant ne doit pas générer de fausse alarme NH_3 , ni mettre à mal l'alimentation électrique de l'aréna, ni griller les fusibles des moteurs. En outre, chaque système doit retrouver son point de consigne et assurer la tâche pour laquelle on le destine.
3. Une communication avec la centrale 24 h/7 j doit être simulée en temps réel, incluant une panne de courant et une résolution 120Vac sur tout le système de contrôle (Panneau DET-1, DET-1.2, TL-250). Cette communication doit démontrer que l'information pertinente est bien transmise : les niveaux d'alarme A, B, C ne bougent pas, la centrale le détecte et confirme que les contacts sont immobiles; le contact TROUBLE bouge, la centrale le détecte et confirme; le contact PANNE DE COURANT bouge, la centrale le détecte et confirme.
4. Remettre le courant 120Vac sur les panneaux de contrôle et vérifier que les niveaux d'alarme A, B, C ne bougent pas et que la centrale détecte et confirme l'immobilisme des contacts. Le contact TROUBLE bouge, la centrale le détecte et confirme; le contact PANNE DE COURANT bouge, la centrale le détecte et confirme.

10.5.3.15.10 Si détection de présence dans le local technique :

- Faisant partie du système d'alarme intrusion du local technique, au moins deux (2) détecteurs de mouvement dont les contacts NF sont reliés en série et raccordés sur le panneau d'alarme intrusion doivent être installés.

- Le panneau intrusion relaie l'information à la centrale de sécurité 24 h/7 j. (7/T-03).
- Se référer au tableau 10.5.14 pour la programmation des interventions/réactions prises en charge par la centrale de sécurité. Se référer au « X » indiqués sous les colonnes des alarmes.

Tableau 10.5.14 – Niveau d'intervention en cas de fuite d'ammoniac :

Action	Alarme	Qui intervient	Panne de courant	Trouble et panne de courant (Panneau DET-1)	25 ppm	100 ppm	250 ppm	Haute température dalle
PPI mis en action Alarme au service d'incendie et agent de sécurité		Sécurité					X	
Frigoriste ou contremaître appelé sur les lieux		Sécurité	X ₁	X _{1,2}	X ₂	X ₂	X ₂	X
Contremaître du frigoriste appelé sur les lieux		Sécurité				X	X	
Agent de sécurité sur les lieux et avis à l'exploitant		Sécurité				X	X	

Note :

(1) Le frigoriste vérifie avec la sécurité si la panne persiste.

(2) Le panneau DET-1 détecte, analyse les échantillons d'air, communique et informe la centrale.

10.5.3.16 Système de neutralisation d'ammoniac :

1. Sur détection d'ammoniac par la sonde de détection NH₃ (#88), une alarme est affichée à l'interface opérateur (qui indique l'ouverture probable d'une soupape de sûreté et qu'une intervention humaine est requise dans les meilleurs délais).
2. Le niveau d'eau normal à maintenir dans le réservoir de neutralisation doit être calculé et communiqué par l'ingénieur en réfrigération. La charge de réfrigérant R-717 dans le système frigorifique doit être d'au plus 175 lb.
3. Nominale, la quantité d'eau requise correspond à un (1) gal US pour chaque livre de R-717 dans le système frigorifique.

4. Si le détecteur de niveau d'eau DET niveau (#86) détecte que le niveau d'eau dans le réservoir est en bas de son niveau le plus bas, c.-à-d. moins de 122 cm, il transmet le signal à l'interface opérateur que le niveau d'eau minimal a été atteint (intervention humaine requise au cours de la prochaine visite du frigoriste).

10.5.3.17 Système de ventilation et d'évacuation de chaleur VA-1/VE-1 :

10.5.3.17.1 Contexte :

1. Le système VA-1/VE-1 est à l'arrêt en tout temps, sauf au minimum deux fois par jour, soit à 8 h (modifiable) et à 15 h 30 (modifiable) pendant un délai de 0,5 heure (ajustable).
2. Ce dernier opère alors en recirculation et le ventilateur VA-2 est maintenu en opération.
3. S'il y a de la chaleur à évacuer, le servomoteur RMr ferme en proportion et les servomoteurs RMa1.1 et RMa1.2 ouvrent les prises d'air.
4. Le système VA-1/VE-1 est arrêté advenant une détection de fuite d'ammoniac dans l'air de la salle des machines (≥ 25 ppm).

10.5.3.17.2 Mode basse température :

1. Les deux aérothermes ne doivent pas fonctionner dans ce mode.
2. La salle des machines doit être chauffée au moyen de la chaleur dégagée par les équipements.
3. Advenant une chute de la température dans la salle des machines, le volet d'air frais est fermé en séquence avec le volet d'évacuation pour favoriser la recirculation de l'air et la conservation de l'énergie.

10.5.3.17.3 Mode haute température :

1. La sonde de température de pièce de la salle des machines STp-1 ouvre le registre d'évacuation RMe de manière à évacuer la chaleur par la cheminée.
2. Si la température de pièce STp-1 excède le point de consigne de haute limite (PC hl) fixé à 26 °C, le ventilateur VE-2 est arrêté et son volet reprend sa position par défaut.
3. Le ventilateur VE-1 est alors mis en marche et le registre d'évacuation (maître) RMe reçoit un signal analogique lui indiquant d'ouvrir. Tandis que le servomoteur RMr ferme en proportion et que les servomoteurs RMa1.1 et RMa1.2 ouvrent les prises d'air, RMr est ouvert, RMa1.1 et RMa1.2 sont fermés.
4. Sur absence de marche du ventilateur VE-1, le registre RMe est fermé.
5. Sur preuve de marche du système VE-1 :
6. le registre RMe est ouvert à 50 % si la température extérieure est ≤ 5 °C (ajustable);
7. le registre RMe est ouvert à 100 % si la température extérieure est > 5 °C.

8. Lorsque le ventilateur VE-1 démarre, le contrôleur enregistre l'heure de son départ et son temps d'opération. Lorsque la température de la pièce est descendue à son point de consigne (basse limite (PC bl), fixé à 24 °C), et que le registre RMe est fermé, le système VA-1/VE-1 est arrêté, le système VE-2 est remis en marche et ouvre son volet.
9. Les deux aérothermes ne doivent pas fonctionner dans ce mode.

10.5.3.17.4 Alarmes et enregistrement de tendances :

1. Alarme – états non voulus :
2. Commande d'arrêt/départ (ON) et aucune preuve de marche.
3. Commande d'arrêt/départ (OFF) et présence d'une preuve de marche.
4. Si la température de pièce d'un local est ≤ 5 °C, une alarme est émise.
5. Si la température de pièce d'un local est ≥ 30 °C, une alarme est émise.
6. Toute alarme doit être émise à la Centrale Immotique Multi-Services (CIMS) par l'entremise du cnp et affichée à l'interface graphique.

10.5.3.18 Système de ventilation minimale VA-2/VE-2 :

10.5.3.18.1 Mode inoccupé :

Continuellement en fonction.

10.5.3.18.2 Mode occupé :

1. Le système de ventilation VA-2 et VE-2 est continuellement en fonction, permettant d'assurer une ventilation minimale conforme à CSA B52, art. 6.2.5.5.2 et art. 6.3.2.4.2 dans la salle des machines, en plus de maintenir une pression positive dans la salle de contrôle par rapport à une pression négative dans la salle des machines. Le servomoteur du registre d'évacuation RMe et le servomoteur d'alimentation RMa ouvrent respectivement par l'entremise des démarreurs des ventilateurs VE-2 et VA-2.
2. La sonde de pression différentielle SPD mesure la pression différentielle entre la salle des machines et la salle de contrôle, module le servomoteur du registre de transfert RMt afin de maintenir une pression différentielle de 12,5 Pa (0,05 po H₂O). En cas de perte d'état de marche du ventilateur VA-2, le registre de transfert ferme. La sonde de pression différentielle doit être installée sur le couvercle du panneau de contrôle, dans la salle de contrôle.
3. La sonde de température de la salle de contrôle STp-2 module la valve VM du serpentin de chauffage SC afin de maintenir une température à la sortie du serpentin de chauffage ST ch de 18 °C (point de consigne ajustable) tout en maintenant la température minimale de la salle de contrôle à 12 °C (ajustable).

4. Dans certains cas, il y a deux serpentins, soit un de préchauffage fonctionnant au glycol raccordé sur le système de rejet de chaleur (relié au refroidisseur de fluide) et un second de chauffage fonctionnant à l'électricité avec un contrôle SCR.
5. Dans d'autres cas, il y a un seul serpentin de chauffage fonctionnant au glycol alimenté par le réseau de chauffage (thermopompes et chaudières) du bâtiment.
6. Si la température de la salle de contrôle descend à $\leq 5^{\circ}\text{C}$, les ventilateurs VE-2 et VA-2 sont arrêtés afin de protéger les équipements contre le gel. En cas de détection d'ammoniac, la protection de gel est annulée, seul le ventilateur VA-2 est redémarré selon la séquence du réseau d'ammoniac, et le ventilateur VE-2 doit arrêter.
7. Les deux aérothermes ne doivent pas fonctionner dans ce mode.

10.5.3.18.3 Alarmes et enregistrement de tendances :

1. Alarme – bris :
2. Preuve de marche mais aucune pression de pressurisation.
3. Alarme – états non voulus :
4. Commande d'arrêt/départ (ON) et aucune preuve de marche.
5. Commande d'arrêt/départ (OFF) et présence d'une preuve de marche.
6. Si la température de pièce d'un local est $\leq 5^{\circ}\text{C}$, une alarme est émise.
7. Si la température de pièce d'un local est $\geq 30^{\circ}\text{C}$, une alarme est émise.
8. Toute alarme doit être émise à la Centrale Immotique Multi-Services (CIMS) par l'entremise du cnp et affichée à l'interface graphique.
9. Les deux aérothermes ne doivent pas fonctionner dans ce mode.

10.5.3.19 Système d'épuration d'air VA-3/VE-3 :

1. Le panneau démarreur de ce système est fourni par la ventilation et installé par l'électricité sur la mezzanine (conforme au détail normalisé (2/T-06).
2. Ce panneau est alimenté 600V-3-60 par un sectionneur dans le CCM.

10.5.3.19.1 Mode inoccupé :

En instance de fonction pour répondre à une fuite de réfrigérant.

10.5.3.19.2 Mode occupé :

1. Sur une commande de démarrage du système d'épuration d'air VE-3 :
2. le système de ventilation VA-1/VE-1 et l'évacuateur VE-2 sont arrêtés, leurs volets respectifs reprennent leur position par défaut;
3. le ventilateur VA-2 demeure en fonction pour pressuriser la salle de contrôle;

4. la séquence de démarrage du système VE-3 est alors activée :
5. ouverture de la valve motorisée d'admission d'eau;
6. démarrage de la minuterie (ajustable à 10 s), dont le contact démarre le ventilateur VE-3;
7. l'indicateur de débit d'eau ferme son contact et confirme le débit au cnp;
8. advenant une chute de débit d'eau, l'indicateur de débit transmet une alarme au cnp;
9. en même temps que le ventilateur VE-3 démarre, les registres d'air frais RMa (prise d'air de VA-2) et d'évacuation RMe (bouche d'évacuation VE-3) ouvrent à 100 %;
10. l'état de marche du ventilateur VE-3 est confirmé au cnp par le relais de courant RC;
11. la commande de démarrage du système d'épuration d'air VE-3 peut provenir également des sélecteurs de démarrage de la ventilation d'urgence SEL-1, SEL-2 ou SEL-3 (s'il y a une porte donnant accès à la toiture pour l'entretien des équipements de rejet de chaleur);
12. advenant une chute de la température dans la salle des machines, les deux aérothermes de 25 kW sont démarrés en séquence afin de maintenir la température minimale vu l'admission d'air frais. Se référer à la séquence des «Systèmes d'aérothermes».

10.5.3.19.3 Contrôleur de pH et sonde afférente

1. Le contrôleur de pH et la sonde afférente reçoivent une permission de marche. Cette sonde a été déplacée dans un T sur le tuyau de drainage du laveur d'air afin d'améliorer son espérance de vie utile, conformément au détail normalisé (4/T-06).
2. En cas de déversement de réfrigérant NH_3 (ammoniac) qui se transforme en NH_4OH (ammoniaque) et sur une détection de niveau de pH au-dessus du point de consigne, une alarme est déclenchée et l'électrovanne de dilution VS ouvre afin de maintenir le pH dans le tuyau et indirectement dans la fosse de drainage à son point de consigne (ajustable) de 9 (3.1/T-05).
3. L'électrovanne est fermée 30 minutes après que le niveau de pH est redescendu sous une valeur de 8.

10.5.3.20 Système de fonte de neige :

10.5.3.20.1 Contexte :

1. La pompe et la soufflante régénératrice doivent être raccordées sur des démarreurs indépendants l'un de l'autre.
2. Le système de fonte de neige doit être fourni et installé conformément au détail normalisé (1/T-05).

10.5.3.20.2 À l'arrêt du système :

La pompe POGly-01 est à l'arrêt.

La soufflante est à l'arrêt.

10.5.3.20.3 – Au départ du système :

Les équipements suivants sont mis en marche au moyen d'une station bouton-poussoir de marche-arrêt installée dans le local du système de fonte de neige :

- La pompe POGLY-01
- La soufflante

10.5.3.20.4 En marche normale :

1. Le cnp autorise le fonctionnement de la station bouton-poussoir selon un horaire programmé (à coordonner avec le directeur).
2. Lorsque le système est en marche, le cnp commande l'arrêt/départ de la pompe afin de maintenir une température de 4,4 °C (40 °F) lue à la sonde de température installée dans la fosse.
3. Lorsque la neige est déversée dans la fosse à neige, l'opérateur active la soufflante/agitateur localement pour permettre une meilleure distribution de la chaleur, et ainsi accélérer la fonte de la glace. La soufflante est arrêtée par le cnp après une heure (1) d'opération.
4. Prévoir pour la pompe un délai minimal « on » de dix minutes et un délai minimal « off » de trois minutes, ainsi qu'une bande morte, sur la température dans la fosse.
5. Une alarme est transmise si la température de l'eau dans la fosse atteint 2 °C.
6. Si la sonde de température dans la fosse à neige est défectueuse, une alarme est émise.

10.5.3.20.5 Panne électrique :

Le système arrête.

10.5.3.20.6 Incendie :

Ne s'applique pas.

10.5.3.20.7 Protections :

Ne s'applique pas.

10.5.3.21 Système de chauffage des gradins

10.5.3.21.1 Contexte :

1. Les gradins sont divisés en au moins trois zones de chauffage. Comportant un robinet motorisé deux voies, chaque zone est reliée à une sonde de température d'ambiance.
2. Le cnp module les robinets motorisés de chacune des zones afin de maintenir le point de consigne fixé à la sonde.
3. Tous les modules de contrôle doivent être logés dans le plafond du corridor sous les gradins.

4. Les zones choisies par l'administration sont activées pour maintenir le point de consigne de l'enceinte.
5. Lorsque le point de consigne n'est pas atteint après un délai de 30 minutes (ajustable) :
 - Activer toutes les zones jusqu'à l'atteinte du point de consigne. Valider les points de consigne avec le directeur.
 - Lorsque le point de consigne est atteint, le maintenir en délestant les zones non requises dans l'ordre choisi par l'administration :
 - Prévoir deux points de consigne (occupé et inoccupé). L'alternance entre les modes « inoccupé » et « occupé » est gérée selon un horaire à coordonner avec le directeur.

10.5.3.21.2 Mode inoccupé :

Point de consigne ajustable : Temp. = 10 °C (50 °F)

10.5.3.21.3 Mode occupé :

Point de consigne ajustable : Temp. = 15 °C (59 °F)

10.5.3.22 Système de mécanique :

10.5.3.22.1 Contexte :

1. Intégrer au système de commandes centralisé sous le protocole BACnet MS/TP les éléments suivants :
2. Réaliser la cartographie (*mapping*) de tous les points rendus disponibles par l'interface BACnet de chaque système devant être intégré au système de télégestion.
3. Ces points doivent apparaître dans l'arborescence du système de contrôle.
4. Cette cartographie doit nommer les points conformément à la liste du manufacturier.
5. Cette liste doit être affichée sur le réseau, soit en format pdf ou png, et un bouton est disponible sur l'interface graphique pour la consulter.

10.5.3.23 Système de ventilation et déshumidification de l'enceinte UDESH-1 :

10.5.3.23.1 Contexte :

1. L'unité dessicante est autonome, contrôlée par le logiciel et la programmation, enregistrée dans la mémoire vive de son contrôleur embarqué.
2. Câbler, raccorder le système de volets et d'interrupteurs de fin de course aux bornes du contrôleur (embarqué sur les unités de ventilation), conformément aux prescriptions de l'équipementier.

3. Câbler et raccorder les sondes de température fournies par l'équipementier (pour installation au refoulement des unités de ventilation dessicantes aux bornes du contrôleur.
4. Réaliser l'intégration d'au moins soixante-cinq points de contrôle pour ledit système dessicant, ainsi que les graphiques dynamiques afférents.
5. La liste des points à interfacier avec le cnp doit être conforme au tableau 10.5.15. Choisir un ensemble parmi les colonnes E/F, G/H ou I/J concordant avec la marque et le modèle des équipements.
6. Réaliser la cartographie (*mapping*) de tous les points rendus disponibles par l'interface BACnet, conformément à l'article intitulé 10.5.1.1 de la présente partie.
7. Fournir, installer et programmer dans l'enceinte de l'aréna deux sondes de température et d'humidité combinées, appuyées sur un support à proximité des vomitoires.
8. Fournir, installer et programmer deux sondes de CO₂ murales dans la zone des gradins, en suivant les plans de mécanique. Effectuer leur raccordement dans le cnp prévu à cette fin. Le cnp est en charge de l'analyse et de la transmission des valeurs (utilisant le protocole BACnet MS/TP) au contrôleur embarqué fourni par le fabricant de l'unité UDESH-1.
9. Les composantes et logiciels nécessaires à l'acquisition et à l'affichage des données par l'interface graphique (état, contrôle, paramètres et mesures), incluant la programmation du contrôleur embarqué, font partie du contrat.

10.5.3.23.2 Mode inoccupé :

1. Le volet d'air neuf est fermé, et l'appareil est en mode déshumidification et recirculation.
2. La température de l'enceinte est abaissée.
3. Contrôle de la qualité de l'air :
4. Lorsque l'un des taux de contaminant de l'enceinte (NO₂, CO et CO₂) dépasse les paramètres ci-dessous, le système de ventilation doit être démarré s'il est à l'arrêt, et le débit d'air neuf doit être augmenté jusqu'au débit indiqué ci-après.
5. Si le taux de contaminant continue d'augmenter au-delà du niveau de concentration suivant, le débit d'air neuf est augmenté à 100 %.
6. Si le taux dépasse la concentration maximale, le ventilateur d'évacuation d'urgence est activé et une alarme est envoyée au poste de contrôle.

10.5.3.23.3 À l'arrêt du système :

1. L'unité autonome est à l'arrêt, mais dispose de l'autorisation de démarrer lorsque les paramètres d'humidité et de température de l'enceinte de l'aréna sont en dehors des points de consigne prévus en période inoccupée.
2. Points de consigne en période inoccupée avec glace :

3. En mode refroidissement : 15 °C (59 °F) et H.R. : 42 %.
4. En mode chauffage : 10 °C (50 °F) et H.R. : 50 %.

10.5.3.23.4 Au départ du système :

L'unité autonome démarre, en fonction de ses contrôles intégrés.

10.5.3.23.5 En marche normale :

1. Le déshumidificateur fait circuler l'air dans l'enceinte et maintient le taux d'humidité relative demandé au point de consigne.
2. Le volet d'air neuf est ouvert pour laisser entrer un débit d'air minimal.
3. Le serpentin de préchauffage est activé et prévient les conditions de givre sur la roue dessicante.
4. Le serpentin de chauffage est activé. Il maintient la température de l'air alimenté (selon le point de consigne de l'enceinte) et fournit le chauffage d'appoint lorsque le chauffage sous les bancs (gradins) ne suffit pas.
5. Le système doit aussi pouvoir être démarré, de la centrale de commandes, par un sélecteur logique sur la page graphique.
6. Le cnp transmet les consignes par communication BACnet MS/TP :
 - i. pour le démarrage de l'unité dessicante, selon un horaire programmé (coordonner l'horaire avec le directeur);
 - ii. les consignes de température et d'humidité suivantes doivent être maintenues par l'unité autonome dessicante, en mode « occupé »;
 - iii. la valeur lue la plus élevée entre les trois sondes de CO₂ installées dans les gradins.
7. La consigne de CO₂ à maintenir dans l'enceinte en mode « occupé » :
 - i. Le cnp réajuste au besoin à la hausse le point de consigne de CO₂ de façon à le maintenir à plus de 150 ppm au-dessus du niveau de CO₂ extérieur.
8. Points de consigne en période occupée :
 - i. Ambiance dans l'enceinte : 15 °C (59 °F) et H.R. : 50 %
 - ii. Niveau de CO₂ maximal dans l'enceinte : 800 ppm
 - iii. L'unité fonctionne selon ses contrôles intégrés pour atteindre les paramètres transmis par le cnp.
9. Séquence de contrôle pour le mode événement :
 - i. Lorsqu'il y a un événement, l'opérateur doit avoir la possibilité d'imposer temporairement une dérogation sur le point de consigne du point de rosée pour la durée de l'événement (1 h, 2 h, 3 h, 4 h). Le point de consigne ne doit pas pouvoir être ajusté à moins de 4,5 °C.

- ii. La dérogation doit être retirée automatiquement à l'expiration de la durée sélectionnée par l'opérateur, pour revenir à la valeur précédente du point de consigne.
- iii. Si cette fonctionnalité n'est pas disponible dans le système de contrôle de l'unité dessicante, une programmation doit être développée par contrôle, au moyen du cnp, pour fournir un équivalent.
- iv. Le contrôle du mode événement doit être disponible à partir de la page graphique de l'unité dessicante.

10.5.3.23.6 Panne électrique :

Le système arrête.

10.5.3.23.7 Incendie :

Ne s'applique pas.

10.5.3.23.8 Protections :

L'unité dessicante est munie d'une protection basse limite de gel qui arrête l'unité lorsque la température d'alimentation descend sous 4 °C (40 °F).

10.5.3.24 Système d'aérothermes, 2 x 25 kW :

10.5.3.24.1 Contexte :

1. Le système peut fonctionner seulement si le système VE-3 est en fonction, et il s'arrête 30 minutes suivant l'arrêt de VE-3, une installation conforme au détail normalisé 5/T-06.
2. Advenant une chute de température dans le local technique détectée par la sonde ST p-1, les deux aérothermes sont démarrés en séquence afin d'y maintenir la température minimale.
3. Si la température extérieure est ≥ 5 °C, les deux systèmes d'aérothermes (AE-1 et AE-2) ne sont pas autorisés à fonctionner.
4. Si la température extérieure est < 5 °C, les deux aérothermes (AE-1 et AE-2) sont autorisés à fonctionner.
5. Si la température dans la salle des machines est < 9 °C (ajustable), l'aérotherme AE-1 est démarré de manière à maintenir cette température.
6. Si la température est < 7 °C (ajustable), le second aérotherme AE-2 est démarré.
7. Si la température du local est ≤ 5 °C, une alarme critique est émise à la Centrale Immotique Multi-services (CIMS), car la température minimale mandatée par CSA B52, art. 6.2.5.7, est atteinte.
8. Les aérothermes sont mis à l'arrêt en suivant une logique inverse.
9. La séquence de démarrage des aérothermes est alternée toutes les semaines (mercredi à 9 h).

10.5.3.24.2 – Protections :

En cas de force majeure, « Danger de gel dans la salle des machines », réaliser la séquence ci-dessous :

- Advenant une chute de la température dans le local technique sous les 4 °C détectée par la sonde STp, les aérothermes sont démarrés en séquence afin de maintenir la température minimale à 7 °C (ajustable).
- Si la température descend sous les 3 °C, l'aérotherme AE-1 est démarré de manière à maintenir cette température.
- Si la température descend sous les 2 °C (ajustable), le second aérotherme AE-2 est démarré.
- Si la température du local atteint 3 °C, une alarme critique est émise à la Centrale Immotique Multi-Services (CIMS).
- Les aérothermes sont mis à l'arrêt en suivant une logique inverse.
- La séquence de démarrage des aérothermes est alternée toutes les semaines (mercredi 9 h).

10.5.3.25 Système de contrôle de l'éclairage de l'enceinte et des gradins :

10.5.3.25.1 Mode inoccupé :

1. Éteindre les lumières.
2. Alternier les ballasts utilisés durant le fonctionnement à charge partielle pour que l'usure soit uniforme. Le changement des groupes de ballasts à utiliser se fait au moment de l'allumage des luminaires.
3. La présente partie doit effectuer la coordination et la programmation pour intégrer au cnp le système de contrôles d'éclairage permettant d'afficher états et commandes sur l'interface graphique.
4. Réaliser la programmation et la confection de graphiques dynamiques illustrant l'architecture de l'ouvrage, avec indications des zones dont l'éclairage est « en » et « hors » fonction et indication de la commande « en-hors » des zones.
5. Créer sur l'interface graphique un bouton de commande de dérogation pour chaque groupe de zones d'éclairage.
6. Réaliser la programmation de quinze groupes à trois niveaux d'éclairage.
7. La passerelle d'intégration BACnet ainsi que le panneau local requis pour le système d'éclairage sont fournis par l'électricité.
8. La mise en marche/arrêt journalière est réalisée au moyen du panneau local d'éclairage par l'opérateur de la surfaceuse.

10.5.3.25.2 Mode occupé :

Allumer les lumières de l'enceinte selon l'horaire et ajuster l'intensité selon le type d'activité prévue à l'horaire.

10.5.3.26 Système d'entraînement efv pour le ventilateur du refroidisseur de fluide :

10.5.3.26.1 Contexte :

1. Fournir, installer et programmer les composantes et les logiciels nécessaires à l'acquisition et à l'affichage des données (état, contrôle, paramètres et mesures) par l'interface graphique.
2. Réaliser l'intégration de quinze (15) points de contrôle pour cet équipement, ainsi que les graphiques dynamiques afférents.
3. Acquitter la facture pour l'utilisation des ressources de l'équipementier qui a fourni le CCM.
4. Conforme à l'article 10.5.3.8.3, ainsi qu'au détail 2.1/T-04 pour l'alarme reliée à la sonde de vibration (#102).

10.5.3.27 Système de contrôle d'ambiance, chambre des joueurs :

10.5.3.27.1 En mode « inoccupé » (même horaire que le système de ventilation) :

1. Le cnp module le robinet motorisé deux voies SMDV-RAD2 du système de chauffage radiant afin de maintenir le point de consigne en mode « inoccupé ».
2. Points de consigne en période inoccupée :
3. en mode refroidissement : 18 °C;
4. en mode chauffage : 15 °C.

10.5.3.27.2 En mode « occupé » (même horaire que le système de ventilation) :

Le cnp module le robinet motorisé deux voies SMDV-RAD2 du système de chauffage radiant afin de maintenir le point de consigne en mode « occupé ».

10.5.3.28 Système de ventilation, chambre des joueurs – ECHAN-1 et ECHAN-2 :

10.5.3.28.1 Contexte :

1. Fournir, installer et programmer les composantes et les logiciels nécessaires à l'acquisition et à l'affichage des données (état, contrôle, paramètres et mesures) par l'interface graphique.
2. Réaliser l'intégration de quarante (40) points de contrôle par système, ainsi que les graphiques dynamiques afférents.
3. La liste des points à interfacier avec le cnp doit être conforme au tableau 10.5.16.

4. Acquitter la facture pour l'utilisation des ressources de l'équipementier qui a fourni le monobloc.
5. Réaliser la cartographie (*mapping*) de tous les points rendus disponibles par l'interface BACnet, conformément à l'article 10.5.1.1.

10.5.3.28.2 À l'arrêt du système :

1. L'unité autonome est à l'arrêt.
2. Le cnp module le robinet de chauffage SMDV-SG5-2 pour maintenir la température d'alimentation (Ta) à son point de consigne, en fonction de la saison.

10.5.3.28.3 Au départ du système :

1. L'unité autonome démarre selon la programmation de ses contrôles intégrés.
2. Les volets VME-1 et VME-2 sont alimentés.
3. Sur preuve d'ouverture des volets VME-1 et VME-2 (interrupteurs de fin de course IFC-1 et IFC-2), les contrôles intégrés de l'unité démarrent les ventilateurs d'alimentation et d'évacuation.

10.5.3.28.4 En marche normale :

1. Le cnp commande le démarrage de l'unité selon un horaire programmé (coordonner l'horaire avec le directeur).
2. Le système peut aussi être démarré de la centrale de commandes par un bouton sélecteur logique déposé sur la page graphique, et localement à partir du démarreur du ventilateur. L'action de ces deux boutons doit être conditionnée de façon à vérifier l'état de tous les équipements et composants afférents au système et à les démarrer en séquence.
3. L'unité est en marche selon ses contrôles intégrés.
4. Le cnp module le robinet de chauffage SMDV-SG5-2 pour maintenir la température d'alimentation Ta à son point de consigne, en fonction de la saison.
5. Le cnp ajuste le point de consigne de la température d'alimentation entre 13 °C et 20 °C, de façon à maintenir la moyenne des trois plus grandes demandes de refroidissement à 80 %. Pour cela, le cnp considère les boucles PID des contrôles locaux des pièces desservies.
6. Une boucle PID dont la plage est divisée en deux (0 à 50 % pour commander le robinet de chauffage et 50 à 100 % pour définir la demande de refroidissement) est attribuée à chaque local.
7. Le nom du local le plus en demande doit être affiché à l'écran.
8. Le cnp doit faire l'analyse de la demande de chauffage ou de refroidissement en tabulant seulement les chambres de joueurs.

9. Produire un tableau graphique avec cases à cocher permettant d'ajouter/retirer individuellement de l'analyse chacun des locaux.

10. La température d'alimentation peut varier entre 13 °C et 20 °C (55 °F et 68 °F).

10.5.3.28.5 Contrôle de température de pièce en mode « occupé » :

1. L'alternance entre les modes « occupé » et « inoccupé » doit être gérée selon un horaire à coordonner avec le directeur.
2. Pour chaque local en mode « occupé », le cnp module le robinet de chauffage pour maintenir la température de pièce à son point de consigne en mode « occupé ».
3. La boucle PID doit être divisée en deux parties : 0 à 50 % pour le contrôle du robinet et 50 à 100 % pour traduire une demande de refroidissement de la pièce.

10.5.3.28.6 Contrôle de température de pièce en mode « inoccupé » :

1. Pour chaque local, prévoir deux points de consigne de pièce en mode « inoccupé ».
2. Le cnp module le robinet de chauffage pour maintenir la température de pièce à son point de consigne en mode « inoccupé chauffage » (égal au point de consigne du mode « occupé » moins 2 °C).
3. Le cnp calcule la demande de refroidissement par une seconde boucle PID pour maintenir la température de pièce à son point de consigne en mode « inoccupé refroidissement » (égal au point de consigne du mode « occupé » plus 2 °C).

10.5.3.28.7 Contrôle de débit d'air en mode « inoccupé » :

Prévoir un ajustement à la baisse du débit d'air de l'unité ECHAN-5 en mode « inoccupé » – les ventilateurs de l'unité sont munis de démarreurs EFV).

10.5.3.28.8 Panne électrique :

Le système arrête.

10.5.3.28.9 Incendie :

Ne s'applique pas.

10.5.3.28.10 Protections :

L'unité autonome est munie d'une protection basse limite de gel qui arrête l'unité lorsque la température d'alimentation descend sous 4 °C (40 °F).

10.5.3.29 Système de ventilation salle électrique – VE-5 :

10.5.3.29.1 Description du système :

Un système d'évacuation de la chaleur, composé d'une prise d'air, d'un volet motorisé, d'une bouche d'évacuation, d'un volet motorisé, d'un ventilateur d'évacuation, d'une sonde de pièce, d'un démarreur magnétique, d'un raccord au cnp.

10.5.3.29.2 Mode occupé :

1. Lorsque la température du point de consigne est dépassée :
2. les volets motorisés sont ouverts;
3. le ventilateur évacue la chaleur pour maintenir le point de consigne.
4. Lorsque le point de consigne est atteint, l'appareil passe en mode inoccupé.

10.5.3.29.3 Mode inoccupé :

1. Le système est arrêté.
2. Les volets sont fermés.
3. Si la température dépasse le point de consigne, l'appareil passe en mode occupé.

10.5.3.29.4 À l'arrêt du système :

1. Le ventilateur d'évacuation VE-5 est à l'arrêt.
2. Le volet motorisé est en position fermée.

10.5.3.29.5 Au départ du système :

1. Le volet motorisé (bouche d'évacuation) ouvre, tandis que le contact NO (fin de course) s'active.
2. Le volet motorisé (prise d'air) ouvre, tandis que le contact NO (fin de course) s'active.
3. Les deux contacts de fin de course, raccordés en série, démarrent le ventilateur VE-5.
4. Un contact auxiliaire NO sur le démarreur de VE-5 confirme l'état du système de ventilation.
5. Tous les contrôles sont fonctionnels.

10.5.3.29.6 En marche normale :

1. Le cnp commande le démarrage du système pour maintenir le point de consigne de pièce. Le système peut aussi être démarré de la centrale de commande par un bouton sélecteur logique sur la page graphique, et localement à partir du démarreur du ventilateur.

2. Le cnp cycle l'ouverture/fermeture des volets motorisés et le départ/arrêt du ventilateur afin de maintenir la température de la pièce à son point de consigne.
 - i. Point de consigne Hiver : 13 °C (55 °F)
 - ii. Point de consigne Été : 25 °C (77 °F)

10.5.3.29.7 Panne électrique :

Le système arrête.

10.5.3.29.8 Incendie :

Ne s'applique pas.

10.5.3.29.9 Protections :

Le système est muni d'une protection basse limite de température qui coupe l'alimentation électrique du système lorsque la température de pièce descend sous 4 °C (40 °F).

10.5.3.30 Système de ventilation de la salle mécanique – #VA-8/VE-8 :

10.5.3.30.1 Description du système :

Un système de ventilation et d'évacuation de la chaleur configuré en H, composé d'une prise d'air, d'un volet motorisé, d'un ventilateur d'alimentation, d'une bouche d'évacuation, d'un volet motorisé, d'un ventilateur de retour, d'un conduit et d'une boîte de mélange, d'un volet motorisé de retour, d'une sonde de pièce, de deux démarreurs magnétiques et d'un raccord au cnp. Les trois volets motorisés sont équipés de servomoteurs modulants.

10.5.3.30.2 À l'arrêt du système :

1. Le ventilateur d'évacuation VE-8 est à l'arrêt.
2. Le ventilateur d'alimentation VA-8 est à l'arrêt.
3. Les volets motorisés sont en position de recirculation d'air.
4. Le volet d'air neuf est NF, le volet d'évacuation est NF, le volet de retour est NO.
5. Les contrôles de l'aérotherme sont fonctionnels.

10.5.3.30.3 Au départ du système :

1. Le ventilateur VE-8 démarre.
2. Le ventilateur VA-8 démarre.
3. Le système est en recirculation, le volet de retour est NO, il est ouvert.
4. Tous les contrôles sont fonctionnels.

10.5.3.30.4 En marche normale :

1. Le cnp commande le démarrage de l'unité ou du système selon un horaire programmé (coordonner l'horaire avec le directeur) et pour maintenir le point de consigne de la pièce.
2. Le système peut aussi être démarré de la centrale de commandes par un sélecteur logique sur la page graphique, et localement à partir du démarreur du ventilateur.
3. Le robinet motorisé deux voies du serpentin de chauffage est autorisé à moduler afin de maintenir la température à la sonde (TA).
4. Les volets d'air neuf et d'évacuation ne sont autorisés à ouvrir que si la température extérieure est inférieure à la température de pièce (prévoir une bande morte).
5. Le cnp commande les arrêts/départs de l'aérotherme pour maintenir la température de pièce à son point de consigne (en mode chauffage) « P.C. : 20 °C (68 °F) ».
6. Prévoir une bande morte de ± 1 °C et des délais anti-cycleurs.
7. Le point de consigne en mode chauffage est égal au point de consigne en mode refroidissement moins 3 °C.
8. Point de consigne Hiver : 13 °C (55 °F).
9. Le cnp commande la modulation des volets motorisés afin de maintenir la température de pièce à son point de consigne en refroidissement.
10. Point de consigne Été : 25 °C (77 °F).

10.5.3.30.5 Panne électrique :

Le système arrête.

10.5.3.30.6 Incendie :

Ne s'applique pas.

10.5.3.30.7 Protections :

Le système est muni d'une protection basse limite de température qui coupe l'alimentation électrique des volets motorisés et des ventilateurs lorsque la température d'alimentation descend sous 4 °C (40 °F). Cette basse limite requiert une intervention humaine afin de la réarmer.

10.5.3.31 Système d'évacuation du garage de la surfaceuse – #VE-9 :

10.5.3.31.1 Description du système :

1. Un système d'évacuation de la chaleur, là où l'air évacué provient du volume de l'enceinte aréna, composé d'une bouche d'évacuation, d'un volet motorisé NF, d'un ventilateur d'évacuation, d'une sonde de pièce, d'un démarreur magnétique et d'un raccord au cnp. Le volet motorisé est équipé d'un servomoteur deux positions.

10.5.3.31.2 Mode occupé :

1. Lorsque la température du point de consigne est dépassée, le volet motorisé est ouvert, et le contact de fin de course démarre l'évacuateur.
2. L'évacuateur évacue la chaleur pour maintenir le point de consigne.
3. Lorsque le point de consigne est atteint, l'appareil passe en mode inoccupé.

10.5.3.31.3 Mode inoccupé :

1. Le système est arrêté.
2. Le volet est fermé.
3. Si la température dépasse le point de consigne, l'appareil passe en mode occupé.
4. Pendant la période inoccupée, afin de s'assurer d'un minimum de changement d'air, le cnp fait fonctionner le ventilateur pendant 5 minutes toutes les heures.

10.5.3.31.4 Qualité de l'air :

Depuis 2010, la Ville utilise des surfaceuses et des coupe-bordures électriques.

10.5.3.31.5 À l'arrêt du système :

1. Le ventilateur d'évacuation VE-9 est à l'arrêt.
2. Le volet motorisé VME-1 est en position fermée.

10.5.3.31.6 Au départ du système :

1. Lorsque l'éclairage dans le garage de la surfaceuse est en service, le volet ouvre.
2. Le contact de fin de course du volet ferme et démarre le ventilateur VE-9.

10.5.3.31.7 En marche normale :

1. Le cnp commande le démarrage du ventilateur VE-9 lorsque l'utilisateur met l'éclairage en service.
2. Le système peut aussi être démarré de la centrale de commandes par un sélecteur logique sur la page graphique, et localement à partir du démarreur du ventilateur.

10.5.3.31.8 Panne électrique :

Le système arrête.

10.5.3.31.9 Incendie :

Ne s'applique pas.

10.5.3.31.10 Protections :

Ne s'applique pas.

10.5.3.32 Système de fosse de retenue (salle des machines) :

10.5.3.32.1 Mode inoccupé :

Il n'y a pas de mode inoccupé.

10.5.3.32.2 Mode occupé :

1. La fosse est équipée de deux pompes élévatrices submersibles, chacune munie d'un détecteur d'humidité dans le bobinage de son moteur. Ces contacts doivent être raccordés sur bornier dans le panneau de la pompe.
2. La fosse est équipée de quatre (4) contacts à l'intérieur du flotteur. Ces contacts doivent être raccordés sur le bornier dans le panneau de la pompe.
3. Le panneau de la pompe inclut le bornier de trois (3) contacts qui doivent être raccordés sur le cnp : 1 – Contact sonde d'humidité; 2 – Contact haut niveau d'eau; 3 – Contact défaut, le tout conformément aux détails normalisés (3/T-05) et (3.2/T-05).
4. La sonde de pH a été déplacée dans le tuyau de drainage du laveur d'air afin d'améliorer son espérance de vie utile, conformément au détail normalisé (4/T-06).

10.5.3.32.3 À l'arrêt du système :

Il n'y a pas de mode d'arrêt.

10.5.3.32.4 Panne électrique :

Ne s'applique pas.

10.5.3.32.5 Incendie :

Ne s'applique pas.

10.5.3.32.6 Protections du gel :

1. En cas de force majeure « Danger de gel » :
2. Advenant une chute de la température détectée par la sonde STp dans le local technique, les aérothermes sont démarrés en séquence afin de maintenir la température minimale à 7 °C (ajustable).
3. Si la température descend sous les 6 °C, l'aérotherme AE-1 est démarré de manière à maintenir cette température.
4. Si la température descend sous les 6 °C (ajustable), le second aérotherme AE-2 est démarré.
5. Si la température du local atteint 5 °C, une alarme critique est émise à la Centrale Immotique Multi-Services (CIMS).

6. Les aérothermes sont mis à l'arrêt en suivant une logique inverse.
7. La séquence de démarrage des aérothermes est alternée toutes les semaines (mercredi 9 h).

10.5.3.33 Système de récupération d'huile :

10.5.3.33.1 Contexte :

1. Ce système est équipé d'un système de contrôle électromécanique autonome non relié au cnp.
2. C'est le sous-entrepreneur en contrôle qui est responsable de réaliser ledit système de contrôle.

10.5.3.33.2 Système de chauffage de l'huile :

1. Système conforme au détail normalisé (1/T-07) là où une minuterie électronique sert à mettre et à maintenir en marche (pour un temps déterminé par l'opérateur) l'élément chauffant (#123) qui est inséré dans le réservoir d'huile (#122).
2. L'huile doit être chauffée pour vaporiser le réfrigérant qui est entré en solution dans l'huile et lui redonner ses propriétés lubrifiantes.
3. Advenant que la température de l'huile dans le réservoir excède 120 °F, le thermostat (#125) ouvre le contacteur R-1.
4. Le système de contrôle doit être contenu dans un panneau 8" x 8" x 6".

10.5.3.33.3 Panne électrique :

Ne s'applique pas.

10.5.3.33.4 Incendie :

Ne s'applique pas.

10.5.3.33.5 Protections :

Ne s'applique pas.

10.5.3.34 Système de purge, douche d'urgence et lave-yeux :

Le système de purge doit être conforme au détail normalisé (7/T-05).

10.5.3.34.1 À l'arrêt du système :

Il n'y a pas de mode arrêt.

10.5.3.34.2 Mode marche :

Le robinet (#74) est activé minimalement pendant 30 secondes/24 h chaque jour, soit 365 jours/an.

10.5.3.34.3 Panne électrique :

Ne s'applique pas.

10.5.3.34.4 Incendie :

Ne s'applique pas.

10.5.3.34.5 Protections :

Ne s'applique pas.

10.5.3.35 Système de ventilation/climatisation, monobloc hall/bureaux :

10.5.3.35.1 Contexte :

1. Réaliser l'intégration minimale de quinze (15) points de contrôle pour ce système, ainsi que les graphiques dynamiques afférents.
2. La liste des points à interfacier avec le cnp doit être conforme au tableau 10.5.16.
3. Réaliser la cartographie (*mapping*) de tous les points rendus disponibles par l'interface BACnet, conformément à l'article 10.5.1.1.

10.5.3.35.2 Mode occupé :

1. Lorsque la température du point de consigne est dépassée, les volets motorisés sont ouverts et le ventilateur évacue la chaleur pour maintenir le point de consigne.
2. Lorsque le point de consigne est atteint, l'appareil passe en mode inoccupé.

10.5.3.35.3 Mode inoccupé :

1. Le système est arrêté, les volets sont fermés.
2. Si la température dépasse le point de consigne, l'appareil passe en mode occupé.

10.5.3.35.4 À l'arrêt du système :

1. Le ventilateur d'évacuation VE-5 est à l'arrêt.
2. Les volets motorisés sont en position de recirculation d'air.

10.5.3.35.5 Au départ du système :

1. Le ventilateur VE-5 démarre.
2. Tous les contrôles sont fonctionnels.

10.5.3.35.6 En marche normale :

1. Le cnp commande le démarrage de l'unité de climatisation/ventilation pour maintenir le point de consigne de pièce.

2. Le système peut également être démarré de la centrale de commande par un bouton sélecteur logique sur la page graphique, et aussi localement à partir du démarreur du ventilateur.
3. Le cnp commande la modulation des volets motorisés afin de maintenir la température de la pièce à son point de consigne.
4. Point de consigne Hiver : 13 °C (55 °F).
5. Point de consigne Été : 25 °C (77 °F).

10.5.3.35.7 Panne électrique :

Le système arrête.

10.5.3.35.8 Protections :

Le système est muni d'une protection basse limite de température qui coupe l'alimentation électrique des volets motorisés lorsque la température d'alimentation descend sous 4 °C (40 °F).

10.5.3.36 Système de traitement chimique, eau du bassin (#82), refroidisseur de fluide :

10.5.3.36.1 Contexte :

1. Le contrôle du système de traitement chimique de l'eau du bassin (#82) doit être conforme au détail (1/T-04).
2. La pompe P-6 (#116) doit assurer une circulation de l'eau dans le système de traitement chimique lorsque la pompe P-5 (#81) est à l'arrêt.
3. La séquence doit être la suivante : si P-5 ne fonctionne pas, la pompe P-6 doit fonctionner, et vice versa.

10.5.3.36.2 Malfunction :

1. Le panneau de contrôle du système de traitement chimique est équipé d'un contact qui est activé en cas de dysfonctionnement du système.
2. Le cnp affiche le dysfonctionnement du système de traitement chimique sur l'interface opérateur et enregistre une tendance.

10.5.3.36.3 Panne électrique :

Ne s'applique pas.

10.5.3.36.4 Incendie :

Ne s'applique pas.

10.5.3.36.5 Protections :

Ne s'applique pas.

10.5.3.37 Système d'éclairage de la patinoire :

10.5.3.37.1 Contexte :

1. Pour les luminaires de type DEL, il doit y avoir quatre niveaux d'éclairage possibles, en gradation, sur une échelle de 1-10V.
2. Le lien entre le panneau de contrôle (système d'éclairage au plafond de l'aréna) et les luminaires doit être filaire. Les câbles doivent être insérés dans des conduits EMT.
3. Les câbles de contrôle ne doivent pas être déployés dans les conduits alimentant les luminaires en électricité.

10.5.3.37.2 Mode inoccupé :

Éteindre les lumières.

10.5.3.37.3 Mode occupé :

1. Alternier les ballasts utilisés durant le fonctionnement à charge partielle pour que l'usure soit uniforme.
2. Le changement des groupes de ballasts à utiliser se fait au moment de l'allumage des luminaires.

10.5.3.38 Système de ventilation/chauffage des vestibules, bureaux, gradins :

10.5.3.38.1 Chauffage du vestibule :

1. Le cnp commande les arrêts/départs des aérothermes pour maintenir la température de pièce à son point de consigne.
2. Prévoir une bande morte et des délais adéquats pour éviter le cyclage.
3. Prévoir deux points de consigne (occupé et inoccupé).
4. L'alternance entre les modes « occupé » et « inoccupé » est gérée selon un horaire à coordonner avec le directeur.

10.5.3.38.2 Bureau (typique) et espace commun :

L'alternance entre les modes « occupé » et « inoccupé » est gérée selon un horaire à coordonner avec le directeur.

10.5.3.38.3 Contrôle de température de pièce en mode « occupé » :

1. Le cnp module le robinet de chauffage pour maintenir la température de pièce à son point de consigne en mode chauffage « occupé ».
2. La boucle PID doit être divisée en deux parties : de 0 à 50 % pour le contrôle du robinet et de 50 à 100 % pour le contrôle du refroidissement.

3. Le cnp commande le départ de l'unité de climatisation lorsque la boucle PID dépasse 95 % et que l'unité de climatisation est à l'arrêt depuis plus de cinq minutes.
4. Le cnp commande l'arrêt de l'unité de climatisation lorsque la PID est inférieure à 65 % et que l'unité de climatisation est en marche depuis plus de cinq minutes.

10.5.3.38.4 Contrôle de température de pièce en mode « inoccupé » :

1. Pour chaque local, prévoir deux points de consigne de pièce en mode « inoccupé ».
2. Le cnp module le robinet de chauffage pour maintenir la température de pièce à son point de consigne en mode « inoccupé chauffage » (égal au point de consigne du mode « occupé » moins 2 °C).
3. Le cnp calcule la demande de refroidissement par une seconde boucle PID pour maintenir la température de pièce à son point de consigne en mode « inoccupé refroidissement » (égal au point de consigne du mode « occupé » plus 2 °C).

10.5.3.38.5 Alarme CO₂ dans les gradins :

Sur détection de haute limite de CO₂ dans n'importe quelle zone, le cnp active les alarmes visuelles et sonores.

10.5.3.39 Interface des points de contrôle sur divers équipements :

1. Les trois tableaux (10.5.15, 10.5.16, 10.5.17) sont disponibles dans une annexe en format .pdf et excel.
2. Le tableau 10.5.15, fichier contenant une liste des points de contrôle devant être interfacés sur les unités dessicantes, monoblocs, etc.
3. Le tableau 10.5.16, fichier contenant une liste des points de contrôle devant être interfacés sur les différentes pièces d'équipements, dont une liste partielle suit :
 - système de saumure, chaude (chauffage du sol);
 - système de saumure, froide (gèle de la dalle/glace);
 - système d'ammoniac (NH₃);
 - système d'eau chaude domestique, préchauffage et chauffage;
 - système de chauffage (glycol);
 - système de chauffage eau (charge pour TP);
 - système de rejet de chaleur (glycol 50 %, source pour TP).
4. Le tableau 10.5.17, fichier contenant une liste des points de contrôle devant être interfacés sur les thermopompes.

10.6 Local technique R-717

10.6.1 Les besoins

10.6.1.1 Les besoins concernent notamment :

- Passerelle
- Mezzanine
- Dégagements
- Volumes
- Ventilation
- Pressurisation
- Test et certification, étanchéité de l'enveloppe et séparation (local technique)
- Neutralisation
- Détection de réfrigérant
- Transmission d'alarmes
- Alarme intrusion, système
- Détection d'incendie, ajout d'une zone au système de l'ouvrage annexe
- Plan d'évacuation pour le local technique
- Plan d'évacuation de l'ouvrage annexe, adaptation
- Plan Particulier d'Intervention (PPI)
- Soupapes de sûreté
- Corridors de sécurité et issues
- Quincaillerie et fonction des portes
- Hissage sécuritaire des machines, poutre de levage, point d'ancrage
- Accès en toiture pour service à l'équipement
- Passerelle autour des équipements en toiture

10.6.1.2 Les grandes lignes

Grouper les compresseurs afin de minimiser les longueurs de tubulure, ce qui se traduit par une plus petite empreinte au sol.

Le local technique de 140 m² est séparé en deux salles, une salle des machines de 115 m² et une salle de contrôle de 25 m².

L'enveloppe du local technique doit être étanche à l'air.

Le calorifuge de l'enveloppe doit être performant, car en hiver la salle des machines doit être chauffée avec la chaleur dégagée par les équipements.

Le chauffage de l'air de ventilation minimale est assuré par un serpentin ≤ 18 kW. (600V-3-60 ou EG).

Le système de ventilation minimale du local technique assure la pressurisation positive (+) de la salle de contrôle par rapport à la pressurisation négative (-) de la salle des machines. Un volet motorisé assure le transfert de l'air au travers du mur de séparation.

Les quatre murs du local T, la toiture ainsi que le mur de séparation doivent être étanches à l'air.

Un système de détection d'ammoniac de type photo-acoustique, muni de quatre renifleurs, analyse l'air de la salle des machines en séquence. Il transmet une alarme à la centrale 24 h/7 j dans l'éventualité où l'analyse de l'échantillon indique un résultat qui excède un des points de consigne normalisés dans une liste.

L'étanchéité du local technique doit être démontrée au directeur, avant la réception provisoire.

10.6.1.3 Les issues, la circulation, les fonctions

- P-1 Porte donnant accès à la salle de contrôle, directement de l'extérieur. Cette porte est une première issue, fonction dépôt. Elle ouvre vers l'extérieur, équipée d'une serrure avec clé Abloy Protec 1, NH_3 , d'une poignée, d'une plaque astragale prévenant l'introduction par effraction, installée du côté extérieur. Du côté extérieur, la porte est opaque. Du côté intérieur, il faut installer contact d'alarme-intrusion, garniture, ferme-porte et barre panique.
- P-2 Porte d'issue de la salle des machines vers la salle de contrôle et la douche. La fonction de la porte est de type passage, son sens d'ouverture est vers la salle de contrôle. Elle est équipée d'une poignée du côté salle de contrôle, d'un ferme-porte et d'une barre panique du côté salle des machines. Cette porte n'est pas munie de serrure. Contact d'alarme intrusion. Garniture et seuil tombant.
- P-3 Porte double servant d'issue directement dehors en cas de besoin et au niveau du sol, fonction dépôt. Elle est équipée de deux barres panique et de deux ferme-porte du côté intérieur. Le côté extérieur de la porte est factice. Elle possède toutefois une plaque astragale prévenant l'introduction par effraction. Deux contacts d'alarme intrusion. Garniture.
- P-4 Porte simple, fonction dépôt, donnant un accès à la toiture pour l'entretien du refroidisseur de fluide par la mezzanine et la passerelle. La porte ouvre vers l'intérieur du local technique afin de ne pas être bloquée par un banc de neige. La porte a une poignée, un ferme-porte et un loquet du côté intérieur. Une serrure avec clé Abloy Protec 1 NH_3 et une poignée du côté extérieur. Contact d'alarme intrusion. Garniture.

Cette porte n'est pas une issue.

Note :

La numérotation des portes est illustrée sur les trois schémas intitulés « Architecture du local technique ».

10.6.1.4 Système d'alarme intrusion

Le système d'alarme intrusion du local technique doit être indépendant de tout autre système dans les ouvrages connexes.

Le panneau d'alarme intrusion et son clavier doivent être installés dans la salle de contrôle, et le clavier doit être à proximité de la porte P-1.

L'installation du système d'alarme intrusion doit être filaire et les câbles doivent cheminer dans des conduits EMT.

Deux détecteurs de mouvement sont requis :

- un premier est installé à proximité de la porte P-2. Il surveille le corridor longeant le mur extérieur de la salle des machines jusqu'à la porte P-3;
- un second est installé à proximité de la porte P-1. Il surveille la salle de contrôle.
- Le schéma de ce système doit être affiché sur le mur de la salle de contrôle, à proximité du clavier.

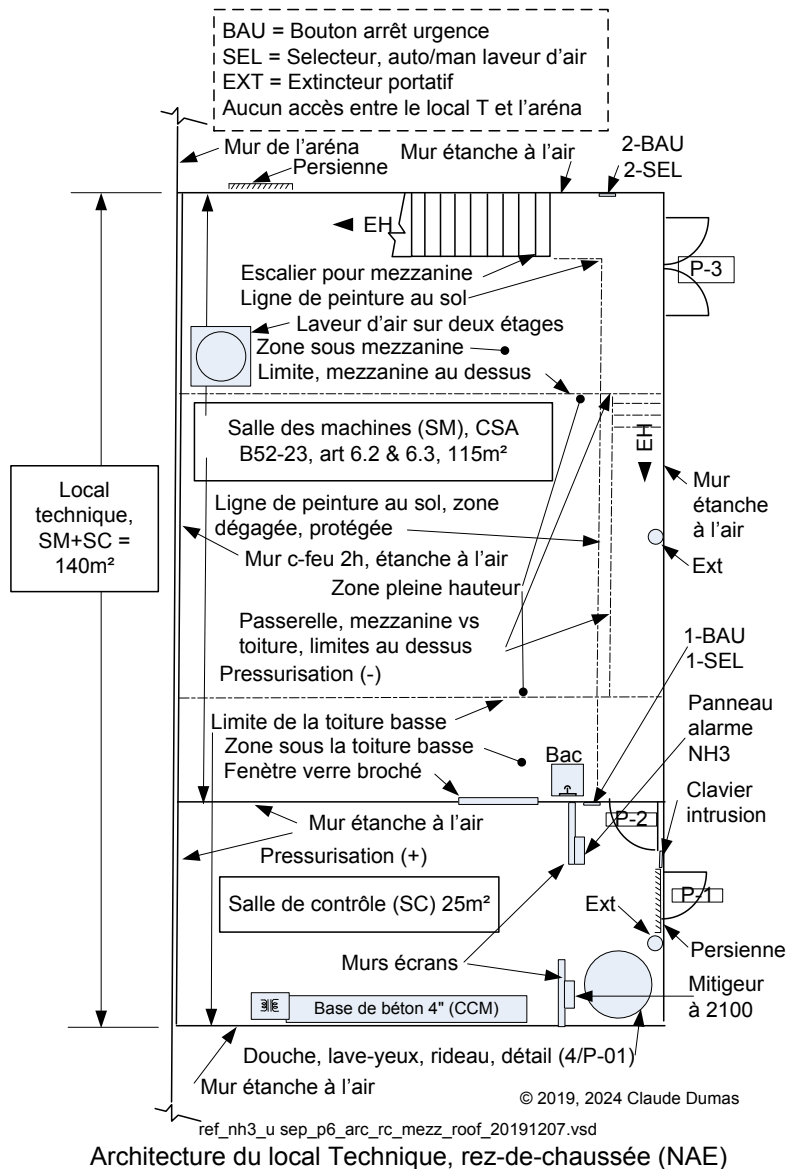
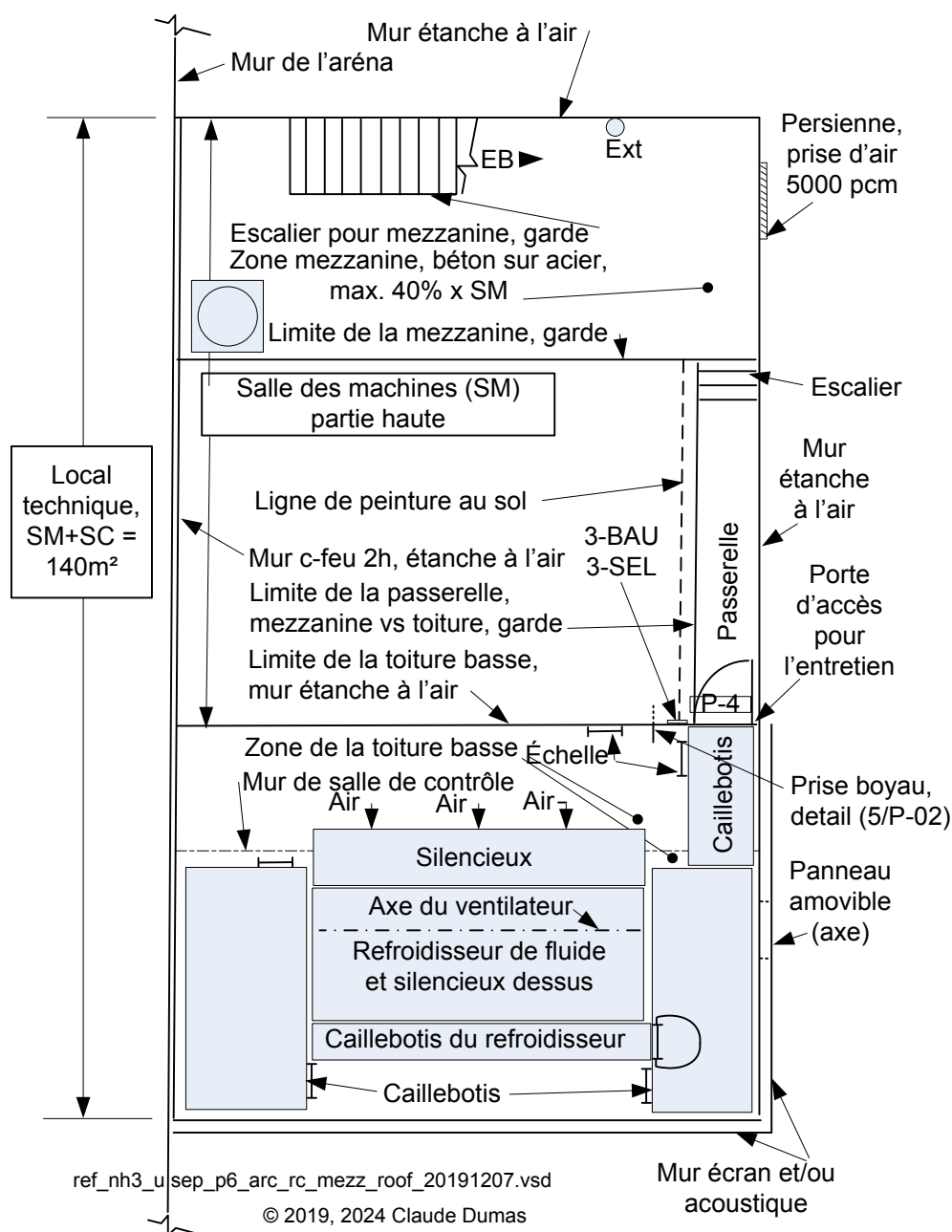


Figure 10.6.1.1 – Architecture du local technique, rez-de-chaussée (NAE)



Architecture du local Technique, 1^e étage (NAE)

Figure 10.6.1.2 – Architecture du local technique, 1^{er} étage (NAE)

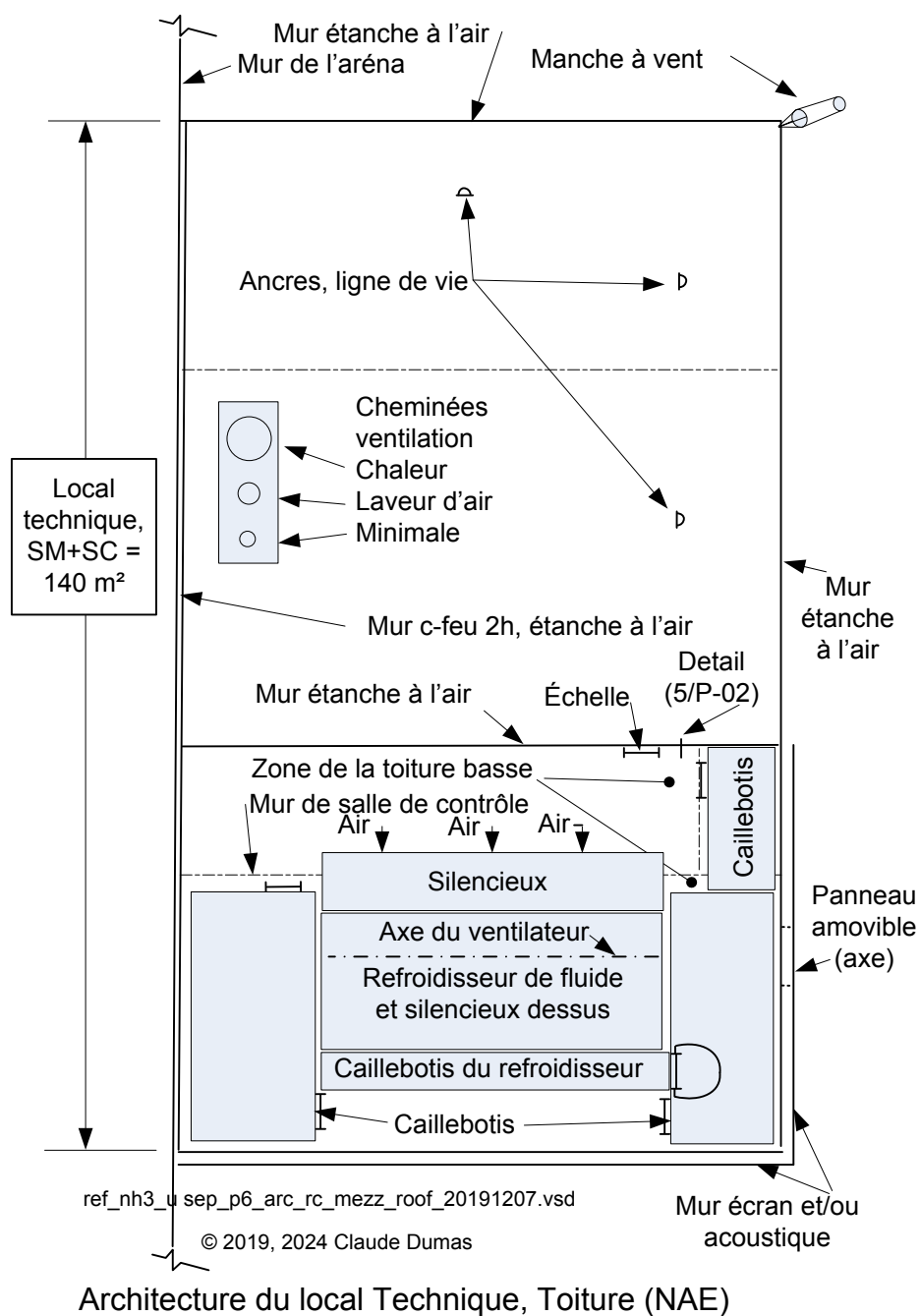
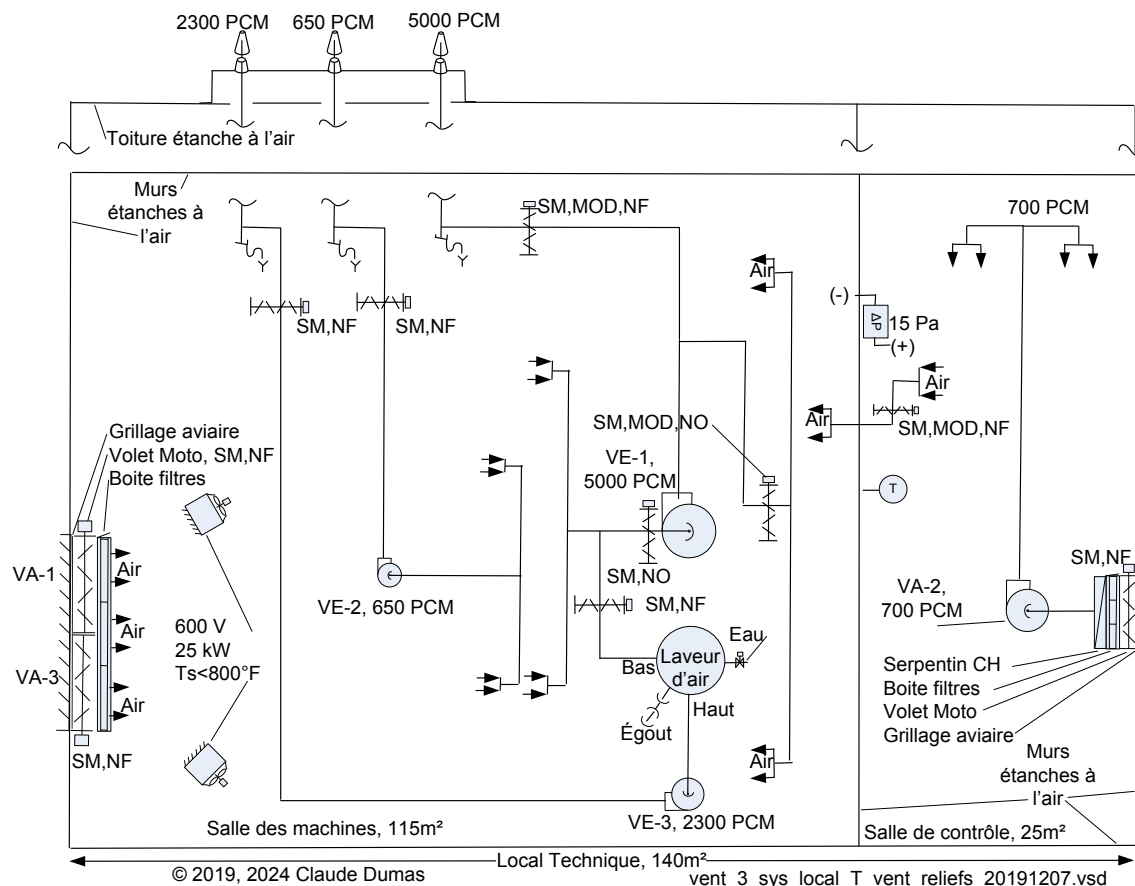


Figure 10.6.1.3 – Architecture du local technique, toiture (NAE)



Schémas du systèmes de ventilation, local Technique

Figure 10.6.1.4 – Schémas du système de ventilation

10.6.1.5 Systèmes de ventilation

Le local technique doit être composé d'une salle des machines et d'une salle de contrôle (figures 10.7.1.1, 10.7.1.2 et 10.7.1.3).

La ventilation du local technique doit être assurée par trois systèmes de ventilation, intégrant trois prises d'air et trois bouches d'évacuation de l'air vicié, composés de trois cheminées avec cône d'accélération, propulsant l'air à la verticale (figure 10.7.1.4).

La fonction et la numérotation des systèmes doivent correspondre à la présente liste.

VA-1/VE-1. L'évacuation de la chaleur requiert un système à débit constant ayant une capacité de 5000 pcm d'air. Le débit d'air extérieur est modulant et contrôlé selon la température dans la salle des machines.

La capacité du système est normalisée à 5000 pcm, sur la base de la présence d'un seul système frigorifique dans le local technique. S'il en contient deux, la capacité du système est doublée et, dans cette éventualité, le moteur du ventilateur doit être entraîné par un démarreur de type EFV.

Dans le cas où la réfrigération n'est pas censée fonctionner en été, conserver le même débit.

La prise d'air introduit l'air frais pour équilibrer les pressions.

Le servomoteur du volet d'air frais est à deux positions.

VA-2/VE-2. Le système de ventilation minimale est aussi utilisé pour pressuriser la salle de contrôle par rapport à la salle des machines.

Une gaine de transfert, en forme de Z, équipée d'un volet motorisé avec un servomoteur modulant, répond à un contrôleur de pression différentielle.

La prise d'air de ce système est logée dans la salle de contrôle, là où l'air est préchauffé/chauffé en hiver, avant d'être distribué dans ladite salle, et avant d'être transféré dans la salle des machines, d'où il est finalement expulsé dehors.

Le serpentin de chauffage peut être soit électrique 600V/3/60, contrôle modulant de type SCR, ou alimenté par le système de chauffage EG de l'aréna.

Il est aussi possible d'utiliser une dérivation sur le réseau de rejet de chaleur du système frigorifique (EG 50 %) pour alimenter un serpentin de préchauffage de l'air frais, en série avec un serpentin électrique 600V/3/60, contrôle modulant de type SCR, pour chauffer l'air à la température voulue.

Le servomoteur du volet d'air frais est à deux positions.

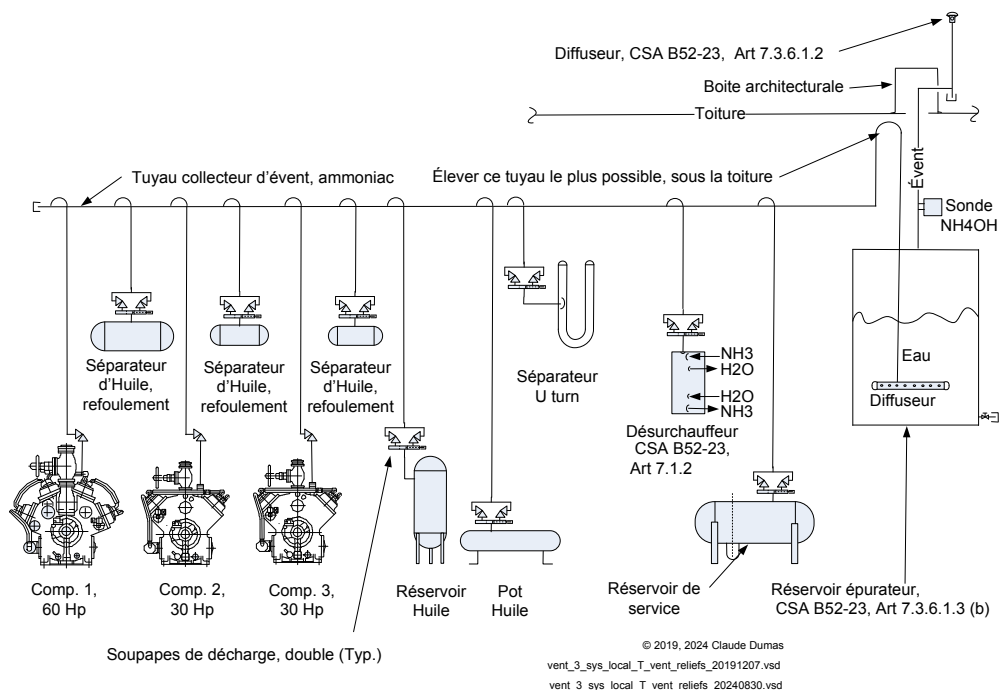
VA-3/VE-3. Le laveur d'air est utilisé pour épurer l'air avant de l'évacuer dehors, en cas de fuite de réfrigérant R-717 dans la salle des machines.

La capacité du système est normalisée à 2300 pcm (Q) d'air, basé sur une charge de 530 lb (G) de réfrigérant R-717 et sur de multiples études de risque réalisées dans le cadre du Programme Arénas tenant compte d'un environnement urbain densément peuplé ($Q = 100 \times \sqrt{G}$, CSA B52:23, a. 6.2.5.5.1).

La prise d'air introduit l'air frais pour équilibrer les pressions.

Le servomoteur du volet d'air frais est à deux positions.

Les deux aérothermes de 25 kW soufflent sur la prise d'air. Ils ne doivent fonctionner qu'en cas de force majeure, lorsque le système de laveur d'air est mis en fonction et si la température extérieure est sous 45 °F.



Schémas du système de neutralisation, soupapes de décharge d'ammoniac

Figure 10.6.1.5 – Schémas du système de neutralisation, soupapes de décharge d'ammoniac :

10.6.1.6 Système de neutralisation R-717 :

En cas d'incident, le collecteur d'évent cumule les différents débits rejetés par les soupapes de sûreté du système frigorifique. Il est requis que le tuyau collecteur chemine jusqu'au plafond du local technique et qu'il soit équipé d'un siphon inversé avant de plonger sous l'eau du bassin de neutralisation.

Il est possible de créer un puissant vacuum à l'intérieur du collecteur si une soupape rejette suffisamment de R-717 pour en chasser tout l'air, permettant à l'eau du bassin d'être aspirée dans le collecteur et de noyer toutes les soupapes du système frigorifique.

10.6.2 Test d'étanchéité

10.6.2.1 Généralités

10.6.2.1.1 Garantie

Durée de 12 mois suivant la date de la réception provisoire de l'ouvrage.

10.6.2.1.2 Destination

La destination de la présente partie du chapitre 10 vise à satisfaire aux exigences de l'article 6.3 de la norme CSA B52:23 et du paragraphe 6.3.1 intitulé « Locaux techniques pour frigorigènes inflammables », alinéa c, dans le cadre d'une installation frigorifique utilisant un frigorigène de la classe B2L (R-717, ammoniac).

10.6.2.1.3 Documents à fournir

Pour réaliser la réception provisoire des travaux, la Ville exige de recevoir le rapport de test, rédigé en français, sur des feuilles 8 1/2" x 11", format PDF, rapport signé et scellé par un ingénieur ou un architecte. Ce rapport comprend :

- a. l'identification du projet et le résumé du mandat;
- b. la description des paramètres de l'expertise, des travaux et des défis;
- c. une présentation de la firme et la liste du personnel travaillant au projet;
- d. les CV des personnes concernées par le projet, notamment l'expert et une description de ses qualifications;
- e. la liste des personnes présentes lors de l'investigation;
- f. la date de la visite finale;
- g. la narration du déroulement de l'expertise et des travaux;
- h. les fiches techniques des équipements et accessoires utilisés dans le projet;
- i. des photos illustrant l'équipement utilisé, les défis, les constats, les réalisations et les observations;
- j. la conclusion.
- k. En annexe à la présente partie, déposer la déclaration de l'expert, conformément au Code de procédure civile, a. 235 et 238.

10.6.2.1.4 Loi, règlements, normes

- 1. Loi sur le bâtiment (RLRQ, c. B-1.1).
- 2. Règlement sur les installations sous pression (RLRQ, chapitre B-1.1, r.6.1). L'article 6 du présent règlement précise qu'un renvoi à un code ou à une norme réfère à l'édition la plus récente publiée et comprend toutes les modifications ultérieures qui y ont été apportées. C'est la version la plus récente des normes CSA-B52 et CSA-B51 qui entre en vigueur six mois après publication de la version française par l'organisme concerné.
- 3. Norme CSA-B52 intitulée Code sur la réfrigération mécanique.
- 4. Code de procédure civile, RLRQ c C-25.01.
- 5. Chapitre II, L'Expertise.

6. Section I – Les cas d’ouverture à l’expertise, a. 231 à 234.
7. Section II – Les pouvoirs et devoirs des experts, a. 235 à 237.
8. Section III – Le rapport d’expertise, a. 238 à 241.
9. Norme ASTM D 4541-[02], *Standard Test Method for Pull-Off Strength of Coatings Using Portable Adhesion Testers*.
10. Norme ASTM E 330-[02], *Standard Test Method for Structural Performance of Exterior Windows, Doors, Skylights and Curtain Walls, by Uniform Static Air Pressure Difference*.
11. Norme ASTM E 783-[02], *Standard Test Method for Field Measurement of Air Leakage Through Installed Exterior Windows and Doors*.
12. Norme ASTM E 1186-[03], *Standard Practices for Air Leakage Site Detection in Building Envelope and Air Retarder Systems*.
13. Guide intitulé *Sealant and Caulking Guide Specification*. Fascicule publié par le *Sealant and Waterproofer’s Institute*.

10.6.2.1.5 Portée des travaux

La figure 1 donne un aperçu schématique du contour architectural donné au local technique dans les arénas de Montréal. Deux scénarios sont possibles.

1. Scénario 1, construction du local technique, dont le volume est **exclu** de l’aréna. Les murs 1 et 6 de l’enveloppe sont adossés au mur extérieur de l’aréna et le local technique n’a aucun lien piéton ou sas en commun avec l’aréna.
2. Scénario 2, construction du local technique, dont le volume est **inclus** dans l’aréna. Les murs 3 et 4 font partie du mur extérieur de l’aréna. Les murs 5, 6, 1, 2, incluant le plafond et le plancher dudit local sont des séparations par rapport au reste de l’aréna et le local technique n’a aucun lien piéton ou sas en commun avec l’aréna.
3. Dans les deux scénarios, les murs qui doivent être étanches à l’air sont les murs 1, 2, 3, 4, 5, 6, le plafond ou la toiture, le plancher, ainsi que le mur 7, séparant la salle des machines de la salle de contrôle.
4. « L’enceinte du local technique, y compris son vestibule, le cas échéant, doit être étanche », CSA B52 a. 6.3.1 c.
5. La porte soufflante inclut le panneau ajustable requis pour obturer l’ouverture de la porte, retenir le ventilateur et l’instrument de mesure en place (pour surveiller et documenter le test d’étanchéité). Le ventilateur doit être suffisamment puissant et modulable, capable d’appliquer une pression de 75 Pa dans le volume du local technique (lorsque les défauts de l’enveloppe ont été colmatés).
6. Fournir les matériaux, échafaudages, outillage et main-d’œuvre nécessaires pour réaliser tous les travaux de cette partie conformément aux plans annexés au cahier des charges.

7. Exécuter les travaux de manière à ce qu'ils remplissent parfaitement les fins pour lesquelles on les destine.
8. Exécuter aussi les menus ouvrages qui, bien que non décrits au cahier des charges, sont nécessaires pour mener à terme les travaux prévus.

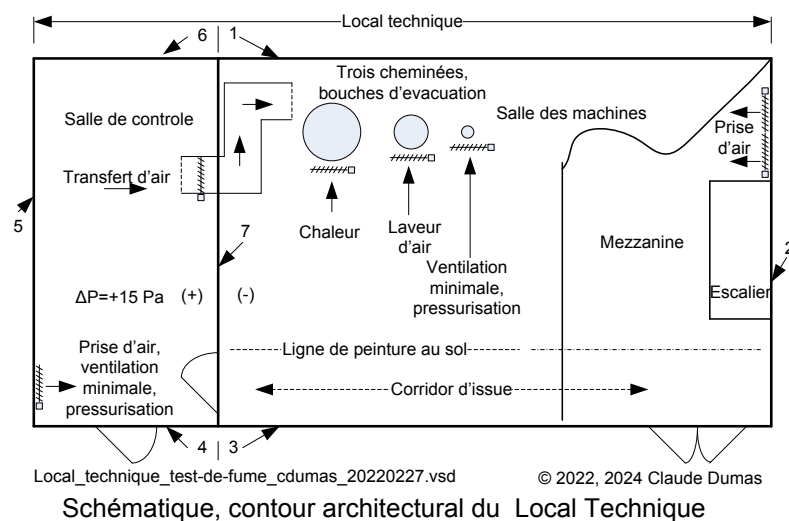


Figure 10.6.2.1 – Schématique, contour arc. local technique

10.6.2.1.6 Le professionnel doit :

1. Réserver une ligne dans le bordereau de soumission, dans la partie du cahier des charges, afin que l'entrepreneur inscrive le montant de sa soumission correspondant au test d'étanchéité.
2. Décrire les travaux que l'entrepreneur doit mettre en œuvre sur les éléments et les ensembles de mur et de toiture, de manière qu'il y ait le moins possible de fuites d'air causées par la pression statique de l'air sur l'enveloppe (les murs intérieurs et extérieurs, la toiture, les soffites, le toit, y compris les fenêtres, les vitrages, les portes, les trappes de toiture, les volets motorisés, les prises d'air, les bouches d'évacuation, ainsi que les autres interruptions et pénétrations).
3. Préciser comment la continuité doit être assurée entre les matériaux, le béton coulé en place et les isolants en panneaux, au moyen d'ensembles d'étanchéité à l'air et à la vapeur d'eau utilisant des produits d'étanchéité pour joints.

10.6.2.2 Équipements et accessoires de test

Tableau 10.6.2.1 – Générateur de fumée

Données techniques	Générateur de fumée utilisé pour l'entraînement des pompiers
Voltage de conception	100-120V/1/60, 12A
Puissance nominale	120V 1500W
Temps de réchauffage	Environ 8,5 minutes
Consommation de fluide	100 ml/min
Capacité du réservoir	6 l (1,59 gal US)
Fluide requis	« FLP Fire Training Fog Fluid »
Plage d'opération	0 °C – 40 °C (32 °F – 104 °F)
Output	20 000 pi ³ /min (566 m ³ /min)
Contrôle	Manette DMX512 sans fil, minuterie
Canal de communication du DMX	1 canal
Connexion de puissance	Neutrik Powercon, XLR 5-épingles (DMX)
Accessoires en option	Câble de rallonge
Dimension mm	Long. 580, larg. 278, haut. 264
Masse	14,6 kg (32,19 lb)

Tableau 10.6.2.2 – Produits utilisés pour le scellement des conduits

Données techniques	Bloc coupe-feu (8» x 5» x 2») ayant la forme d’une brique
Composition chimique	Mousse polyuréthane de couleur rouge
Couleur	Rouge
Température de mise en application recommandée	De 5 °C à 40 °C (de 40 °F à 104 °F)
Plage de température d’entreposage et de transport	De 0 °C à 60 °C (de 32 °F à 140 °F)
Plage de résistance thermique	De – 15 °C à 60 °C (de 5 °F à 140 °F)
Densité	0,27 g/cm ³
Résistance à la moisissure	Classe 0 (ASTM G21-96)
Testé selon les normes suivantes	UL 1479, CAN/ULC-S115 et ASTM E814
Caractéristiques de combustion de surface (ASTM E84)	Propagation des flammes : 10. Dégagement de fumée : 15.
Activation de l’intumescence	200 °C (392 °F)
COV selon LEED	5,4 g/l
Peut-être peint	Oui
Performances acoustiques	52 (construction particulière) (ASTM E90)
Durée de conservation	Illimitée
Taux de dilatation	1:3
Exécution	Scellant pour conduits pouvant être découpés en morceaux.

Tableau 10.6.2.3 – Mastic auto-lissant, coupe-feu à base de silicone

Fiche technique*	
Composition chimique	Silicone élastique neutre
Densité	Environ 1,4 g/cm ³
Couleur	Gris
Température de mise en œuvre	De 5 °C à 40 °C (de 40 °F à 104 °F)
Délais de formation d'une pellicule	Environ 15 min
Délais de durcissement	Environ 2 mm/3 jours
Rétrécissement	Environ 0 à 5 %
Mobilité du joint (CAN/ULC-S115)	Environ 33 %
Résistance thermique	–40 °C à 149 °C (–40 °F à 300 °F)
Caractéristiques de combustion de surface (ASTM E 84-12)	Propagation des flammes : 0 Dégagement de fumée : 50
Indice de transmission du son (ASTM E 90-09)	53 (construction particulière)
Testé selon les normes	UL 1479, ASTM E 1966, UL 2079, ASTM E 814, ASTM E 2307, ASTM E 84, ASTM G21, CAN/*ULC-S115.
*À 23 °C (73 °F) et 50 % d'humidité relative.	
Exécution	Mastic à base de silicone coupe-feu, auto-lissant à un seul composant, pour compartimentage des transpercements et des joints de construction dans les planchers.

Tableau 10.6.2.4 – Ruban isolant en vinyle 50 mm

Fiche technique	
Allongement à la rupture	200 %
Choix de couleur du produit	Noir
Épaisseur totale du ruban sans la doublure (SI)	0,25 mm
Taille (SI)	50 mm x 32,9 m
Résistance à la traction (SI)	35 N/10 mm
Température d'utilisation maximale	+80 °C
Température d'utilisation minimale	– 10 °C
Résistant aux rayons UV	Oui
Ignifuge	Oui
Résistant à l'abrasion	Oui
Homologué UL	Oui
Certifié CSA	Oui



Figure 10.6.2.2 – Porte soufflante

10.6.2.3 Conception et performance

10.6.2.3.1 Cible à atteindre

1. Le local technique comprend la salle de contrôle et la salle des machines (voir la figure 1).
2. Le mur de séparation entre ces deux salles doit être étanche, et testé indépendamment de l'enveloppe extérieure.
3. Le local technique doit être soumis à une pression positive de 75 pa (0,3" H₂O) simulant un vent de 40 km/h. Ce test permet de détecter facilement les grandes et les moins grandes exfiltrations de fumée, depuis les pièces constituant le local technique vers les espaces adjacents, notamment depuis la salle des machines vers la salle de contrôle, ainsi que vers l'extérieur par les quatre (4) façades et la toiture.
4. Lorsque c'est possible, le test initial (75 Pa) doit être réalisé simultanément avec celui du fonctionnement des équipements de ventilation dans le bâtiment adjacent, et tenir compte de la différence de pression entre le local technique et les locaux adjacents.
5. Le test doit suivre la procédure d'essai *in situ* ASTM E 1186.
6. La démonstration de l'étanchéité de l'enveloppe du local technique est atteinte lorsque l'enveloppe est en mesure de contenir sous pression neutre une fumée dense, durant deux (2) heures, sans qu'on puisse constater (visualiser) de fuite de fumée dans et sur l'extérieur de l'enveloppe du local.
7. Contrôler le ΔP maintenu entre la salle de contrôle et la salle des machines au moyen du cnp*, à 15 Pa (0,06" H₂O) en condition d'opération de l'aréna.
8. C'est la firme spécialisée qui produit le rapport de test d'étanchéité.
9. Le test de fumée sous pression doit être effectué avec un équipement d'essais portatifs, constitué d'un ensemble générateur de fumée, d'une porte soufflante, flexible et étanche à l'air, équipée d'un contrôleur de pression et d'un ventilateur capable d'appliquer la pression prescrite, dans le local technique.
10. Le colmatage des ouvertures dans l'enveloppe doit être réalisé en utilisant différents produits de scellement sous forme de brique et de mastic coupe-feu à base de silicone et de ruban isolant coupe-feu en vinyle.

*cnp : contrôle numérique programmable

10.6.2.3.2 Prérequis

1. Vers la fin des travaux de construction du local technique, une firme spécialisée doit être mandatée (par l'entrepreneur) pour effectuer les tests d'exfiltration de fumée, et produire le rapport afférent.

2. Avant de réaliser le test d'exfiltration de fumée, tous les conduits doivent avoir été installés et scellés, et les finis intérieurs doivent être complétés. En revanche, les parements extérieurs ne doivent pas être installés.

10.6.2.3.3 Conditions

1. L'enveloppe du local technique est inspectée visuellement, tandis qu'on procède à l'obturation de ses ouvertures ou pénétrations.
2. Du fait de la complexité du mandat, ce dernier peut s'étaler sur plusieurs visites de chantier. L'enveloppe est testée pour découvrir et localiser les fuites de fumée, ce qui permet de déterminer les correctifs requis pour colmater les fuites observées.
3. Des approches sous pression négative et neutre ainsi que différentes stratégies de fumigation doivent être pratiquées afin de découvrir et cibler précisément les points défectueux de l'enveloppe et les corriger.
4. Si des fuites de fumée sont constatées dans l'enveloppe du local technique, les travaux correctifs appropriés pour colmater les ouvertures doivent être réalisés avant de refaire le test de fumée, pour en démontrer l'étanchéité à la satisfaction du directeur.
5. L'ajustement des servomoteurs et des volets motorisés logés dans les gaines, les prises d'air, les bouches d'évacuation et les cheminées doit être réalisé.
6. Colmater toutes les pénétrations de l'enveloppe du local technique.
7. Sceller l'ensemble des conduits électriques et des boîtes de tirage (NEMA 1) avec un scellant homologué ULC.
8. Ouvrir l'ensemble des boîtes de tirage au plafond ou sur les murs du local technique afin de vérifier et certifier que les ouvertures et pénétrations sont bien scellées. Améliorer le scellement au pourtour des boîtes de tirage.
9. Colmater les vides entre les fils (couettes de fils) avec un scellant auto-nivelant afin de boucher les interstices entre les fils.
10. Scotcher les couettes de fils ensemble sur toute la hauteur et le plus haut possible afin d'augmenter au maximum la restriction au passage de la fumée avec un ruban isolant en vinyle large de 50 mm, homologué UL et ignifuge.
11. Exécuter le test de fumée sous pression neutre, soit sous une pression qui est la plus neutre possible, quand les systèmes de ventilation du local technique sont éteints. La seule pression qui s'exerce est due à la différence de densité des différentes masses d'air, chaudes et froides, en présence dans le local.
12. Démarrer le chrono de test lorsque la fumée est dense dans tout le volume du local.
13. Maintenir le générateur de fumée en fonction (mode continu) tout au long des tests. Les portes du local sont maintenues fermées.

14. Ajouter de la fumée au niveau le plus bas de la salle des machines jusqu'à ce que le plafond de la partie supérieure de la salle soit enfumé.
15. Exécuter les travaux conformément aux exigences, recommandations et spécifications écrites des fabricants de produits de scellement, y compris les fiches techniques, les bulletins techniques, les instructions relatives à la manutention, l'entreposage et la mise en œuvre des produits.
16. Poser ou appliquer les mastics d'étanchéité selon les instructions du fabricant et lorsque la température se situe à l'intérieur de la plage de températures recommandée.

10.6.2.3.4 Points à surveiller

1. Minimiser les coûts pour rendre étanche l'enveloppe du local technique.
 2. Éviter de faire transiter dans le local technique des gaines d'air, des conduits EMT, des boîtes de tirage qui ne desservent pas le local.
1. Il est préférable de construire le local technique sous la forme d'un nouveau bâtiment, conforme au scénario #1.
 2. Porter une attention particulière aux points suivants, car les fuites d'air dans l'enveloppe sont présumées à travers :
 - a. le joint entre le mur et le platelage de toiture;
 - b. le joint entre le mur et le plancher;
 - c. le cadre de fenêtre;
 - d. le cadre de porte;
 - e. les garnitures coupe-froid autour d'une porte;
 - f. le seuil baissant sous une porte;
 - g. les pénétrations de conduits, tuyaux, boîtes de jonction, etc.;
 - h. les pénétrations de manchons requises pour assujettir les VCF;
 - i. les pénétrations de conduits, dans les murs;
 - j. l'intérieur des membrures en acier, type HSS;
 - k. le contour d'une poutre, soit en C ou en H, pénétrant un mur;
 - l. l'union reliant les deux extrémités d'un conduit EMT;
 - m. les parois d'acier pré-percées dans les boîtes de tirage et de jonction NEMA 1;
 - n. l'intérieur d'une boîte contenant une prise de courant ou un commutateur d'éclairage;
 - o. les lames d'un volet motorisé mal ajusté ou mal installé, notamment si le bâti du volet est stressé ou tordu par les efforts indus appliqués par des vis et attaches le sécurisant à la gaine;
 - p. un espace entre le bâti du volet et la gaine d'air;

- q. une prise d'air ou bouche d'évacuation, ou une cheminée d'évacuation;
- r. la gaine de transfert d'air située dans le mur de séparation;
- s. les couettes de conducteurs dans les conduits (autour et au milieu);
- t. les raccords pénétrant dans les boîtes de tirage.

10.6.3 à venir

10.6.4 à venir

10.6.5 à venir

10.6.6 Système de plomberie (local technique de classe B2L)

10.6.6.1 Portée des travaux

La présente partie du CEP couvre partiellement les installations de plomberie dans les arénas qui utilisent l'ammoniac comme réfrigérant.

Illustré sur le plan P-01.

1. Le concepteur doit choisir le type de fosse qu'il doit utiliser pour drainer le plancher et les équipements dans le local technique en fonction de la situation. Il doit indiquer son choix dans le cahier des charges.
2. Détail type de la fosse de retenue (Local Tech, drainage par gravité) (9/P-01).
3. Détail type de la fosse de retenue (Local Tech, drainage pompé) (10/P-01).
4. Détail type de fosse à neige (7/P-01).
5. Détail type de fosse de retenue située à proximité de la pompe à saumure (8/P-01).
6. Système de traitement chimique (#78), (3/P-01).
7. Système de douche d'urgence, lave-yeux, rideau, mitigeur (4/P-01).
8. Système de bassin d'eau (#82), (3/P-01).
9. Système d'entrée d'eau domestique, DAR-3 (protection incendie), DAR-4 (eau domestique pour le bâtiment) et la préparation de tuyauterie pour le compteur d'eau (6/P-01).
10. Schématique du système d'eau chaude domestique (1/P-01).
11. Installation d'une pompe (Typ.), (5/P-01).
12. Installation d'un chauffe-eau (2/P-01).

Illustré sur le plan P-02.

1. Système d'épurateur d'ammoniac, VE-3 (Laveur d'air), (9/P-02).
2. Raccordement du ventilateur VE-3 (10/P-02).
3. Bac d'entretien moulé déposé au sol, de 610 x 610 x 254 mm, robinetterie, boyau (1/P-02).
4. Dispositif de maintien de la garde d'eau (1/P-02).
5. Détail type d'une fosse à neige, disponible sur schéma normalisé, format 11 x 17.
6. Diagramme de drainage (1/P-02).
7. Prise d'eau pour boyau 40 mm, sur la toiture, à l'épreuve du gel (5/P-02).
8. Cuve de mélange de saumure (#62), (2/P-02).
9. Réservoir d'expansion de saumure (#61), (2/P-02).
10. Réservoir de neutralisation (#85), (6/P-02).
11. Système de chauffage pour la fosse à neige (7/P-02), (4/P-02), (3/P-02).
12. Système de ventilation par agitation de l'eau dans la fosse à neige (8/P-02).
13. Système de blindage de protection pour les échangeurs de chaleur dans la fosse à neige (3/P-02).

10.6.6.1.1 Généralités :

L'entrepreneur de la présente partie doit lire le cahier des charges et les plans afférents concernant la réfrigération pour bien connaître la destination du système de plomberie qu'il est requis de construire dans le local technique de classe B2L et dans l'aréna.

Liste des plans et schémas normalisés afférents à cette partie du CEP

1. P-01 Détails d'installation, douche d'urgence, traitement chimique, désurchauffeur, fosse de retenue, DAR et chauffe-eau.
2. P-02 Détails d'installation, diagramme de drainage, système d'épuration, bac d'entretien, réservoir de neutralisation et cuve de mélange.
3. Schéma de distribution de la chaleur, système frigorifique NH₃ de 71Tr pour aréna (TYP) 20240505.
4. Détail type d'une fosse à neige 20211123.

10.6.6.1.2 Fournir et installer

1. Réaliser les travaux de plomberie qui sont montrés sur les plans normalisés de plomberie. Ces plans montrent les équipements et les travaux de plomberie requis pour faire fonctionner le système de réfrigération.

2. Le système de douche d'urgence et lave-yeux, mitigeur thermostatique, système de purge et rideau sur rail (voir le détail sur les plans normalisés).
3. Les systèmes de robinet extérieur à l'épreuve du gel et muni de brise-vide pour alimenter un premier boyau $\frac{3}{4}$ " et un second $1\frac{1}{2}$ ".
4. Un premier système $\frac{3}{4}$ " sur le mur extérieur, derrière la douche. Conforme au détail (4/P-01).
5. Un second système $1\frac{1}{2}$ " sur la toiture, à côté du refroidisseur de fluide, localisé à proximité de la porte d'accès à la toiture. Le tuyau extérieur doit être équipé d'un raccord pour boyau (sans bouchon et sans robinet extérieur), et il doit se drainer à l'extérieur. Conforme au détail (4/P-01). Les accessoires du système : robinet d'arrêt, brise-vide, purge et tuyauterie à l'égout doivent être logés à l'intérieur de l'aréna et installés à au plus 1500 mm du plancher, conformément aux plans normalisés.
6. Deux systèmes de robinets $\frac{3}{4}$ " pour alimenter deux boyaux dans le local technique, munis de brise-vide.
7. Le dispositif anti-refoulement (DAR-1), incluant la robinetterie afférente, situé à l'entrée du local technique de classe B2L, raccordé sur l'alimentation d'eau froide domestique (EF). Le DAR doit être installé à au plus 1500 mm du plancher.
8. Le dispositif anti-refoulement (DAR-2), incluant la robinetterie afférente, situé à l'entrée d'eau de l'épurateur, dans le local technique de classe B2L. Le DAR doit être installé à au plus 1500 mm du plancher.
9. L'installation pour le compteur d'eau, soit la pièce de transition conforme aux plans normalisés, les raccords (unions) et le robinet d'isolation en amont. Le compteur est hors contrat. Conforme au détail (6/P-01) sur les plans normalisés.
10. Le dispositif anti-refoulement (DAR-3), incluant la robinetterie afférente, situé sur l'entrée d'eau qui alimente les boyaux incendie et le raccord siamois de l'aréna. Fourni et installé sous protection incendie. Conforme au détail (6/P-01) sur les plans normalisés.
11. Le dispositif anti-refoulement (DAR-4), incluant la robinetterie afférente, situé sur l'entrée d'eau domestique de l'aréna. Conforme au détail (6/P-01) sur les plans normalisés.
12. Le système de réservoir d'emménagement d'eau chaude domestique (2000 gal US) RPCD-1 chauffé par récupération d'énergie, incluant un réservoir d'expansion pour l'eau domestique RESDI-1, une pompe PO-DSCH munie d'un bâti en bronze, d'un brise-vide, d'un clapet sur la tuyauterie d'alimentation d'eau froide, d'une soupape de sûreté, de plusieurs thermomètres, sondes de température, manomètres, anodes, diffuseurs d'énergie en inox 304. Conforme au détail (1/P-01) sur les plans normalisés.
13. Le robinet servomoteur qui permet de déverser de l'eau chaude dans la fosse à neige dans le cas où la température de l'eau chaude excède 60 °C (140 °F) dans le réservoir RPCD-1 (fourni par contrôle installé par plomberie, illustré sur le détail (1/P-01).

14. Le système de tuyauterie requis pour relier le désurchauffeur et le réservoir d'emménagement, la pompe, incluant les accessoires requis (robinets et robinet globe, événements automatiques, manomètres de pression différentielle, unions diélectriques, tamis, clapet, plusieurs thermomètres, sondes de température et soupapes de sûreté, purgeurs d'air automatiques (aux points hauts, avant une descente dans la direction de l'écoulement). Tuyauterie de cuivre, type « L 32 mm ». Conforme au détail sur les plans normalisés.
15. Le système de réservoir d'emménagement d'eau chaude domestique (1000 gal US) RECD-1, chauffé par deux chauffe-eau (un électrique, un second au GN), incluant circulateur PO-ECR, muni d'un bâti en bronze, brise-vide, soupape de sûreté, thermomètre, manomètre. Conforme au détail sur les plans normalisés (1/P-01), (5/T-05), (6/T-05), ainsi qu'aux détails sur le « Schéma de distribution de la chaleur, Système frigorifique NH₃ de 71Tr pour aréna (TYP) » et aux détails sur le schéma « Détail type d'une fosse à neige ».
16. Le système de tuyauterie requis pour relier les deux chauffe-eau CED-1 (Élec) et CED-2 (GN), le réservoir d'emménagement RECD-1, les deux pompes PO-CED-1 et PO-CED-2, incluant les accessoires requis (robinets et robinet globe, événements automatiques, manomètres, sondes de température, unions diélectriques, tamis, clapet, 2 soupapes de sûreté, purgeurs d'air automatiques aux points hauts). Tuyauterie de cuivre, type « L 32 mm ». Conforme au détail sur les plans normalisés.
17. Le système de tuyauterie requis pour l'eau chaude recirculée domestique (ECR), incluant les accessoires. Tuyauterie en cuivre, type « L ».
18. Le système de tuyauterie requis pour l'eau chaude domestique (EC), incluant les accessoires. Tuyauterie en cuivre type « L ».
19. Le système de tuyauterie requis pour l'eau froide domestique (EF), incluant les accessoires. Tuyauterie en cuivre type « L ».
20. Tous les RP et RPent doivent être de type amorcé.
21. Les RP avec un mécanisme de garde d'eau inséré dans le bâti de l'avaloir sont inacceptables, car ils offrent trop de résistance à l'écoulement et sont la cause de débordement sur le plancher.
22. Le système de cheminée d'évacuation des produits de combustion de CED-2 jusqu'à l'extérieur de l'aréna, au-dessus du niveau de la toiture.
23. Le système de prise d'air de combustion afférent à CED-2, incluant le conduit en tôle galvanisée, la persienne, le volet motorisé, le servomoteur jusqu'à l'extérieur de l'aréna et le conduit d'évent
24. Le système de train de gaz naturel, incluant le régulateur de pression requis pour le chauffe-eau CED-2 (GN).
25. Le système de neutralisation de l'acide dans le tuyau de drainage de condensation de la chaudière CED-2.

26. Le réseau de drainage de toiture, incluant le raccordement sur les RT, le siphon et autre quincaillerie, réseau d'égout unitaire jusqu'à l'égout du bâtiment. Les RT sont de fabrication artisanale : une feuille de cuivre montée sur un tuyau de cuivre, le tout fourni et installé par le couvreur.
27. Ajouter la quincaillerie requise pour que l'installation soit conforme aux exigences réglementaires concernant les dispositifs antivibratoires et parasismiques pour tuyauterie et appareils de CVAC.
28. Le robinet servomoteur pour déverser de l'eau chaude dans la fosse à neige en cas de surchauffe dans le réservoir. Robinet B220B, fourni par contrôle, installé par plomberie.
29. Deux robinets de balancement pour équilibrer la circulation dans le circuit d'eau chaude recirculée (ECR).
30. Le robinet servomoteur qui permet de déverser de l'eau dans le puisard pour nettoyer le fond de la fosse, fourni par contrôle, installé par plomberie.
31. La sonde de pH est relocalisée dans un T, piqué sur le tuyau qui draine le laveur d'air, fourni par contrôle, installé par plomberie. Le contrôleur de pH est fourni par contrôle.
32. Le système de maintien de la garde d'eau, de type robinet solénoïde, minuterie, panneau de contrôle.
33. L'entrepreneur du présent fascicule est responsable des travaux de percement qu'il doit effectuer dans les murs et les planchers, là où requis pour passer les tuyaux du système de plomberie, etc.
34. Obturer toutes les ouvertures laissées dans les planchers, et dans les murs par les pénétrations de tuyaux afférents aux travaux de plomberie, avec un produit tumescent homologué ULC.
35. Le système de suspension pour la tuyauterie.
36. Coordonner la pose du calorifuge sur la tuyauterie, sur les réservoirs de 2000 gal US et 1000 gal US et sur l'égout de toiture. Ces travaux sont de la responsabilité de l'entrepreneur en calorifuge.
37. Le système de fosse de retenue, requis pour drainer le plancher et les équipements du local technique – le système doit correspondre à un des deux types dont la description suit. Le PFT, le cahier des charges et le plan doivent préciser le type de fosse requis pour le projet.
 1. Le système de fosse de retenue pompée, incluant les pompes P-6.1 et P-6.2, la tuyauterie en inox à paroi mince nuance 316, les sondes de niveau à flotteurs (la plaque d'acier galvanisé sous la structure), le panneau de contrôle, tous les accessoires requis, le tout conforme au détail sur les plans normalisés. Tous les câbles, conduits, etc. doivent pénétrer la fosse à travers le béton autour du cadre qui retient la plaque d'acier. Les deux pompes P-6.1 et P-6.2 doivent être peintes avec une peinture céramique pour résister à la corrosion. Le bâti des pompes doit être équipé de sonde d'humidité.

2. Le système de fosse de retenue drainée par gravité (la plaque d'acier galvanisé sous la structure), tous les accessoires requis, le tout conforme au détail sur les plans normalisés.

38. Raccorder en eau potable les équipements en conformité avec les détails sur les plans normalisés.

1. Le réservoir de neutralisation (#85), tuyauterie de cuivre 19 mm et robinet d'arrêt.
2. Le bassin d'eau (#82) pour le refroidisseur de fluide, tuyauterie de cuivre 50 mm, incluant le robinet servomoteur (#74), fourni par contrôle, installé par plomberie, le compteur d'eau 50 mm (2"), fourni par réfrigération, installé par plomberie, l'amortisseur (#80) et le robinet d'arrêt.
3. La cuve de mélange de saumure (#62), tuyauterie de cuivre 19 mm et robinet d'arrêt.
4. Le système d'alimentation d'eau domestique froide requis pour l'épurateur d'ammoniac, le bassin de mélange, le bassin de neutralisation, la fosse à neige, la surfaceuse, le laveur d'air, trois prises boyaux $\frac{3}{4}$ ", une prise boyau $1\frac{1}{2}$ ", amorceur de siphon, etc.
5. Pour le laveur d'air, le train d'alimentation d'eau et le régulateur de pression afférents, ajusté à 15 psig, fourni par ventilation, installé par plomberie.
6. Le système d'eau chaude domestique qui doit être modifié et allongé pour desservir le local technique en eau chaude (ECR).
7. Le système d'eau froide domestique qui doit être modifié et allongé pour desservir le local technique en eau froide (EFD).
8. Le bac d'entretien B.E.(2), robinetterie afférente, brise-vide et boyau, alimentation EC, EF, tuyauterie 12 mm cuivre.
9. Le système dispositif de maintien de la garde d'eau. Ce système requiert une prise de courant 120Vac et un cordon. Conforme aux détails (1/P-02) et (1/T-03).

39. Raccorder le drain des équipements sur un RPent ou sur le réseau d'égout.

1. Sous le bac d'égouttement de (#33), tuyauterie de cuivre 75 mm et robinet d'arrêt.
2. Sous le bac d'égouttement de (#200), tuyauterie de cuivre 75 mm et robinet d'arrêt.
3. Sous le trop-plein et sous le drain de fond de (#82), tuyauterie de PVC 65 mm et robinet d'arrêt sur le drain de fond.
4. Sous la vidange du débitmètre [A], système (#78), tuyauterie de cuivre 20 mm et accessoires.
5. Sous le rejet du capteur de débit [D], système (#78), tuyauterie de cuivre 20 mm, les accessoires, les T pour raccorder les trois pompes doseuses, et ce, jusque dans le réservoir (#82).
6. Sous le trop-plein et drain de fond de (#62), tuyauterie de PVC 25 mm et robinet d'arrêt sur le drain de fond.

7. Sous le drain de fond de (#61), tuyauterie de PVC 25 mm et robinet d'arrêt.
8. Sous le plénum du système d'évacuation de la chaleur VA-1, tuyauterie 25 mm cuivre, drain de plénum et siphon pour la prise d'air.
9. Sous le plénum du système de laveur d'air VA-3, tuyauterie 25 mm cuivre, drain de plénum et siphon pour la prise d'air.
10. Sous le système d'épurateur d'ammoniac, VE-3, tuyauterie 50 mm PVC, pour le drain de fond, tuyauterie 75 mm PVC sch 40 robinet d'arrêt et siphon sur le trop-plein.
11. Sous le bâti du ventilateur VE-3 (variable de 6" à 12" colonne d'eau).
12. Sous le plénum du système de ventilation minimale, VA-2, tuyauterie 25 mm cuivre, drain de plénum et siphon pour la prise d'air, tuyauterie 25 mm cuivre.
13. Sous les 3 cheminées, drain de fond et siphon de 12" colonne d'eau, tuyauterie 25 mm cuivre.
14. Sous le bac d'entretien B.E.(2), raccorder au réseau d'égout.
15. Sous les robinets de sûreté sur RPCD-1 et RECD-1.
16. Sous les robinets de sûreté et les drains de condensation (neutralisateurs de l'acide) sur les CED-2 (GN).
17. Sous le robinet de sûreté qui protège le désurchauffeur (#19).
18. Le réseau de drainage de plancher et des équipements, incluant les RP, RPent dans le local technique et dans la salle de contrôle.
19. Le système des événements de plomberie.

10.6.6.1.3 Installer

1. Les puits de sonde de température de l'eau domestique qui sont fournis par contrôle.
2. Dans le cas où la réfrigération fournit un système de traitement chimique (#78) de marque Magnor, l'entrepreneur du présent fascicule doit installer un second compteur d'eau 20 mm ($\frac{3}{4}$ ") en aval de la composante « A », et ce, sans préjudice pour la Ville de Montréal.

10.6.6.2 Équipements et accessoires

10.6.6.2.1 Douche d'urgence, lave-yeux, robinet mélangeur thermostatique, rideau sur rail

1. L'ensemble des composantes du système de douche d'urgence doit provenir d'un même équipementier.
2. Douche et lave-yeux d'urgence, montés sur une colonne en tuyau d'acier galvanisé de DN 1 $\frac{1}{4}$ " IPS enrobée de ruban adhésif vert et jaune sur la partie supérieure pour la rendre plus visible, avec raccord coupe-air séparant l'alimentation et l'évacuation et comprenant :

3. Douche d'urgence avec pomme de 10" de diamètre, en acier inox, robinet à tournant sphérique en laiton fini chrome, restant en position ouverte, avec une tige de commande en acier inox, pourvue d'une poignée triangulaire, régulateur de débit de 75,7 l/min, enseigne pictographique universelle.
4. Fontaine d'urgence oculaire avec réceptacle en acier inoxydable de 11" au fini luisant #2L, double tête d'aspersion à débit modéré, anti-jaillement avec régulateur de débit (1,2 gal US/m) intégré et capuchon pare-poussière assurant un dégagement automatique sous la pression de l'eau, commande à plaque-poussoir pictographique en acier inox et pédale combinée actionnant un robinet à tournant sphérique en laiton fini chrome restant en position ouverte, filtre en ligne avec tamis à maille 50 x 50.
5. Robinet mélangeur thermostatique de marque, qui mélange l'eau chaude et l'eau froide. L'unité utilise deux éléments de contrôle de température et trois thermomètres. Elle est construite en alliage cuivre-étain, cuivre-zinc, cuivre et acier inox. Le mécanisme doit interrompre instantanément l'apport d'eau chaude en cas de panne d'eau froide. En cas de panne d'eau chaude ou d'éléments thermostatiques, le mélangeur doit fonctionner en mode *by-pass* sur l'eau froide. Pression max. à l'entrée 125 psig. Température max. à l'entrée 180 °F. Température min. à l'entrée 120 °F.
6. Rideau de douche sur un rail de forme circulaire de marque, incluant le rail en acier inox, les attaches en acier inox, le rideau en tissu à l'épreuve de la moisissure. Le tout installé en conformité avec la norme ANSI.

10.6.6.2.2 Réservoir d'eau chaude RECD1 (1000 usgal)

- Réservoir d'eau chaude, modèle vertical 54" D x 112" H qui repose sur 4 pattes et qui assure un dégagement de 9" sous le réservoir.
- Produit accepté LBG ou équivalent approuvé.
- Un trou d'homme.
- Raccords complets en acier forgé #3000 et filetés.
- Quatre anodes sacrificielles.
- Demi-raccords inox 304 forgé #3000.
- Deux diffuseurs d'énergie, inox 316, 50 mm, vissés sur raccord complet.
- Finition intérieure en béton hydrofuge ¾" d'épaisseur.
- Finition extérieure qui consiste en un nettoyage au solvant et une couche d'apprêt gris.
- Le réservoir doit être construit, certifié et étampé selon le Code ASME pour une pression de 125 psig DWP et porter le numéro CRN valide pour le Québec ainsi que le sigle « *U STAMP* ».
- Les raccords doivent être conformes au détail (1/P-01).

10.6.6.2.3 Réservoir d'emmagasinement RPCD1 2000 (gal US)

- Réservoir d'eau chaude de marque, modèle vertical 72" D x 120" H qui repose sur 4 pattes et qui assure un dégagement de 9" sous le réservoir. Produit accepté LBG ou équivalent approuvé.
- Un trou d'homme.
- Raccords complets en acier forgé #3000 et filetés.
- Quatre anodes sacrificielles.
- Demi-raccords inox 304 forgé #3000.
- Deux diffuseurs d'énergie, inox 316, 50 mm, vissés sur raccord complet.
- Finition intérieure en béton hydrofuge ¾" d'épaisseur.
- Finition extérieure qui consiste en un nettoyage au solvant et une couche d'apprêt gris.
- Le réservoir doit être construit, certifié et étampé selon le Code ASME pour une pression de 125 psig DWP et porter le numéro CRN valide pour le Québec ainsi que le sigle « U STAMP ».
- Les raccords doivent être conformes au détail (1/P-01).

10.6.6.2.4 Réservoir d'expansion RESD11

Système de réservoir d'expansion construit en acier carbone, muni d'une vessie en Butyl, interne et expansible qui doit permettre d'absorber 100 % de l'expansion de l'eau domestique froide qui est chauffée. Le réservoir doit être construit, certifié et étampé selon la Section VIII, Division 1 du Code ASME pour une pression de 125 psig DWP et porter un numéro CRN valide pour le Québec. Le réservoir doit être pré-chargé d'air à 68 psig (pression de l'eau d'aqueduc à cet endroit) en atelier. Toutes les soudures doivent être conformes au Code ASME, section IX. Les parties intérieures du réservoir doivent être conformes à la réglementation du Québec pour un service sur un réseau d'eau potable. Le réservoir doit être vertical et supporté sur une patte de forme cylindrique. La vessie doit être remplaçable, construite et certifiée conforme au code ASME.

10.6.6.2.5 Pompes

1. Pompe PO-DSCH (pour boucle désurchauffeur), 10 gal US/m, 12,4 pi, pompe de marque bâtie en bronze. Le moteur de type ECM 1/6 hp doit être alimenté à 115 V/1/60.
2. Deux pompes PO-CED-1 et PO-CED-2 (boucle des chauffe-eau), 30 gal US/m, 30,7 pi, bâties en bronze. Les moteurs doivent être de type ECM, alimentés à 575 V/3/60.
3. Pompe PO-ECR (boucle de recirculation d'eau chaude domestique), 4,34 gal US/m, 26,3 pi, bâtie en bronze. Le moteur ½ hp de type ECM doit être alimenté à 575 V/3/60.

10.6.6.2.6 Soupapes de sûreté

- Type 40L-3, bâties en bronze de ¾" M, 180 000 Btu/h, pour service sur le désurchauffeur.

- Type 40XL-8, bâties en bronze de $\frac{3}{4}$ " M, 200 000 Btu/h, pour service sur le réservoir d'emménagement (2000 gal US).
- Type 40XL-8, bâties en bronze de $\frac{3}{4}$ " M, 200 000 Btu/h, pour service sur le réservoir de chauffage (1000 gal US).
- Type 40XL-8, bâties en bronze de $\frac{3}{4}$ " M, 200 000 Btu/h, pour service sur le chauffe-eau CED-1.
- Type 40XL-8, bâties en bronze de $\frac{3}{4}$ " M, 200 000 Btu/h, pour service sur le chauffe-eau CED-2.

10.6.6.2.7 Brise-Vide

Brise-vide de type N36, bâti de $\frac{3}{4}$ " construit en bronze.

Brise-vide de type 288A, 40 mm pour la prise boyau, sur la toiture.

10.6.6.2.8 Thermomètres

1. Choisir l'échelle graduée des thermomètres en fonction de la température à mesurer, de sorte que le point de mesure se situe au centre de la plage graduée.
2. Thermomètre industriel permettant un angle de lecture variable, utilisant un liquide qui se dilate pour indiquer la température, échelle de 225 mm de longueur, conforme à la norme CAN/CGSB-14.4.
3. Produits acceptés : Trerice A005, Ashcroft, Weiss, Morrison, ou l'équivalent approuvé.
4. Placer les instruments de manière qu'on puisse en faire la lecture à partir du plancher ou de la plate-forme.
5. Toujours installer les thermomètres dans des puits thermométriques en inox 316 garnis intérieurement d'une pâte thermo-conductrice.
6. Installer les thermomètres aux endroits indiqués aux plans, soit à l'entrée et à la sortie des appareils, des échangeurs de chaleur, etc.
7. Utiliser des puits avec rallonges, lorsque les thermomètres sont installés sur des tuyauteries calorifugées.

10.6.6.2.9 Manomètres

1. Généralités :
 1. Tous les manomètres sont installés avec robinet d'arrêt à billes pour les liquides.
 2. Le cadran a 2 1/2" de diamètre et les plages d'opération choisies correspondent au double de la pression d'opération du système.
 3. Pour les réseaux d'eau, d'eau glycol et de saumure, les manomètres sont du type rempli de liquide et les indications de pression sont en système de mesure IP et métrique, d'une précision de 0,5% au milieu de l'échelle.

4. Les manomètres localisés à l'aspiration des pompes ont une échelle de type « compound », soit de 30 po vacuum jusqu'à 15 psig ou plus selon l'application.
 5. Produits acceptés : remplis de liquide Trerice no. 700LFSS, Ashcroft série 9000, Weiss, Morrison, ou équivalent approuvé.
 6. Placer les instruments sur un tuyau de 3/4" (19 mm) en PVC cédule 80 de diamètre de manière qu'on puisse en faire la lecture à partir du plancher ou de la plate-forme. Il doit y avoir une soupape d'isolement pour chaque manomètre.
 7. Utiliser des rallonges de 3/4" (19 mm) de diamètre lorsque les manomètres sont installés sur des tuyauteries calorifugées.
2. Installer des manomètres aux endroits suivants :
1. au refoulement et en amont des pompes, au moyen d'un seul manomètre, trois robinets, pour lecture à l'aspiration et au refoulement de la pompe, et aussi de chaque côté du tamis;
 2. à l'entrée/sortie de chaque échangeur de chaleur, au moyen d'un seul manomètre, deux robinets;
 3. à tous les autres endroits indiqués.

10.6.6.2.10 Dispositif anti-refoulement

1. Situé sur l'entrée d'eau domestique de l'aréna, DAR-4.

Le dispositif anti-refoulement (DAR-4), couvercle en fonte, deux robinets d'isolement type « gate », bâti en fonte, filtre à tamis, protection de surface par peinture époxydique cuite.

2. Situé sur l'entrée d'eau qui alimente les boyaux d'incendie et le raccord siamois de l'aréna, DAR-3 (fourni par le plombier et installé par protection incendie).

Le dispositif anti-refoulement (DAR-3), bâti de 4", couvercle et bâti en fonte, deux robinets d'isolement type « gate », filtre à tamis, protection de surface par peinture époxydique cuite.

3. Situé à l'entrée du local technique, DAR-1, un dispositif anti-refoulement, couvercle en bronze, deux robinets d'isolement à bille, filtre à tamis, construction en bronze.
4. Situé sur l'entrée d'eau qui alimente l'épurateur, DAR-2, un dispositif anti-refoulement, couvercle en bronze, deux robinets d'isolement à bille, filtre à tamis, construction en bronze, 60 gal US/m.

10.6.6.2.11 Compteur d'eau

Situé sur l'entrée d'eau domestique de l'aréna, le COMP-01 est situé en amont de DAR-4, conformément aux plans normalisés pour les détails.

10.6.6.2.12 Chauffe-eau domestique CED-1 (Élec) et CED-2 (GN)

CED-2 (GN), un chauffe-eau alimenté au gaz naturel, avec une puissance modulante à la sortie de 100 kW. Il est de type pleine modulation par électronique jusqu'à 20 % de sa puissance nominale avec un ratio constant de 5:1.

Ce chauffe-eau est un appareil à condensation avec une efficacité thermique supérieure ou égale à 94 % testée et certifiée conforme aux standards AFUE, et supérieure aux exigences d'efficacité minimales ASHRAE/103-93. Il doit porter l'étampe ASME, 160 psig.

Il comporte une enveloppe en acier, avec un accès facile à toutes les composantes. La construction de l'échangeur de chaleur est en acier inoxydable 316L, de type scellée et complètement fermée, indépendante de l'enveloppe extérieure. L'échangeur doit s'accompagner d'une garantie de 5 ans.

Le système de drainage de la condensation est équipé d'un neutralisateur d'acide.

Le chauffe-eau est de type combustion scellée avec un brûleur modulant et à tirage positif.

Le conduit d'évacuation de diamètre 4" est en matériel de type ULC-S636 plastique ou en acier inoxydable approuvé catégorie IV.

Les contrôles sont assemblés dans un panneau NEMA 1 contenant un sectionneur principal, sélecteur 3p (Man, Off, Auto) sur le panneau frontal et bornier d'interface.

CED-1 (Élec), un chauffe-eau alimenté à l'électricité, 600V/3/60, avec une puissance de 2 x 25 kW. Un premier élément, dont la puissance est non variable, soit 0 % ou 100 %, alimenté par un contacteur 3 pôles, relais de surcharge, fusibles. Un second élément, dont la puissance est variable de 0 % à 100 %, alimenté par un ensemble de 3 pôles, à transistors de puissance, relais de surcharge, bornier d'interface, fusibles, le tout assemblé dans un panneau NEMA 1 contenant un sectionneur principal et sélecteur 3p (Man, Off, Auto) sur le panneau frontal.

Les chauffe-eau sont équipés d'une soupape de sécurité de 125 psig DWP.

1. Les appareils sont équipés d'un contrôle d'opération numérique avec affichage LCD et d'un interrupteur de débit d'eau, de sondes de température de retour d'eau et de réservoir. Chaque chauffe-eau est équipé d'un bornier 0-10 volts pour contrôle à distance et de système d'alarme avec contact sec pour alarme à distance. Il doit également être équipé d'un système de diagnostic complet de sécurité avec historique affichant les états et les anomalies sur un ordinateur portable.

10.6.7 Systèmes de ventilation (local technique de classe B2L)

10.6.7.1 Généralités

10.6.7.1.1 Produits acceptés

1. Depuis le début du Programme Arénas, pour des raisons d'uniformité, de continuité et de facilité d'intervention pour l'entretien, la logistique des pièces de rechange et l'opération, la Ville de Montréal a normalisé les installations frigorifiques des arénas dans son parc immobilier. Ses installations doivent être sécuritaires et, sur plusieurs points, elles excèdent les exigences réglementaires du Québec.
2. Pour la fourniture des gros et dispendieux équipements, nous avons choisi des équipements équivalents dont les performances sont illustrées dans les textes et tableaux afférents.
3. La sélection des ventilateurs VE-1, VA-2/VE-2 doit être réalisée de façon à limiter la génération de bruit et viser un rpm vers le bas de la courbe (tableau) ou dans le catalogue du produit choisi.

10.6.7.1.2 Contexte

1. Le plan normalisé T-06 contient des détails (1, 2, 3, 4, 5, 6, 6.1, 7) illustrant les schémas de contrôle des trois systèmes de ventilation du local technique.
2. Ce concept de ventilation est applicable dans un local technique de classe B2L.
3. Dans le parc immobilier de Montréal, la définition d'un local technique de classe B2L est la suivante : « Local technique de classe B2L, composé de deux parties, soit une salle de contrôle/électricité et une salle des machines. »

10.6.7.1.3 Portée des travaux

1. Fournir et installer :
 1. Les travaux de ventilation conformément aux plans de ventilation.
2. les trois systèmes de ventilation et exécuter leur mise en marche.
3. Les solins et collets de pluie en inox 316L qui sont requis pour rendre étanche la pénétration de la toiture par les bouches d'évacuation ayant la forme de trois cheminées.
4. Les systèmes dont la nomenclature est normalisée comme suit :
 1. Systèmes VA-1 et VE-1 – Un débit de 5000 pcm assure la ventilation de la salle des machines et l'évacuation de la chaleur. Le débit de 5000 pcm est basé sur un système frigorifique fonctionnant 12mois/12. Ce débit doit être appliqué même si la patinoire fonctionne seulement 8 mois/12, car nul ne peut prédire l'utilisation ultérieure d'une patinoire. La seule exception permise concerne un local technique alimentant une patinoire extérieure réfrigérée.

2. Systèmes VA-2 et VE-2 – Un débit de 0,5 pcm/pi² assure une ventilation minimale du local technique et la pressurisation relative de la salle de contrôle (+) p/r à la salle des machines (-).
3. Systèmes VA-3 et VE-3 – Un débit de 2300 pcm assure l'évacuation de l'air vicié et son lavage avant de le rejeter à l'extérieur en cas de fuite d'ammoniac dans le local technique. Le débit de 2300 pcm est basé sur un système frigorifique fonctionnant avec une charge de 530 lb de réfrigérant R-717. Ce débit d'air doit être appliqué même si le système frigorifique contient une plus petite charge de réfrigérant. Au début du Programme Arénas, la Ville a fait réaliser des études de risque basées sur 530 lb de réfrigérant, car il était prévu d'utiliser cette charge dans ses installations. Au fil des années, on a constaté qu'il était possible et désirable de modifier le concept original en diminuant considérablement la charge de réfrigérant (à risque), contribuant ainsi à réduire le risque inhérent à l'installation. Le débit de 2300 pcm procure un facteur de sécurité, par rapport à l'exigence de CSA_B52. Le directeur ne permet pas d'exception.

5. Installer :

1. Les sondes et les composantes fournies sous la responsabilité de l'entrepreneur en contrôle.

6. Coordonner :

1. L'installation des six (6) collets qui sont requis pour retenir les trois (3) cheminées dans les deux (2) cadres ainsi que les deux cadres qui sont sous la responsabilité de l'entrepreneur général.
2. Le raccordement des preuves de marche, sur la télégestion (beigne de courant fourni, installé et raccordé sous la responsabilité de l'entrepreneur en contrôle).
3. Pour tous les nouveaux équipements, conduits et réseaux de la présente partie, les supports et ancrages requis doivent être en acier galvanisé (à moins d'indications contraires plus exigeantes).
4. Tout support et ancrage fixé à la structure du toit du bâtiment existant doit être préalablement approuvé par l'ingénieur en structure, conformément aux détails sur les plans de structure.
5. Tous les étriers, supports et ancrages des tuyauteries, conduits et appareils, les nouveaux équipements (appareils), tuyauteries, conduits et accessoires de ventilation dans le bâtiment (décrits dans la présente partie) doivent être installés conformément aux exigences parasismiques réglementaires.

10.6.7.2 Équipements et accessoires

10.6.7.2.1 Systèmes VA-1 et VE-1

1. Système de 5000 pcm qui assure la ventilation de la salle des machines et l'évacuation de la chaleur.
2. Le système inclut le bâti du système, quatre volets motorisés, volets de balancement, plénum d'air frais VA-1.1 et VA_1.2 avec fond étanche, deux (2) persiennes, drains de plénum, section de filtres 50 mm, médias filtres, portes d'accès, ventilateur centrifuge de type cabinet, moteur électrique afférent, conduit de distribution d'air, deux (2) grilles de diffusion d'air, conduit de retour d'air, deux (2) grilles de retour, conduit d'évacuation, cheminées afférentes, cône d'accélération.
3. Les deux servomoteurs de type modulant ainsi que les deux servomoteurs de type deux positions sont sous la responsabilité de l'entrepreneur en contrôle.
4. VE-1 (5000 pcm) Ventilateur DELHI #DSQ-B24, 5000 pcm à 0,5" H₂O P.S., 650 rpm, cage d'écureuil en matériaux non ferreux, moteur 2,0 hp, 600V/3/60, Canarm, Penn, ou équivalent approuvé.

10.6.7.2.2 Systèmes VA-2 et VE-2

1. Système de 0,5 pcm/pi² qui assure la pressurisation de la salle de contrôle et la ventilation minimale de la salle des machines selon B52.
2. Le système VA-2 inclut : bâti du système, persienne, volet motorisé, servomoteur deux positions, plénum d'air frais avec fond étanche et drain de plénum, section de filtres 50 mm, médias filtres, manomètre de pression différentielle, portes d'accès, serpentin de préchauffage/ chauffage alimenté avec eau/glycol, ventilateur centrifuge de type cabinet et moteur électrique afférent, conduit de distribution d'air et deux (2) diffuseurs d'air.
3. La sonde et le contrôleur de pression différentielle.
4. Le système de transfert d'air en forme de Z, incluant le conduit en tôle galvanisé, deux grilles de transfert, VCF, volet motorisé, servomoteur modulant.
5. Recouvrement acoustique interne dudit conduit (sous la responsabilité de ventilation).
6. Le système d'évacuation VE-2 inclut : grille d'évacuation, conduit d'aspiration, portes d'accès, ventilateur centrifuge de type cabinet, moteur électrique afférent, volet motorisé, servomoteur deux positions, cheminée afférente, cône d'accélération.
7. Les trois servomoteurs sont sous la responsabilité de contrôle, soit deux servomoteurs 2 positions et un servomoteur modulant.
8. Le système de serpentin de préchauffage/chauffage eau/glycol est fourni et installé sous la responsabilité de l'entrepreneur en ventilation.

9. Le robinet de contrôle eau/glycol est fourni et raccordé sous la responsabilité de l'entrepreneur en contrôle, installé sous la responsabilité de l'entrepreneur en chauffage.
10. .VA-2(750 pcm), même modèle que VE-2.
11. VE-2 (700 pcm) Ventilateur DELHI #207, 700 pcm à 0,5" H₂O P.S., 1100 rpm, cage d'écureuil en matériaux non ferreux, moteur ½ hp, 600V/3/60, Canarm, Penn, ou équivalent approuvé.

10.6.7.2.3 Systèmes VA-3 et VE-3

1. Système d'épuration de 2300 pcm qui assure l'évacuation de l'air vicié et son lavage avant de le rejeter à l'extérieur en cas de fuite d'ammoniac dans le local technique.
2. Le système partage le plénum d'air frais de VA-1.
3. Le système inclut : grilles d'évacuation, conduit d'aspiration vers l'épurateur, tour de garnissage (épurateur), conduit d'évacuation de l'épurateur, volet de balancement, ventilateur centrifuge, moteur électrique afférent, conduit de refoulement, volets motorisés, portes d'accès, cheminée afférente, cône d'accélération.
4. Les deux servomoteurs sont sous la responsabilité de l'entrepreneur en contrôle. Un système d'épuration d'air doit être réalisé au moyen d'une tour de garnissage humide, constituée notamment d'un bac de drainage à sa base, d'un ventilateur centrifuge à entraînement direct, d'un panneau de contrôle et d'instruments externes au panneau (ex. : indicateur de débit).
5. Le système de suspension des conduits et des équipements de ventilation.
6. Les équipements doivent être installés sans aucun ressort ni amortisseur de vibration.
7. Le système de protection parasismique conforme à l'article « Travaux par l'entrepreneur ».
8. VE-3 (2300 pcm) contre une pression statique de 5,5" H₂O
9. Tour de garnissage, 2300 pcm (pour ces deux composantes, voir la description à l'article 10.7.7.2.12 intitulée « Système d'épuration d'air utilisé en cas de fuite d'ammoniac, VE-3 »).
10. Le système de lavage accepté est conforme aux marques suivantes « Les Plastiques Cy-Bo inc., Verantis, Advance Air Technology, ou équivalent approuvé.

10.6.7.2.4 Grilles diffuseurs (salle de contrôle) :

Modèle RCDE/B15, conforme au nombre et dimensions montrés sur les plans de ventilation.

10.6.7.2.5 Grilles d'évacuation :

Conformes aux plans de ventilation.

10.6.7.2.6 Grilles de transfert :

Modèle 355 x 355/80/ED/A/B15, conforme au nombre et dimensions montrés sur les plans de ventilation.

10.6.7.2.7 VCF :

Un VCF dont la tête est en dehors du courant d'air, conforme au CEP chapitre 6.

10.6.7.2.8 Persiennes :

Construite en aluminium, modèle ZE439, conforme au nombre et aux dimensions montrés sur les plans de ventilation.

10.6.7.2.9 Volets motorisés :

1. Volet motorisé construit en profilé d'aluminium, dont le bâti et les lames sont calorifugés lorsqu'il est adjacent à une prise d'air ou à un plénum d'évacuation, conforme au CEP chapitre 6.
2. Volet motorisé construit en profilé d'aluminium, dont le bâti et les lames ne sont pas calorifugés lorsqu'il est installé dans un transfert d'air qui n'est pas en contact avec l'air extérieur, conforme au CEP chapitre 6.

10.6.7.2.10 Moteurs électriques 600V/3/60 :

1. Moteur de 1 hp ou plus, 1800 rpm, TEFC, 86,5 % d'efficacité. Sous la présente partie et conforme à l'article **Moteurs électriques** du CEP chapitre 6.
2. Moteurs fractionnaires de ½ hp, ¾ hp, 1800 rpm, Sous la présente partie et conforme à l'article **Moteurs électriques** du CEP chapitre 6.

10.6.7.2.11 Cheminées :

1. Trois cheminées d'évacuation pour VE-1, VE-2 et VE-3, à simple paroi. Le fond doit être incliné et étanche, muni d'un drain, coiffé d'un cône d'accélération. Fabrication en tubes d'acier inoxydable, nuance 316L, calibre #16, construction soudée avec procédé à l'argon, d'une seule section + le cône d'accélération.
2. Ces cheminées doivent être autoportantes et groupées dans des cadres construits en acier structural.
3. Un premier cadre est situé en haut des cheminées, à 2150 mm au-dessus du pontage d'acier. Un second cadre est situé juste en dessous des poutres de toiture au bas des cheminées.
4. Le cadre du bas assure que le poids des cheminées est supporté par la structure du toit, tandis que le cadre du haut sert à tenir les trois cheminées groupées et n'est pas retenu par des attaches.

10.6.7.2.12 Système d'épuration d'air utilisé en cas de fuite d'ammoniac, VE-3 :

1. Généralités :

1. Un système d'épuration d'air humide, constitué notamment d'une tour avec garnissage, modèle LRV-940 à eau perdue, munie d'un bac de drainage à sa base, d'un ventilateur centrifuge modèle VCPA-400-ED, d'une cage d'écureuil en matériaux non ferreux, d'un panneau de contrôle et d'instruments qui sont externes au panneau.
2. Les dimensions approximatives hors tout du système de lavage sont de 37" de diamètre x 16',6" de hauteur.

2. Performance requise :

1. Le système doit être capable d'épurer 95 % de l'ammoniac contenu dans un débit de 2300 pi³/min d'air à 77 °F, air provenant du local technique, et ne pas émettre plus de 1% de gouttelettes de 5 microns et plus.
2. Ledit local technique, de classe B2L, contient une concentration de 36248 ppmv (3,63 % mol, 2,18 % wt) d'ammoniac (NH₃).

3. Caractéristiques :

1. Le volume de garnissage doit être de type RASHIG Tri-Pack 1" Ø et le débit d'eau, suffisant pour respecter les exigences d'efficacité précitées. Nonobstant ce qui précède, le volume de garnissage ne doit jamais faire moins de 6,5 pieds d'épaisseur. Le garnissage, tout comme les gicleurs, doivent être fabriqués en polypropylène (PP).
2. Une section d'éliminateurs de gouttelettes à haute efficacité construite en matériau PPH, installée en aval du garnissage.
3. La pression d'opération de l'eau domestique doit être réduite par un régulateur de pression (PRV) ajusté à 15 psig et un débit de 60 gal US/m. La perte de pression statique (du côté air) à travers l'épurateur est approximativement de 3,5" H₂O.
4. L'épurateur doit être entièrement fabriqué en polypropylène de type PPH gris-euro. Ses orifices d'admission et d'évacuation d'air sont munis de brides pré-perforées.
5. Les travaux d'entretien sur le système se font par des portes d'accès boulonnées. Le tube de l'épurateur doit être conçu en un seul morceau, pour une pression statique d'opération variant de -6" H₂O à + 12" H₂O à une température maximale de 180 °F.
6. L'orientation des brides pour raccorder les conduits de ventilation sur la tour de garnissage doit être validée par l'entrepreneur, lequel doit s'assurer de la coordination avec les plans d'exécution.
7. L'orientation et le dégagement des portes d'accès sur la tour de garnissage doivent être validés par l'entrepreneur, lequel doit s'assurer qu'il est possible et facile de faire l'entretien.

4. Ventilateur :

1. Un ventilateur d'évacuation doit être situé en décharge de l'épurateur. Il doit provenir du même manufacturier que le système d'épuration de l'air.
2. **Ce ventilateur doit être de type centrifuge à entraînement direct** et toutes les surfaces en contact avec l'air traité doivent être construites en polypropylène de type PPH gris-euro.
3. La base doit être boulonnée directement sur le plancher de béton, sans l'usage de ressorts ni de coussinets résilients.
4. La capacité du ventilateur doit être de 2300 pi³/min contre une pression statique de 5,5" H₂O, tandis que le bâti est de type SWSI, CCW, UB, et, selon les données de performances précitées, le moteur du ventilateur est un TEFC, 7,5 hp, 1800 rpm, 600V/3/60.
5. Ce ventilateur doit inclure les accessoires suivants, sans s'y limiter :
 - a. une porte d'accès boulonnée sur la volute;
 - b. une bride d'entrée pré-percée + joint flexible 6 plis;
 - c. une bride de sortie pré-percée + joint flexible 6 plis;
 - d. un joint de volute/axe approprié pour le gaz traité, soit le NH₄OH et le NH₃;
 - e. un raccord de tuyau ¾" FPT pour raccorder le tuyau de drainage de la volute et le siphon; raccord conforme au détail (10/P-02).
 - f. L'orientation de la décharge du ventilateur doit être validée par l'entrepreneur, lequel doit s'assurer de la coordination avec les plans d'exécution. Ladite orientation doit être modifiable sur le chantier en cas de besoin.

10.6.7.2.12.1 Accessoires fournis par l'équipementier, installés par le plombier :

1. Comprenant diverses quincailleries, conformément au détail (9/P-02), incluant le tableau contenant la liste des composantes afférentes à la tour de garnissage. Les marques de produit spécifiées servent de base pour la soumission de l'entrepreneur, ou équivalent approuvé.
2. Manomètre avec raccord arrière [B], de marque Plast-O Matic, conforme à la Fig. #2, pour mesurer la pression sur une échelle de 0-100 psig, diaphragme en PTFE, incluant le garde. Le modèle est GGTS100-CP-C, 0-100 psi.
3. Rota mètre [C], de marque Exakt, modèle ME3000C3HT1E-Z42. L'éventail est 13,2-132 gal US/m. Un contact de débit minimal #Z42 max. (le contact ouvre lorsque le flotteur est sous le niveau du contact). Bâti en polysulfone, flotteur en PVDF, unions en CPVC.
4. Manette du robinet [D] et robinet à bille avec raccords bride 2½" [A], de marque Hayward, modèle TUBV, 2 ½", robinet en CPVC, raccords à brides, scellés en VITON, actuateur électrique EPM3-120, 120Vac, 90 °.
5. Régulateur de pression/joints EPDM [E], de marque Plast-O-Matic, modèle PRH200EP-PV, 2" NPT connections, PVC w/EPDM scellé.

6. Indicateur de pression différentielle côté air pour l'épurateur, de marque Dwyer, modèle « *Magnehelic Differential Pressure Gage* » #2010 0-10" H₂O, installé sous « Contrôle », conforme au détail normalisé (4/T-06).
7. Gicleur de marque NC, « Full Cône 90 ° (M) », raccord MPT, 2" Ø, modèle NCM 2050M, 2" MNPT, 60,0 gal US/m, 10 psig, polypropylène.
8. Tubulure en CPVC pré-coupé en atelier (200).
9. Divers accessoires : brides, coudes, T, réduits, union.

10.6.7.2.12.2 Accessoires fournis par l'équipementier, installés par l'électricien.

1. Comprenant un panneau de contrôle, conformément au détail (2/E-01). Panneau de contrôle complet et construit pour positionnement à proximité du système d'épuration sur un mur de la mezzanine, coordonné avec le directeur.
2. Le boîtier du panneau de contrôle est du type NEMA 4X, et il doit inclure à sa face tous les boutons-poussoirs, lampes témoins et sélecteurs nécessaires pour la bonne opération du système d'épuration de l'air.
3. Ce panneau comprend notamment le sectionneur, les fusibles, le démarreur magnétique pleine tension 600V/3/60, les 3 relais de surcharge, la minuterie, les blocs à bornes pour raccordements interne et externe, le transformateur de contrôle 600V/120V pour le système de lavage ainsi que le transformateur de contrôle 120V/24V, 100VA.
4. L'alimentation de puissance provient d'un sectionneur 600V/3/60 dédié et logé dans le CCM, conforme aux détails normalisés.

10.6.7.3 Conception et performance

10.6.7.3.1 Mise en marche et formation :

1. La mise en marche et la séance de formation du personnel doivent être exécutées par le technicien formateur à l'emploi du manufacturier de l'unité d'épuration de l'air. Le tout s'effectue sur une période de deux jours consécutifs, en dehors des jours fériés, du lundi au vendredi et pendant une période de 4 heures par jour. Tous les frais relatifs doivent être inclus à la soumission.
2. Le manufacturier rédige un rapport de mise en marche du système d'épuration attestant que l'installation est conforme aux plans et devis. Le manufacturier doit remettre ce rapport à l'entrepreneur, lequel doit le transmettre au directeur au moins 7 jours avant la réception provisoire.

10.6.7.3.2 Le système d'épuration tel que fourni par l'équipementier comprend :

1. le panneau de contrôle, détail (2/T-06) et (2/E-01);
2. la tour de garnissage;

3. le ventilateur;
4. les composantes fournies par la présente partie et illustrées dans le détail normalisé (9/P-02);
5. la soupape à ouverture lente pour l'admission d'eau fraîche;
6. l'indicateur de pression différentielle côté air pour l'épurateur;
7. l'indicateur de débit d'eau fraîche;
8. le manomètre de pression d'eau fraîche;
9. le volet de balancement en acier galvanisé situé dans le conduit à l'entrée du laveur d'air, pour installation dans un conduit rond fabriqué en acier galvanisé;
10. Le régulateur de pression (PRV) conçu et ajusté pour réguler la pression de l'eau dans les gicleurs à 15 psig pour un débit de 60 gal US/m;
11. la mise en marche et la formation.

10.6.7.3 Travaux par l'entrepreneur, pour le système de lavage :

1. le déchargement des équipements;
2. la coordination de la mise en place de la tour de garnissage, en conservant ouvert le chemin d'accès et les ouvertures temporaires dans la toiture et dans le plancher de la mezzanine;
3. l'assemblage et l'installation du système d'épuration;
4. le balancement aéraulique et hydraulique, incluant le volet de balancement;
5. les ancrages pour fixer le ventilateur sur le plancher de la mezzanine. L'équipement doit être boulonné directement sur le plancher ou sur sa base de propreté et ne doit pas faire usage de ressorts ni de coussins antivibratoires;
6. la hauteur de l'unité d'épuration est de 16,5 pi et l'entrepreneur doit coordonner l'emplacement de l'installation compte tenu de la hauteur nette sous les poutrelles de toiture ainsi que de l'encombrement;
7. les conduits de ventilation;
8. la cheminée et son cône d'accélération;
9. le système de tuyauterie d'alimentation d'eau fraîche vers la tour de lavage, la tuyauterie de drainage du bac de drainage à la base de l'épurateur jusqu'au renvoi de plancher, conforme au détail normalisé (9/P-02);
10. les robinets d'isolement;
11. les raccordements électriques haut et bas voltage;
12. les volets d'isolement;
13. les autres accessoires et travaux non décrits ici qui sont requis pour assurer le bon fonctionnement du système d'épuration;
14. les câbles, les conduits et les raccordements sur le système de télégestion;

15. un volet de décharge de type à lames opposées et à ajustement manuel;
16. les servomoteurs;
17. A/D pour raccord sur le système de télégestion.

10.6.7.3.4 Exigences minimales de la classe de pression :

1. Description des éléments	Classe de pression mm (po) d'eau
2. Conduits rectangulaires en acier galvanisé	75 mm (3")
3. Conduits circulaires acier et aluminium	50 mm (2")
4. Volets de réglage et extracteur d'air	100 mm (4")
5. Volets coupe-feu	12 à 74 mm (1/2" à 3")
6. Pour le système VE-3, la classe de pression doit être de 150 mm (6").	

10.6.8 PPI (plan particulier d'intervention) de l'entrepreneur (plan des mesures d'urgence)

10.6.8.1 Avis :

- a. La présente partie s'applique à une installation frigorifique utilisant l'ammoniac comme réfrigérant et précise les obligations de l'entrepreneur, lorsqu'il intervient, quel que soit le motif, dans un local technique de classe B2L.
- b. L'entrepreneur utilise la présente partie comme guide à la préparation du PPI, applicable pendant la période de rodage.
- c. Les systèmes d'alarme, ammoniac et intrusion, ne doivent pas être confondus.
- d. Le local technique comprend la salle des machines et la salle de contrôle.

10.6.8.2 L'entrepreneur doit :

- a. rendre disponibles par écrit, sur les lieux de travail, ses propres procédures sécuritaires de travail et d'urgence, incluant les premiers secours ainsi que tous les équipements de protection collectifs et individuels adaptés, à partir des données transmises verbalement ou par écrit par la Ville;
- b. considérer qu'un système de réfrigération utilisant l'ammoniac comme réfrigérant est une machine et que l'ammoniac contenu dans un tel système est une énergie chimique qu'il faut contrôler;
- c. appliquer le Règlement sur la santé et la sécurité du travail (RSST) ainsi que le Code de sécurité pour les travaux de construction (CSTC);
- d. mettre en place les mesures préalables à l'introduction de l'ammoniac dans le système frigorifique;

- e. préparer un plan des mesures d'urgence, conformément à l'article 7.1 (page 30/70) du guide FRIGO*;
- f. soumettre ce plan au directeur, pour commentaires, avant de procéder aux travaux;
- g. s'assurer que le ou les trois systèmes de ventilation desservant le local de classe T sont opérationnels et qu'ils ont été vérifiés et calibrés;
- h. s'assurer que l'enveloppe du local technique est testée conformément à la partie 10.7.2 du CEP et qu'elle est étanche et conforme à la norme CSA B52, a. 6.3.1, ligne c), puis produire et déposer un rapport établissant cette conformité et le soumettre au directeur pour commentaires;
- i. réaliser une séance de formation de ses travailleurs pour qu'ils soient en mesure de reconnaître et de décoder les signaux d'alarme et au courant des procédures à suivre en cas de déclenchement d'une alarme, conformément à l'article 3 (page 26/70) du guide FRIGO*;
- j. informer les employés qu'une fausse alarme peut être déclenchée par des vapeurs de solvant dégagée au moment de l'application de peinture époxydique sur le plancher du local technique, ou suite à un dégagement de poussière;
- k. s'assurer que la manche à air flotte au-dessus de la toiture de l'établissement;
- l. louer les services d'une centrale d'alarme pour assurer la surveillance de l'installation frigorifique, 24 h/7 j, jusqu'à la réception provisoire;
- m. louer un téléphone cellulaire pour assurer la communication avec la centrale d'alarme si les lignes téléphoniques ne sont pas disponibles à ce moment;
- n. s'assurer que le panneau TL-250 est installé, et qu'il contient un circuit imprimé agissant comme interface entre la centrale d'alarme et le système de détection d'ammoniac dédié à l'installation frigorifique;
- o. préparer le rapport de service concernant le raccordement des six (6) points de contrôle du système d'alarme ammoniac à la centrale d'alarme de l'entrepreneur, rapport attestant de la conformité de l'installation avec le plan normalisé T-03. Après la réception provisoire du système frigorifique, le directeur achemine le rapport au technicien Ville responsable du branchement de l'alarme ammoniac à la centrale Ville;
- p. installer une affiche précisant de transporter son masque en tout temps, suspendu à son cou ou à sa ceinture, sur la porte d'accès à la salle des machines;
- q. inclure dans le Plan particulier d'intervention (PPI) :
 - 1. une narration de l'installation frigorifique quantifiant le risque relié à la présence d'ammoniac dans le système frigorifique (masse de réfrigérant, kg__) où est logée la masse de liquide réfrigérant (pompé dans le réservoir ou dans le système), décrivant le type de système selon la classification de CSA B52, a. 4.3, (direct, indirect) et précisant comment est réfrigérée la dalle. Système frigorifique à charge critique, classification du réfrigérant selon ASHRAE 34 (l'ammoniac est classé B2L), type de réservoir de réfrigérant

(haute pression ou de service), compresseurs (le nombre, le type, le hp du moteur), type d'équipement de rejet de chaleur (coquille et tubes, à plaques, refroidisseur de fluide, condenseur évaporatif), type d'évaporateur (coquille et tubes avec réservoir tampon, plaque avec séparateur en U). Décrire les mesures de mitigation mises en place pour réduire le risque (charge de réfrigérant minimisée, bassin de dilution, confinement de l'ammoniac dans le local T, zone de refuge pressurisée, balises peintes sur le plancher du local T indiquant le chemin vers les issues, absence de lien piéton entre l'établissement desservi et le local technique). Décrire l'architecture du local technique dans son environnement, les issues, le système de détection et d'alarme. La chaleur est rejetée indirectement dans l'atmosphère. Décrire les trois systèmes de ventilation (évacuation de chaleur, ventilation minimale et pressurisation relative de la salle de contrôle p/r à la salle des machines, laveur d'air), comment ils fonctionnent, pourquoi il y a trois cheminées d'évacuation, faire un schéma simplifié des systèmes de ventilation et un schéma simplifié du système frigorifique;

2. le nom du coordonnateur et son numéro de téléphone;
3. l'organigramme de l'entrepreneur et de ses sous-traitants, indiquant le nom des personnes ayant un rôle à jouer dans le plan d'action et comprenant une description de leurs responsabilités;
4. les noms et les coordonnées des personnes-ressources mandatées pour chacun des quarts de travail;
5. les noms et numéros de téléphone des personnes-ressources ou des organismes clés, soit les numéros d'urgence 24/7 avec la structure d'alerte;
6. le nom de la centrale d'alarme et son numéro de téléphone;
7. le nom et le numéro de téléphone du technicien qui a vérifié et raccordé les six (6) points de contrôle du système de détection à la centrale;
8. une copie du rapport de service concernant le raccordement des six (6) points de contrôle;
9. une liste, précisant le niveau d'intervention de chacun en cas de fuite d'ammoniac, des noms et des numéros de téléphone des organismes et intervenants suivants :
 - policiers, pompiers;
 - service ambulancier, médecins;
 - arrondissement;
 - urgence environnement;
 - récupérateurs;
 - principaux dirigeants de l'entrepreneur et de ses sous-traitants;
 - autres personnes-ressources.

- r. inclure dans le PPI le plan d'évacuation des locaux et des environs immédiats de l'établissement indiquant clairement :
- le local technique, ce qu'il renferme (salle de contrôle, salle des machines, rez-de-chaussée, mezzanine, sous-sol, porte d'accès pour l'entretien, accès à la toiture, sas, escalier);
 - l'endroit où se trouve l'ammoniac;
 - l'emplacement des composantes du système de détection d'ammoniac (panneaux, criard, stroboscope, bouton, laveur d'air, etc.), système devant être conforme au plan d'évacuation tenant compte du tableau 10.5.2 et des figures 10.5.1 et 10.5.2 (CEP);
 - les issues;
 - les voies d'accès;
 - la bouche d'évacuation des systèmes de ventilation (persienne, cheminée);
 - les directives pour la mise en œuvre;
 - la procédure d'évacuation;
 - le point de ralliement.
- s. Sous la forme normalisée du tableau 10.5.14 (CEP), établir le niveau d'intervention, en cas de fuite d'ammoniac ou d'urgence glace, lorsque, pour chacun des six (6) points suivants, la centrale d'alarme appelle le frigoriste de l'entrepreneur sur les lieux.
- Panne de courant HQ.
 - Problème et panne de courant panneau DET-1.
 - 250 ppm.
 - 100 ppm.
 - 25 ppm.
 - Haute température de dalle.
- t. Consulter le guide FRIGO
- **Le guide FRIGO**, produit par la CNESST, est intitulé « *Systèmes de réfrigération fonctionnant à l'ammoniac. Mesures de prévention, 2^e édition* », 70 pages, page couverture rouge.
 - **Le condensé du guide FRIGO**, 20 pages, page couverture verte.

10.6.9 PPI (plan particulier d'intervention) de l'arrondissement (plan des mesures d'urgence)

10.6.9.1 Avis

1. La présente partie s'applique à une installation frigorifique utilisant l'ammoniac comme réfrigérant et précise les obligations de l'arrondissement, lorsqu'il intervient, quel que soit le motif, dans un local technique de classe B2L.
2. L'arrondissement utilise la présente partie comme guide à la préparation du PPI, requis et applicable à partir de la date de la réception provisoire de l'ouvrage.
3. Les systèmes d'alarme, ammoniac et intrusion, ne doivent pas être confondus.
4. Le local technique comprend la salle des machines et la salle de contrôle.

L'arrondissement joue ici le rôle du propriétaire. Il doit :

1. rendre disponibles, par écrit, sur les lieux de travail, ses propres procédures sécuritaires de travail et d'urgence, incluant les premiers secours ainsi que tous les équipements de protection collectifs et individuels adaptés, à partir des données transmises verbalement ou par écrit par l'entrepreneur;
2. considérer qu'un système de réfrigération utilisant l'ammoniac comme réfrigérant est une machine et que l'ammoniac contenu dans un tel système est une énergie chimique qu'il faut contrôler;
3. appliquer le Règlement sur la santé et la sécurité du travail (RSST) ainsi que le Code de sécurité pour les travaux de construction (CSTC);
4. mettre en place les mesures de sécurité propres à la présence d'ammoniac dans le système frigorifique;
5. préparer un plan des mesures d'urgence, conformément à l'article 7.1 (page 30/70) du guide FRIGO*;
6. soumettre ce plan au SIM, pour commentaires, avant de le rendre disponible sur place;
7. s'assurer que le ou les trois systèmes de ventilation desservant le local de classe T sont opérationnels, et qu'ils sont vérifiés et calibrés régulièrement, en conformité avec les exigences du chapitre 8 de la norme CSA B52;
8. s'assurer que l'enveloppe du local technique est testée conformément à la partie 10.7.2 du CEP et qu'elle demeure étanche et conforme à la norme CSA B52, a. 6.3.1, ligne c) si elle a été pénétrée au moment de travaux d'entretien ou de construction, puis produire et déposer le rapport établissant la conformité. Rendre disponible ce rapport sur place;
9. réaliser une séance de formation de ses travailleurs, pour qu'ils soient en mesure de reconnaître et de décoder les signaux d'alarme et au courant des procédures à suivre en cas de déclenchement d'une alarme, conformément à l'article 3 (page 26/70) du guide FRIGO*.

10. Informer les employés qu'une fausse alarme peut être déclenchée par des vapeurs de solvant, dégagée lors de l'application de peinture époxydique sur le plancher du local technique, ou suite à un dégagement de poussière.
11. S'assurer que le manche à vent flotte, au-dessus de la toiture de l'établissement, qu'il est en bon état.
12. Louer les services d'une centrale d'alarme, pour assurer la surveillance, de l'installation frigorifique, 24 h/7 j.
13. Louer les services d'un téléphone cellulaire, pour assurer la communication avec la centrale d'alarme, si les lignes téléphoniques ne sont pas disponibles à ce moment.
14. S'assurer que le panneau TL-250, est fonctionnel, qu'il contient un circuit imprimé agissant comme interface, entre la centrale d'alarme et le système de détection d'ammoniac, dédié à l'installation frigorifique.
15. Conserver le rapport de service, (technicien Ville), concernant le raccordement des six (6) points de contrôle, du système d'alarme ammoniac, à la centrale d'alarme de l'arrondissement, attestant de la conformité de l'installation, avec le plan normalisé T-03.
16. Le nom et numéro de téléphone du technicien qui a vérifié et raccordé les six (6) points de contrôle, du système de détection à la centrale.
17. Installer une affiche <Précisant de transporter son masque en tout temps, suspendu à son cou ou à sa ceinture>, sur la porte d'accès, à la salle des machines.
18. Inclure, dans le Plan particulier d'intervention (PPI)
 1. Une narration de l'installation frigorifique, quantifiant le risque relié à la présence d'ammoniac dans le système frigorifique (masse de réfrigérant, kg__), ou est logé, la masse de liquide réfrigérant (pompe dans le réservoir ou dans le système), décrivant le type de système selon la classification de CSA B52, a. 4.3, (direct, indirect) précisant comment est réfrigéré la dalle. Système frigorifique à charge critique, la classification du réfrigérant selon ASHRAE 34 (l'ammoniac est classé B2L), le type de réservoir de réfrigérant (haute pression ou de service), les compresseurs (le nombre, le type, le hp du moteur), le type d'équipement de rejet de chaleur (coquille et tubes, à plaques, refroidisseur de fluide, condenseur évaporatif), type d'évaporateur (coquille et tubes avec réservoir tampon, plaque avec séparateur en U). Décrivant les mesures de mitigations mises en place pour réduire le risque (charge de réfrigérant minimisée, bassin de dilution, confinement de l'ammoniac dans le local T, zone de refuge pressurisée, balises peintes, sur le plancher du local T, indiquant le chemin vers les issues, aucune communication piétonne n'existe entre l'établissement desservi et le local technique), l'architecture du local technique dans son environnement, les issues, le système de détection et d'alarme, la chaleur est rejetée, indirectement à l'atmosphère. Décrire les trois systèmes de ventilation (évacuation de chaleur, ventilation minimale et pressurisation relative de la salle de contrôle p/r à la salle des machines, laveur

d'air), comment ils fonctionnent, pourquoi trois cheminées d'évacuation, schéma simplifié des systèmes de ventilation, schéma simplifié du système frigorifique.

2. Le nom du coordonnateur et son numéro de téléphone.
3. L'organigramme, de l'intervenant (entrepreneur et de ses sous-traitants ou en régie), indiquant le nom des personnes ayant un rôle à jouer dans le plan d'action et comprenant une description de leurs responsabilités.
4. Les noms et les coordonnées des personnes-ressources, mandatées, pour chacun des quarts de travail.
5. Les noms et numéros de *téléphone* des personnes-ressources ou des organismes clés soit les numéros d'urgence 24/7 avec la structure d'alerte.
6. Le nom de la centrale d'alarme et le numéro de téléphone afférent.
7. Une liste incluant les noms et les numéros de téléphone, précisant le niveau d'intervention, par les organismes et intervenants suivants, en cas de fuite d'ammoniac.
 - policiers, pompiers;
 - service ambulancier, médecins;
 - arrondissement;
 - urgence environnement;
 - récupérateurs;
 - principaux dirigeants de l'entrepreneur et de ses sous-traitants;
 - autres personnes-ressources.
8. inclure dans le PPI le plan d'évacuation des locaux et des environs immédiats de l'établissement indiquant clairement :
 - le local technique, ce qu'il renferme (salle de contrôle, salle des machines, rez-de-chaussée, mezzanine, sous-sol, porte d'accès pour l'entretien, accès à la toiture, sas, escalier);
 - l'endroit où se trouve l'ammoniac;
 - l'emplacement des composantes du système de détection d'ammoniac (panneaux, criard, stroboscope, bouton, laveur d'air, etc.) devant être conforme au plan d'évacuation tenant compte du tableau 10.5.2 et des figures 10.5.1 et 10.5.2 (CEP);
 - les issues;
 - les voies d'accès;
 - la bouche d'évacuation des systèmes de ventilation (persienne, cheminée);
 - les directives pour la mise en œuvre;

- la procédure d'évacuation;
- le point de ralliement.

- Panne de courant HQ.
- Problème et panne de courant panneau DET-1.
- 250 ppm.
- 100 ppm.
- 25 ppm.
- Haute température de dalle.

- **Le guide FRIGO**, produit par la CNESST, est intitulé « *Systèmes de réfrigération fonctionnant à l'ammoniac. Mesures de prévention*, 2^e édition », 70 pages, page couverture rouge.
- **Le condensé du guide FRIGO**, 20 pages, page couverture verte.



Figure 10.6.9.1– Proposition de pancarte affichée sur la porte de la salle des machines



Annexe A – Listes de vérification



SERVICE DE LA GESTION ET DE LA PLANIFICATION DES IMMEUBLES

Liste de vérification – Cahier des exigences du propriétaire

Chapitre 2 – Aménagement du site

No. d'ouvrage : _____

Adresse de l'ouvrage : _____

No. du bon de commande ou contrat : _____

Émission en cours : _____

Nom de la personne responsable et titre : _____

Date de validation : _____

Type de balise	Information à vérifier	Validation (Cochez si validé)	Initiales (personne qui valide)	Suivi / Explication
Général	Confirmer que le chapitre a été lu et considéré dans son intégralité			
Impacts liés à la santé et sécurité des personnes	Confirmer que l'aménagement de l'espace permet la surveillance passive en tout temps			
	Confirmer que l'éclairage extérieur éclaire le site de manière sécuritaire sans créer d'éblouissement pour les usagers et bâtiments avoisinants			
	Confirmer l'évaluation des façades à risque (chutes de neige ou de glace) pour la protection des usagers			
	Confirmer la coordination des voies d'accès pour les véhicules d'urgence et l'acheminement des secours			
LEED	Confirmer le positionnement du bâtiment sur le site selon les exigences LEED			
	Confirmer l'intégration d'espaces verts et de lieux de répit au site selon les exigences LEED			
	Confirmer l'application de la stratégie pour la réduction des îlots de chaleur selon les exigences LEED			

Type de balise	Information à vérifier	Validation (Cochez si validé)	Initiales (personne qui valide)	Suivi / Explication
	Confirmer l'application de la stratégie de contribution à la biodiversité			
	Confirmer la stratégie pour la gestion des déchets de construction et de démolition selon les exigences LEED			
	Confirmer la présence d'un compteur d'eau sur l'entrée d'eau			
	Confirmer que les stationnements réservent des espaces pour les véhicules écologiques et les bicyclettes selon les exigences LEED			
	Confirmer l'application de la stratégie de gestion des eaux pluviales selon les exigences LEED			
Impacts potentiels sur le projet (budget et échéancier)	Confirmer que les demandes de permis ont été effectuées			
	Confirmer l'obtention du plan de l'existant et de démolition			
	Confirmer l'application de la stratégie pour le système d'alimentation d'eau domestique			

Type de balise	Information à vérifier	Validation (Cochez si validé)	Initiales (personne qui valide)	Suivi / Explication
	Confirmer l'application de la stratégie pour le système d'alimentation pour la protection incendie			
	Confirmer l'application de la stratégie pour le système d'égouts pluvial et sanitaire			
	Confirmer la coordination des autres services publics sur le site			
	Confirmer l'application de la stratégie de gestion des déblais, de nivellement et des travaux de réhabilitation environnementale			
	Confirmer si le site doit être clôturé et, dans l'affirmative, expliquer la stratégie			
Transition écologique	Confirmer l'application de la stratégie de préservation des arbres existants			
	Confirmer que la configuration des stationnements et du site intègre les exigences en mobilité durable			
	Confirmer l'application de la stratégie végétale du site, le choix des espèces végétales, des substrats et des techniques de phytotechnologie			

Type de balise	Information à vérifier	Validation (Cochez si validé)	Initiales (personne qui valide)	Suivi / Explication
Impacts principaux sur l'exploitation et l'entretien	Confirmer l'élaboration d'un programme d'exploitation et d'entretien pour l'aménagement de site			
Impacts liés aux plans et politiques de la Ville	Confirmer l'application de la stratégie de résilience climatique du site			
	Confirmer la configuration du site selon le respect des exigences de la Loi concernant la lutte contre le tabagisme			
	Confirmer le respect des principes d'accessibilité universelle pour l'accès au site et à l'immeuble			
	Confirmer l'application de la stratégie de gestion des eaux pluviales			



SERVICE DE LA GESTION ET DE LA PLANIFICATION DES IMMEUBLES

Liste de vérification – Cahier des exigences du propriétaire

Chapitre 3 – Architecture

No. d'ouvrage : _____

Adresse de l'ouvrage : _____

No. du bon de commande ou contrat : _____

Émission en cours : _____

Nom de la personne responsable et titre : _____

Date de validation : _____

Type de balise	Information à vérifier	Validation (Cochez si validé)	Initiales (personne qui valide)	Suivi/Explication
Général	Confirmer que le chapitre a été lu et considéré dans son intégralité			
Impacts liés à la santé et sécurité des personnes	Confirmer que la conception favorise la cohésion des espaces – visibilité, transparence, fluidité des parcours pour l'ensemble des usagers			
	Confirmer que la conception favorise l'appropriation des aires communes accessibles par l'ensemble des usagers			
	Confirmer que la salle de repos répond aux critères acoustiques d'une salle de réunion			
	Confirmer la présence d'un local à l'usage des secouristes			
	Confirmer l'intégration d'un système de prévention des chutes pour les toitures			
	Confirmer que le toit des casiers ne permet pas d'y déposer des objets			
	Confirmer que les rapports d'essais conformes et les fiches techniques des constructions et des matériaux possédant des propriétés exigées de résistance au feu, de propagation de la flamme ou de dégagement de fumée seront recueillis et remis à la Ville			

Type de balise	Information à vérifier	Validation (Cochez si validé)	Initiales (personne qui valide)	Suivi/Explication
LEED	Confirmer l'application de la stratégie de <i>Réduction des îlots de chaleur</i>			
	Confirmer que la conception est axée sur l'intégration et la mise en valeur du patrimoine – Cycle de vie			
	Confirmer que la conception est axée sur la durabilité architecturale – Cycle de vie			
	Confirmer l'application du processus de conception intégrée (PCI)			
	Confirmer que la conception bioclimatique est en accord avec la nordicité			
	Confirmer l'application de la stratégie de <i>Gestion des eaux pluviales</i>			
	Confirmer que les matériaux utilisés dans les systèmes de toiture sont certifiés par une Déclaration de produits environnementaux (DEP)			

Type de balise	Information à vérifier	Validation (Cochez si validé)	Initiales (personne qui valide)	Suivi/Explication
Impacts potentiels sur le projet (budget et échéancier)	Confirmer que des échantillons suffisants sont exigés			
	Confirmer qu'un nombre d'années d'expérience suffisant est exigé pour les travaux patrimoniaux			
	Confirmer que des études complètes de caractérisation des enveloppes existantes sensibles (ex. maçonnerie) ont été réalisées			
	Confirmer que la quincaillerie est conçue selon exigences du chapitre 3			
	Confirmer la présence des accès, points d'eau, etc., si une toiture végétalisée est prévue			
	Confirmer que les systèmes de plafond suspendu ont été coordonnés avec tous les autres systèmes et que la symétrie, les alignements et la composition sont contrôlés par l'équipe de conception.			
	Confirmer que les essais en laboratoire et les tests de rétention d'eau normalisés seront effectués pour les piscines et pataugeoires			

Type de balise	Information à vérifier	Validation (Cochez si validé)	Initiales (personne qui valide)	Suivi/Explication
Transition écologique	Confirmer que les paramètres de sélection des matériaux et produits du Chapitre 1 ont été appliqués			
	Confirmer que la conception architecturale des bâtiments et des lieux publics favorise une approche de développement durable – une structure à faible potentiel d'émission de GES basé sur l'analyse du cycle de vie (utilisation du bois massif et du bois composite, sous forme hybride ou non, sous forme encapsulé ou non)			
	Confirmer que la conception bioclimatique est en accord avec la nordicité			
	Confirmer que la conception est écoénergétique			
	Confirmer que la gestion des matériaux de déconstruction et des matériaux neufs superficiellement défectueux suit les principes de l'économie circulaire			
	Confirmer que les aménagements proposés procurent une flexibilité facilitant les adaptations futures			
	Confirmer l'application du <i>Plan directeur de gestion des matières résiduelles</i>			

Type de balise	Information à vérifier	Validation (Cochez si validé)	Initiales (personne qui valide)	Suivi/Explication
	Confirmer que les simulations thermiques dynamiques et les simulations énergétiques requises par la nature du projet sont prévues			
	Coefficients de transmission thermique globaux : la liste de vérification de l'annexe 2 du chapitre 9 doit être remplie			
	Confirmer que la conception des murs extérieurs respecte les exigences de l'article 3.4.2.3			
	Confirmer qu'un traitement anti-graffitis est prévu			
	Confirmer que la superficie maximale des ouvertures des murs extérieurs n'excède pas 38 % de la superficie totale			
	Confirmer que les matériaux d'isolation sont conformes aux exigences du chapitre			
	Confirmer que les murs-rideaux et le vitrage sont conçus conformément aux prescriptions indiquées			
	Confirmer que l'apport solaire est adéquatement contrôlé			
	Confirmer qu'une étude thermographique est prévue			

Type de balise	Information à vérifier	Validation (Cochez si validé)	Initiales (personne qui valide)	Suivi/Explication
	Confirmer que des tests d'infiltrométrie sont prévus			
	Accroître les processus de résilience et de transition écologique			
Impacts principaux sur l'exploitation et l'entretien	Confirmer qu'une inspection par le manufacturier est prévue lorsque le type de matériaux le justifie (mousses plastiques, membranes de couverture, etc.)			
	Confirmer l'intégration et la mise en valeur du patrimoine – Cycle de vie			
	Confirmer que les espaces vacants sont revalorisés			
	Confirmer l'application du <i>Programme de maintien d'actifs</i> intègre les principes de la bioclimatique adaptée à la nordicité			
	Respecter le nombre d'années d'expérience exigé pour les entrepreneurs qui doivent exécuter des travaux de toiture			
	Respecter le nombre d'années exigé pour la garantie des travaux de toiture			
	Confirmer que des matériaux de finition supplémentaires sont exigés selon les besoins particuliers du propriétaire			

Type de balise	Information à vérifier	Validation (Cochez si validé)	Initiales (personne qui valide)	Suivi/Explication
	Confirmer que les systèmes de construction minimisent l'entretien périodique des joints de calfeutrage			
	Confirmer que la résistance des matériaux, des équipements et des accessoires est cohérente avec leur exposition à l'environnement, aux risques de bris et au vandalisme			
	Confirmer que la durée de vie utile minimale des fenêtres et lanterneaux est de 25 ans			
	Assurer l'imperméabilisation et l'étanchéité des parois de béton enterrées, y compris la surface des semelles filantes, à l'aide d'un système d'imperméabilisation et d'étanchéité (membrane, nappe drainante et isolation)			
	Assurer l'imperméabilisation et l'étanchéité des surfaces de béton extérieures, soit par un système d'imperméabilisation antidérapant et résistant aux rayons UV lorsque ces surfaces sont exposées (incluant un mastic de scellement au périmètre), soit par un système d'étanchéité (respirant ou non selon qu'il existe un espace intérieur en dessous la dalle de béton) avant l'installation d'un revêtement de sol extérieur sur ces surfaces de béton.			

Type de balise	Information à vérifier	Validation (Cochez si validé)	Initiales (personne qui valide)	Suivi/Explication
	Confirmer que des bollards sont prévus pour protéger les cadres de porte de garage			
	Confirmer que la conception limite le risque d'accumulation de fientes d'oiseaux			
	Confirmer que la couverture est conçue et sera installée selon les exigences du chapitre 3			
	Confirmer le respect de la durée de vie des toitures exigée			
	Confirmer qu'un jeu suffisant et des joints de ruptures ou de dilatation sont prévus pour éviter et contrôler la fissuration des matériaux de revêtement (maçonnerie, béton, plâtres, etc.)			
	Assurer l'imperméabilisation et l'étanchéité des surfaces de béton intérieures, lorsque ces surfaces sont recouvertes d'un revêtement de sol intérieur, par une membrane d'imperméabilisation et de désolidarisation, afin que l'humidité ou les mouvements de béton n'endommagent pas le fini de sol.			
	Confirmer que les matériaux de terrazzo et de carrelage répondent aux exigences de qualité et d'installation du chapitre 3			

Type de balise	Information à vérifier	Validation (Cochez si validé)	Initiales (personne qui valide)	Suivi/Explication
	Confirmer que les surfaces à peindre seront préparées adéquatement et que la peinture existante sera retirée lorsque requis			
Impacts liés aux plans et politiques Ville	Confirmer l'application des Critères techniques du Guide en matière d'accessibilité universelle pour les bâtiments municipaux, en plus des articles applicables de la dernière version du Code de construction du Québec (13 juillet 2024), en ce qui concerne tous les dégagements, les hauteurs, les distances de préhension et de manipulation, les aires de transfert et les aires de manœuvre spécifiés.			
	Confirmer l'application des Critères techniques du Guide en matière d'accessibilité universelle pour les bâtiments municipaux, en plus des articles applicables de la dernière version du Code de construction du Québec (13 juillet 2024), particulièrement en ce qui concerne les aires de refuge pour les personnes dans l'incapacité de marcher, à mobilité réduite ou avec une aide à la mobilité, et qui ne pourraient pas évacuer lors d'un incendie de façon autonome. Utiliser la signalisation prévue à cet effet par la Norme ISO 7010 afin d'identifier la zone sécurisée, ainsi que la signalisation destinée à indiquer le parcours vers cette zone sécurisée.			



SERVICE DE LA GESTION ET DE LA PLANIFICATION DES IMMEUBLES

Liste de vérification – Cahier des exigences du propriétaire

Chapitre 4 – Aménagements intérieurs

No. d'ouvrage : _____

Adresse de l'ouvrage : _____

No. du bon de commande ou contrat : _____

Émission en cours : _____

Nom de la personne responsable et titre : _____

Date de validation : _____

Type de balise		Validation (Cochez si validé)	Initiales (personne qui valide)	Suivi / Explication
Général	Confirmer que le chapitre a été lu et considéré dans son intégralité			
Impacts liés à la santé et sécurité du public	Confirmer que les espaces soient conformes aux principes d'ergonomie			
	Confirmer que la sécurité des espaces soit assurée par une circulation et une signalétique adéquate en cas d'urgence			
	Confirmer que le niveau sonore respecte les critères acoustiques recommandés en fonction du type d'occupation			
	Confirmer que les accès aux lieux qui présentent des risques d'accidents soient restreints			
	Confirmer qu'un espace permettant d'offrir sur place des services de premiers soins avant l'arrivée des secours soit prévu			
	Confirmer que les emplacements pour l'installation de défibrillateurs soient prévus lorsque requis			

Type de balise		Validation (Cochez si validé)	Initiales (personne qui valide)	Suivi / Explication
LEED	Confirmer que l'espace et les installations requises pour la récupération et le recyclage, leur entreposage et la collecte des matières recyclables (non putrescible) soient prévus			
	Confirmer que l'espace et les installations requises pour la pratique du compostage soient prévus			
	Confirmer que l'espace requis pour la collecte, l'entreposage des piles, des lampes contenant du mercure et les déchets électroniques soit prévu			
	Confirmer qu'au moins 75 % des espaces régulièrement occupés du projet bénéficient d'un éclairage naturel horizontal d'au moins 25 pieds-bougies (environ 250 lux)			
Impacts potentiels sur le projet (budget et échéancier)	Confirmer que l'intégration des équipements audiovisuels et de vidéoconférence à l'aménagement ait été réalisée			
	Confirmer que les solutions d'aménagement prennent en compte la structure du bâtiment et son architecture			

Type de balise		Validation (Cochez si validé)	Initiales (personne qui valide)	Suivi / Explication
	Confirmer que les besoins fonctionnels des groupes occupants soient intégrés au concept			
Transition écologique	Confirmer que la biophilie et la réflexion entourant son intégration dans le concept soient prévus			
	Confirmer que la gestion des matières résiduelles ait été intégrée au concept et au devis de mise en œuvre en conformité avec la plan directeur des matières résiduelles 2020-2025			
Impacts principaux sur l'exploitation et l'entretien	Confirmer que tous les matériaux et équipements soient de qualité permettant un usage intensif et que ceux-ci soient choisis en fonction de leur résistance et leur facilité d'entretien, sans pour autant négliger l'importance accordée au développement durable			
	Confirmer que les modes d'assemblages et les détails de construction soient reconnus pour leur efficacité, leur durabilité et qu'ils soient en accord avec une vision de développement durable			

Type de balise		Validation (Cochez si validé)	Initiales (personne qui valide)	Suivi / Explication
	Confirmer que l'insonorisation des espace soit conforme aux critères provenant de l'Institut de recherche en construction du Canada en fonction du type d'occupation			
	Confirmer que les aménagements tiennent compte des contrats de garanties de l'ensemble de ses fournisseurs et priorise ceux qui offrent un bon service après-vente, le bon respect de leur programme d'entretien et l'application de leur garantie si applicable			
	Confirmer que l'ensemble des installations soient conçues de manière à faciliter les accès pour permettre l'entretien des équipements (ex. : l'accès aux rebords de fenêtres derrière le mobilier administratif)			
	Confirmer que le concept prévoit des équipements faciles d'entretien et répondant aux standards d'approvisionnement convenus entre la Ville et ses fournisseurs (ex. : choix des appareils sanitaires et des distributeurs de savon, de papier, etc.)			

Type de balise		Validation (Cochez si validé)	Initiales (personne qui valide)	Suivi / Explication
Impacts liés aux plans et politiques Ville	Confirmer que la conception proposée rencontre les exigences de l'accessibilité universelle et d'inclusion des bâtiments municipaux			
	Confirmer que l'aménagement des postes à aires ouvertes soit réalisé en visant un aménagement conforme aux encadrements en vigueur			
	Confirmer que le concept suive la signature graphique de la Ville de Montréal tel que défini dans le Guide des normes signalétiques de la Ville de Montréal – L'identification et l'affichage des immeubles de la Ville			



SERVICE DE LA GESTION ET DE LA PLANIFICATION DES IMMEUBLES

Liste de vérification – Cahier des exigences du propriétaire

Chapitre 5 – Structure du bâtiment

No. d'ouvrage : _____

Adresse de l'ouvrage : _____

No. du bon de commande ou contrat : _____

Émission en cours : _____

Nom de la personne responsable et titre : _____

Date de validation : _____

Type de balise	Information à vérifier	Validation (Cochez si validé)	Initiales (Personne qui valide)	Suivi / Explication
Général	Confirmer que le chapitre ait été lu et considéré dans son intégralité			
Impacts liés à la santé et sécurité du public	Confirmer que l'intégrité structurale des bâtiments et/ou infrastructures existants ne soit pas compromise par les travaux envisagés			
	Si applicable, confirmer que la conception des fondations du nouveau bâtiment résiste aux charges latérales engendrées par les véhicules de secours stationnés à proximité lors de situations d'urgence			
	Valider si le bâtiment a un statut de « Bâtiment de protection civile » selon le CNBC et dans l'affirmative, spécifier l'impact sur le design parasismique			
LEED	Confirmer que la conception suive les principes directeurs de la transition écologique lorsque des mélanges de béton sont requis			
Impacts potentiels sur le projet (budget et échéancier)	Confirmer que la conception tienne compte des plans d'arpentage à jour			

Type de balise	Information à vérifier	Validation (Cochez si validé)	Initiales (Personne qui valide)	Suivi / Explication
	Confirmer que le devis exige les inspections pré-travaux et post-travaux			
	Si applicable, confirmer que les mesures préventives en vibration et fissurations soient mises en place			
	Confirmer que le devis exige la surveillance des travaux			
	Confirmer que la conception tienne compte des études géotechniques			
	Confirmer si la présence de services existants souterrains peut entraîner des coûts et des délais additionnels			
	Si applicable, avant le début des travaux, l'ingénieur délimite et détermine en présence de l'entrepreneur les fissures à injecter			
Transition écologique	Confirmer que la conception générale des bâtiments soit en adéquation avec le choix des matériaux et avec les pratiques de fabrication et d'érection			
	Confirmer que la conception générale des bâtiments soit en adéquation avec l'analyse des émissions GES (GESTIMAT)			

Type de balise	Information à vérifier	Validation (Cochez si validé)	Initiales (Personne qui valide)	Suivi / Explication
	Confirmer que la conception générale des bâtiments soit en adéquation avec la notion de « adaptabilité et polyvalence »			
	Confirmer que la conception des toits soit en adéquation avec la notion de « toiture résiliente hivernale »			
	Si applicable, confirmer que la conception des toits soit en adéquation avec la notion de « toits végétalisés »			
Impacts principaux sur l'exploitation et l'entretien	Confirmer que la distance minimale permise entre les éléments porteurs du bâtiment (colonnes, murs, etc.) soit respectée			
	Confirmer si la présence d'éléments de résistance sismiques dans certaines parties du bâtiment (contreventements d'acier, murs de refend, etc.) est prévue et dans l'affirmative, confirmer que l'accord de la Ville soit obtenu			
	Confirmer que l'installation du système antichute a été coordonnée avec toutes les parties concernées			

Type de balise	Information à vérifier	Validation (Cochez si validé)	Initiales (Personne qui valide)	Suivi / Explication
Impacts liés aux plans et politiques Ville	Confirmer que les procédures de la Ville advenant la découverte d'objets à valeur archéologique lors des travaux d'excavation soient bien comprises			
	Confirmer que les accès et les élévations des planchers aient été conçus pour permettre l'accessibilité universelle			



SERVICE DE LA GESTION ET DE LA PLANIFICATION DES IMMEUBLES

Liste de vérification – Cahier des exigences du propriétaire

Chapitre 6 – Mécanique du bâtiment

No. d'ouvrage : _____

Adresse de l'ouvrage : _____

No. du bon de commande ou contrat : _____

Émission en cours : _____

Nom de la personne responsable et titre : _____

Date de validation : _____

Type de balise	Information à vérifier	Validation (Cochez si validé)	Initiales (personne qui valide)	Suivi / Explication
Général	Confirmer que le chapitre ait été lu dans son intégralité et qu'il a été entièrement considéré dans le design.			
Impacts liés à la santé et sécurité des personnes	Confirmer que les travaux de modification ou de réaménagement n'ont aucun impact sur les installations et secteurs existants non affectés par les travaux.			
	Confirmer que toutes les dispositions nécessaires ont été prises pour minimiser les inconvénients causés aux usagers, lorsque des secteurs du bâtiment demeurent occupés durant des travaux d'agrandissement ou de rénovation.			
	Confirmer qu'aucun équipement ou tuyauterie contenant de l'eau n'est présent dans les pièces où des équipements électriques, informatiques ou électroniques sont présents.			

	Confirmer que l'identification de tout composant entretenu (équipement, composante électrique, composante de régulation telles que les vannes de régulation, etc.), desservi éventuellement par un dispositif de verrouillage pour l'isoler de toute source d'énergie, respecte en tout point la nomenclature précisée au Cahier d'exigences propriétaires pour le cadenassage, dernière révision.			
	Confirmer que la localisation de tout équipement en toiture ne nécessite pas l'utilisation d'un harnais de protection pour son entretien (ex. l'éloigner des bords de la toiture ou installer un garde-corps).			
	Confirmer que tout équipement mécanique est pourvu de composantes antivibratoires efficaces (isolateurs, accouplements flexibles, etc.) pour éliminer toute transmission de vibrations au réseau ou au bâtiment.			
	Confirmer l'installation de dispositifs de protection et de sécurité (ex. signaux d'avertissement (audibles et/ou visibles), dispositifs cadenassables, crochets pour les harnais de sécurité, passerelles d'accès et garde-corps) pour assurer l'inspection et l'entretien des équipements de manière efficace et sécuritaire.			

	Confirmer que les prises d'air extérieur et les sorties d'évacuation d'air sont disposées de manière à prévenir tout risque de recirculation d'air évacué.			
	Confirmer que les besoins en humidification ont été analysés et préciser, s'il y a lieu, les secteurs à humidifier.			
	Confirmer que, malgré l'interdiction de climatiser le bâtiment, les conditions maximales intérieures en été seront tolérables pour le personnel sur place.			
	Confirmer que, dans les limites des travaux, tout équipement et accessoire de ventilation, neuf ou existant, est mis à la terre. Une tresse de masse doit, entre autres, contourner toute manchette souple.			
	Confirmer que les conduits d'air existants réutilisés sont propres.			
Impacts sur la viabilité, le confort, l'intégrité et/ou la performance	En plus de ses impacts sur l'exploitation et l'entretien, confirmer que tout matériel, équipement, accessoire, conduit ou tuyauterie, dissimulé ou non, est installé en conformité avec les instructions du fabricant et respecte les exigences du CEP.			

	Confirmer que toutes les conditions énumérées sont remplies advenant l'autorisation pour l'utilisation d'un système, d'un équipement, d'un accessoire, d'un dispositif ou d'une méthode innovant(e).			
	Confirmer qu'une attention particulière a été portée au choix d'équipements et aux séquences d'opération pour limiter au minimum tout combat chaud-froid, particulièrement dans un local donné où plus d'un équipement peuvent être dans un mode différent (chauffage ou refroidissement) selon la demande locale.			
	S'il y a lieu, confirmer que les besoins en déshumidification sont autorisés au CEP et préciser, les secteurs à déshumidifier.			
	Confirmer qu'une classe d'étanchéité B minimum est exigée pour tous les conduits d'air métalliques neufs installés.			
	Confirmer que les équipes en mécanique, électricité et architecture se sont coordonnées afin de relever tous les enjeux relatifs aux traversées de conduit dans des éléments structuraux ou une coulée de béton.			

	Confirmer que, dans tout lieu propice à la corrosion, des matériaux à l'épreuve de la corrosion sont prévus et que tout élément, en acier ou en acier galvanisé, coupé au chantier, est enduit d'un revêtement anticorrosion, avant son installation.			
	Confirmer, dans le cas où un équipement de CVCA (déshumidificateur, refroidisseur, thermopompe, condenseur, chaudière, etc.) est muni de son propre contrôleur, que ce dernier est de type BACnet certifié BTL en plus d'être intégré à la centrale de télégestion.			
	En plus de ses impacts sur l'exploitation et l'entretien, confirmer que la section Plomberie a été lue et intégrée dans la conception des systèmes de plomberie.			
	En plus de ses impacts sur l'exploitation, l'entretien et la transition écologique, confirmer que la section Chauffage et refroidissement a été lue et intégrée dans la conception des systèmes de chauffage et de refroidissement.			
	En plus de ses impacts sur l'exploitation, l'entretien et la transition écologique, confirmer que la section Ventilation et climatisation a été lue et intégrée dans la conception des systèmes de CVAC.			

	Confirmer que l'air du bâtiment n'est pas évacué dans un local contenant des équipements aérothermiques.			
	Confirmer qu'à l'exception de l'usage d'un module de déshumidification et/ou d'un module de récupération du type échangeur à régénération par cassettes, chaque unité centrale de traitement d'air est entièrement gérée et contrôlée par le système de régulation automatique de l'immeuble et non par un contrôleur autonome fourni par le fabricant. Les accessoires de contrôle, tels que débitmètre, actuateur, vanne motorisée, sonde et transmetteur, sont fournis par l'entrepreneur en régulation, mais préfilés et installés en atelier par le fabricant de l'unité. Dans chaque unité, l'emplacement et l'espace requis pour le futur panneau de régulation et son contrôleur sont prévus. Le contrôleur autonome doit avoir une communication BACnet compatible avec le SGB.			
	Confirmer que, bien que certains locaux doivent être maintenus à une pression légèrement négative ou positive, le bâtiment est globalement neutre en pression, qu'il n'y a aucun impact négatif sur l'ouverture des portes ou l'enveloppe du bâtiment et qu'advenant une différentielle de pression entre l'intérieur et l'extérieur, les valeurs maximums de différence de pression, indiquées au CEP, sont respectées.			

	En plus des ses impacts possibles sur la santé et la sécurité des personnes, confirmer que les essais sous pression touchant les divers réseaux mécaniques sont prévus.			
	Confirmer que le niveau de bruit de toute installation ne génère pas un niveau de bruit supérieur au niveau de bruit de conception de la pièce.			
	En plus des impacts sur la transition écologique, l'exploitation et l'entretien, confirmer que les usages, les heures d'occupation et les besoins particuliers ont été établis avec les usagers, l'équipe de conception et le représentant technique de la Ville, afin de statuer sur le choix du type de système CVCA et de ses horaires.			
	Confirmer que le système de CVCA maintient, de manière automatique, des conditions de confort dans les locaux, peu importe les variations de charge de chauffage et de refroidissement au cours des saisons.			
	Confirmer que des boîtes de détente, répartissant uniformément le débit d'air, sont prévus pour chaque diffuseur, neuf ou existant conservé, dans les limites des travaux.			

	Confirmer que tous les travaux, le raccordement à la centrale de télégestion et l'intégration de l'ensemble de tous les contrôleurs du bâtiment sont prévus pour que le système de régulation automatique fonctionne optimalement et de manière pérenne.			
	Confirmer que la section Régulation, incluant ses Annexes, a été lue et intégrée dans la conception du système de régulation automatique.			
	Confirmer que les systèmes électromécaniques sont contrôlés par des points physiques et que les contrôleurs DDC sont entièrement programmables. Confirmer le respect des exigences aux Annexe 6.3 Régulation – Prescriptions générale, 6.4 Régulation – Contrôleurs numériques de bâtiment et centralisation et 6.5 Régulation – Dessins typiques en contrôle des systèmes CVC. Lorsque les travaux touchent un ouvrage existant, contenant des contrôles pneumatiques et/ou désuets, l'équipe de conception doit en informer le représentant de la ville et présenter les coûts ainsi que l'étendue des travaux associés à la modernisation des contrôles et ce, même si ceux-ci ne font pas partie du contrat initial.			

	Confirmer que les contrôleurs d'éclairage sont programmables et compatibles avec le système de gestion du bâtiment (SGB).			
	Confirmer que les séquences et les graphiques de tous les systèmes régulés feront fait l'objet d'une validation par l'équipe de conception et un représentant technique de la Ville lors de l'exécution des démonstrations de bons fonctionnement en collaboration avec l'entrepreneur en régulation.			
	Confirmer que le système de télégestion de l'immeuble est construit avec les composantes d'un seul manufacturier de produits de régulation autorisé.			
	Confirmer que les contrôleurs proposés comme équivalents répondent aux critères d'équivalences définis sous « Critères d'équivalence » à l'Annexe 6.4 Régulation – Contrôleurs numériques de bâtiment et centralisation.			
	En plus de ses impacts sur l'exploitation, l'entretien et la transition écologique, confirmer que la section Calorifugeage a été lue et intégrée dans la conception des systèmes de CVAC.			

	Confirmer qu'aucun matelas souple de fibre de verre n'est utilisé pour calorifuger un conduit d'air ou une tuyauterie (hydronique ou de plomberie), qu'il soit dissimulé ou apparent.			
	Confirmer que la pose du calorifuge respecte les instructions du fabricant et les exigences du CEP.			
	En plus de ses impacts sur la santé, l'exploitation et l'entretien, confirmer que la section Équilibrage a été lue et intégrée dans la conception des systèmes de CVAC.			
	Confirmer que l'équipe de conception va élaborer des instructions d'équilibrage détaillées pour chaque réseau aéraulique ou hydronique, existant ou nouveau, touché dans le cadre des travaux et cela, avant le début des travaux d'équilibrage. L'élaboration de ces instructions doit débiter en phase conception.			
	Confirmer que des arrangements judicieux de conduits ou tuyauteries sont installés de manière à contrer toute augmentation de la pression statique externe ou tout effet système, nuisant à l'atteinte des résultats prescrits.			

LEED	Confirmer que les chaudières hydroniques au gaz naturel fonctionnent à basse pression et température peu élevée pour une plus grande efficacité de fonctionnement.			
	Confirmer que la version de l'ASHRAE 62.1 utilisée est au minimum celle de 2016, voire plus récente, selon les codes en vigueur ou les exigences du projet (ex. : LEED V-4).			
	Confirmer que la liste des exigences obligatoires en développement durable ainsi que le tableau des crédits LEED prioritaires ont été consultés et incorporés dans les documents contractuels.			
Impacts potentiels sur le projet (budget et échéancier)	Confirmer l'application des valeurs définies par la norme ASHRAE 62.1 pour le calcul d'air neuf et des débits d'évacuation pour les différentes fonctions du bâtiment lorsqu'applicable. Il n'est pas requis d'utiliser les débits dans le Règlement sur la santé et la sécurité du travail puisque la CNESST considère que d'appliquer les valeurs d'ASHRAE 62.1 rend l'installation conforme au règlement.			

	Confirmer le respect des températures de calcul indiquées dans le Code de construction du Québec. Pour la température à respecter en hiver, confirmer que l'équipe de conception s'est basée sur la probabilité à 2.5 %.			
	Confirmer que les capacités des équipements et des réseaux existants ont été évaluées pour confirmer la possibilité de les réutiliser et d'effectuer d'éventuelles modifications.			
	Confirmer que la possibilité d'adapter les installations existantes a été évaluée afin de limiter les coûts des travaux, en considérant leur état et leur vie utile résiduelle (au moins 10 ans pour les composantes principales). Confirmer que les raisons pour lesquelles les équipements existants ont été conservés ou démantelés ont été précisées.			
	Confirmer que les mesures d'efficacité énergétique, proposées et éventuellement retenues, ont un retour sur investissement démontré (PRI, analyse du coût global, etc.).			

	Confirmer que l'entrepreneur est avisé qu'il est responsable de coordonner ses dessins d'installation des réseaux aérauliques avec ceux des autres disciplines et d'y apporter des révisions, au besoin, le tout afin que l'entrepreneur ainsi que chaque représentant de chacune des disciplines signent la copie finale desdits dessins confirmant leur coordination.			
	Confirmer que toutes les composantes de régulation requises, pour l'exécution complète des séquences d'opération, ont été prévues.			
	Confirmer que l'équipe de conception en mécanique s'est coordonnée avec les autres disciplines à cette étape.			
Transition écologique	Confirmer que toutes les composantes mécaniques non réutilisées ont été démantelées en conformité avec les normes environnementale.			
	Confirmer que les meilleures mesures d'efficacité énergétique, proposées et éventuellement retenues, sont alignées avec les articles sous « Économie d'énergie » du Chapitre 6 et le Chapitre 9 – Énergie et émissions de gaz à effet de serre.			

	Confirmer qu'une analyse a été effectuée pour statuer entre une admission d'air extérieur à débit variable ou à débit constant compte tenu de l'existence d'équipements de récupération d'énergie de plus en plus performants pour l'admission d'air extérieur.			
	Confirmer que l'utilisation de réfrigérant, ayant un potentiel de réchauffement planétaire important, a été limitée tout en satisfaisant aux exigences du <i>Règlement sur les halocarbures</i> (chapitre Q-2, r. 29) et du <i>Règlement sur les matières dangereuses</i> (chapitre Q-2, r. 32).			
	Confirmer qu'aucun fluide frigorigène, possédant une date de fin d'utilisation ou de production de 10 ans ou moins, ne sera utilisé après la date de réception provisoire prévue du projet.			
	Confirmer que les équipements terminaux de climatisation de pièce ou de zone ne contiennent de frigorigène, sauf exception, pour de petits réseaux, avec l'accord de la Ville.			

	Confirmer que la disposition et le choix des équipements mécaniques permettent une surveillance conditionnelle telle que définie dans le <i>Règlement sur les mécaniciens de machines fixes</i> . L'équipe de conception doit produire et transmettre à la Ville, une étude et des calculs qui établissent la classification de l'installation en relation avec ledit règlement.			
Impacts principaux sur l'exploitation et l'entretien	Confirmer qu'aucun produit, technologie ou système utilisé n'est susceptibles de rendre le propriétaire captif ou dépendant d'un seul fabricant notamment pour ce qui a trait aux pièces de rechange, à la main-d'œuvre et à l'obligation de remplacer un équipement ou un ensemble d'équipements chez le fabricant d'origine.			
	Confirmer que tout système a été déterminé en privilégiant des interventions d'entretien et d'exploitation simples, peu coûteuses et peu fréquentes.			
	Confirmer que l'Annexe 6.1 <i>Gestion des points de consigne de température et d'eau</i> a été consulté pour connaître les conditions intérieures à maintenir dans les bâtiments municipaux et que les températures en « Période occupée » ont été utilisées pour la conception.			

	Confirmer que seules les tuyauteries d'acier noir, avec inscriptions normalisées gravées, pourront être utilisées dans les installations de plomberie, de chauffage et de refroidissement.			
	Confirmer que le choix des équipements tient compte de la facilité d'opération, des frais d'entretien, de la disponibilité à long terme des pièces et de l'assistance technique, de l'efficacité, de la durabilité, de la compétitivité, des impacts sur les gaz à effet de serre et du protocole de communication des installations de régulation.			
	Confirmer que le choix des réseaux et équipements respecte les exigences de « Durée de vie ».			
	Confirmer que tout équipement électromécanique nécessitant de l'entretien est identifié de même que tout réseau visible pour une bonne compréhension du réseau. Toute composante dissimulée au-dessus d'un plafond suspendu, derrière une porte de visite ou dans tout endroit accessible visuellement est considérée visible. Confirmer que toute porte de visite, incluant celle d'architecture, aux fins d'exploitation, d'inspection, de réglage, d'équilibrage, de nettoyage et/ou d'entretien est installée.			

	Confirmer la présence d'une base de propreté pour tous les équipements principaux (refroidisseur, chaudière, pompe, centrale d'air, etc.) installés au plancher.			
	Confirmer l'installation de dispositifs de protection et de sécurité (ex. signaux d'avertissement (audibles et/ou visibles), dispositifs cadenassables, crochets pour les harnais de sécurité, passerelles d'accès et garde-corps) pour assurer l'inspection et l'entretien des équipements de manière efficace et sécuritaire.			
	Confirmer qu'un équipement qui ne peut être entièrement opéré et contrôlé par le SGB pourra exceptionnellement l'être par le contrôleur autonome fourni par le fabricant. Ce contrôleur doit avoir une communication BACnet compatible avec le SGB.			
	Confirmer qu'un plénum est prévu pour chaque prise d'air neuf et sortie murale d'évacuation d'air vicié et que chaque plénum est muni d'une cuvette d'égouttement, laquelle est drainée à l'intérieur du bâtiment.			
	Confirmer que les raccords pour instruments d'essai des réseaux aérauliques sont fournis et installés par l'entrepreneur en ventilation, avant le début des opérations d'ERE, lesquels respectent les exigences minimales énoncées.			

Impacts liés aux plans et politiques Ville	Confirmer que les spécifications des équipements respectent les exigences de la Ville (Voir l'article 573.1.0.14. de la loi sur les cités et villes)			
	Confirmer que tout équipement sur la toiture soit implanté afin qu'il ne soit pas visible de la rue ou d'un parc avoisinant (ex. l'éloigner des bords de la toiture ou le dissimuler par des composantes architecturales). Toute installation électromécanique extérieure doit être intégrée de manière harmonieuse avec l'architecture, se référer au chapitre 3 – Architecture.			
	Confirmer que tout équipement mécanique extérieur, ou donnant sur l'extérieur, n'est pas dérangeant pour le voisinage (bruit, odeur, qualité d'air, poussière, etc.).			
	Confirmer que la conception proposée rencontre les exigences de l'accessibilité universelle des bâtiments municipaux.			



SERVICE DE LA GESTION ET DE LA PLANIFICATION DES IMMEUBLES

Liste de vérification – Cahier des exigences du propriétaire

Chapitre 7 – Électricité du bâtiment

No. d'ouvrage : _____

Adresse de l'ouvrage : _____

No. du bon de commande ou contrat : _____

Émission en cours : _____

Nom de la personne responsable et titre : _____

Date de validation : _____

Type de balise	Information à vérifier	Validation (Cochez si validé)	Initiales (Personne qui valide)	Suivi / Explication
Général	Confirmer que le chapitre a été lu et considéré dans son intégralité			
Impacts liés à la santé et sécurité du public	Confirmer que la conception proposée assure la sécurité des personnes (ex. : éclairage des issues, dégagements, points de sectionnement cadenassable à proximité de la charge, etc.)			
	Confirmer que les éléments demandés dans le cahier des exigences de cadenassage sont respectés (identification des équipements, préparation des feuilles de cadenassage, etc.)			
	Confirmer que l'étude de coordination des éléments de protection et l'étude du courant de court-circuit sont réalisées			
	Confirmer que l'étude de l'énergie incidente (arcflash) et la pose des étiquettes pour les installations électriques sont demandées au devis			
	Confirmer que les disjoncteurs pour lesquels le calcul d'estimation d'énergie incidente est supérieur à 25 cal/cm2 sont spécifiés avec un mécanisme de commande à distance			

Type de balise	Information à vérifier	Validation (Cochez si validé)	Initiales (Personne qui valide)	Suivi / Explication
	Confirmer que les conducteurs du système de mise à la terre soient en cuivre			
	Confirmer que des essais de continuité et de mesure de la résistance du réseau de la mise à la terre sont demandés au devis			
LEED	Confirmer que les appareils d'éclairage (intérieur et extérieur) soient de type DEL			
	Confirmer que la stratégie de contrôle d'éclairage (intérieur et extérieur) respecte les exigences LEED et le chapitre 1.1 – Efficacité énergétique du bâtiment			
	Confirmer que les études des niveaux d'éclairement pour l'éclairage (intérieur et extérieur) sont fournies			
	Confirmer que la quantité de bornes de recharge respecte les exigences LEED et les exigences du SGPI			
Impacts potentiels sur le projet (budget et échéancier)	Confirmer que les infrastructures de recharge pour les besoins des véhicules électriques soient prévues			

Type de balise	Information à vérifier	Validation (Cochez si validé)	Initiales (Personne qui valide)	Suivi / Explication
	Confirmer la stratégie de contrôle pour l'éclairage intérieur et extérieur choisie : Centralisé ou/et local			
	Valider si le projet requiert un système de protection contre la foudre selon les exigences du SGPI			
	Confirmer que le raccordement de l'entrée électrique ait été coordonné avec le fournisseur avant l'émission pour appel d'offres			
	Valider si le projet requiert une alimentation d'urgence et dans l'affirmative, confirmer le type d'installation (génératrice permanente/mobile)			
Transition écologique	Confirmer que la stratégie de mesurage est respectée			
	Confirmer que l'énergie pour le chauffage respecte les principes directeurs			
Impacts principaux sur l'exploitation et l'entretien	Confirmer que le dimensionnement de l'entrée électrique respecte la capacité de réserve demandée			

Type de balise	Information à vérifier	Validation (Cochez si validé)	Initiales (Personne qui valide)	Suivi / Explication
	Confirmer que la capacité (physique et électrique) dans les panneaux électriques ait été prévue pour des ajouts futurs			
	Confirmer qu'un espace physique ait été prévu dans les salles électriques pour des ajouts futurs d'équipements			
	Dans le cas d'une génératrice certifiée CAN/CSA C282, confirmer que les signaux de contrôle et de supervision de la génératrice soient raccordés et que le raccordement respecte les exigences de la Ville			
	Confirmer que les exigences de la Ville soient respectées si une génératrice mobile est installée (installation d'une prise CAMLOCK avec point de cadenassage)			
Impacts liés aux plans et politiques Ville	Confirmer que les spécifications des équipements respectent les exigences de la Ville (Voir l'article 573.1.0.14)			
	Confirmer que la conception proposée rencontre les exigences de l'accessibilité universelle des bâtiments municipaux			



SERVICE DE LA GESTION ET DE LA PLANIFICATION DES IMMEUBLES

Liste de vérification – Cahier des exigences du propriétaire

Chapitre 8 – Mesures d'urgence, sûreté et sécurité

No. d'ouvrage : _____

Adresse de l'ouvrage : _____

No. du bon de commande ou contrat : _____

Émission en cours : _____

Nom de la personne responsable et titre : _____

Date de validation : _____

Type de balise	Information à vérifier	Validation (Cochez si validé)	Initiales (Personne qui valide)	Suivi / Explication
Général	Confirmer que le chapitre a été lu dans son intégralité.			
Impacts liés à la santé et sécurité du public	Valider si le bâtiment est désigné comme un bâtiment de sécurité civile et/ou un centre d'hébergement en cas des situations d'urgence			
	Confirmer que les éléments du plan de sécurité incendie (plan de mesures d'urgence en cas d'incendie) relevant du concepteur soient remis et confirmer que les plans d'évacuation aient été coordonnés et réalisés selon l'annexe <i>Plans d'évacuation</i>			
	Confirmer que la conception exige des détecteurs de fumée dans les salles techniques, même si le code ne l'exige pas			
	Confirmer si un système de protection incendie est requis. Si un système doit être installé ou modifié, confirmer que les essais et vérifications préalables à la conception ont été réalisés.			

Type de balise	Information à vérifier	Validation (Cochez si validé)	Initiales (Personne qui valide)	Suivi / Explication
	Confirmer la conformité des exigences de la section 3.2.5. du Code de construction du Québec portant sur l'aménagement des voies d'accès pour les véhicules du service de sécurité incendie et d'informer le représentant de la Ville de tout élément empêchant cette conformité, le cas échéant.			
	Confirmer que les mesures de sûreté et sécurité aient été aménagées en considérant la stratégie d'aménagement par zones en créant des filets de sécurité supplémentaires au passage d'une zone ayant un niveau de criticité plus faible à une zone à criticité plus élevée. Consultez la fiche pertinente du bâtiment concerné dans l'annexe Mesures de sûreté et sécurité par type de bâtiment.			
	Confirmer que le devis exige que l'entrepreneur qui installera et mettra en route le système de vidéosurveillance, de contrôle d'accès électrifié et/ou de détection d'intrusion soit détenteur d'un permis du Bureau de la Sécurité privée (BSP).			

Type de balise	Information à vérifier	Validation (Cochez si validé)	Initiales (Personne qui valide)	Suivi / Explication
	Si le bâtiment municipal est accessible au public et est muni d'un système de vidéosurveillance, confirmer qu'un affichage clair annonçant la présence d'un tel système soit visible depuis la zone publique.			
	Confirmer que le devis exige que l'installation de toutes les composantes du système de vidéosurveillance soit réalisée de manière à empêcher la neutralisation du système par une personne malveillante et faciliter leur entretien.			
	Confirmer que la serrurerie de haute sécurité soit prévue de manière à cibler les accès périmétriques au bâtiment, les locaux stratégiques ainsi que les locaux où des lecteurs de cartes d'accès sont prévus.			
	Confirmer que le devis exige que l'entrepreneur qui installera le système de serrurerie soit détenteur d'un permis du Bureau de la Sécurité privée (BSP).			
	Confirmer que le devis exige que l'installation de toutes les composantes du système de contrôle d'accès électrifié soit réalisée de manière à empêcher la neutralisation du système par une personne malveillante et faciliter leur entretien.			

Type de balise	Information à vérifier	Validation (Cochez si validé)	Initiales (Personne qui valide)	Suivi / Explication
	Confirmer que le devis exige que l'installation de toutes les composantes du système d'alarme intrusion soit réalisée de manière à empêcher la neutralisation du système par une personne malveillante et faciliter leur entretien.			
Impacts potentiels sur le déroulement du projet (budget et échéancier)	Confirmer que les nouveaux panneaux d'alarme incendie aient un espace libre de 30 % pour les ajouts futurs, et que les circuits de détection et de signalisation dans les nouvelles installations sont conçus à 70 % de leurs capacités maximales.			
	Confirmer que les boucles de détection de système d'alarme incendie soient raccordées avec du câblage classe A.			
	Confirmer que les câblages des boucles de signalisation et de détection soient installés dans des réseaux de conduits complètement séparés.			
	Confirmer que la mise à l'essai des systèmes intégrés respecte les exigences de la norme CAN/ULC-S1001 et que ces dernières soient intégrées aux documents d'appel d'offres.			

Type de balise	Information à vérifier	Validation (Cochez si validé)	Initiales (Personne qui valide)	Suivi / Explication
	Confirmer que les exigences de l'annexe <i>Obligations contractuelles de l'entrepreneur liées aux systèmes de sécurité incendie liées à la mise en service et les garanties reliées aux réseau de détection et d'alarme incendie</i> soient prévues et intégrées aux documents d'appel d'offre.			
	Confirmer que la distribution du système de détection d'intrusion et de contrôle d'accès soit entièrement dissimulée dans les murs et entreplafonds. Elle doit également protégée par un réseau complet de conduit de diamètre approprié réalisé à partir de la salle principale.			
	Confirmer qu'il soit exigé aux documents contractuels que des schémas unifilaires des systèmes de sécurité physiques soient produits et transmis à l'Équipe Sûreté de la Direction de la sécurité du SGPI pour approbation.			
Impacts principaux sur l'exploitation et l'entretien	Confirmer que les installations requises pour la transmission des alarmes du réseau de détection et d'alarme incendie respectent les exigences de la Ville de Montréal.			

Type de balise	Information à vérifier	Validation (Cochez si validé)	Initiales (Personne qui valide)	Suivi / Explication
	Confirmer que la Direction de la sécurité du SGPI ait été consultée afin de déterminer où seront branchés les systèmes de sécurité physique prévus (contrôle d'accès, alarme intrusion, vidéosurveillance, alarme incendie).			
	Confirmer que la fourniture de toutes les licences nécessaires à la mise en service du système de vidéosurveillance avec enregistrement, soit pour l'activation de l'enregistreur, l'extension du nombre de caméras pouvant être reliées (le cas échéant) et le nombre de licences de visionnement du logiciel (le cas échéant), soit prévue au devis électrique.			
	Confirmer qu'en présence d'un système d'alarme incendie à deux étapes, les modalités de fonctionnement et la brigade de surveillance pour ce type de système ont été approuvées par un responsable de la Ville de Montréal.			
Impacts liés aux plans et politiques Ville	Confirmer l'application du <i>Guide accessibilité universelle de la Ville de Montréal</i> dans le cadre du projet			
	Confirmer l'application des normes d'affichage en matière de sécurité dans le Guide des symboles et des affichages			



SERVICE DE LA GESTION ET DE LA PLANIFICATION DES IMMEUBLES

Liste de vérification – Cahier des exigences du propriétaire

Chapitre 9 – Énergie et émissions de gaz à effet de serre

No. d'ouvrage : _____

Adresse de l'ouvrage : _____

No. du bon de commande ou contrat : _____

Émission en cours : _____

Nom de la personne responsable et titre : _____

Date de validation : _____

Type de balise	Information à vérifier	Validation (Cochez si validé)	Initiales (Personne qui valide)	Suivi / Explication
Général	Confirmer que le chapitre a été lu dans son intégralité			
	Identifier le type de projet ☐ Nouvelle construction ☐ Rénovation majeure ☐ Agrandissement ☐ Tout autre intervention			
	Confirmer que les sources d'énergies prévues en chauffage respectent les exigences de la section 9.4.1 Indiquer chacune des sources d'énergie et l'estimation de la consommation en GJ			
	Si le bâtiment nécessite d'opérer en cas de panne électrique, confirmer que le chauffage d'urgence n'est pas assuré par une génératrice alimentant du chauffage électrique résistif			
	Confirmer que tous les composants du pare-air et détails de construction sont clairement identifiés sur les plans de construction			
	Confirmer que les calculs des coefficients de transmission thermique ont été réalisés selon la méthode prescrite			

Type de balise	Information à vérifier	Validation (Cochez si validé)	Initiales (Personne qui valide)	Suivi / Explication
	Identifier la source de chauffage principale			
	Est-ce que l'utilisation de la géothermie pour le chauffage a été étudié ? Si non étudié ou non retenu, pourquoi ?			
	Confirmer que la boucle de chauffage hydronique est à basse température (alimentation <50 °C)			
	Confirmer que la conception du système de géothermie est conforme à la norme CSA C448			
	Confirmer que tous les systèmes d'apport d'air neuf sont dotés d'un système de récupération de chaleur			
	Confirmer que le dimensionnement des équipements de chauffage et de refroidissement minimise le cyclage			
	Confirmer que la production d'eau chaude sanitaire est réalisée à l'aide d'électricité ou de récupération de chaleur			
	Confirmer que le projet est conçu pour réduire l'appel de puissance électrique en période de chauffage			

Type de balise	Information à vérifier	Validation (Cochez si validé)	Initiales (Personne qui valide)	Suivi / Explication
	Confirmer que le système de contrôle permet le mesurage de chacune des sources d'énergie			
	Confirmer que le système de contrôle permet le mesurage des principaux équipements			
	Confirmer que l'éclairage est conforme aux exigences du CNÉB-2020, section 4.2 ou 4.3			
	Confirmer que le contrôle d'éclairage est intégré au système de contrôle centralisé du bâtiment			
	Confirmer que les équipements contenant du réfrigérant respectent les exigences du crédit « GESTION AMÉLIORÉE DES FRIGORIGÈNES » de la certification LEED NC V4			
	Confirmer que le projet ne comporte pas de système multizone à expansion directe de type DRV			
	Confirmer que le projet respecte la cible d'intensité énergétique Indiquer dans la colonne suivi : • Cible selon la section 9.5.1 • Le résultat de la modélisation			

Type de balise	Information à vérifier	Validation (Cochez si validé)	Initiales (Personne qui valide)	Suivi / Explication
	Confirmer que le projet respecte la cible d'intensité de la demande en énergie thermique (IDET) Indiquer dans la colonne suivi : • Cible selon la section 9.5.1 • Le résultat de la modélisation			
	Confirmer que la performance de l'enveloppe respecte la section 9.5.2			
	Confirmer qu'un essai d'étanchéité à l'air est prévu suite à la réalisation des travaux et que la cible est indiquée aux plans et devis			
	Confirmer que la modélisation énergétique a été réalisée en suivant les « Directives de modélisation énergétique des bâtiments à carbone zéro » du CBDCa			
	Confirmer que le taux de fuite utilisé en modélisation est représentatif de la cible incluse aux plans et devis et devra être atteinte			
	Pour les bâtiments actuellement chauffés au gaz naturel, confirmer que l'utilisation du gaz naturel sera conservée pour réduire la pointe de puissance électrique en chauffage, tout en limitant sa consommation à 15 % des besoins de chauffage			

Type de balise	Information à vérifier	Validation (Cochez si validé)	Initiales (Personne qui valide)	Suivi / Explication
	Confirmer que les travaux touchant l'enveloppe thermique permettent d'améliorer la performance thermique et de s'approcher des valeurs prescriptives du CNÉB 2020			
	Confirmer que le remplacement des ouvertures (portes et fenêtres) respecte minimalement les valeurs prescriptives du CNÉB 2020			
	Confirmer que le projet intègre une amélioration de l'étanchéité à l'air du bâtiment, tel que prescrit à la section 9.6.2.3			
	Confirmer que tous les remplacements d'équipements électromécaniques respectent les exigences générales de la section 9.4			