



ÉTAT DES BERGES ET SOLUTIONS DE STABILISATION PARC PIERRE PAYET MONTRÉAL, QUÉBEC CANADA



Adressé à

Comité ZIP Jacques-Cartier
14115, rue Prince-Arthur Est, Bureau 427
Montréal, QC, H1A1A8



COMITÉ ZIP
JACQUES-CARTIER

Préparé par Terraformex Environnement

400, av. Atlantic, bureau 600, Montréal (Québec)
H2V 1A5 Tél. : 514-331-3347
www.terraformex.com

Mars 2022

Contributions financières

Le Comité ZIP Jacques-Cartier tient à remercier ses partenaires, l'arrondissement Rivière-des-Prairies – Pointe-aux-Trembles, le bureau du député fédéral Mario Beaulieu et la ministre Chantal Rouleau (Soutien à l'action bénévole 2021). Leur participation financière et leur collaboration ont permis la réalisation de ce rapport.



Mario Beaulieu
Député de La Pointe-de-l'Île



Chantal Rouleau
Députée de Pointe-aux-Trembles
Ministre responsable de la Métropole
et de la région de Montréal

Comité ZIP Jacques-Cartier

Margaux Dubé

Coordonnatrice de projet, révision

Terraformex Canada inc.

Nicolas Roy

Géologue-Géomorphologue, M.Sc.A., caractérisation,
rédaction, cartographie et conception

Nicolas Guertin

Président, révision

Signature :

A handwritten signature in blue ink over a horizontal line. To the right of the signature is a circular blue stamp. The stamp contains the text "GÉOLOGUE" at the top, "24 mars 2022" in the center, "NICOLAS ROY" below that, "# 1125" below that, and "QUÉBEC" at the bottom.

Nicolas Roy, géo., M.Sc.A. en génie géologique
Chargé de projet

Limitation de responsabilité : Ce rapport est dédié au client et aux instances afin de leur permettre de prendre des décisions éclairées quant aux options qui lui sont présentées. La responsabilité de l'auteur est de caractériser le terrain, notamment les problématiques d'érosion des berges, évaluer sommairement la dangerosité et, le cas échéant, proposer des solutions pour réduire l'érosion. La dangerosité des berges doit être revue par un ingénieur civil avant de déterminer toute stratégie finale d'intervention.

Pour citation : Terraformex. 2022. Avis technique. État des berges et solutions de stabilisation. Parc Pierre-Payet, Pointe-aux-Trembles, Montréal, Québec, Canada. Rapport présenté au Comité ZIP Jacques-Cartier. 24 pages + 1 annexe.

Table des matières

1	Introduction et objectifs.....	1
2	Localisation de la zone d'étude	1
3	Méthode.....	3
3.1	Topographie	3
3.2	Érosion des berges.....	3
3.3	Dangerosité des berges.....	4
4	Conditions existantes.....	5
4.1	Physiographie.....	5
4.2	Hydrologie.....	7
4.3	Éléments anthropiques et naturels.....	10
4.4	Processus d'érosion	10
5	Caractérisation de l'érosion des berges	12
5.1	Tronçon sud (0+000 à 0+518).....	12
5.2	Tronçon central (0+518 à 0+730)	13
5.3	Tronçon nord (0+730 à 1+005).....	15
5.4	Sommaire de l'érosion	16
6	Dangerosité des berges	17
6.1	tronçon sud.....	17
6.2	tronçon central.....	18
6.3	tronçon nord	19
6.4	Sommaire de la dangerosité	20
7	Argumentaires et recommandations	21
8	Conclusions	23
9	Recommandations	23
10	Prochaines étapes.....	24
11	Références	24
12	Annexes	25

Liste des tableaux

Tableau 1. Indices de dangerosité pour établir le constat de l'état des berges.	4
Tableau 2. Niveaux de crue observés au parc Pierre-Payet.	7
Tableau 3. Statistique sur l'érosion des berges du parc Pierre-Payet.	16
Tableau 4. Dangerosité des berges du parc Pierre-Payet.	20

Liste des figures

Figure 1. Profil de berge au droit du chaînage 0+181 (Tronçon sud). Les élévations du profil sont approximatives.	25
Figure 2. Profil de berge au droit du chaînage 0+388 (tronçon sud). Le profil du bas est un agrandissement du profil du haut vis-à-vis la zone d'érosion.	26
Figure 3. Profil de berge au droit du chaînage 0+595 (tronçon central). Le profil du bas est un agrandissement du profil du haut vis-à-vis la zone d'érosion.	27
Figure 4. Profil de berge au droit du chaînage 0+667 (Tronçon central). Le profil du bas est un agrandissement du profil du haut vis-à-vis la zone d'encrochement.	28
Figure 5. Profil de berge au droit du chaînage 0+703 (Tronçon central). Le profil du bas est un agrandissement du profil du haut vis-à-vis la zone d'encrochement.	29

Liste des cartes

Carte 1. Localisation du parc Pierre-Payet, Montréal, Québec, Canada.	2
Carte 2. Conditions d'inondation, sud du parc Pierre-Payet, Montréal (CMM, mai 2021).	8
Carte 3. Conditions d'inondation, nord du parc Pierre-Payet, Montréal (CMM, mai 2021).	9
Carte 4. Caractérisation de l'érosion. Tronçon sud.	12
Carte 5. Caractérisation de l'érosion. Tronçon centre.	14
Carte 6. Caractérisation de l'érosion. Tronçon nord.	15
Carte 7. Dangerosité des berges du tronçon sud.	17
Carte 8. Dangerosité des berges du tronçon central.	18
Carte 9. Dangerosité des berges du tronçon nord.	19

Liste des annexes

Annexe 1. Profils arpentés.	25
----------------------------------	----

1 Introduction et objectifs

Le Comité ZIP Jacques-Cartier a mandaté la firme Terraformex pour réaliser une étude de caractérisation des berges du parc Pierre-Payet. L'objectif de cette caractérisation est de déterminer la présence d'érosion de berge et de définir la dangerosité de l'érosion par rapport aux infrastructures anthropiques et naturelles. Le rapport a aussi pour buts de présenter des pistes de solutions pour la stabilisation des berges et orienter les prochaines étapes de projet.

Depuis les grandes crues de 2017 et de 2019, des inquiétudes sur la stabilité des berges, soulevées par des usagers du parc¹, ont été transmises au Comité ZIP et au député fédéral Mario Beaulieu. Suivant des pourparlers, il a été évalué d'intérêt de procéder à une étude de caractérisation de l'érosion. Pour permettre sa réalisation, le Comité ZIP a obtenu le soutien financier du député et de l'arrondissement Rivière-des-Prairies – Pointe-aux-Trembles. Suivant une entente contractuelle, une caractérisation terrain a été réalisée à l'automne 2021 et le rapport a été préparé à l'hiver 2022.

Ce rapport présente les méthodes de caractérisation utilisées qui ont fait leurs preuves dans le cadre d'autres projets réalisés sur le territoire de la Communauté métropolitaine de Montréal. Les conditions existantes le long des berges sont d'abord décrites en matière de physiographie, d'hydrologie et de la présence d'infrastructures anthropiques et naturelles. Les processus d'érosion existants le long des berges du parc sont décrits, vulgarisés et contextualisés. Vient ensuite la description détaillée de l'érosion des berges observée le long de la berge. Une évaluation de la dangerosité des berges à l'égard des infrastructures est ensuite réalisée. Enfin, des conclusions et des recommandations sont présentées permettant l'orientation de prochaines étapes de projet.

2 Localisation de la zone d'étude

La zone d'étude visée se trouve sur l'île de Montréal dans l'arrondissement de Rivière-des-Prairies – Pointe-aux-Trembles et sur les berges du fleuve Saint-Laurent. La Carte 1 montre la zone d'étude. Elle s'étend sur un peu plus d'un kilomètre de berge. Le parc couvre une surface de 2,4 ha et présente une bande de 10 à 120 m de large située le long de la rue Bellerive et de la rue Terrasse Bellerive localisées entre la 81^e et la 92^e avenue.

La zone d'étude est divisée en trois tronçons de physiographie différente, soit les tronçons sud, Centre et nord. Le tronçon sud est le plus grand avec un total de 520 m de berge mesurés le long du talus. Le tronçon Centre est l'espace parc principal avec 201 m de berge. Enfin, le tronçon nord parcourt 294 m de berges. Les trois tronçons totalisent 1015 m de berge. Afin de localiser les différentes mesures, un chaînage a été implanté le long du parc. Il est aussi indiqué sur la Carte 1.

¹ <https://journalmetro.com/local/pointe-aux-trembles-montreal-est/2728733/pointe-aux-trembles-etude-comprendre-erosion-berges/>

3 Méthode

Suivant une photo-interprétation à l'aide des images de Google Earth, un chaînage a été donné aux berges du parc. Il sert à repérer les éléments à caractériser, dont l'érosion et les infrastructures anthropiques et naturelles. Le tout est reporté dans le logiciel Google Earth.

3.1 TOPOGRAPHIE

Pour réaliser quelques relevés topographiques, un laser rotatif a été utilisé d'une précision millimétrique en élévation. La position des profils a été déterminée par rapport aux chaînages et à des objets identifiables sur la photo aérienne. Le tracé du profil a été placé le long d'une chaîne graduée au centimètre et selon un axe horizontal. Le niveau altimétrique de référence a été identifié avec le niveau d'eau du jour selon le niveau de la jauge de Varenne (no 15660) disponible en temps réel. Les profils sont présentés en annexe 1.

3.2 ÉROSION DES BERGES

La caractérisation de l'érosion des berges a été réalisée le 17 et le 18 novembre 2021, soit après que les feuilles des arbres et arbustes soient tombées et donc en condition d'observation optimale de berges. Le niveau d'eau du fleuve Saint-Laurent était bas permettant un accès sans contrainte au littoral. Les berges ont été caractérisées au complet sur le littoral et les éléments d'intérêt ont été cartographiés selon le chaînage. Au total, 247 photographies géoréférencées ont été prises sur le long des berges permettant de faire référence dans ce rapport ou pour servir d'outils à la caractérisation par la suite. La position du sommet du talus a été déterminée par une mesure à l'aide d'un ruban gradué au centimètre entre la bordure de béton de la rue et le sentier d'asphalte et le sommet du talus à différents chaînages. Les mesures ont été prises horizontalement pour ensuite être reportées sur les cartes.

3.3 DANGÉROSITÉ DES BERGES

Comme l'érosion est un phénomène naturel et qu'elle n'est pas nécessairement un problème pour l'environnement, il faut évaluer la pertinence d'agir contre l'érosion. Une façon de procéder est de déterminer la dangerosité des berges envers les infrastructures anthropiques et naturelles d'intérêt. Cette façon de faire permet un redécoupage des berges selon plusieurs niveaux de dangerosité.

La dangerosité des berges à l'égard des infrastructures a été établie en fonction des critères identifiés au Tableau 1. La dangerosité d'une berge en érosion est établie sur une base semi-quantitative et se base sur la relation entre la sévérité de l'érosion, la distance du haut de talus avec la bordure de l'infrastructure, le type de matériaux composant la berge et la hauteur et l'inclinaison de talus affecté par l'érosion. Cette méthode d'analyse a été développée et appliquée pour caractériser d'autres berges de la Communauté métropolitaine de Montréal, notamment à Pointe-Claire (Terraformex, 2020) et Vaudreuil-Dorion (Terraformex, 2020). Dans le cadre de ce présent projet, il s'agit d'une analyse préliminaire, mais qui est amplement suffisante compte tenu du contexte de l'étude et du niveau de complexité des berges à analyser.

Tableau 1. Indices de dangerosité pour établir le constat de l'état des berges.

Dangerosité de la berge en érosion	Définition
0 - Imminente (très élevée)	Danger imminent de mouvement de sol qui menace l'infrastructure et la sécurité des usagers. Une recommandation de fermeture partielle ou complète de la route peut être émise lors de période de crue ou voire, si nécessaire, permanente tant que des travaux correctifs ne sont pas réalisés.
1 - Élevée	Avis d'imminence de dégradation et un risque pour la route lors de la prochaine forte crue. Un suivi est requis pour dénoter toute évolution de la situation. Des travaux temporaires ou correctifs pourraient être recommandés dès l'automne, ou dès que possible afin d'assurer la sécurité et le maintien en place des infrastructures de la ville pour la prochaine crue printanière.
2 - Moyenne	Il n'y a pas d'évidence de danger à court moyen terme, mais l'évolution de la berge pourrait rendre l'infrastructure routière vulnérable à moyen ou long terme. Processus à appliquer : études complémentaires, demande de CA, plans et devis, travaux correctifs et suivi.
3 – Faible	Pas de danger à moyen terme et à long terme. Un suivi de la stabilité des berges permettra d'évaluer si les conditions évoluent ou pas vers un danger de dégradation pour l'infrastructure routière.
4 - Très faible, nulle et stable naturellement	Pas de danger envisagé pour la route, car aucune évolution de la berge n'est prévue. Pas de recommandations particulières ou d'intervention requise à long terme. En général, la berge est soit déjà stabilisée mécaniquement (mur de béton et de boulders, enrochement, etc.) ou stable naturellement. Un suivi occasionnel permet de constater tout changement dans la stabilité de la berge.

4 Conditions existantes

4.1 PHYSIOGRAPHIE

Le parc présente un relief bas qui longe le Saint-Laurent. Selon les observations recueillies le long des berges en érosion, les bandes riveraines du parc sont composées en grande partie de remblais composés de différents matériaux dont parfois des matériaux secs comme le béton.

Au tronçon sud, un mur de béton protège la berge sur 148 m (chaînage 0+000 à 0+148). Ce mur montre quelques fissures et un certain niveau de dégradation. Plus au nord (0+148 à 0+500), la rive est généralement engazonnée sur une largeur de 6 à 15 m. La berge est constituée d'un talus plus ou moins abrupt et plus ou moins en érosion (exemple Photo 4). Il est généralement d'une hauteur de plus ou moins 1 m et est généralement végétalisé. Une végétation herbacée ou de vigne est très dense et recouvre en général le talus (Photo 5). Des déchets jonchent souvent le sol en bande riveraine et en littoral (Photo 6). Un replat est ensuite observé jusqu'à la rue. Des arbres sont présents sur la bande riveraine. Ce replat présente un sentier sur gazon utilisé par les piétons. En générale, le replat fait environ 10 m de large.

Le tronçon central du parc (0+500 à 0+700) est l'espace parc le plus vaste. Il atteint une largeur de 120 m. Il présente une faible élévation et la berge est aussi de faible pente en bande riveraine. L'érosion est présente de façon éparse, mais ne représente que des microtalus (Photo 1). Une rangée d'arbres est présente à la limite du littoral (Photo 12) et deux enrochements de 30 et 40 m de long ont aussi été identifiés (Photo 2 et Photo 3). Plusieurs équipements de parc sont présents comme une piste multifonctionnelle et des aires de jeux.

Le tronçon nord du parc (0+700 à 1+005) montre une largeur de 20 à 25 m de large entre la rue Terrasse Bellerive et la limite des hautes eaux (LHE). Mise à part une mince bande naturelle, la bande riveraine est engazonnée (Photo 7). Plus au nord, la berge devient plus abrupte et présente des remblais, des déchets et il y a plusieurs indices d'érosion (Photo 8 à Photo 11).



Photo 1. Érosion en microtalus, secteur central.



Photo 2. Enrochement observé vers 0+703



Photo 3. Enrochement observé vers 0+550



Photo 4. Petit talus en érosion, secteur sud (0+350).



Photo 5. Recouvrement de vignes sur le talus qui est plus ou moins faiblement en érosion (0+325).



Photo 6. Présence de déchets sur la berge (0+240).



Photo 7. État de la bande riveraine entretenue et naturelle (tronçon nord).



Photo 8. Présence de déchet et d'érosion le long du talus en berge (tronçon nord).



Photo 9. Arbre affecté par de l'érosion (tronçon nord).



Photo 10. Arbre dégradé par des castors (tronçon nord).

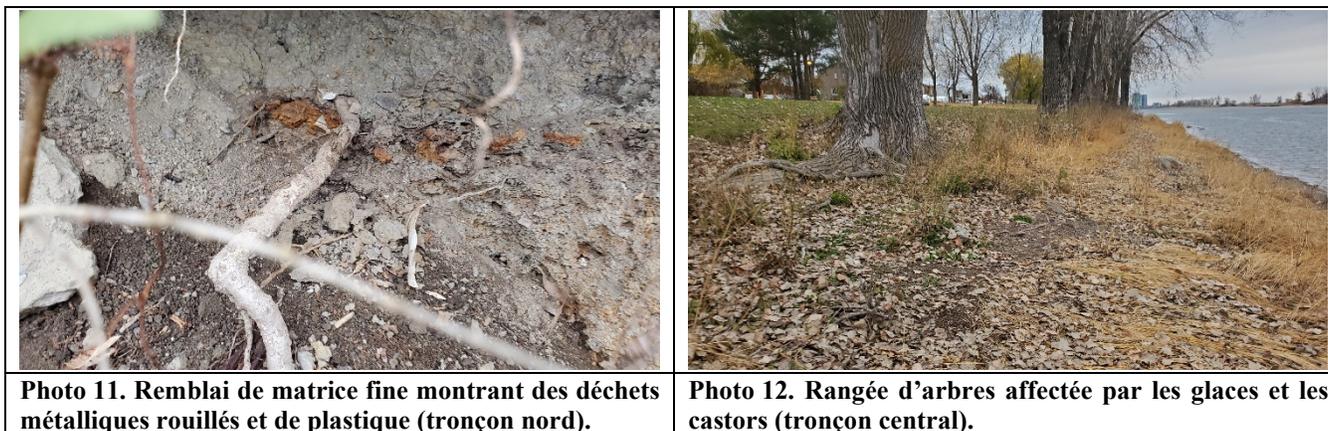


Photo 11. Remblai de matrice fine montrant des déchets métalliques rouillés et de plastique (tronçon nord).

Photo 12. Rangée d’arbres affectée par les glaces et les castors (tronçon central).

4.2 HYDROLOGIE

Les cartes 2 et 3, extraites de la carte du RCI-2019-78_31H11-020-1601, présentent les conditions hydriques pour les crues de récurrence 20 et 100 ans ainsi que pour la crue 350 ans. Cette dernière carte a été mise à jour en mai 2021 et les conditions observées sont donc actuelles. La carte fait partie du règlement 2021-91 adopté par la Communauté métropolitaine de Montréal le 20 mai 2021.

Il est possible de constater que le secteur central du parc suivant la rue Bellerive est soumis aux inondations. Les secteurs nord et sud du parc présentent une berge plus escarpée et plus haute qui fait en sorte que les inondations n’atteignent pas le sommet de la berge. Les niveaux de crues sont présentés au Tableau 2. La variation des niveaux d’inondation documentés varie peu le long du parc, soit d’environ 1 cm selon les niveaux considérés. La différence entre la LHE et le niveau centenaire atteint toutefois 1,34 m. Le niveau extrême atteint la cote géodésique 9,04 m.

Tableau 2. Niveaux de crue observés au parc Pierre-Payet.

Secteurs	Rue	Niveau de crue (m - géodésique)			
		LHE	20 ans	100 ans	350 ans
Nord	Terrasse Bellerive de la rue Raoul-Jobin à la 92 ^e avenue.	7,46	8,40	8,80	9,03
Centre	Rue Bellerive entre la rue Raoul-Jobin et la 86 ^e avenue	7,46	8,41	8,80	9,04
Sud	Rue Bellerive entre la 86 ^e et la 81 ^e avenue	7,47	8,41	8,81	9,04



Carte 2. Conditions d'inondation, sud du parc Pierre-Payet, Montréal (CMM, mai 2021).



Carte 3. Conditions d'inondation, nord du parc Pierre-Payet, Montréal (CMM, mai 2021).

4.3 ÉLÉMENTS ANTHROPIQUES ET NATURELS

Le parc présente différents éléments anthropiques. Ceux-ci sont principalement un sentier piéton asphalté, des aires de jeux pour enfants, des bancs et des tables observées dans la partie centrale du parc. Toutes ces infrastructures sont toutefois assez loin des zones d'érosion (plus de 20 m en général). Dans le tronçon sud, un sentier piéton sur gazon parcourt l'espace situé entre le talus et la rue Bellerive. Sur le littoral, il y a la présence d'un bon nombre de quais amovibles. Quelques courtes sections d'ouvrages de stabilisation de berges en enrochement sont situées dans les tronçons centre et nord du parc et un muret de béton est identifié sur le tronçon sud. Des déchets, surtout du bois, du béton et de l'asphalte sont observés sur les berges le long du talus. Ces derniers viennent souvent de vieux remblais riverains ayant subi une érosion, ce qui laisse paraître les plus gros morceaux.

Du côté des éléments naturels, deux éléments sont existants. Il s'agit principalement de l'espace parc qui est engazonné et entretenu. Autrement, quelques espaces de bande riveraine naturelle sont isolés en amont du talus en berge. Une rangée d'arbres naturellement implantés, surtout constitués d'érables à Giguère (acer negundo) et de peupliers deltoïdes (populus deltoides), est observée le long du talus. Certains sont affectés par l'érosion. Le littoral exondé en basses eaux présente des prairies humides et des plages sablo-graveleuses. Des massifs de saules, de quenouilles et de phragmites sont aussi identifiés ici et là.

4.4 PROCESSUS D'ÉROSION

Les berges du parc peuvent être soumises à des processus d'érosion à différents degrés d'amplitude. Les facteurs d'érosion sont les suivants :

- Érosion par ruissellement ;
- Érosion par les courants ;
- Érosion par les glaces ;
- Érosion des vagues générées par les bateaux à moteur (activité nautique) ; et
- Érosion des vagues générées par le vent.

Comme les pentes du parc sont douces et engazonnées, **l'érosion causée par le ruissellement** de l'eau de pluie est nulle ou faible. Aucun indice d'érosion, comme des incisions profondes provenant de la concentration d'eau de pluie qui ruisselle sur le gazon, n'a de plus été observé sur les talus en érosion. Ce processus ne semble pas contribuer, du moins significativement, à l'érosion des talus.

Les courants observés en période de faibles hydraulicités sont faibles ou presque nuls sur la berge. En haute hydraulité printanière, ils sont probablement un peu plus actifs, mais certainement pas suffisamment élevés pour entraîner des particules de sol grossières. Ainsi, les courants ne doivent pas affecter les talus en érosion significativement. Ils servent par contre de véhicules pour la dérive des glaces qui, elles, peuvent abimer les berges (voir ici-bas).

Les glaces de dérives peuvent parfois endommager les berges. Ces dernières peuvent venir frotter les berges sous l'action des courants. Des traces d'érosion sur les arbres ont d'ailleurs été notées. Sur plusieurs arbres, il est par contre facile de confondre ces marques avec de **l'écorçage causé par des castors**. Ainsi, comme les plages ont généralement des pentes douces, les arbres sont peu susceptibles d'être affectés directement et gravement par les glaces. Il est toutefois possible que des amas de substrat soient soulevés

par les glaces. Aucune trace de ce processus n'a par contre été notée au terrain. Ainsi, seuls les arbres bordant les plages, surtout dans le nord du tronçon nord où le talus est plus abrupt, sont relativement dégradés par ce processus.

Comme il ne s'agit pas du canal principal, seules de petites embarcations de plaisance circulent sur le plan d'eau en face du parc. Ces dernières ne peuvent générer de grosses vagues qui éroderaient la berge significativement. De plus, **l'activité nautique** est principalement l'été. À cette période, les niveaux du fleuve sont généralement bas et l'action des vagues se retrouve au niveau des plages à pente très douce. Aucune érosion de talus n'est donc à considérer par ce processus.

De ces processus d'érosion, un seul serait suffisamment efficace pour créer des talus d'érosion. Il s'agit **des vagues générées par le vent**. Le fetch² est par contre court, de l'ordre de 800 m et moins au sud et 400 m et moins au nord. Ce type de fetch ne génère que de petites vagues (moins de 20 cm). Cependant, en régime de forte hydraulité printanière, les hauts niveaux d'eau jumelés à de grosses tempêtes peuvent toutefois générer des vagues un peu plus grosses qui à la longue finissent par éroder les berges vulnérables constituées de matériaux fins sablonneux ou silteux. Comme les berges observées sont souvent constituées de ce matériel, il est donc normal d'observer de l'érosion causée par les vagues de vent. À contrario, lorsque les niveaux d'eau sont bas, moyens et même élevés, les vagues déferlent sur la plage. Alors aucune érosion n'est générée.

Ainsi, ce sont surtout les périodes de très hauts niveaux d'eau, voire exceptionnels, qui peuvent générer de l'érosion de berge. De plus, ces périodes de hautes eaux doivent être croisées par des événements de vents suffisamment puissants et durables pour générer des vagues érosives. Ce croisement de probabilité diminue radicalement les probabilités d'événement érosif sur la berge. Comme il a été constaté par des usagers, il semble que ce processus d'érosion de vagues jumelé aux crues soit récent. Il est probablement dû aux crues exceptionnelles observées au printemps des années 2017 et 2019.

² Longueur d'un plan d'eau sur lequel le vent peut former des vagues. La grosseur des vagues est fonction de la longueur du fetch, mais aussi de la vitesse et de la durée des vents.

5 Caractérisation de l'érosion des berges

5.1 TRONÇON SUD (0+000 À 0+518)

Comme le montre la Carte 4, l'érosion a été détectée entre les chaînages 0+148 et 0+403 (255 m) et entre les chaînages 0+422 et 0+512 (90 m) pour un total de berge affectée de 345 m. L'érosion observée consiste par la présence de talus plus ou moins dénudés de végétation, généralement d'environ 1 m de hauteur et moins. Mis à part le mur de béton observé sur 149 m de long dans la section sud du tronçon et une courte section de 12 m de long de berge enrochée sur une pointe (vers 0+410), aucun autre ouvrage de stabilisation n'est observé le long de ce tronçon.



Comme le rapportent les profils des figures 1 et 2 (Annexe 1), les élévations de pieds de talus en érosion (autour de l'élévation 8,0 m) montrent qu'ils sont affectés par des vagues générées seulement lors de crues printanières importantes. Ces crues arriveraient environ toutes les 5 ou 10 ans. Les taux d'érosion doivent donc être très faibles en raison de l'inexistence d'activité d'érosion dans la plupart des années. Cela permet à la végétation de s'installer entre chaque événement d'érosion, ce qui a tendance à renforcer la berge.

Un profil de berge a été arpenté sur le tronçon sud afin de mieux documenter la berge et en évaluer l'importance de l'érosion. Ce profil, arpenté au droit du chaînage 0+388, est présenté à la Figure 1. Les deux graphiques de cette figure présentent le même profil, mais à deux échelles différentes. Sur celui du haut, il est possible de constater que la bordure de béton du chemin est à 10,4 m du talus d'érosion. Comme le démontre le graphique du bas, le talus en faible érosion a une hauteur d'environ 50 cm. Il semble de plus que seules les crues de récurrence de plus de 10 ans environ atteignent le pied de talus en érosion. Ainsi, seuls de très rares événements de tempêtes peuvent générer des vagues qui créeront de l'érosion. Étant donné que la pente générale de la berge est douce, l'érosion devrait à long terme naturellement se stabiliser selon la pente naturelle de la plage. Ainsi, l'infrastructure ne devrait pas être menacée par l'érosion. La seule partie naturellement végétalisée de la bande riveraine de 10 m est située entre les chaînages 10,4 et 12,5 m. Le reste de la bande riveraine est entretenu et engazonné. La plage en pied de talus est stabilisée avec une couverture végétale de graminées et de saules arbustifs.

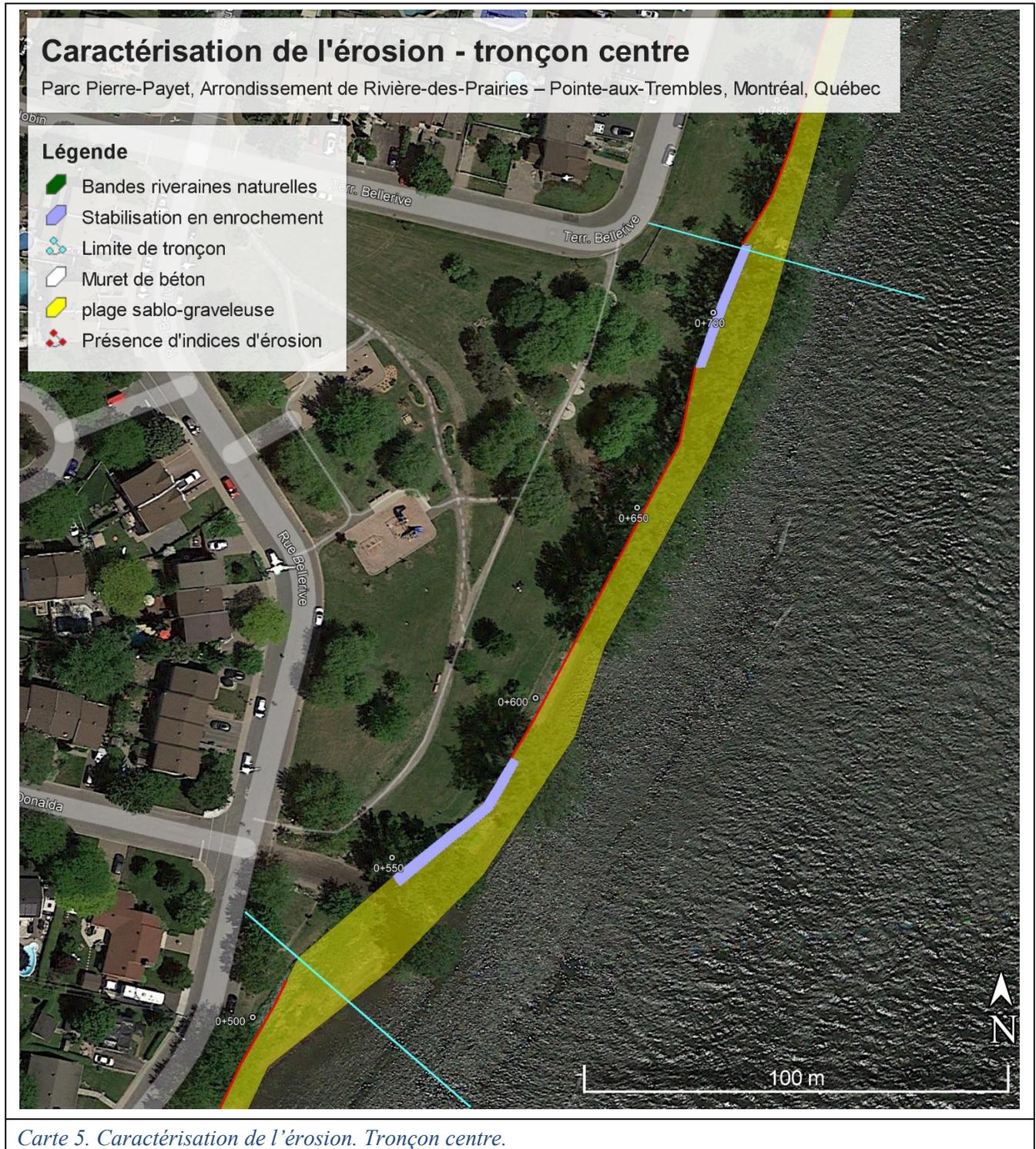
5.2 TRONÇON CENTRAL (0+518 À 0+730)

Comme le montre la Carte 5, l'érosion a été détectée entre les chaînages 0+585 et 0+687 pour un total de berge affectée de 102 m. L'érosion observée consiste par la présence de microtalus plus ou moins dénudé de végétation, généralement d'environ 0,3 m de hauteur et moins. Deux courtes sections de 40 et 31 m de long de berges sont enrochées (vers 0+570 et 0+700) le long de ce tronçon. Ces enrochements sont constitués de grosses pierres déversées au sol. Leur efficacité semble douteuse. Comme l'érosion y est faible, ils peuvent quand même réussir à contrer l'essentielle de l'érosion.

Trois profils de berge ont été arpentés sur le tronçon central afin de mieux documenter la berge, en évaluer l'importance de l'érosion et l'existence d'un enrochement. Ces profils, arpentés au droit des chaînages 0+595 (érosion), 0+667 (érosion) et 0+703 (enrochement), sont présentés à l'Annexe 1. Les deux graphiques de chaque figure présentent le même profil, mais à deux échelles différentes.

Concernant les deux premiers profils (avec érosion ; 0+595 et 0+667), sur les graphiques du haut, il est possible de constater l'existence d'un sentier situé respectivement à 24 et 29 m du microtalus en érosion. Comme la pente est douce, l'érosion devrait naturellement se stabiliser selon la pente naturelle de la plage. Ainsi, l'infrastructure ne serait jamais menacée par l'érosion. En contrepartie, il est possible de constater que les crues atteignent le sentier au moins tous les 50 à 100 ans et que la bande riveraine est sous l'eau tous les 20 ans. Comme la pente du talus est douce, les vagues ne génèrent pas d'érosion et ne font que glisser sur le gazon entretenu. Sur les profils du bas, il est possible de noter la limite entre la bande riveraine naturelle et celle engazonnée et entretenue. La seule partie naturellement végétalisée est située dans le littoral, soit sous la LHE de récurrence 2 ans. La plage en pied de talus est stabilisée avec une couverture végétale d'herbacée.

Sur le profil 0+703, il est possible de constater la position de l'encrochement. Ce dernier se trouve dans la plage d'élévation de la LHE. Aucune érosion n'est observée le long du profil et une bande riveraine naturelle de 1 m est observée en sommet d'encrochement. Le pied d'encrochement est végétalisé et présente des déchets, et ce comme à plusieurs endroits le long de la berge. Ces derniers sont souvent des blocs de béton et d'asphalte provenant probablement de l'érosion des remblais disposés le long du littoral il y a plusieurs décennies.



5.3 TRONÇON NORD (0+730 À 1+005)

Comme le montre la Carte 6, l'érosion a été détectée sur 281 m, soit l'essentiel des berges de ce secteur. L'érosion est présente entre les chaînages 0+730 et 0+992. Dans la section sud du tronçon, l'érosion observée consiste par la présence de microtalus plus ou moins dénudé de végétation, généralement d'environ 0,3 m de hauteur et moins. Comme la pente du terrain augmente graduellement, la section nord du tronçon présente des talus plus hauts et plus érodés. Ces derniers dépassent parfois un mètre de haut. Plusieurs arbres sont d'ailleurs menacés, à long terme, par l'érosion.

Une courte section de 27 m de long de berges est enrochée (vers 0+810) le long de ce tronçon. Cet enrochement est constitué de grosses pierres déversées au sol. Son efficacité semble douteuse et l'érosion reste active.



Carte 6. Caractérisation de l'érosion. Tronçon nord.

5.4 SOMMAIRE DE L'ÉROSION

Les résultats statistiques de l'érosion des berges du parc sont présentés au Tableau 3. Comme il est observé, les berges du parc sont en érosion sur 728 m des 1 015 m, soit pour une proportion de 71,7 %. En contrepartie, 55 m (5,4 %) de berges sont considérés comme stables et ne présentent donc aucun indice d'érosion. Enfin, quelque 232 m (22,9 %) de berges sont actuellement adéquatement protégés par un mur de béton (tronçon sud) ou par des ouvrages d'enrochement.

Tableau 3. Statistique sur l'érosion des berges du parc Pierre-Payet.

Tronçons	Longueur de berge (m)			
	En érosion	Stable	Protégée adéquatement	Total
Sud	345	14	161	520
Centre	102	28	71	201
Nord	281	13	0	294
Total	728 (71,7 %)	55 (5,4 %)	232 (22,9 %)	1 015 (100 %)

6 Dangerosité des berges

6.1 TRONÇON SUD

La cartographie de la dangerosité des berges du tronçon Sud est présentée à la Carte 7. Comme il est possible de le constater, la partie nord du tronçon présente une section où la berge est de dangerosité moyenne sur 22 m de long (chaînage 0+490) et une autre au sud sur 17 m de long (chaînage 0+190). La distance entre le sommet du talus et la bordure de béton est en 2021 de 6 m et 7 m respectivement au point le plus proche. Autrement, les 481 autres mètres de berges de ce tronçon présentent une dangerosité pour les infrastructures considérées faible ou de nulle à faible.



Carte 7. Dangerosité des berges du tronçon sud

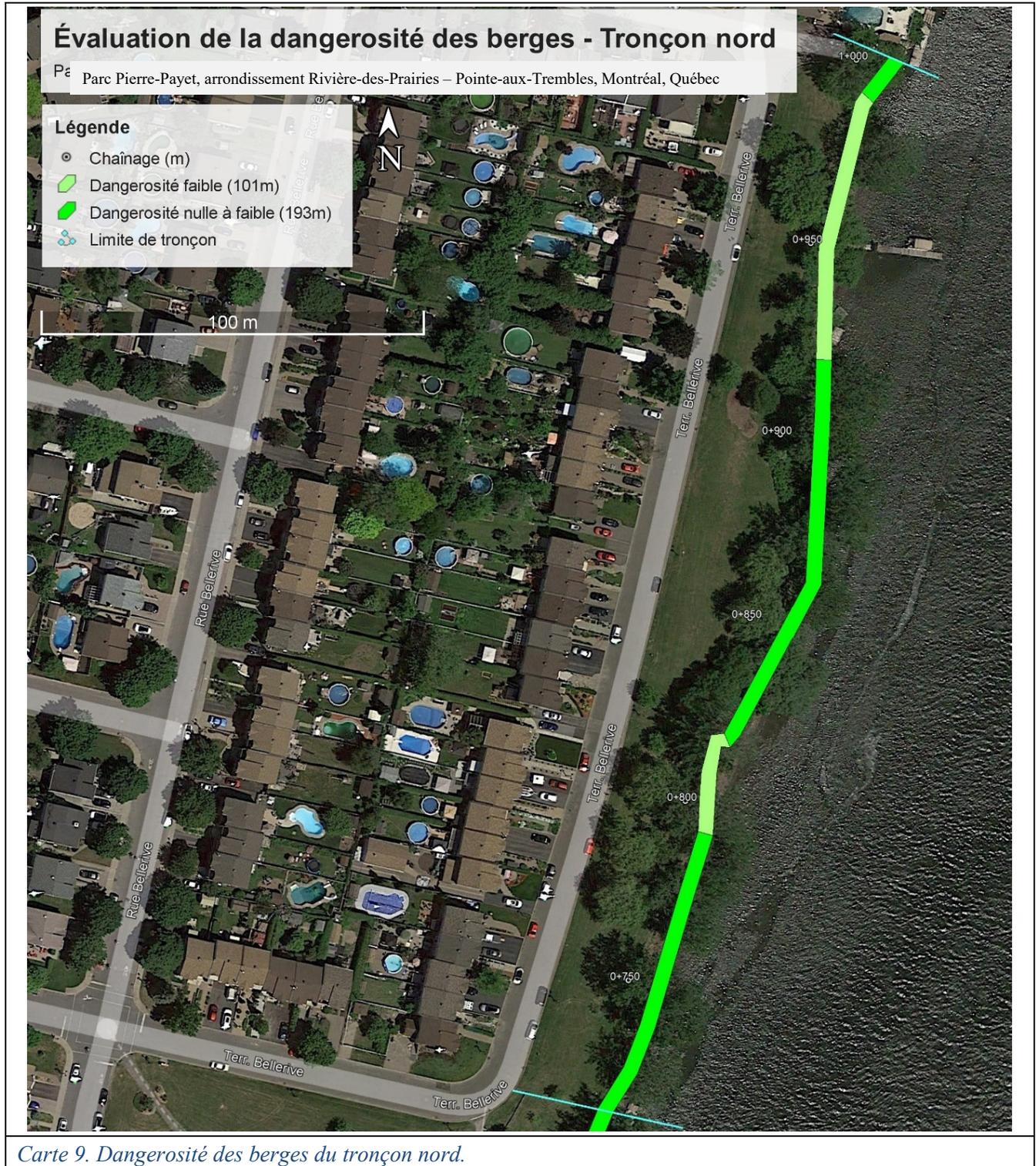
6.2 TRONÇON CENTRAL

La cartographie de la dangerosité des berges du tronçon central est présentée à la Carte 8. Comme il est possible de constater, aucune section de berge ne présente de dangerosité considérée élevée ou imminente. Ainsi, toutes les berges (201 m) de ce tronçon présentent une dangerosité pour les infrastructures considérée faible ou de nulle à faible.



6.3 TRONÇON NORD

La cartographie de la dangerosité des berges du tronçon nord est présentée à la Carte 9. Comme il est possible de constater, aucune section de berge ne présente de dangerosité considérée élevée ou imminente. Ainsi, toutes les berges (294 m) de ce tronçon présentent une dangerosité pour les infrastructures considérée faible ou de nulle à faible.



6.4 SOMMAIRE DE LA DANGÉROSITÉ

Les résultats statistiques sont compilés au Tableau 4. Comme le montre ce tableau, aucune berge n'est considérée de dangerosité imminente ou élevée. Un total de 39 m (3,8 %) de berges est par contre considéré de dangerosité évaluée de moyenne. L'ensemble des autres berges (96,2 %) est évalué de dangerosité nulle à faible (508 m) ou de dangerosité faible (485 m) pour les infrastructures.

Tableau 4. Dangerosité des berges du parc Pierre-Payet.

Tronçons	Longueurs observées (m) - Dangerosité					
	Nulle à faible	Faible	Moyenne	Élevée	Imminente	Total
Sud	216	265	39	0	0	520
Centre	99	102	0	0	0	201
Nord	193	101	0	0	0	294
Total	508 (50,0 %)	468 (46,2 %)	39 (3,8 %)	0 (0,0 %)	0 (0,0 %)	1 015 (100 %)

7 Argumentaires et recommandations

Selon les observations effectuées, aucun milieu naturel d'intérêt n'est à protéger contre l'érosion. En pratique, seules deux sections de berge présentent une portion de bande riveraine naturelle significative. Cependant, elles ne sont pas menacées par l'érosion de façon problématique. Par contre, des arbres matures sont menacés par l'érosion, surtout dans le secteur nord. Cependant, les castors semblent causer plus de dommage à certains arbres riverains que l'érosion des berges. Comme il a été observé à plusieurs endroits, l'enracinement de ces arbres contribue à la stabilité des sols grâce à des enracinements profonds. Une intervention pour les protéger serait complexe à organiser et la régénération d'arbres riverains ne manque pas pour éventuellement remplacer ceux qui seraient dégradés par l'érosion, surtout celle occasionnée par le frottement par les glaces de dérive. Aucune intervention sur la protection des bandes riveraines naturelles existantes n'est donc suggérée.

Concernant les infrastructures urbaines, deux sections de berge en érosion portent un certain risque. Elles cumulent 39 m de dangerosité considérée moyenne et elles sont situées sur le tronçon sud (chaînage 0+180 et 0+490). La dangerosité dite moyenne recommande une intervention à court ou moyen terme (dans le cas du parc Pierre-Payet, on dirait plutôt à moyen terme), suivant la préparation d'études complémentaires et la réalisation de plans et devis. En effet, comme l'érosion progresse très lentement, à moins de crue majeure en 2022, aucun enjeu particulier n'est à soulever à court terme. La situation montre que le sommet du talus en érosion est situé entre 6 à 7 m de la rue. De plus, étant donné qu'un sentier existant est situé entre le talus et la rue, l'érosion pourrait menacer cet usage, ce qui pousserait le passant à éventuellement marcher dans la rue. Il est donc recommandé qu'un ouvrage de stabilisation soit proposé à cet endroit pour éliminer tout risque à moyen ou long terme pour les usagers et éventuellement, pour l'infrastructure routière.

Pour les berges à faible dangerosité située dans le secteur sud, comme le talus pourrait éventuellement menacer l'usage du sentier, il est suggéré d'augmenter la végétalisation visant à réduire l'érosion du talus. Sur les tronçons centraux et nord, les enjeux d'érosion sont quasi inexistantes et aucune intervention de plantation n'est proposée contre l'érosion.

Pour réaliser les plantations proposées, des repeuplements arbustifs principalement de *Salix interior* et accompagnés de *Cornus sericea* sont recommandées. Ces deux espèces sont recommandées en raison de leur capacité d'enracinement visant à réduire efficacement l'érosion. Pour en assurer un bon enracinement, les plantations doivent être placées le long du microtalus dans les lieux les plus ensoleillés, car en section déjà boisée (comme entre 0+150 à 0+325), le manque de soleil fera en sorte d'affaiblir les arbustes proposés. Les sites de plantation proposés sont donc localisés entre les chaînages 0+300 et 0+520. Il est recommandé de planter les végétaux au printemps pour en maximiser la période de croissance jusqu'à la crue suivante. Enfin, des plantations d'arbustes en pot pourraient être faites en pied de talus en érosion et des boutures pourraient être installées dans le microtalus.

Il est enfin proposé de laisser les bandes riveraines se régénérer sur une largeur de 10 m, notamment dans les secteurs les moins occupés par les usages du parc. D'une part, des économies seraient faites en entretien et d'autre part, de grandes sections de bandes riveraines naturelles permettraient à la flore et à la faune de s'installer de nouveau sur les berges du Saint-Laurent sur près de 300 m sans affecter réellement les usages du parc. Tout en laissant des fenêtres sur le fleuve pour les usagers vers 0+600, ce reboisement naturel

pourrait aussi être effectué le long du tronçon central. Il ne serait pas pertinent de le faire sur le tronçon sud en raison de la faible largeur existante entre la route et le talus et cela compromettrait l'usage du sentier. Cette initiative permettrait de faire passer la superficie de bandes riveraines naturelles du parc de 1 130 m² à plus de 5 000 m².

8 Conclusions

Les conclusions de ce rapport sont les suivantes :

L'érosion observée sur les berges du parc est d'origine fluviale. Elle serait due principalement aux vagues générées par le vent lors de la période de crue printanière. Les crues printanières exceptionnelles de 2017 et de 2019 ont sûrement joué un rôle prépondérant dans l'évolution récente de cette érosion de talus.

Les berges du parc observées à l'automne 2021 montrent des microtalus en érosion sur 728 m des quelque 1015 m de berges documentées. Les autres berges sont considérées comme stables sur 55 m et adéquatement protégées sur 232 m. L'érosion observée consiste en la présence d'un microtalus généralement entre 20 cm et 110 cm de hauteur. Ce microtalus est plutôt observé aux horizons de la LHE dans les tronçons central et nord. Dans le tronçon sud, le microtalus est plutôt situé proche de l'élévation d'inondation 20 ans et donc beaucoup moins soumis aux événements érosifs générés par les vagues de vent provenant du fleuve. Le tronçon sud reste néanmoins le plus à surveiller en raison de présence de vagues un peu plus fortes que dans les tronçons centre et nord.

Aucune berge de dangerosité élevée ou imminente n'a été observée sur les 1015 m de berges du parc. Seulement 39 m (3,8 %) de berge du parc sont considérés de dangerosité moyenne. Enfin, un total de 976 m de berges est considéré de dangerosité nulle à faible ou faible (96,2 %).

Des bandes riveraines naturelles sont présentes à seulement deux endroits sur des largeurs moindres que 10 m (largeur réglementaire). La majorité des bandes riveraines sont engazonnées et entretenues pour l'usage du parc. Pour sa part, le littoral est constitué de plage sablo-graveleuse souvent recouverte de végétation herbacée, et parfois arbustive, dont plusieurs massifs de saules arbustifs, de quenouilles et de phragmites. En général, une rangée plus ou moins large d'arbres, surtout des peupliers, s'est naturellement implantée le long de la limite des hautes eaux.

9 Recommandations

Suivant les résultats et les conclusions de l'étude, quatre recommandations sont formulées.

1. D'une part, il serait pertinent d'évaluer les besoins en stabilisation sur les deux sections de berge en érosion jugée de dangerosité moyenne, c'est-à-dire sur une longueur totale identifiée de 39 m. La solution retenue pourrait par exemple être une approche mixte jumelant enrochements de pied de talus, phytotechnologies et végétalisation riveraine.
2. D'autre part, comme dans le tronçon sud, le talus d'érosion se trouve à une distance relativement proche de la bordure de béton du chemin (environ 10 m) et menace à long terme un sentier pédestre et des arbres de rue, il serait pertinent de réaliser des actions favorables à la stabilisation par la végétalisation de la berge. Il est donc proposé de réaliser des plantations de *Salix interior* et de *Cornus sericea* dans les secteurs ensoleillés en pied et dans le microtalus.
3. De plus, le reboisement de bandes riveraines entretenues serait pertinent dans les sections, notamment sur les berges du tronçon central et du tronçon nord. Cela permettrait de quintupler la surface de bandes riveraines naturelles du parc. Un reboisement par un simple non-entretien est envisageable avec ou sans plantations d'accompagnement d'espèces typiques des bandes riveraines.

4. Finalement, une campagne de nettoyage des berges pourrait être effectuée, car des déchets, surtout du béton, des planches de bois et de l'asphalte, ont été observés sur les berges.

10 Prochaines étapes

Comme aucune berge du parc documenté dans ce projet ne présente un avis d'imminence considérant une dangerosité élevée ou imminente, il s'avère qu'un processus de projet standard peut-être appliqué. Voici les étapes suggérées pour mener à la réalisation d'ouvrage de végétalisation et de stabilisation sur environ 2 ans suivant la réception du rapport.

- Évaluation par un ingénieur civil/hydraulicien/structure afin de valider le niveau de dangerosité des berges problématiques identifiées (tronçon sud) et l'état du muret de béton situé au sud ;
- Recherche de financement ;
- Évaluation de la stratégie de stabilisation en regard du cadre du Règlement sur l'encadrement d'activités en fonction de leur impact sur l'environnement (REFIE). Il faudrait notamment tenir compte des types d'ouvrages de stabilisation à aménager qui peuvent alors influencer les besoins en demande de permis et autorisation auprès du MELCC. Pour y arriver, une phase de préconception des ouvrages de stabilisation est suggérée. Selon le REFIE, il serait permis de réaliser des ouvrages de stabilisation sur des distances variables allant de 30 à 50 m selon les moyens utilisés, et ce, sans demande de CA et, si nécessaire, avec une déclaration de conformité.
- Évaluer la stratégie de stabilisation en regard de la loi sur la Conservation de la faune du ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs (MFFP) qui s'applique dans le littoral public comme celui retrouvé au droit du parc et d'un éventuel besoin en demande d'examen selon la Loi sur les Pêches du ministère Pêches et Océans Canada ;
- Préparation de plans et devis ;
- Préparation des demandes de permis ;
- Appel d'offres et réalisation des travaux de stabilisation et de plantation. Dans ce dernier cas, certains travaux de végétalisation et de nettoyage de berges pourraient être réalisés directement par le Comité ZIP ; et
- Suivi, entretien et remplacement des végétaux morts des plantations sur au moins une année et idéalement 3 années.

11 Références

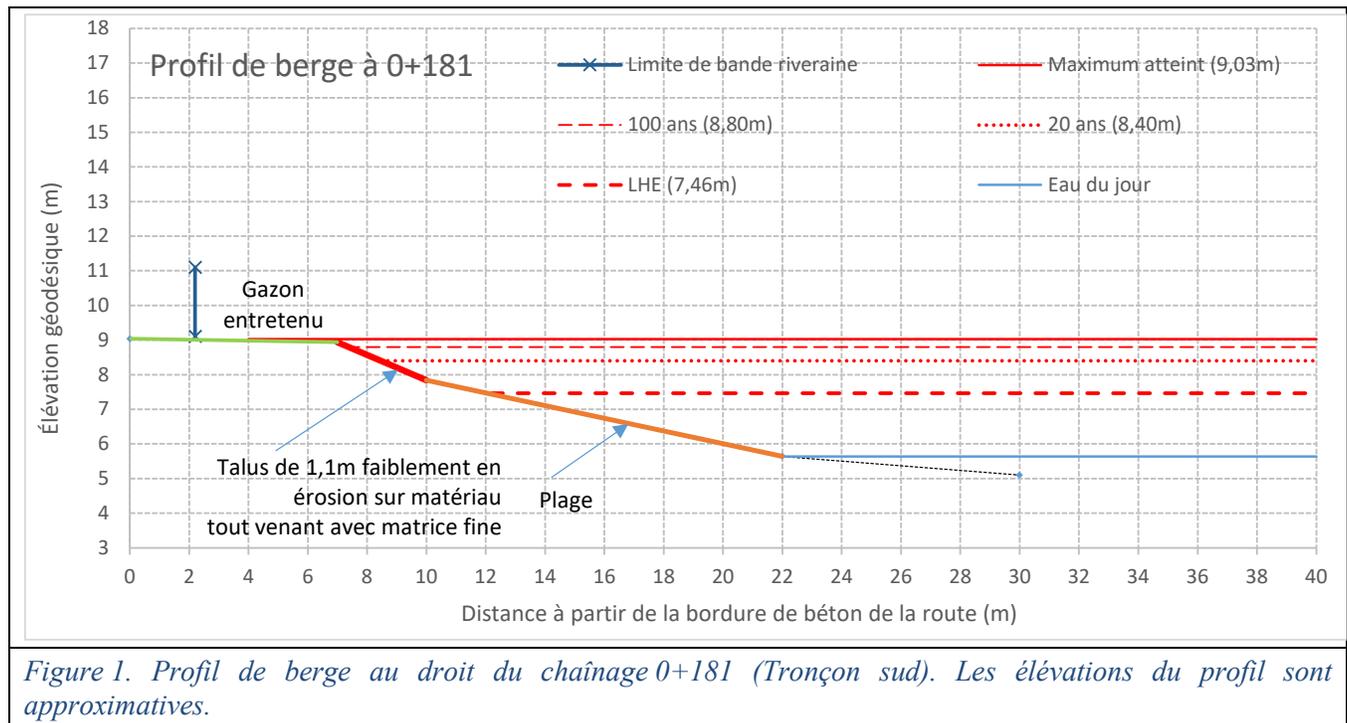
Communauté métropolitaine de Montréal. 2019 (révisé en 2021). Carte sur les risques d'inondations.

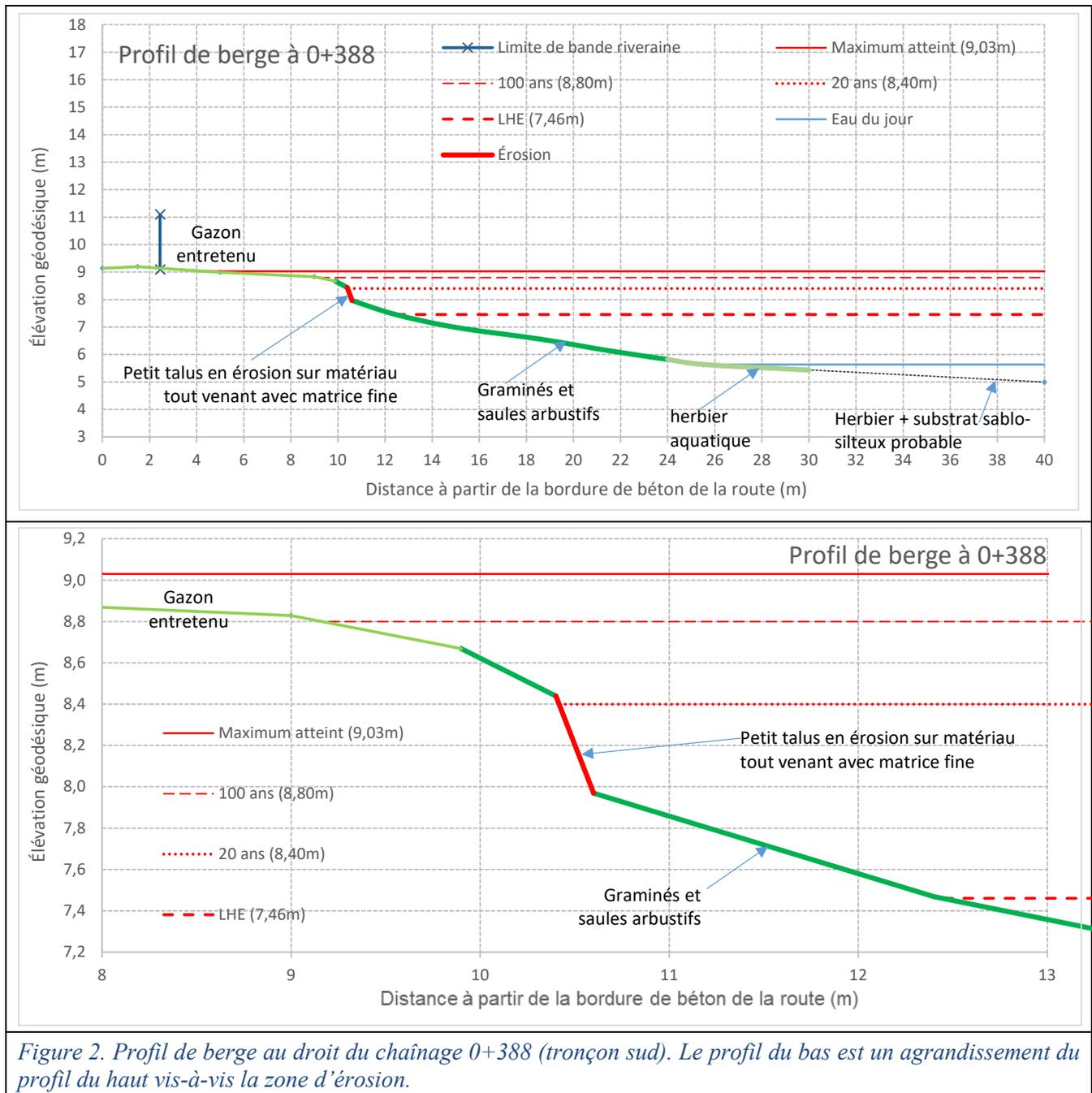
Terraformex et Aqua Ingenium. 2020. Détermination de la dangerosité des berges suivant la décrue printanière 2020. Berges bordant les chemins de l'Anse et des Chenaux, l'avenue Saint-Charles et les rues Meloche et Bellerive, lacs des Deux-Montagnes et Saint-Louis et rivière des Outaouais. Rapport remis à la ville de Vaudreuil-Dorion, Québec. 18 pages + 3 annexes.

Terraformex. Août 2020. Détermination de la dangerosité des berges suivant la crue printanière 2020 - Berges publiques bordant le chemin Lakeshore, lac Saint-Louis, Pointe-Claire, Québec. 25 pages + 2 annexes.

12 Annexes

Annexe 1. Profils arpentés.





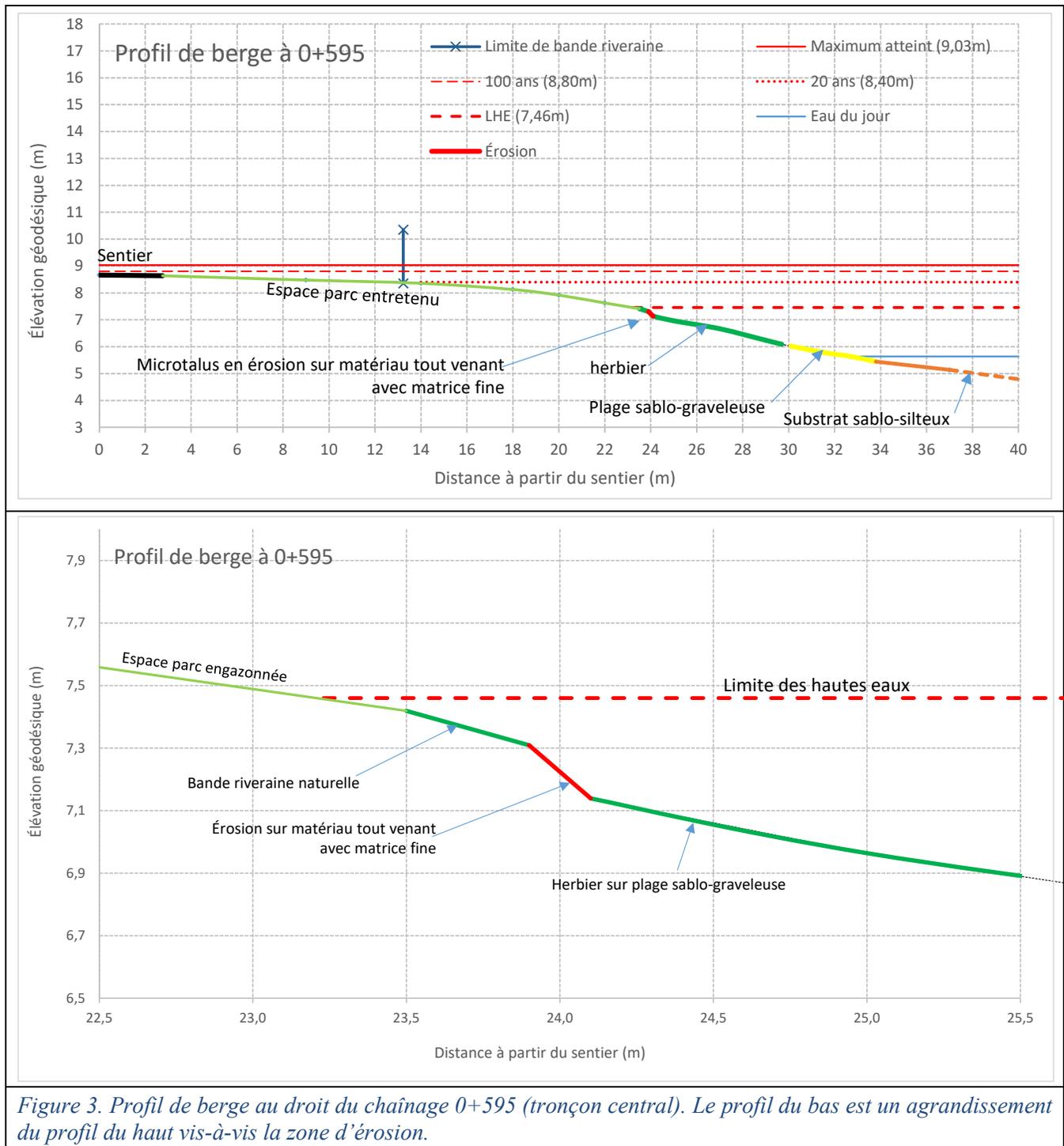


Figure 3. Profil de berge au droit du chaînage 0+595 (tronçon central). Le profil du bas est un agrandissement du profil du haut vis-à-vis la zone d'érosion.

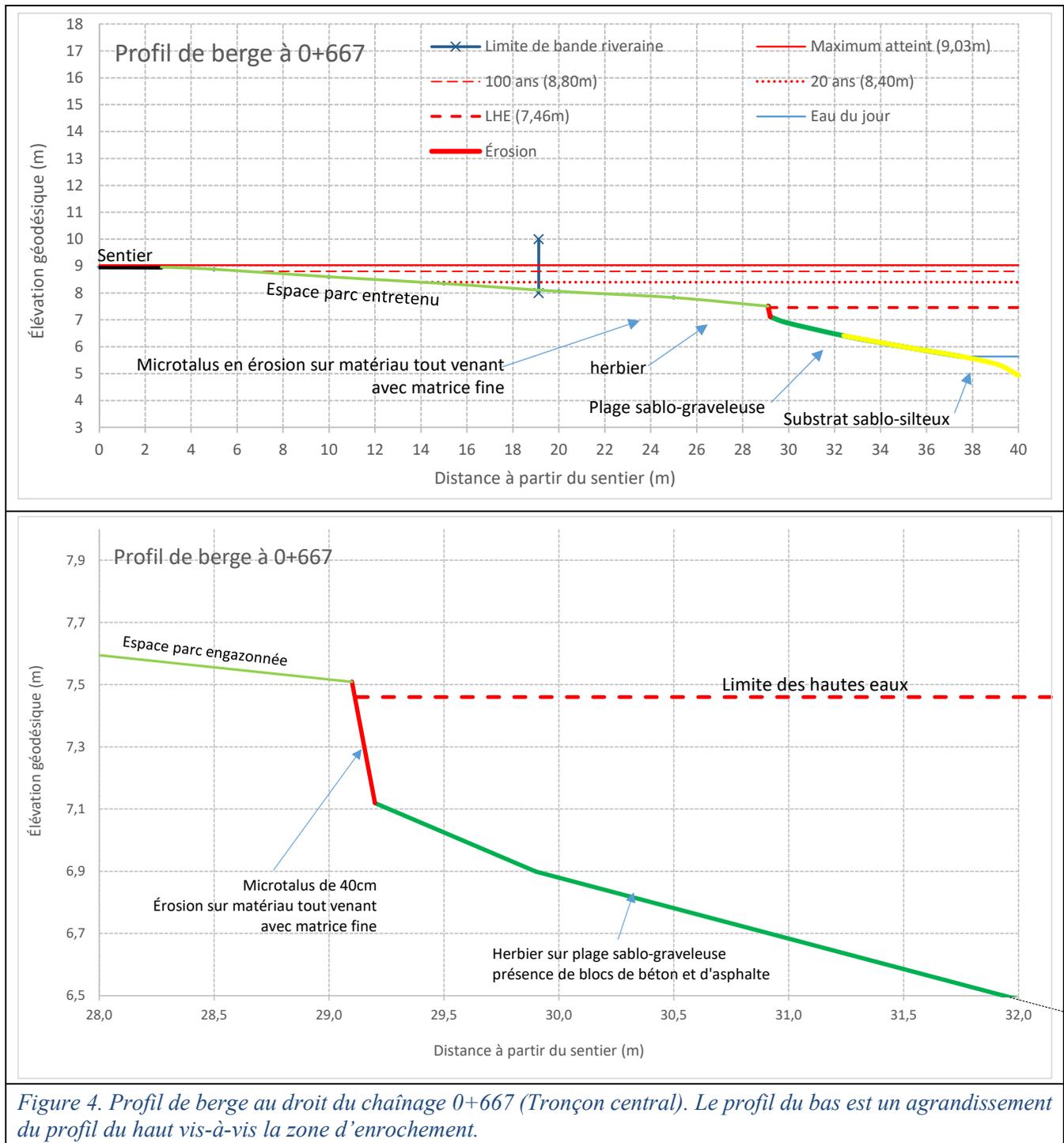


Figure 4. Profil de berge au droit du chaînage 0+667 (Tronçon central). Le profil du bas est un agrandissement du profil du haut vis-à-vis la zone d'enrochement.

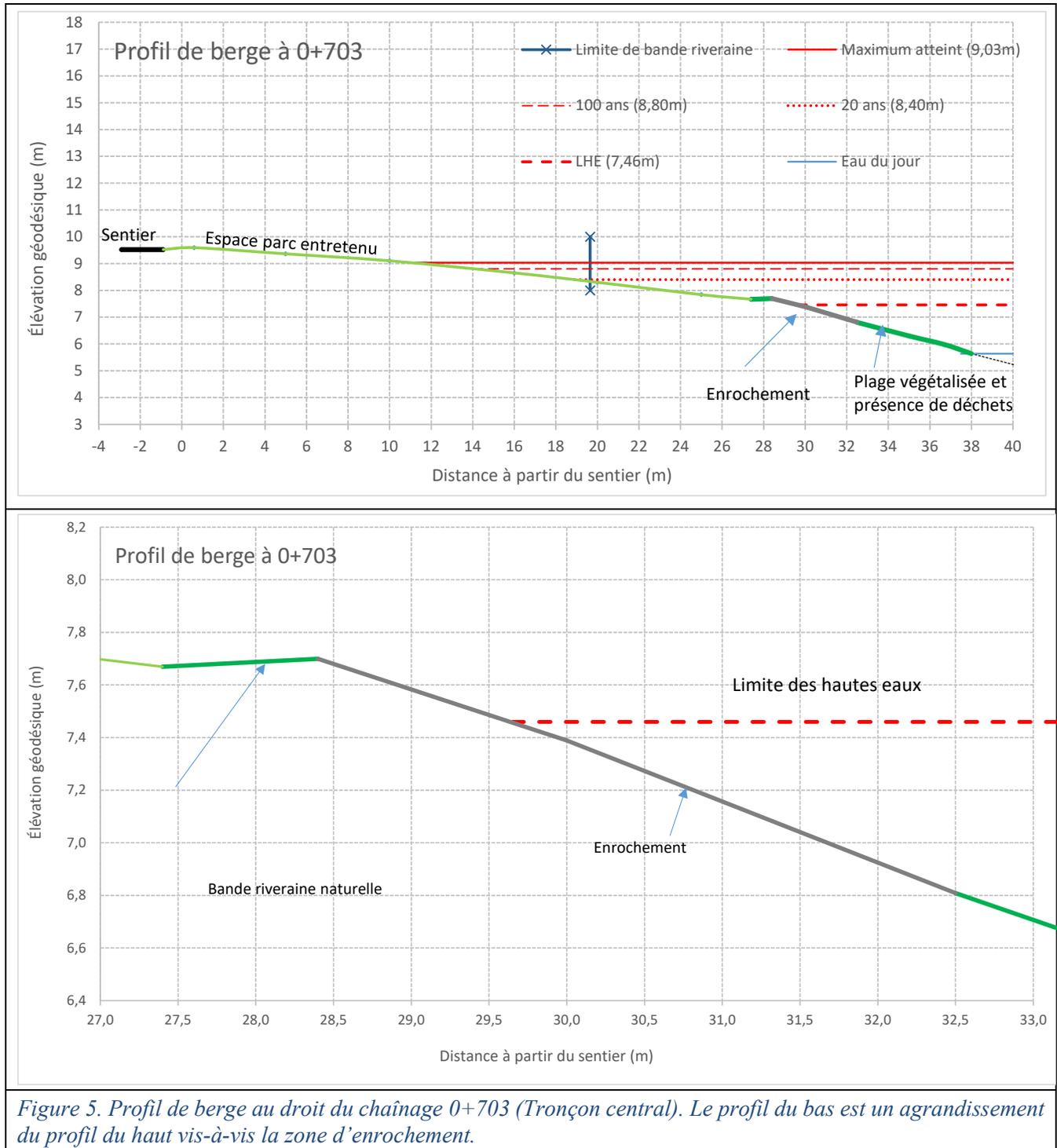


Figure 5. Profil de berge au droit du chaînage 0+703 (Tronçon central). Le profil du bas est un agrandissement du profil du haut vis-à-vis la zone d'enrochement.



Terraformex Canada
400, avenue Atlantic, bureau 600
Outremont, Montréal (Québec) H2V 1A5 Canada
www.terraformex.ca