HYDRO-QUÉBEC

SURÉQUIPEMENT DE LA CENTRALE DE LA SAINTE-MARGUERITE-3

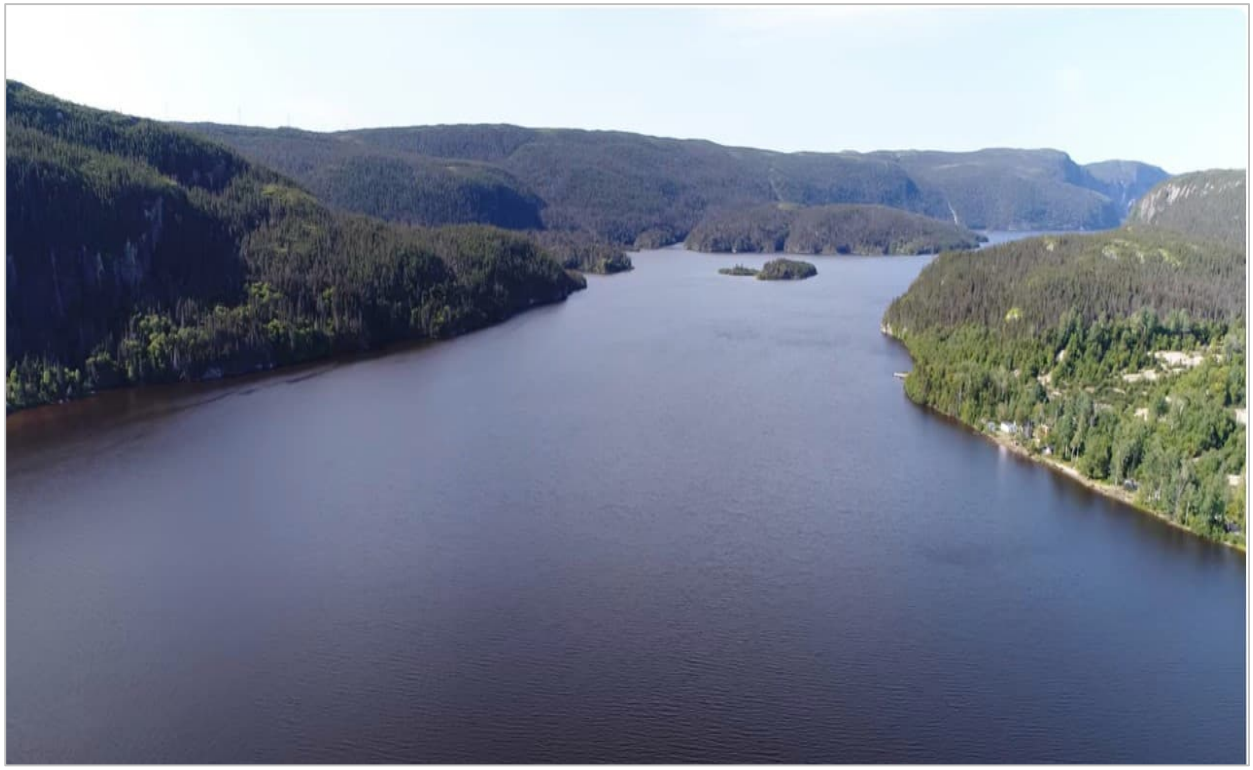
RAPPORT SECTORIEL – CARACTÉRISATION DES RIVES EN AVAL DE LA CENTRALE DE LA SAINTE-MARGUERITE-3

CÔTE-NORD

AVRIL 2026

RÉFÉRENCE WSP : CA0023576.3890_005_R_REV3

VERSION FINALE RÉVISÉE



HYDRO-QUÉBEC

SURÉQUIPEMENT DE LA CENTRALE DE LA SAINTE-MARGUERITE-3

RAPPORT SECTORIEL – CARACTÉRISATION DES RIVES EN AVAL DE LA CENTRALE DE LA SAINTE-MARGUERITE-3

CÔTE-NORD

VERSION FINALE RÉVISÉE

RÉFÉRENCE WSP : CA0023576.3890_005_R_REV3

AVRIL 2026

WSP CANADA INC.
1135, BOULEVARD LEBOURGNEUF
QUÉBEC (QUÉBEC) G2K 0M5
CANADA

TÉLÉPHONE : +1-418-623-2254
TÉLÉCOPIEUR : +1-418-624-1857

WSP.COM

SIGNATURES

PRÉPARÉ PAR



28 avril 2026

Gautier Davesne, Géomorphologue Ph.D.
WSP Canada Inc.

Date

RÉVISÉ PAR



28 avril 2026

Directeur de projet
Gino Beauchamp, Géomorphologue, M. Sc
WSP Canada Inc.

Date

LIMITATIONS

WSP Canada Inc. (WSP) a préparé ce rapport uniquement pour son destinataire Hydro-Québec, conformément à la convention de consultant convenue entre les parties. Advenant qu'une convention de consultant n'ait pas été exécutée, les parties conviennent que les Modalités générales à titre de consultant de WSP régiront leurs relations d'affaires, lesquelles vous ont été fournies avant la préparation de ce rapport.

Ce rapport est destiné à être utilisé dans son intégralité. Aucun extrait ne peut être considéré comme représentatif des résultats de l'évaluation.

Les conclusions présentées dans ce rapport sont basées sur le travail effectué par du personnel technique, entraîné et professionnel, conformément à leur interprétation raisonnable des pratiques d'ingénierie et techniques courantes et acceptées au moment où le travail a été effectué.

Le contenu et les opinions exprimées dans le présent rapport sont basés sur les observations et/ou les informations à la disposition de WSP au moment de sa préparation, en appliquant des techniques d'investigation et des méthodes d'analyse d'ingénierie conformes à celles habituellement utilisées par WSP et d'autres ingénieurs/techniciens travaillant dans des conditions similaires, et assujettis aux mêmes contraintes de temps, et aux mêmes contraintes financières et physiques applicables à ce type de projet.

WSP dénie et rejette toute obligation de mise à jour du rapport si, après la date du présent rapport, les conditions semblent différer considérablement de celles présentées dans ce rapport; cependant, WSP se réserve le droit de modifier ou de terminer ce rapport sur la base d'informations, de documents ou de preuves additionnels.

WSP ne fait aucune représentation relativement à la signification juridique de ses conclusions.

La divulgation de tout renseignement faisant partie du présent rapport relève uniquement de la responsabilité de son destinataire. Si un tiers utilise, se fie, ou prend des décisions ou des mesures basées sur ce rapport, ledit tiers en est le seul responsable. WSP n'accepte aucune responsabilité quant aux dommages que pourrait subir un tiers suivant l'utilisation de ce rapport ou quant aux dommages pouvant découler d'une décision ou mesure prise basée sur le présent rapport.

WSP a exécuté ses services offerts au destinataire de ce rapport conformément à la convention de consultant convenue entre les parties tout en exerçant le degré de prudence, de compétence et de diligence dont font habituellement preuve les membres de la même profession dans la prestation des mêmes services ou de services comparables à l'égard de projets de nature analogue dans des circonstances similaires. Il est entendu et convenu entre WSP et le destinataire de ce rapport que WSP n'offre aucune garantie, expresse ou implicite, de quelque nature que ce soit. Sans limiter la généralité de ce qui précède, WSP et le destinataire de ce rapport conviennent et comprennent que WSP ne fait aucune représentation ou garantie quant à la suffisance de sa portée de travail pour le but recherché par le destinataire de ce rapport.

En préparant ce rapport, WSP s'est fié de bonne foi à l'information fournie par des tiers, comme indiqué dans le rapport. WSP a raisonnablement présumé que les informations fournies étaient correctes et WSP ne peut donc être tenu responsable de l'exactitude ou de l'exhaustivité de ces informations.

Les bornes et les repères d'arpentage utilisés dans ce rapport servent principalement à établir les différences d'élévation relative entre les emplacements de prélèvement et/ou d'échantillonnage et ne peuvent servir à d'autres fins. Notamment, ils ne peuvent servir à des fins de nivelage, d'excavation, de construction, de planification, de développement, etc.

Les conditions générales d'un site ne peuvent être extrapolées au-delà des zones définies et des emplacements de prélèvement et d'échantillonnage. Les conditions d'un site entre les emplacements de prélèvement et d'échantillonnage peuvent différer des conditions réelles. La précision et l'exactitude de toute extrapolation et spéculation au-delà des emplacements des prélèvements et d'échantillonnage dépendent des conditions naturelles, de l'historique de développement du site et des changements entraînés par la construction et des autres activités sur le site. De plus, l'analyse a été effectuée pour les paramètres chimiques et physiques déterminés seulement, et il ne peut pas être présumé que d'autres substances chimiques ou conditions physiques ne sont pas présentes. WSP ne fournit aucune garantie et ne fait aucune représentation contre les risques environnementaux non décelés ou contre des effets négatifs causés à l'extérieur de la zone définie.

L'original du fichier électronique que nous vous transmettons sera conservé par WSP pour une période minimale de dix ans. WSP n'assume aucune responsabilité quant à l'intégrité du fichier qui vous est transmis et qui n'est plus sous le contrôle de WSP. Ainsi, WSP n'assume aucune responsabilité quant aux modifications faites au fichier électronique suivant sa transmission au destinataire.

Ces limitations sont considérées comme faisant partie intégrante du présent rapport.

CLIENT

HYDRO-QUÉBEC

Chargée de projet	Marilyn Sigouin / Amélie Côté Bhérer
Conseiller expertise en environnement, milieu physique	Daniel Brosseau / Mylène Levasseur
Conseiller en cartographie	Eugénie Morasse Lapointe / Mylène Lachapelle

ÉQUIPE DE RÉALISATION

WSP CANADA INC. (WSP)

Directeur de projet	Louis Belzile, biologiste
Chargé de projet – Étude d'impact	Bernard Aubé-Maurice, biologiste, M. Sc.
Directeur de projet –Volet Caractérisation des rives	Gino Beauchamp, géomorphologue, M. Sc.
Chargé de projet – Volet Caractérisation des rives	Gautier Davesne, géomorphologue, Ph. D.
Rédacteurs – Volet Caractérisation des rives	Gautier Davesne, géomorphologue, Ph. D.
Responsable des produits cartographiques	Anne-Marie Tirman, technicienne en géomatique
Édition	Linette Poulin, adjointe administrative
Relevés de terrains	Gautier Davesne, géomorphologue, Ph. D. Arianne Vallée, géomorphologue, M. Sc. Dominic Delorme, technicien en hydrologie Kevin Laroche, technicien en géomatique

RÉFÉRENCE À CITER

WSP. 2026. Suréquipement de la centrale de la Sainte-Marguerite-3. Rapport sectoriel – Caractérisation des rives en aval de la centrale de la Sainte-marguerite-3. Côte-Nord. Rapport produit pour Hydro-Québec. Référence WSP : CA0023576.3890_005_R_Rev3. 73 pages et annexes.

Sommaire

Ce rapport présente les résultats de la caractérisation géomorphologique des rives de la rivière Sainte-Marguerite en aval de la centrale de la Sainte-Marguerite-3, dans le cadre du projet de la mise en service d'un 3e groupe turbines-alternateur. L'objectif principal était de dresser les conditions en 2024 des rives dans la zone d'étude restreinte (PK 76-PK 0) ainsi que sur les composantes de l'estuaire (PK 7+300-PK 0). Ce travail a permis de caractériser les matériaux de surface et les formes de terrain dans un corridor de 200 m de part et d'autre de la rivière, complété par une analyse plus détaillée de l'état des rives en 2024, ainsi que de leur sensibilité à l'érosion.

Le travail de photo-interprétation des dépôts meubles et des formes géomorphologiques a été réalisé à partir d'un jeu de données géospatiales (photos aériennes, orthophotos, lidar) validé par des survols en hélicoptère, et des vérifications au sol incluant des relevés à cinq stations témoins représentatives réalisées lors de la campagne de terrain effectuée à l'été 2024. L'évaluation de la sensibilité des rives a été réalisée en croisant les résultats de la caractérisation des matériaux de surface avec les données dérivées du lidar, de pente des talus riverains et de l'exposition aux vagues. Les résultats sont présentés par tronçon d'étude, à savoir le tronçon fluvial, le réservoir SM-2, le réservoir SM-1 et l'estuaire.

Pour le tronçon fluvial en aval de la centrale SM-3 (PK 76-PK 66), la rivière est encaissée dans d'épais dépôts sablo-graveleux, lesquels forment des talus jusqu'à 50 m de haut. Le substrat inclut également des affleurements rocheux, du till et, dans une moindre mesure, des dépôts grossiers (cailloux et blocs) sous forme de bancs alluviaux et de talus d'éboulis. L'érosion dans ce tronçon est principalement produite par l'action des courants fluviaux, mais la résistance des matériaux encaissants et la présence de pavage homogène le long des berges limitent la vulnérabilité des rives à l'érosion. Au total, 78,2 % des rives étudiées sont considérées comme insensibles à l'érosion. Les 21,7 % restants se répartissent entre des rives évaluées comme faiblement sensibles (20,2 %) et moyennement sensibles (1,5 %). La photo-interprétation et les observations de terrain ont confirmé cette stabilité générale des rives du tronçon fluvial, avec seulement 1,1 km (4,7 %) des rives en érosion discontinue, principalement sur des talus en voie de stabilisation, et un unique segment en érosion continue à la confluence d'un tributaire (PK 66+500).

Le réservoir SM-2 présente des conditions hydrogéomorphologiques hétérogènes et qui diffèrent du tronçon fluvial. En raison de la vaste étendue d'eau, l'érosion des rives est principalement causée par les vagues, en particulier, qui favorisent un sapement de la base des talus. La composition des rives varie et présente une transition marquée de l'amont vers l'aval. En amont (PK 66–PK 56), les dépôts sont majoritairement sableux-graveleux à rocheux et donc peu sensibles à l'érosion. Entre PK 56 et PK 40, les rives consistent en des talus sableux, puis silto-argileux de PK 40 à PK 20. Ces derniers sont vulnérables à l'érosion : les talus sableux en raison de leur manque de cohésion ainsi que les talus silto-argileux en raison de leur sensibilité aux glissements et aux ravinements. Du PK 20 au PK 12, le roc prédomine bien que quelques segments silto-argileux subsistent. En aval (PK 12–PK 0), les dépôts redeviennent majoritairement sableux. Globalement, près de 80 % des rives du réservoir investiguées sont sensibles à l'érosion : 23,2 % faiblement, 36,7 % moyennement et 18,7 % fortement. En 2024, 56,4 km de rives étaient actifs, représentant 19,5 % du linéaire total du réservoir. Ces rives se répartissait en 48,7 km (16,8 %) en érosion discontinue et 7,7 km (2,7 %) en érosion continue. L'érosion était particulièrement marquée en aval du PK 35, où les nombreuses pointes argileuses apparaissent comme des sites d'érosion préférentielle en raison de leur forte exposition aux vagues.

Le bief amont SM-1 est bordé de rives taillées dans des terrasses silto-argileuses surmontées de sable, des matériaux sensibles à l'érosion. L'incision de la rivière dans ces matériaux a formé de hauts talus, atteignant parfois 40 m, particulièrement ravinés sur la rive gauche. À l'instar du réservoir SM-2, l'érosion y est principalement causée par les vagues, mais celles-ci sont de faible amplitude en raison de la taille réduite du plan d'eau. Ses conditions hydrogéomorphologiques font que 57 % des rives du bief sont catégorisées comme sensibles à l'érosion, dont 28 % comme fortement sensibles. La photo-interprétation et les observations de terrain ont cependant montré que seul 1,3 km (19,5 %) de rives était actif en 2024. Cela inclut 400 m de rive en érosion continue, concentrés sur la berge du cône alluvial connecté au ravin actif en rive gauche au PK 8. Ce phénomène n'est cependant pas lié à la dynamique de la rivière Sainte-Marguerite. Les segments en érosion discontinue sont principalement en rive droite et consistent en des talus affectés par de petits éboulements. La stabilité générale des rives du bief amont de SM-1, malgré leur sensibilité, montre qu'elles sont en équilibre avec les conditions hydrodynamiques actuelles.

Finalement, l'estuaire est de loin la zone la plus dynamique et complexe de l'étude. Les courants de marée et fluviaux influencent fortement l'organisation des bancs de sable et la morphologie du lit, tandis que les vagues jouent un rôle majeur sur la dynamique des rives et des battures. Au niveau de l'embouchure, les processus hydrosédimentaires deviennent encore plus complexes en raison des courants littoraux et de l'exposition aux tempêtes. Les rives de l'estuaire sont constituées de talus taillés dans les dépôts sableux deltaïques et littoraux reposant sur une plateforme silto-argileuse. Leur composition et leur exposition aux vagues rendent 66 % des rives sensibles à l'érosion, dont 43,5 % fortement. En 2024, la photo-interprétation et les observations de terrain ont montré que 9,3 km (44,2 %) des rives étaient actives, dont près de 11,2 % en érosion continue. Cette érosion continue se concentre principalement en aval du PK 3, où les talus de sable deltaïque sont particulièrement vulnérables aux glissements superficiels de terrain (p. ex. la falaise Gallix). En amont de l'embouchure (PK 1), l'instabilité résulte principalement d'éboulements ponctuels sur des talus silto-argileux et de glissements superficiels affectant les talus sableux. Un important système de ravin/cône alluvial est présent en rive droite au PK 4+800, mais il est présentement en voie de stabilisation.

Cette étude conclut que la contribution de la gestion de la centrale SM-3 à l'évolution morphologique des rives de la zone d'étude restreinte de la rivière Sainte-Marguerite est faible. Les zones les plus dynamiques sont en effet globalement liées à des ajustements à long terme des rives à la suite de la mise en eau des réservoirs (p. ex. l'érosion des pointes argileuses dans SM-2) ou à des processus indépendants de la dynamique de la rivière Sainte-Marguerite, tels que le ravinement, la dynamique littorale ou des composantes climatiques. Les résultats des modélisations hydrologiques des futures conditions montrent que la gestion projetée de la centrale SM-3 ne devrait pas n'induire d'augmentation mesurable des contraintes susceptibles d'affecter la stabilité des rives. Les débits de pointe, brefs et majoritairement hivernaux seraient globalement sans effet notable sur la majorité des rives. Les zones déjà instables en 2024 devraient continuer à l'être sans aggravation générale, bien que certains sites exposés et particulièrement sensibles, comme les rives concaves ou les rétrécissements du chenal (p. ex. bief amont de SM-1, estuaire), pourraient localement connaitre une érosion accrue. L'embouchure pourrait subir des ajustements plus prononcés en raison des modifications ponctuelles dans le rapport de force entre les processus fluviaux et ceux maritimes, mais ceux-ci pourraient rester bien moindres que les effets des changements climatiques sur les zones littorales et estuariennes.

Mots clés : Rivière Sainte-Marguerite, dynamique des rives, érosion, centrale SM-3, estuaire, talus riverains, ravin

TABLE DES MATIÈRES

1 Introduction 1
1.1 Mise en contexte 1
1.2 Objectifs 1

2 Méthodes 3
2.1 Zones d'étude 3
2.2 Définition terminologique 4
2.3 Revue des données existantes et analyse préliminaire 4
2.4 Acquisition de nouvelles données au terrain 5
2.6 Cartographie du lit de l'estuaire 11
2.7 Évaluation de la sensibilité des rives à l'érosion 11

3 Description générale du milieu physique 15
3.1 Physiographie 15
3.2 Géologie 15
3.3 Géomorphologie quaternaire 16
3.4 Rivière Sainte-Marguerite 18
3.5 Revue des connaissances sur la dynamique des rives 19
3.6 Processus hydrogéomorphologiques actifs 22

4 Résultats 25
4.1 Tronçon fluvial (PK 76-PK 66) 25
4.2 Réservoir de la Sainte-Marguerite 2 (PK 66-PK 10) 31
4.3 Bief amont de la Sainte-Marguerite 1 (PK 10-PK 7+300) 39
4.4 Tronçon estuarien (PK 7+300-PK 0) 45
4.5 Stations témoins 54

5 Synthèse et conclusion 61
5.1 État de référence général 61
5.2 État de référence 2024 par tronçons et bilan 62
5.3 Effets potentiels de l'ajout du 3e groupe à la centrale Sainte-Marguerite 3 et bilan 65

Références bibliographiques 71

TABLE DES MATIÈRES (*suite*)

Figures

Figure 2-1 Symbologie générale utilisée par la cartographie de la caractérisation des rives de la zone d'étude restreinte 9

Figure 3-1 Photographie de la vallée en auge de la rivière Sainte-Marguerite vers l'aval (PK75) 16

Figure 3-2 Schématisation du cycle de déstabilisation-stabilisation d'un talus riverain argileux (AMAL, 1983) 24

Figure 4-1 Graphique représentant la proportion des différentes classes et sous-classes de matériaux encaissants identifiées dans le tronçon fluvial (PK 76-PK 66) 25

Figure 4-2 Photographies de segments de berges représentatifs du tronçon fluvial avec en A une berge avec un pavage de cailloux (PK 65+500, rive droite) et en B une berge composé des blocs grossiers (PK 74+800, rive gauche) 27

Figure 4-3 Graphiques représentant la proportion des rives selon leur composition et leur état actuel pour les rives gauche et droite, ainsi que les îles du réservoir du tronçon fluvial. Notons que la composition des rives est tirée des polygones de matériaux de surface (matériaux encaissants) qui recoupe la ligne de rive 28

Figure 4-4 Photographies représentant une section de talus riverains en instabilité continue au PK 66+500, en rive droite (A), ainsi qu'une section en instabilité discontinue au PK 75+300, en rive droite (station témoin 2024-WSP-01) 30

Figure 4-5 Graphique représentant la proportion des différentes classes et sous-classes de matériau encaissant identifiées dans le corridor investigué du tronçon du réservoir SM-2 32

Figure 4-6 Photographies illustrant les principaux types de dépôts rencontrés dans le corridor investigué du réservoir SM-2 avec en A) un affleurement de dépôt silto-argileux glaciomarin exposé à la suite d'un glissement au PK 25 et présentant des fissures de dessiccation; B) un dépôt sableux deltaïque surmontant une unité silto-argileuse exposée au niveau d'un talus instable au PK 38; C) Coupe dans un dépôt de sable et gravier d'origine fluviale réalisée dans un talus riverain au PK 63 32

Figure 4-7 Modèle ombré obtenu par lidar (résolution de 1 m), illustrant les formes de ravinement dans les dépôts fins aux abords du PK 25 dans le réservoir SM-2 33
Figure 4-8 Graphiques représentant la proportion des rives selon leur composition et leur état actuel pour les rives gauche et droite, ainsi que les îles du réservoir SM-2. Notons que la composition des rives est tirée des polygones de matériaux de surface (matériaux encaissants) qui recoupe la ligne de rive 35
Figure 4-9 Photographies illustrant en A) un segment de talus riverain en instabilité discontinue au PK 51+500 en rive droite ; B) une pointe argileuse présentant une encoche de sapement au PK 24 en rive droite ; C) un segment de talus riverain en instabilité continue au PK 52+500 en rive gauche ; D) une encoche de sapement dans la base argileuse d'un talus instable. 37
Figure 4-10 Photographies illustrant des exemples de glissements de terrain survenus au niveau du talus riverain du réservoir SM-2, avec en A) un glissement au PK 32+200 en rive gauche en voie de stabilisation et en B) un glissement récent survenu en rive droite au PK 25. 38
Figure 4-11 Graphique représentant la proportion des différentes classes et sous-classes de matériaux encaissants identifiées dans le corridor investigué du tronçon du bief amont de SM-1. 40
Figure 4-12 Graphiques représentant la proportion des rives selon leur composition et leur état actuel pour les rives gauche et droite, ainsi que les îles du bief amont de SM-1 42
Figure 4-13 Exemples de processus gravitaires observés dans le bief amont de SM-1 aux abords du PK 8 : A) petit glissement récent en rive droite, et en B) un important système de ravin-cône alluvial actif en rive gauche 44
Figure 4-15 Graphique représentant la proportion des différentes classes et sous-classes de matériaux encaissants identifiées dans le corridor investigué du tronçon estuarien 45
Figure 4-16 Photographies des deux flèches littorales présentes à l'embouche de la rivière Sainte-Marguerite, avec en A) la flèche de Val-Marguerite et en B) la petite flèche qui est dans le prolongement de la falaise Gallix en rive droite 48
Figure 4-17 Vue d'ensemble de l'embouchure en avril 2024 48

Figure 4-18 Graphiques représentant la proportion des rives selon leur composition et leur état actuel pour les rives gauche et droite, ainsi que les îles de l'estuaire de la rivière Sainte-Marguerite .. 49
Figure 4-19 Photographies de talus riverains actifs en rive gauche de l'estuaire avec en A) une section de talus en érosion continue au PK 1 et en B) une section de talus en érosion discontinue en voie de stabilisation au PK 4 51
Figure 4-20 Photographies des talus formés par la plateforme sablonneuse de la flèche littorale de Val-Marguerite : A) Talus du côté maritime de la plateforme herbeuse, à l'est de la flèche; B) Talus du côté estuarien de la plateforme supportant le boisé 51
Figure 4-21 Photographies du ravin partiellement stabilisé en rive droite au PK 4+800 (A) et son cône alluvial sableux qui empiète sur le lit de l'estuaire de la rivière Sainte-Marguerite (B) 52
Figure 4-25 Profil du talus riverain au droit de la station témoin 2024-WSP-01 dérivés du modèle numérique de surface produite à partir des relevés lidar de 2024. A) Photographie oblique montrant une vue d'ensemble du talus; B) vue rapprochée du haut de talus instable 54
Figure 4-26 Profil du talus riverain au droit de la station témoin 2024-WSP-02 dérivés du modèle numérique de surface produite à partir des relevés lidar de 2024. A) Photographie oblique montrant une vue d'ensemble de la rive; B) vue d'une coupe de sol dans le talus riverain; C) vue pavage caillouteux qui forme la berge 56
Figure 4-27 Profil du talus riverain au droit de la station témoin 2024-WSP-03 dérivés du modèle numérique de surface produite à partir des relevés lidar de 2024. A) Photographie oblique montrant une vue d'ensemble de la rive; B) vue d'une coupe de sol dans le talus riverain; C) vue de la plage 57
Figure 4-28 Profil du talus riverain au droit de la station témoin 2024-WSP-04 dérivés du modèle numérique de surface produite à partir des relevés lidar de 2024 et photographie montrant l'escarpement à la base du talus 58
Figure 4-29 Profil du talus riverain au droit de la station témoin 2024-WSP-05 dérivés du modèle numérique de surface produite à partir des relevés lidar de 2024 et photographie montrant une vue d'ensemble de la falaise Gallix 59

TABLE DES MATIÈRES (*suite*)

Tableaux

Tableau 2-1 Localisation des stations témoins implantées par WSP en 2024 6

Tableau 2-2 Présentation des classes de matériaux et les codes correspondants, utilisées pour la cartographie des rives et des berges. 8

Tableau 2-3 Classe de sensibilité à l'érosion des rives selon la nature des matériaux encaissants des rives photo-interprétés, la pente et la longueur du fetch (grille A, fetch < 500 m; grille B, fetch > 500 m). 13

Tableau 4-1 Composition des berges pour le tronçon fluvial entre PK 76 et PK 66. Les valeurs entre parenthèses sont les pourcentages relatifs pour les berges naturelles. 26

Tableau 4-2 Caractérisation de l'état actuel des rives selon leur composition pour le tronçon fluvial de la rivière Sainte-Marguerite. Les valeurs entre parenthèses sont les pourcentages relatifs pour l'ensemble des rives du tronçon. 29

Tableau 4-3 Caractérisation des talus riverains pour le tronçon fluvial. Les valeurs entre parenthèses sont les pourcentages. 29

Tableau 4-4 Sensibilité à l'érosion des rives du tronçon fluvial (PK 76-PK 66). Les valeurs entre parenthèses sont les pourcentages relatifs par rapport à l'ensemble des rives du tronçon. 30

Tableau 4-5 Composition des berges pour le tronçon du réservoir SM-2 entre le PK 66 et le PK 10. Les valeurs entre parenthèses sont les pourcentages relatifs pour les berges naturelles. . 34

Tableau 4-6 Caractérisation de l'état des rives selon leur composition pour le tronçon du réservoir SM-2. Les valeurs entre parenthèses sont les pourcentages relatifs pour l'ensemble des rives du réservoir. 36

Tableau 4-7 Caractérisation des talus riverains pour le tronçon du réservoir SM-2. Les valeurs entre parenthèses sont les pourcentages relatifs. 36

Tableau 4-8 Sensibilité à l'érosion des rives du réservoir SM-2. Les valeurs entre parenthèses sont les pourcentages relatifs par rapport à l'ensemble des rives du tronçon. 39

Tableau 4-9 Composition des berges pour le tronçon du bief amont de la centrale SM-1 entre le PK 10 et le PK 7+300. Les valeurs entre parenthèses sont les pourcentages relatifs pour les berges naturelles. 41
Tableau 4-10 Caractérisation de l'état des rives selon leur composition le pour le tronçon du bief amont de SM-1. Les valeurs entre parenthèses sont les pourcentages pour les berges naturelles..... 42
Tableau 4-11 Caractérisation des talus riverains pour le tronçon bief amont de la centrale SM-1. Les valeurs entre parenthèses sont les pourcentages relatifs. 43
Tableau 4-12 Sensibilité à l'érosion des rives du bief amont de SM-1. Les valeurs entre parenthèses sont les pourcentages relatifs par rapport à l'ensemble des rives naturelles du tronçon. 44
Tableau 4-13 Composition des berges pour le tronçon estuarien entre le PK 7+300 et le PK 0. Les valeurs entre parenthèses sont les pourcentages relatifs pour les berges naturelles.. 46
Tableau 4-14 Caractérisation de l'état des rives selon leur composition le pour le tronçon estuarien. Les valeurs entre parenthèses sont les pourcentages pour les berges naturelles 50
Tableau 4-15 Caractérisation des talus riverains pour le tronçon estuarien (PK 7+300-PK 0). Les valeurs entre parenthèses sont les pourcentages relatifs. 50
Tableau 4-16 Sensibilité à l'érosion des rives de l'estuaire de la rivière Sainte-Marguerite. Les valeurs entre parenthèses sont les pourcentages relatifs. 53

Annexes

1 Atlas Cartographique
2 Tableaux de résultats

1 Introduction

1.1 Mise en contexte

La centrale souterraine de la Sainte-Marguerite-3 (SM-3) se situe au nord de Sept-Îles, à environ 76 km en amont de l'embouchure de la rivière Sainte-Marguerite. Plus d'une dizaine de kilomètres en amont, l'aménagement comprend un barrage (Denis-Perron) de 171 m de hauteur qui ferme la vallée à 90 km de l'embouchure de la rivière, pour créer un réservoir de 253 km^2. L'installation, dont la mise en service s'est effectuée de 2003 à 2006, est présentement équipée de deux groupes turbines-alternateurs (GTA) pour une puissance installée totale de 882 MW. Dès sa conception initiale, la centrale a été prévue pour accueillir un troisième groupe turbine-alternateur. L'excavation des infrastructures (prise d'eau, galerie d'amenée, aspirateur, galerie et canal de fuite, etc.) pour l'ajout d'un 3e groupe a déjà été réalisée lors de la construction de la centrale. Plus de 20 ans après sa mise en service, Hydro-Québec (HQ) souhaite maintenant ajouter le 3e groupe à sa centrale, afin de répondre à la croissance de la demande énergétique en période hivernale. La majorité des infrastructures civiles étant déjà en place, les travaux seront principalement réalisés à l'intérieur de la centrale, déjà raccordée au réseau de transport existant. Ce projet de suréquipement n'inclut pas de dérivation supplémentaire et amènera essentiellement des modifications à la gestion hydrique actuelle de la rivière Sainte-Marguerite. Le projet joue un rôle stratégique dans l'augmentation de puissance des centrales existantes de HQ, afin d'accroitre la production pour décarboner l'économie du Québec et lutter contre les changements climatiques. Le suréquipement de la centrale de la SM-3 permettra de contribuer à l'objectif d'ajouter 2 000 MW supplémentaires d'ici à 2035.

Le projet de suréquipement est assujetti à la réalisation d'une étude d'impact sur l'environnement (ÉIE), conformément à la législation provinciale en vigueur. En effet, une ÉIE est requise en vertu de l'article 31.1 de la Loi sur la qualité de l'environnement (LQE).

Dans le cadre de ce projet, WSP Canada Inc. (WSP) a été mandatée par HQ en 2024 afin de réaliser une étude sectorielle sur la dynamique des rives en aval de la centrale SM-3 (Volet 5).

1.2 Objectifs

Les travaux de cette étude sectorielle ont pour objectifs de caractériser l'état actuel des rives et du lit de l'estuaire de la rivière Sainte-Marguerite (en aval de la centrale de SM-3), afin d'établir un état de référence de la stabilité des rives des différents tronçons étudiés et de la configuration générale du lit de l'estuaire, avant la mise en œuvre des interventions projetées.

Ces travaux s'articulent autour d'un volet de photo-interprétation réalisée sur ordinateur et d'un volet de terrain. Ce dernier permettra d'acquérir de nouvelles données géospatiales (p. ex. photographies aériennes, lidar, données topographiques), de valider les dépôts et les formes identifiées par photo-interprétation et d'implanter cinq stations témoins.

Les objectifs spécifiques sont les suivants :

- caractériser et cartographier l'aspect général des rives sur 200 m de largeur (composition des matériaux et les formes de terrain);
- caractériser et cartographier l'état actuel et la dynamique des rives (p. ex. tendance à l'érosion ou à la stabilisation);

- évaluer et cartographier la sensibilité des rives (nulle, faible, moyen, forte);
- caractériser et cartographier la configuration générale du lit de l'estuaire;
- caractériser plus spécifiquement quelques segments de rives au moyen de stations témoins par des relevés au sol et par drone;
- procéder à des relevés topographiques dans l'estuaire;
- présenter le constat général de la situation actuelle pour l'ensemble de la zone d'étude;
- produire un rapport d'étude, incluant un atlas cartographie (annexe 1).

2 Méthodes

2.1 Zones d’étude

Dans le cadre des études sectorielles sur le milieu biophysique, la zone d’étude s’étend de l’aval du canal d’évacuation de la centrale SM-3 (PK 76) à l’estuaire (PK 0), pour un total d’environ 340 km de berges, incluant les îles. Les sections à l’étude dans le cadre du lot 5 sont les suivantes (carte 1).

Tronçon fluvial (PK 76 – PK 66)

Entre la centrale SM-3 (PK 76) et la limite amont du réservoir du réservoir de la Sainte-Marguerite 2 (SM-2), établie aux environs du PK 66, le débit de la rivière a été modifié en fonction de la gestion effectuée à la centrale SM-3. Ce tronçon reçoit, en plus des eaux turbinées de la centrale, celles provenant du tronçon à débit court-circuité (PK 89 à PK 76) et de ses tributaires. Bien que modifiée, la rivière Sainte-Marguerite conserve une dynamique fluviale dans cette section. Son chenal adopte un style qui alterne entre des sections sinueuses et des sections rectilignes. Il se divise parfois en deux branches en raison de la présence d’ilots formés par des barres fluviatiles. La largeur du chenal varie en moyenne de 50 à 120 m de largeur. La longueur des rives de ce tronçon totalise environ 30 km, incluant les îles permanentes. Le corridor interprété couvre une superficie de 568 ha.

Réservoir de la Sainte-Marguerite 2 (PK 66-PK 10)

Le réservoir SM-2 s’étend sur 54 km de long en amont du barrage SM-2 et a été mis en eau en 1955, entrainant l’ennoiement du fond de la vallée. Les vitesses d’écoulement y sont désormais considérablement réduites, voire imperceptibles. Ce tronçon de la rivière a une largeur maximum d’environ 1,2 km tandis que les sections les plus étroites ne dépassent pas 100 m. La longueur des rives de ce tronçon totalise 282,7 km, incluant les iles permanentes, et le corridor d’investigation s’étend sur 3852,9 ha.

Le bief amont de la Sainte-Marguerite 1 (PK 10-PK 7+300)

En aval de la centrale SM-2 se trouve le bief amont de la Sainte-Marguerite 1 (SM-1), qui a été mis en eau en 1908 à la suite de la construction de la première centrale de la rivière Sainte-Marguerite. Le bief amont de SM-1 ne mesure que 2,7 km de long et ne dépasse pas 400 m de largeur, alors que certaines sections situées directement en aval de la centrale SM-2 ne font que de 30 à 75 m de largeur. La longueur des rives de ce tronçon totalise environ 6,4 km et le corridor d’investigation couvre 115,2 ha.

Estuaire (PK 7+300-PK 0)

Finalement, en aval de la centrale SM-1 se trouve le tronçon estuarien qui s’allonge sur 7,3 km jusqu’à l’embouchure de la rivière dans le golfe du Saint-Laurent. La longueur des rives de ce tronçon totalise environ 18 km. La flèche littorale et le delta présents à l’interface entre l’estuaire et le domaine marin ont été complètement intégrés au site d’étude. La longueur des rives de l’estuaire cumule 22,9 km et le corridor d’investigation s’étend sur 352,6 ha. Notons que l’embouchure est définie dans ce rapport comme étant le tronçon de l’estuaire situé en aval du PK 1, conformément à la segmentation réalisée par Environnement Illimité inc. (2012).

2.2 Définition terminologique

En premier lieu, il est important de poser les définitions des termes de base utilisés dans l'étude, qui sont reliés aux principales composantes de la rive et du lit du cours d'eau. Les définitions ci-dessous proviennent de divers ouvrages de référence et d'une étude de synthèse sur les principes et méthodes de caractérisation de rives (Poly-Géo Inc., 2006).

- **Rive** : Bande de terrain en bordure d'un cours d'eau, d'un lac ou d'un réservoir qui englobe la berge et les matériaux dans lesquels le cours d'eau, le lac ou le réservoir sont encaissés[1].
- **Matériaux encaissants** : Matériau (roc ou dépôts meubles) adjacent à la berge, bordant un cours d'eau, un lac ou un réservoir, aux dépens duquel l'érosion riveraine opère. Les matériaux encaissants meubles présentent une morphologie variable, mais forment très souvent un talus (riverain).
- **Talus riverain** : Versant en pente forte bordant un cours d'eau, un lac ou un réservoir, formé dans les matériaux encaissants meubles par les agents d'érosion effectifs dans l'environnement riverain (courants, vagues, glaces flottantes, etc.).
- **Berge** : Rebord immédiat d'un cours d'eau, d'un lac ou d'un réservoir, dont la morphologie et la composition sont liées à la dynamique riveraine (fluviatile ou de type lacustre).
- **Lit mineur (d'un cours d'eau)** : Partie la plus basse d'une vallée creusée par l'écoulement et dans laquelle se déplacent, en dehors des crues, l'eau et les matériaux transportés.

2.3 Revue des données existantes et analyse préliminaire

Une revue des données pertinentes disponibles en ligne et fournies par HQ a été effectuée en début de mandat, afin de dresser l'état actuel des connaissances relatives à la composition et à la dynamique des rives en aval de la centrale SM-3. Les données suivantes ont été consultées et compilées dans un système d'information géographique (SIG) élaboré pour le projet :

- Données des dépôts de surface du ministère des Ressources naturelles et des Forêts (MRNF, 2025a);
- Réseau hydrographique, extrait de la Géobase du réseau hydrographique du Québec (GRHQ);
- Modèle numérique de terrain dérivé de Lidar (résolution 1 m) de 2023 entre PK 10 et PK 0 et de 2017 pour la section au nord de PK 10 (MRNF, 2025b);
- Lidar fourni par HQ (1 m de résolution) acquis en 2024 couvrant intégralement la zone d'étude en PK 10 et PK 76;
- Orthophotos de 2024 (20 cm) couvrant intégralement la zone d'étude;
- Photographies aériennes numériques avec fichiers .PAR pour l'estuaire (2021);
- Données géomatiques relatives à la géomorphologie de l'estuaire (composition des berges, zone en érosion, formes de terrain et dépôts de surface) et pour la zone entre PK 10 et PK 76 (composition des berges et zone en érosion) (Poly-Géo Inc., 2011).

[1] La définition de la rive adoptée dans ce rapport est basée sur des concepts de géomorphologie et non un cadre légal tel que défini par le ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs (MDDEP) et Conseil régional de l'environnement des Laurentides (CRE Laurentides) (2009).

Les documents suivants ont également été consultés :

- Étude de suivi de la stabilité des berges du réservoir SM-2 et du tronçon fluvial de la rivière Sainte-Marguerite (2008 et 2013);
- Étude de stabilité des rives de la rivière Sainte-Marguerite en aval de la centrale SM-3 (2011);
- Étude de suivi de la dynamique sédimentaire à l'embouchure de la rivière Sainte-Marguerite (2009 et 2012).

Ces données et documents ont permis d'élaborer une cartographie préliminaire des matériaux de surface (matériaux encaissants) à l'intérieur d'une bande de terrain de 200 m de largeur le long de l'ensemble des rives de la rivière Sainte-Marguerite en aval de SM-3, préalablement à la campagne de terrain.

2.4 Acquisition de nouvelles données au terrain

Pour bonifier les résultats de la cartographie préliminaire et acquérir les données manquantes, des travaux de terrain ont été menés durant l'été 2024. La campagne de terrain dans le cadre du lot 5 de caractérisation des rives a été divisée en deux visites, la première axée sur les relevés lidar par drone réalisés du 23 et 27 juillet 2024 et la seconde, du 16 au 21 septembre, sur l'étude géomorphologique des rives. Les déplacements dans la zone d'étude ont été effectués en hélicoptère, en bateau et en camionnette. Les détails des méthodes, des instruments utilisés et des données collectées lors des campagnes de terrain sont présentés dans le rapport de mission.

Les objectifs principaux des travaux réalisés étaient :

- D'obtenir une couverture continue de photographies séquentielles des rives;
- Visiter par bateau et/ou camionnette les sites d'intérêt sélectionnés pour vérifier la nature des matériaux et l'état des berges et des talus riverains;
- De visiter et de caractériser, en détail, la berge de cinq stations témoins sélectionnées parmi celles qui avaient été implantées par Poly-Géo Inc en 2011;

2.4.1 Survol en hélicoptère des rives

L'ensemble des rives à l'étude ont été survolées en hélicoptère à basse altitude et à faible vitesse. La nature des matériaux composant la berge et l'état général des talus riverains ont été notés lors de survols. La stabilité des rives a été évaluée en fonction des signes d'érosion (glissement, éboulement, sapement, déchaussement, arbres inclinés ou basculés, etc.) et des caractéristiques du couvert végétal (densité, étendue, maturité) colonisant le talus riverain et la berge.

Lors des survols, un total de 10 314 photographies séquentielles obliques et près de 8 heures 40 minutes de vidéo des berges entre les PK 0 et PK 76 a été capturé par deux caméras Gopro (modèles Hero 12 et Hero 10) fixées sur le patin de l'hélicoptère et munies d'un déclencheur automatique et d'un GPS interne. Les vols à très faible vitesse ont permis de capturer une forte densité de photographies, permettant d'avoir un recouvrement > à 50 % entre deux photographies successives. Une couverture photographique en continu a donc été acquise pour les 325 km de berge à l'étude, incluant les îles ainsi que les bancs de sable et la flèche littorale de l'estuaire.

L’ensemble des photos et vidéos étant géoréférencées, elles ont été intégrées dans un répertoire incluant des fichiers KMZ permettant de les ouvrir dans ArcGIS ou Google Earth. Ces données ont également été téléchargées sur un disque externe qui sera remis à Hydro-Québec.

2.4.2 Visites de stations témoins

Dans le cadre du présent mandat, HQ avait demandé à WSP de choisir cinq stations (tableau 2-1 et carte 1) dont l’emplacement a été choisi de façon à représenter une variété de conditions riveraines (nature des matériaux des rives, morphologie des talus, exposition de la rive, conditions hydrologiques, etc.). Chaque station a été visitée afin de décrire la nature des matériaux (dans le talus et sur la berge), l’état du talus riverain (actif ou stable, matériaux éboulés, hauteur du talus, etc.) et le type de couvert végétal (herbacé, arbustif, arborescent). Par ailleurs, les relevés géomorphologiques au sol ont été bonifiés par des relevés aériens par drone.

Tableau 2-1 Localisation des stations témoins implantées par WSP en 2024

Stations témoins implantées par WSP	Point kilométrique	Coordonnées géographiques (GCS-WGS 1984)	Superficie survolée par drone (ha)
2024-WSP-01	PK 75+300	50° 42.133'N 66° 46.722'O	1,53
2024-WSP-02	PK 66+500	50° 39.488'N 66° 42.248'O	2,7
2024-WSP-03	PK 15+600	50° 15.646'N 66° 40.447'O	2,2
2024-WSP-04	PK 4+250	50° 10.243'N 66° 38.119'O	31,5
2024-WSP-05	PK 0+300	50° 8.512'N 66° 36.659'O	126,8

Les relevés par drone, comportant l’acquisition de données lidar et d’images aériennes de haute résolution, ont été réalisés à quatre des cinq stations témoins (stations 2024-WSP-02,03,04 et 05). L’acquisition a été effectuée avec un drone Matrice 300 RTK équipé d’un capteur lidar Zenmuse L2. La station 2024-WSP-01 n’ayant pas pu être survolée en raison de contraintes de temps lors du terrain de juillet 2024, un relevé supplémentaire a donc été réalisé en septembre lors du terrain de caractérisation des rives à l’aide d’un drone de reconnaissance Mavic DJI. Une couverture photographique dense du talus et de la berge du site a pu être acquise, permettant de produire un modèle 3D par photogrammétrie à l’aide du logiciel ArcGISPro. La production de modèles 3D haute résolution pour les cinq sites a permis d’extraire les données morphométriques des talus riverains et des berges, incluant les profils de pente.

2.4.3 Relevés ponctuels au sol

Afin de valider le travail de photo-interprétation, 79 sites de contrôle ont été visités en bateau entre le PK 10 et PK 66 et en camionnette entre le PK 66 et PK 76. Ces visites ont permis d’établir une caractérisation rapide des sédiments qui composent les rives et de documenter les facteurs et processus d’érosion observés dans les secteurs instables. Des photographies de ces sites ont été prises et leurs coordonnées géographiques ont été saisies au GPS. Les sites ont été choisis selon la représentativité des rives, la facilité d’observation des dépôts (p. ex. zone d’érosion, dépôts exposés) et l’accessibilité. Une attention particulière a été portée aux secteurs où un fort niveau d’incertitude avait été noté lors de l’élaboration de la photo-interprétation préliminaire.

2.5 Caractérisation des rives

La caractérisation des rives sur l'ensemble de la zone d'étude a été réalisée par photo-interprétation afin de dresser une cartographie des composantes suivantes :

- les matériaux encaissants à l'intérieur d'un corridor d'interprétation d'une largeur de 200 m de largeur;
- les formes de terrain liées à la dynamique riveraine : talus, ravins et glissements de terrain;
- la sensibilité des rives à l'érosion;
- la configuration du lit de l'estuaire.

La méthodologie utilisée pour la photo-interprétation et la cartographie est basée sur le *Guide technique normalisé* produit par HQ (2009). Entre PK 76 et PK 10, le travail de photo-interprétation a été réalisé intégralement, car aucune cartographie des matériaux de surface n'avait été réalisée à ce jour. En revanche, pour le tronçon du bief amont de SM-1 et l'estuaire, la cartographie réalisée par Poly-Géo Inc. (2011) a servi de base. Les ajustements apportés à la délimitation des berges et de leur nature peuvent refléter des changements physiques (p. ex. modifications de la forme des bancs de sable et de la flèche littorale, nouvelles zones de sédimentation ou d'érosion) ou simplement le fait que la meilleure résolution des données en 2024 a permis d'affiner le niveau d'analyse par rapport à 2012.

La photo-interprétation a été réalisée directement à l'écran à l'aide du logiciel ArcGIS Pro. Une analyse préliminaire a été faite en 2D. Toutefois, une visualisation en 3D a été utilisée pour l'analyse, non pas par stéréoscopie, mais en drapant les images aériennes sur des modèles numériques de terrain (MNT) dérivés des données lidar. Ce processus implique que le MNT sert de surface d'élévation pour la scène 3D. Les images aériennes sont alors superposées à cette surface, permettant une interprétation plus réaliste du relief et des objets présents sur le terrain.

2.5.1 Matériaux encaissants et composition des berges

La cartographie des matériaux encaissants présents dans le corridor de 200 m, incluant les rives, a été réalisée à partir de la collection d'orthophotos et de photographies aériennes haute résolution (2011, 2021 et 2024) transmise par HQ, ainsi que des produits dérivés du lidar incluant un MNT en relief ombré, un modèle de pente et des courbes de niveau à intervalles de 1 m. Les données de dépôts de surface issues de SIGEOM ont été utilisées comme une base de travail qui a été affinée et modifiée à partir des données haute résolution citées précédemment. Pour l'identification des matériaux qui composent les berges, l'analyse s'est appuyée sur l'examen des photographies obliques prises en hélicoptère en 2024 (section 2.4.1) ainsi que sur les relevés ponctuels au sol (section 2.4.3). Comme demandé par HQ, les éléments cartographiés, la terminologie et la symbologie utilisés pour définir et représenter les matériaux de surface et les formes de terrain devront respecter celles de l'étude d'impact de la rivière Romaine (PolyGéo Inc, 2006).

L'ensemble des éléments cartographiés ont été classifiés selon les classes de matériaux de surface et en fonction de la superposition des couches meubles, jusqu'à une profondeur de 6 m. La symbologie de superposition des dépôts, qui s'applique uniquement aux matériaux encaissants, varie en fonction de l'épaisseur de la couche supérieure. Le qualificatif « m » placé à la suite du code lithologique indique que l'épaisseur de la couche en surface est mince et < 2 m (p. ex. Tm/R), alors que son absence indique que l'épaisseur est comprise entre 2 et 6 m (p. ex. T/R). La nature du dépôt sous-jacent n'est pas précisée lorsque l'épaisseur du matériau de surface est > 6 m (p. ex. T).

Pour la synthèse des matériaux de surface illustrée dans la légende (figure 2-1), à l'exception de la tourbe, les matériaux de surface dont l'épaisseur est inférieure à 2 m ont été compilés dans la classe des matériaux qu'ils superposent. Dans le cas d'un mélange de différentes classes sédimentaires ou d'une superposition entre plusieurs unités, les symboles + et / sont utilisés.

Quelques exemples de symboles photo-interprétés dans ce rapport sont présentés ci-dessous :

- **SG+Ca** : Unité composée de sable et de gravier mélangés à des cailloux (concentration > 20 %), d'une épaisseur supérieure à 6 m. Ces dépôts sont communs dans les formations fluvioglaciaires et fluviales.
- **Cam/SG** : Unité constituée d'une mince couche de cailloux (< 2 m) recouvrant une unité de sable et de gravier. Ce type de dépôt s'apparente à un placage de cailloux, souvent observable sur des bancs alluviaux latéraux ou centraux.
- **R+Tm/R** : Surface où les affleurements rocheux occupent environ 80 % de la superficie, le reste (environ 20 %) étant constitué d'un till mince (< 2 m) reposant directement sur le roc.
- **B** : Unité formée d'une accumulation épaisse de blocs (> 6 m), typique des talus d'éboulis situés au pied de certaines falaises rocheuses.

Les surfaces du corridor photo-interprétées considérées comme ayant été perturbées par des activités humaines ont été classées en zones aménagées (ZA). Cette classification regroupe les secteurs où l'empreinte anthropique est manifeste, tels que les infrastructures (p. ex. une centrale hydroélectrique), les surfaces artificialisées (par exemple, une zone résidentielle) ainsi que les zones perturbées (p. ex. une gravière ou des bancs d'emprunt).

En ce qui concerne les berges, les segments aménagés ont été distingués selon qu'ils présentent des enrochements (noté En) ou d'autres types d'infrastructures (quai, rampe de mise à l'eau, etc.) (noté BA pour berge aménagée).

Tableau 2-2 Présentation des classes de matériaux et les codes correspondants, utilisées pour la cartographie des rives et des berges.

Classes de matériaux	Code
Roc	R
Till	T
Blocs	B
Cailloux	Ca
Sable et gravier	SG
Sable	S
Sable silteux à silt sableux	SM
Silt argileux à argile silteuse	CM
Tourbe / Matière organique	Pt

2.5.2 Formes de terrain

Les formes de terrain liées à la dynamique des rives qui ont été cartographiées dans le corridor de 200 m à l'étude à partir de la photo-interprétation de produits dérivés du lidar, notamment le modèle de pente et du relief ombré. Ces formes de terrain comprennent les talus, les cicatrices de glissement de terrain et les ravins (figure 2-1).

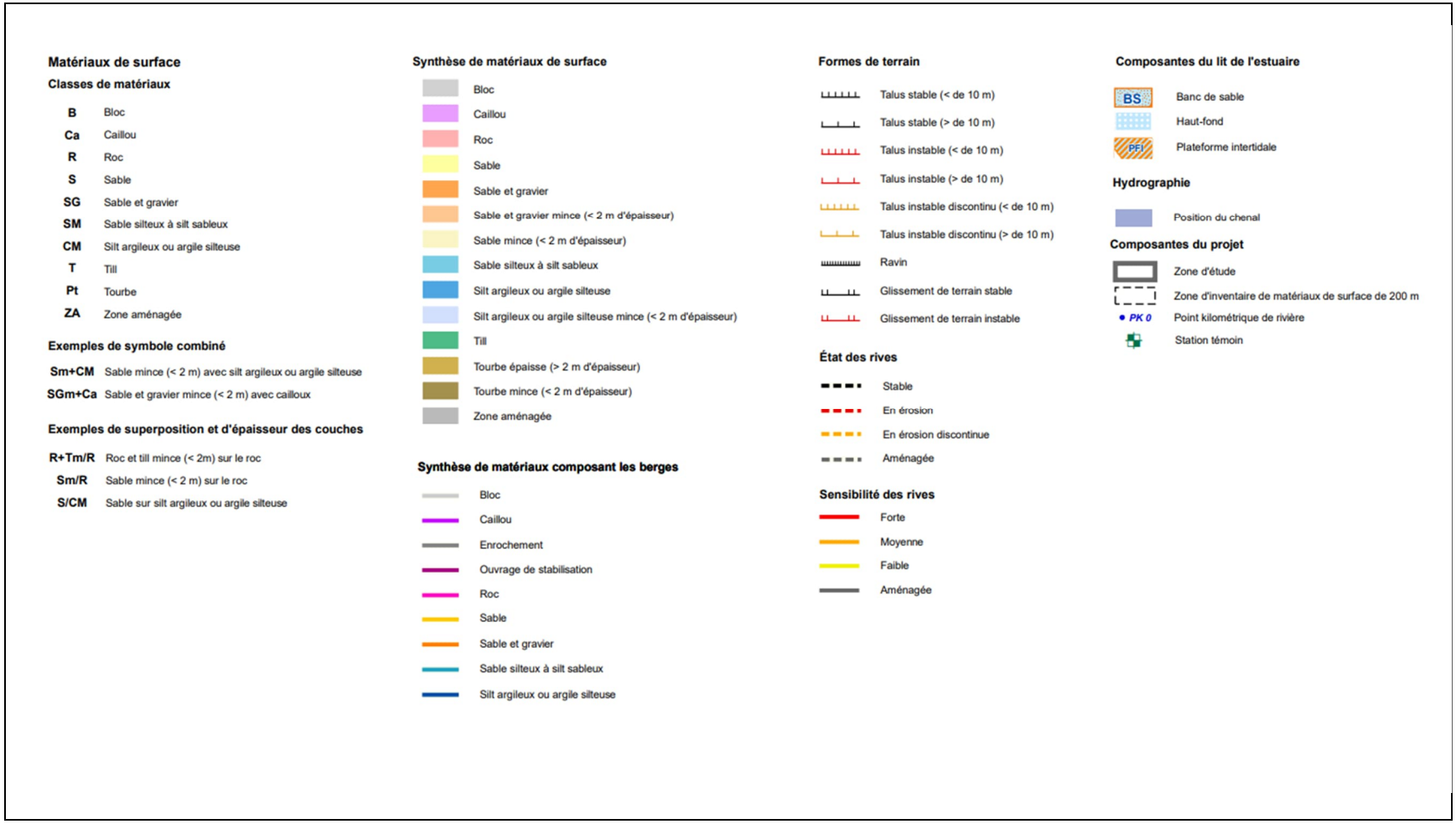


Figure 2-1 Symbologie générale utilisée par la cartographie de la caractérisation des rives de la zone d'étude restreinte

Tous les talus riverains de plus 2 m de hauteur ont été cartographiés et ils ont été identifiés avec une symbologie propre à leur hauteur (< 10 m ou > 10 m). La cartographie établit la distinction entre les talus instables, les talus en instabilité discontinue et les talus stables. Les talus **instables** sont entièrement ou en grande partie dénudés et on y observe généralement des indices d'instabilité et/ou d'érosion récente : encoches de sapement et matériaux éboulés sur la berge, arbres basculés au pied des talus, végétation et/ou sol organique en porte-à-faux sur le rebord supérieur des talus. Les talus sont considérés **stables** lorsqu'ils sont entièrement ou en grande partie colonisés par la végétation arbustive et arborescente et que l'on n'observe pas d'indices d'instabilité à leur base, au niveau où ils sont sollicités par les agents d'érosion hydrodynamiques (vagues, courants, glaces flottantes). Les talus en **instabilité discontinue** constituent une classe intermédiaire entre les talus stables et instables. Cette catégorie regroupe les trois cas suivants :

- les talus en voie de stabilisation, présentant un pavage naturel ou une reprise de la végétation arbustive et arborescente homogène;
- les talus dont la base est toujours ou occasionnellement sollicitée par la rivière, bien que leur sommet soit colonisé par une végétation arbustive;
- les talus hétérogènes, présentant une alternance rapide entre des segments végétalisés et stables, et d'autres segments instables dénudés.

En ce qui concerne les glissements de terrain, ceux-ci incluent les glissements de type rotationnel, les écoulements, les éboulements et les coulées argileuses dont la largeur dépasse 10 m. Une distinction a été faite entre les glissements instables présentant des signes d'activité gravitaire récente et les glissements stabilisés dont les cicatrices sont largement recolonisées par la végétation.

Quant aux ravins, ils ont été cartographiés à l'aide d'un symbole unique, sans distinction de leur dynamique actuelle.

2.5.3 État actuel des rives

Le travail de photo-interprétation, couplé aux relevés de terrain réalisés en 2024 sur l'ensemble de la zone d'étude, a permis de déterminer l'état actuel des 340 km de rives investiguées et de les regrouper en trois classes de dynamique riveraine : en érosion, stable et en érosion discontinue.

Cette évaluation s'est basée sur l'état des talus riverains (hauteur > 2 m), tel que décrit à la section précédente. Pour les sections dépourvues de talus riverains bien définis, l'analyse s'est appuyée sur des indices observés sur la berge et la rive, indicatifs de leur dynamique actuelle.

- Rives en érosion : Une rive est classée en érosion lorsque les talus riverains étaient visiblement instables (voir section 2.5.2). En l'absence de talus (> 2 m), des signes tels que des affouillements, des éboulements et du micro-ravinement des berges ainsi que la présence d'arbres basculés aux racines déchaussées sont révélateurs d'instabilité. L'observation de panaches sédimentaires proches des rives, indiquant une forte turbidité de l'eau, constitue un indice supplémentaire d'érosion active, notamment dans les dépôts silto-argileux.
- Rives stables : Une rive est classée stable si elle ne présentait pas de signes d'érosion récents au niveau de la berge et que les talus riverains étaient eux-mêmes stables. La présence d'une large plage sur la berge fait aussi partie des indicateurs de stabilité.

– Rives en érosion discontinue : Une rive est classée en érosion discontinue lorsque peu ou pas d'indices d'une sollicitation par les agents d'érosion sont observables au niveau de la berge, mais que le talus présente une instabilité discontinue. Un faible sapement de la berge peut être observé, résultant en une petite encoche d'érosion.

Ce regroupement s'appuie sur une appréciation qualitative de la dynamique des rives, basée sur les observations terrain et non pas sur des valeurs quantifiées, telles que le volume métrique de matériaux érodés.

2.6 Cartographie du lit de l'estuaire

Spécifiquement au tronçon estuarien de la rivière Sainte-Marguerite, la cartographie des rives a été complétée par l'identification des composantes du lit de l'estuaire entre le PK 7+300 et le delta actuel. Cette analyse s'appuie sur l'interprétation de l'orthophoto, des photographies obliques prises par hélicoptère en 2024.

Les éléments cartographiés distinguent (figure 2-1) : 1) les portions de l'estuaire qui étaient exondées à marée basse, à savoir les plates-formes intertidales (PFI) et les bancs de sable (BS); 2) les parties de l'estuaire qui étaient submergées, mais visibles sous une mince tranche d'eau, regroupées sous le terme haut-fond (HF); et 3) les zones d'eau plus profondes correspondant au chenal principal. Notons que sont regroupées sous le terme « banc de sable » (BS) toutes les accumulations de sédiments, le plus souvent sableux, qui étaient exondées en surface des hauts-fonds au moment de la prise des photographies aériennes, mais qui peuvent être submergées à marée haute.

2.7 Évaluation de la sensibilité des rives à l'érosion

La sensibilité des rives est une composante complexe à déterminer, car elle dépend de plusieurs facteurs, dont certains sont hérités des conditions passées (p. ex. relèvement isostatique, nature du matériel) et d'autres sont liées aux conditions récentes, lesquelles ont été influencées par les barrages. Pour évaluer ce paramètre, HQ a développé une méthode qualitative qui est aujourd'hui régulièrement utilisée dans le cadre d'études de caractérisation des rives de rivières et de réservoirs (Hydro-Québec, 2006). Cette analyse permet de fournir un portrait général de la probabilité que les rives soient déstabilisées en se basant sur un nombre limité de variables.

La classification retenue, présentée au tableau 2-3, distingue les terrains où la sensibilité à l'érosion est négligeable de ceux qui présentent une sensibilité faible, moyenne ou forte. Le découpage est basé sur la nature des matériaux encaissants qui composent la rive – dérivé de la photo-interprétation – et sur la pente des talus riverains. Pour les tronçons caractérisés par un plan d'eau (réservoir SM-2, bief amont de SM-1 et l'estuaire), l'analyse intègre également la largeur du plan d'eau – le fetch – qui détermine l'énergie potentielle des vagues auxquelles les rives seront soumises. Ce facteur a permis d'établir deux grilles de classifications, la grille A et la grille B (tableau 2-3). Exposées à de plus fortes vagues, les rives des parties plus larges des réservoirs (> à 500 m) sont jugées plus sensibles (grille B) que celles des parties étroites (< à 500 m) et des secteurs protégés par des îles (grille A). Pour le tronçon fluvial (PK 76-PK 66), l'action des vagues étant inexistante en raison des courants, la sensibilité des rives a été réalisée uniquement sur la base de la grille A.

On considère que les rives composées de roc, y compris le roc couvert par moins de 2 m de dépôt meuble, et les rives composées de matériaux organiques ou de tourbe ont une sensibilité jugée négligeable. Selon leur pente et leur exposition au fetch, les rives de till, de cailloux et de matériaux sablo-graveleux, relativement résistantes, ont une sensibilité négligeable, faible ou moyenne. Même lorsqu'elles recoupent des versants à pente forte, ces rives peuvent être difficilement érodables. Les rives composées de sédiments fins (silto-argileux ou sablo-silteux) sont particulièrement sensibles à l'érosion lorsqu'elles présentent une pente forte ou lorsqu'elles sont remaniées par des mouvements de masse. L'attaque des vagues à la base des argiles sensibles saturées en eau peut favoriser le sapement et déclencher des éboulements et des glissements de terrain ou, dans certains cas, des coulées argileuses. Finalement, les rives sableuses sont généralement les plus sensibles, en raison de la nature non cohésive de ce type de matériau. Leur sensibilité à l'érosion est forte pour les pentes de plus de 15°. Dans ces secteurs, les vagues peuvent déstabiliser les matériaux et entraîner le déplacement du sable par éboulements successifs.

Ces classes de sensibilité ont donc d'abord été générées de façon automatique à l'aide de requêtes sur le logiciel ArcGIS Pro, puis un travail de photo-interprétation sur l'ensemble de la zone d'étude a permis de valider et d'affiner ces classes. En effet, des critères supplémentaires, tels que la présence d'avant-plages, d'érosion active ou antérieure et d'une végétation riveraine ou aquatique, ont permis d'optimiser manuellement les classes de sensibilité dans ces zones spécifiques.

L'analyse s'est basée sur les données de composition des rives obtenues par photo-interprétation. Les critères de pente ainsi que le fetch ont quant à eux été extraits du MNT dérivé du lidar. Pour la pente, elle a été calculée à l'intérieur d'une bande de terrain de 30 m de largeur. Les pentes ont été subdivisées en quatre classes, suivant la classification usuelle (tableau 2-3), soit : 0 à < 5°, 5 à < 15°, 15 à < 25° et > 25°. La longueur du fetch a été déterminée en tenant compte de la configuration des rives et de la présence des îles, en mesurant la distance d'eau libre devant chaque point de berge à l'aide de l'outil Wind Fetch and Wave Model (Rohweder et al., 2012), intégré dans ArcGIS. Pour l'analyse de la sensibilité à l'érosion, le fetch a été subdivisé en deux classes : < 500 m et > 500 m (tableau 2-3). Les longueurs de fetch ont été calculées en considérant toutes les directions de vent, et non uniquement celles des vents dominants ou de tempête. Cette approche peut entraîner une surestimation de la sensibilité à l'érosion des rives selon ce critère, car elle inclut des directions de vent moins fréquentes ou moins significatives.

Tableau 2-3 Classe de sensibilité à l'érosion des rives selon la nature des matériaux encaissants des rives photo-interprétés, la pente et la longueur du fetch (grille A, fetch < 500 m; grille B, fetch > 500 m).

A) Fetch supérieur à 500 m

Matériaux encaissants des rives	Pente du talus riverain			
	A	B	C	D
	(0 à < 5°)	(5 à < 15°)	(15 à < 25°)	(> 25°)
	Sensibilité à l'érosion			
Roc (R) et blocs (B)	-	-	-	-
Tourbe (Pt)	-	-	-	faible-
Till (T) et cailloux (Ca)	-	-	faible	faible
Sable et gravier (SG, S-SG)	-	faible	faible	moyenne
Sédiments fins (SM, CM)	faible	faible	moyenne	forte
Sable (S)	faible	moyenne	forte	forte

B) Fetch inférieur à 500 m

Matériaux encaissants des rives	Pente du talus riverain			
	A	B	C	D
	(0 à < 5°)	(5 à < 15°)	(15 à < 25°)	(> 25°)
	Sensibilité à l'érosion			
Roc (R) et blocs (B)	-	-	-	-
Tourbe (Pt)	-	-	-	faible
Till (T) et cailloux (Ca)	-	-	-	faible
Sable et gravier (SG, S-SG)	-	-	faible	faible
Sédiments fins (SM, CM)	-	faible	faible	moyenne
Sable (S)	-	faible	moyenne	forte

3 Description générale du milieu physique

3.1 Physiographie

La rivière Sainte-Marguerite est située sur la rive nord du golfe du Saint-Laurent, dans la région administrative de la Côte-Nord. Son embouchure est située à 18 km à l'ouest de la ville de Sept-Îles. La rivière traverse le territoire de la zone d'exploitation contrôlée (Zec) Matimek, de sa source jusqu'à barrage Sainte-Marguerite 2.

La physiographie de la région où coule la rivière Sainte-Marguerite est caractéristique du plateau laurentien qui forme une pénéplaine entaillée par le réseau hydrographique. Ce plateau présente un relief bosselé, produit par l'abrasion des glaciers quaternaires, culminant à 600-700 m d'altitude et se caractérise par une forte densité de lacs et de ruisseaux intermittents (Tremblay, 1975 ; Brouard et al., 2023). De profondes vallées structurales, modelées par les glaciers quaternaires, arborent une forme typique en auge avec des versants rocheux souvent abrupts (figure 3-1; Lajeunesse, 2014). Ces vallées accueillent les grandes rivières de la région, dont la rivière Sainte-Marguerite. D'orientation nord-sud, la vallée de la rivière Sainte-Marguerite a une largeur variant de 1,5 à 2 km sur la majeure partie de son cours, avec quelques sections plus étroites et très encaissées avec des escarpements rocheux pouvant atteindre 400 m de dénivelé. Vers le littoral, les derniers contreforts rocheux du plateau laurentien laissent la place à une plaine côtière étroite où la rivière Sainte-Marguerite a formé son estuaire. Celui-ci a une forme plutôt triangulaire et est parcouru par un chenal unique long d'environ 6,7 km, de l'embouchure jusqu'aux premiers rapides, soit le rapide Chute d'Aval, immédiatement en aval de la centrale SM-1. Sa largeur est minimale à l'amont et atteint un maximum de 1,2 km près de son embouchure dans le golfe du Saint-Laurent. Celle-ci est en partie fermée par une flèche littorale sableuse s'étirant en direction ouest à partir de Val-Marguerite vers Gallix (Tremblay, 1975; Therrien et al., 2001).

3.2 Géologie

Située dans le plateau laurentien, la zone d'étude repose sur des roches cristallines (ignées et métamorphiques) qui appartiennent à la région physiographique du Bouclier canadien, plus précisément à la province géologique du Grenville. Cette dernière a connu une formation complexe qui s'est échelonnée sur plusieurs centaines de millions d'années, marquée par plusieurs évènements orogéniques (Hocq, 1994; Davidson 1995). Au Québec, la province du Grenville est divisée en deux grands ensembles géologiques : le parautochtone et l'allochtone, composés respectivement de roches archéennes et de roches paléoprotérozoïques à mésoprotérozoïques (Rivest et al., 1989). La zone d'étude, à l'instar de toute la Côte-Nord, est située dans l'allochtone dont les roches, bien que formées lors de cycles orogéniques antérieurs, ont été métamorphisées lors du cycle grenvillien (Hocq, 1994).

Les formations rocheuses du territoire à l'étude consistent en un complexe de migmatite, gneiss granitique et paragneiss datant du Paléoprotérozoïque et Mésoprotérozoïque et de quelques intrusions de roche ignée, notamment des anorthosites, quartzite en amphibolite ainsi que des diorites quartzifères (MRNF, 2025c). Au sud de la zone, en aval du PK 10, se trouve le complexe de Sept-Îles formé de gabbro, troctolite, magnétitite, nelsonite et dunite du Cambrien.

Le socle grenvillien constitue la racine profonde d'une ancienne chaîne de montagnes dont l'envergure était comparable à l'actuelle chaîne himalayenne (Windley et Tarney, 1986). Plusieurs évènements ont accompli la pénéplanation de cet ancien massif précambrien, dont les plus importants ont été les épisodes d'érosion et d'abrasion des multiples glaciations qui ont ponctué la période quaternaire.



Figure 3-1 Photographie de la vallée en auge de la rivière Sainte-Marguerite vers l'aval (PK75)

3.3 Géomorphologie quaternaire

La morphologie et la stratigraphie actuelles des rives de la Sainte-Marguerite sont étroitement liées au dernier épisode glaciaire du Wisconsinien qui a modelé en grande partie le paysage actuel. Les sédiments quaternaires associés à la dernière période glaciaire et postglaciaire reposent presque partout directement sur le socle rocheux dans la zone d'étude, car les dépôts antérieurs du Pléistocène ont été complètement érodés par les glaces du Wisconsin.

La glaciation wisconsinienne a couvert l'ensemble du Québec d'une épaisse calotte de glace (inlandsis laurentidien) qui a atteint son extension maximale il y a environ 21 000 ans BP. L'amorce du retrait de la calotte glaciaire laurentidienne a été évaluée à 14 000 ans AP (Syvitski et Praeg, 1989). Le passage et la fonte de cette calotte glaciaire ont conduit au dépôt et au façonnement de divers matériaux meubles (dépôts glaciaires, fluvioglaciaires, etc.), souvent associés à différentes formes de terrain (drumlins, eskers, moraines, etc.).

Les dépôts glaciaires les plus anciens de la région sont les tills qui ont été mis en place sous les glaciers (till de fond). Ces diamictons, sont essentiellement observables sur le plateau laurentien et sont généralement peu épais et discontinus, laissant apparaitre de nombreux affleurements rocheux (Tremblay, 1975). Dans les dépressions et les fonds de vallée, les tills sont recouverts de dépôts fluvioglaciaires d'origine sous-glaciaire (esker), mais aussi d'origines proglaciaire (terrasse de kame) et juxtaglaciaire (deltas et nappes d'épandages) laissés lors du retrait des glaciers. Ces dépôts sont typiquement formés de sable, de gravier et de blocs stratifiés.

Ils tapissent notamment les grandes vallées de la région comme celle de la rivière Sainte-Marguerite. Les dépôts glacio-lacustres sont plutôt rares dans la région d'étude, même si des unités de ces dépôts sont présentes aux abords des anciens lacs proglaciaires de la région comme les lacs Walker et Pasteur (Nzekwe et al., 2018). Au cours de la déglaciation, le retrait glaciaire s'est fait par étape et a connu des épisodes de stagnations temporaires des fronts glaciaires sur la Côte-Nord.

L'un des plus importants épisodes s'est produit durant le refroidissement du Dryas récent, entre 10 800 et 10 300 ans cal. AP, et a conduit à la déposition de la moraine de la Côte-Nord (anciennement appelée moraine de Manitou-Matamek, Dubois, 1977) à ~30-50 km du littoral actuel sur les hautes terres laurentiennes (Dubois et Dionne, 1985).

Avec le retrait des marges glaciaires vers le nord-ouest et la hausse du niveau marin global, les eaux de la mer de Goldthwait, qui occupait autrefois le golfe et l'estuaire du Saint-Laurent, ont submergé les basses-terres de la Côte-Nord et les sections aval des grandes vallées structurales, devenues des fjords. La transgression marine a atteint une altitude maximale d'environ ~130 m vers 10 500-11 000 ans AP (Bernatchez, 2005; Brouard et al., 2023), de sorte que le fond de la vallée de la rivière Sainte-Marguerite a été immergé au moins jusqu'au canal de sortie de la centrale SM-3. Durant cette période, les eaux des glaciers qui se jetaient dans le fjord apportaient une charge sédimentaire importante, incluant des volumes importants de limon et d'argile. Ces sédiments fins restaient en suspension un certain temps dans les eaux marines jusqu'à rencontrer des conditions calmes d'eau profonde en aval du fjord, permettant leur décantation par-dessus les dépôts glaciaires. La mise en place de ces dépôts glaciomarins, composés silt argileux et d'argile silteuse de couleur gris-bleue, massifs ou laminés, comprenant parfois des rythmites, est un élément majeur dans la formation et l'évolution du paysage Holocène des basses-terres et des sections aval des vallées de la Côte-Nord, à l'instar de la vallée de la Sainte-Marguerite (Tremblay, 1975). Des affleurements et des talus argileux sont par exemple très nombreux dans le réservoir SM-2 et le bief amont de SM-1 (EnviroConsult CN Ilée et Terraformex, 2013). Avec le réajustement isostatique postglaciaire de la surface terrestre, la mer s'est progressivement retirée, entrainant une émergence des dépôts marins. Ces derniers ont alors constitué le lit de la proto-rivière Sainte-Marguerite qui a déposé d'importantes quantités des sédiments, d'abord fluvio-glaciaires lorsqu'elle était encore alimentée par les fontes des glaciers en amont, puis fluviaux plus tardivement. Ces dépôts se caractérisent par des épandages de sable, de silt sableux et de graviers stratifiés qui recouvrent les dépôts silto-argileux dans le fond de la vallée.

Dans la section aval de la vallée et dans la frange côtière, le retrait progressif de la mer de Goldthwait a conduit au passage d'un environnement marin à un environnement fluvial, avec des périodes transitoires d'environnements deltaïques et littoraux. Les dépôts deltaïques ont été agencés en de vastes plaines de sable et sable graveleux, bien triés, recouvrant des unités pro-deltaïques de matériaux plus fin silto-sableux. Avec la transition vers un environnement littoral, les dépôts sableux ont été remaniés en terrasses de plage, cordons littoraux ou flèches littorales dont des formes reliques sont présentes dans toute la frange côtière.

Finalement, avec la poursuite de la récession marine, l'abaissement du niveau de base des rivières a alors entrainé une phase d'incision des cours d'eau régionaux dans les dépôts postglaciaires. Au cours de son encaissement et au rythme de ses migrations latérales, la rivière Sainte-Marguerite a façonné, dans les dépôts mis en place antérieurement, des terrasses jusqu'à ce qu'elle en vienne à adopter son lit actuel. Ces niveaux de terrasses forment des talus abrupts atteignant 30 à 50 m, qui révèlent qu'une partie des séquences stratigraphiques ont marqué l'histoire Holocène de la région.

3.4 Rivière Sainte-Marguerite

3.4.1 Contexte hydrologique

La rivière Sainte-Marguerite s'écoule sur 247 km selon un axe nord-sud et draine un bassin versant de 6 213 km^2 (OBV Duplessis, 2015). Elle se déverse dans le fleuve Saint-Laurent au niveau de la baie Sainte-Marguerite, entre le secteur Val-Marguerite à l'est et le secteur de Gallix à l'ouest, après s'être écoulée dans un estuaire d'environ 7 km. Le bassin versant de la rivière Sainte-Marguerite constitue l'un des plus importants du réseau hydrographique de la MRC de Sept-Rivières.

En raison de son important potentiel hydroélectrique, trois ensembles de barrages et de centrales y ont été construits sur le cours de la rivière. Le barrage et la centrale de la Sainte-Marguerite 1 (SM-1), qui sont les plus en aval (point kilométrique PK 7+300), sont la propriété d'Innergex. La construction de cette première centrale date de 1908, puis la centrale de la SM-1 a été reconstruite et remise en service le 1er décembre 1993. La capacité de stockage en amont de la centrale de la SM-1 est quasi nulle et le bassin versant intermédiaire (entre les centrales de la SM-1 et SM-2) couvre une superficie de 8,8 km^2. Le barrage et la centrale de la Sainte-Marguerite-2 (SM-2), propriétés de La Compagnie Gulf Power (une filiale de lron Ore Company – Rio Tinto), sont situés au PK 10 et existent depuis 1954. Le réservoir SM-2, mis en eau en 1955 a inondé la vallée de la Sainte-Marguerite sur plus de 50 km en amont du barrage. Le barrage possède une capacité de réserve utile de 231 hm^3. Le bassin versant intermédiaire (entre centrales de la Sainte-Marguerite-2 et 3) mesure 1 431 km^2. Finalement, le barrage et la centrale Denis-Perron, aussi appelés SM-3 et propriétés de HQ, sont situés respectivement aux PK 90 et PK 76. La mise en eau du réservoir à l'amont du barrage SM-3 a commencé le 1er avril 1998 et la cote maximale d'exploitation de 406,83 m n'a été atteinte qu'à l'automne 2002. Le réservoir de la SM-3 possède une capacité de stockage de 3 279 hm^3 et la superficie du bassin versant en amont des ouvrages est de 4 737 km^2. La mise en service de la centrale a eu lieu en octobre 2003 en mode transitoire jusqu'en 2006; depuis, SM-3 est gérée à pleine exploitation.

Ces barrages ont modifié le régime hydrique ainsi que la morphologie et la dynamique hydrosédimentaire de la rivière en créant, notamment, d'importants réservoirs comme les réservoirs SM-2 et SM-3. Dans l'estuaire, le régime hydrique dépend à la fois des variations de l'emmagasinement des réservoirs SM-3 et SM-2, mais aussi de la marée et des apports fluviaux à la tête de l'estuaire.

3.4.2 Conditions d'exploitation actuelle et future

L'ajout d'un troisième groupe a pour objectif de répondre à un besoin de puissance additionnelle sans nécessiter d'apport d'eau supplémentaire au réservoir de la SM-3. En conséquence, la centrale ne fonctionnera que quelques centaines d'heures par année, à pleine capacité.

Comme le projet n'engendre aucune dérivation de rivière et que les cotes d'exploitation minimale et maximale du réservoir de SM-3 sont inchangées, les apports en eaux demeurent donc les mêmes tout comme les volumes d'eau turbinés. Par conséquent, sur le plan annuel, la production énergétique moyenne de la centrale demeurera inchangée, car l'ajout du troisième groupe n'apportera aucun changement notable au niveau des volumes d'eau moyens turbinés.

La mise en service du troisième groupe turbine-alternateur modifiera le débit maximal d'exploitation de la centrale. Le débit d'équipement actuel de 300 m^3/s pourrait être augmenté jusqu'à 500 m^3/s. Ce débit additionnel serait mis à profit en périodes de pointe hivernale, soit les périodes comportant les demandes de puissance les plus élevées et les plus fréquentes. Les trois groupes turbine-alternateur sont en effet prévus fonctionner simultanément à plein débit uniquement durant les pointes de consommation hivernale. En période de grand froid, ils peuvent aussi être utilisés en journée, mais à un débit moindre. Alimenter pleinement le troisième groupe en période de pointe nécessitera environ 10 % de la réserve utile du réservoir SM-3.

Les simulations indiquent que les vitesses d'écoulement hivernales pourraient en conséquence augmenter de 0,2 à 0,6 m/s pour le tronçon fluvial en aval de SM-3 et l'entrée du réservoir de SM-2 (jusqu'au PK 60) et de 0,1 à 0,2 m/s dans le réservoir de SM-2 entre les PK 60 et 50 (Lasalle-NHC, 2025a). Dans la zone amont du bief SM-1, les augmentations ponctuelles de la vitesse d'écoulement seront principalement observées juste en aval de la centrale SM-2 (atteignant jusqu'à 1 m/s) et, dans une moindre mesure, dans la partie aval du réservoir (Lasalle-NHC, 2025b). Dans l'estuaire, l'augmentation des débits lors des pointes entraînera une accélération de l'écoulement, particulièrement observable en aval de la centrale SM-1 ainsi qu'à l'embouchure où le chenal se resserre (Lasalle-NHC, 2025c).

Durant les autres saisons, le débit moyen turbiné sera modifié en fonction des conditions météorologiques (températures et précipitations), de la demande en électricité et des contraintes environnementales et sociales du projet. Le débit moyen turbiné sera adapté pour compenser le volume d'eau supplémentaire à turbiner en hiver. Ainsi, le débit médian de juin à septembre (100 m^3/s en condition de référence) pourrait diminuer à 55 m^3/s en condition projetée. Cette modification d'exploitation pourrait abaisser le niveau moyen du réservoir SM-3, lequel prendra plus de temps au printemps et à l'été pour atteindre sa cote historique . Dans l'estuaire, la diminution du débit fluvial anticipée pourrait favoriser une intrusion plus importante des eaux marines vers l'amont. En conséquence, lors du flot, les modèles prévoient une légère augmentation de la vitesse d'entrée des eaux marines dans l'estuaire, estimée à environ 0,15 m/s (Lasalle-NHC, 2025c).Globalement, l'exploitation de la centrale avec l'ajout du troisième groupe va moduler l'utilisation de l'eau entre les saisons et augmenter, durant une courte période de l'année, le débit turbiné sur un pas de temps horaire pour répondre aux besoins de pointe. Cependant, pendant une majorité de l'année, le débit turbiné à la centrale oscillera entre les mêmes valeurs que celles observées depuis la mise en service.

3.5 Revue des connaissances sur la dynamique des rives

Depuis 2007, date à laquelle la centrale SM-3 a atteint son régime d'exploitation actuel, quelques études de suivi géomorphologique de l'état des rives ont été réalisées permettant de poser des bases de connaissance quant à la nature et la dynamique des rives le long de la rivière Sainte-Marguerite et de dresser les premières cartographies des sites en érosion pour les tronçons concernés par la présente étude.

3.5.1 Tronçon fluvial et du réservoir SM-2

Après la mise en service de la centrale SM-3, une première étude sur la stabilité des rives du réservoir SM-2 et du tronçon fluvial de la rivière Sainte-Marguerite a été réalisée en 2006 par EnviroConsult CN ltée (publiée en 2008). Deux autres études ont suivi. La première, menée en 2011 par Poly-Géo Inc., portait sur la caractérisation des rives du réservoir SM-2 et du tronçon à débit réduit, déjà analysés en 2006. Elle comprenait également une cartographie détaillée des dépôts de surface et des formes de terrain aux abords du bief amont de SM-1 et de l'estuaire.

La seconde étude, effectuée en 2013 par EnviroConsult CN ltée en collaboration avec Terraformex, consistait en une mise à jour des résultats de l'étude de 2006, basée sur les données de l'année 2012.

L'étude de 2006 menée par EnviroConsult CN ltée a montré que pour le tronçon fluvial (PK 76-K66), seulement 0,2 % des rives était considéré en érosion, réparti sur deux talus instables. Aucun changement notable n'avait été observé dans les études de suivi menées par Poly-Géo Inc. en 2011 et par EnviroConsult CN ltée en collaboration avec Terraformex en 2012. Ces constats ont permis aux auteurs de conclure que l'érosion des rives de ce tronçon était restée très limitée et devrait le demeurer à court et moyen terme, notamment en raison de la faible sensibilité à l'érosion des sédiments en place, majoritairement composés de dépôts fluvio-glaciaires et de roche en place.

Concernant le réservoir SM-2 (PK 66-PK 10), l'étude de 2006 de EnviroConsult CN ltée a reporté que 5,5 % des rives étaient en érosion, réparties en 917 sites, tandis que 2 % de l'ensemble des rives étaient en voie de stabilisation. Lors du suivi de 2011, Poly-Géo Inc. a identifié une cinquantaine de nouvelles formes d'érosion par rapport à 2006, principalement des éboulements de talus riverains. Ces nouvelles zones affectées se situaient majoritairement au niveau de talus silto-argileux en pente raide, où des signes d'instabilité avaient déjà été observés en 2006. L'étude de 2011 soulignait également une progression marquée de l'érosion en rive droite, à proximité du PK 21, où la mobilité du bras du réservoir SM-2 semblait avoir causé l'apparition d'une dizaine de nouveaux sites d'érosion, essentiellement sur des pointes argileuses. Enfin, l'étude de 2012 menée par EnviroConsult CN ltée en collaboration avec Terraformex a recensé 124 nouveaux talus en érosion. Toutefois, la longueur totale des berges affectées n'a augmenté que de 0,6 % entre 2006 et 2012, une variation jugée non significative.

Le suivi a permis de conclure que les berges du réservoir SM-2 étaient restées relativement stables après la mise en service de la centrale SM-3, ce qui était cohérent avec les projections émises par HQ dans l'étude d'impact (1991). La majeure partie de l'érosion observable dans le réservoir SM-2 était encore liée au réajustement des versants à la mise en eau du réservoir en 1955 qui a inondé la vallée composée de sédiment cohésif (argile et silt), créant ainsi de nombreuses baies et pointes sensibles à l'érosion des berges.

3.5.2 Tronçon du bief amont de SM-1

Cette section de la rivière Sainte-Marguerite n'a pas fait l'objet de suivi régulier, car le bief a été mis en eau au début du XXe siècle et les berges sont peu sensibles à l'érosion. Seul Poly-Géo Inc. a apporté une description de la composition et de l'état des rives du réservoir dans son étude de 2011. Les résultats ont montré que 43 % des berges de ce tronçon sont composées de roc, alors qu'environ 54 % sont entaillées dans les silts argileux et moins de 3 % recoupent des matériaux sableux. En 2011, seulement 5,5 % des rives étaient en érosion, mais la grande majorité était stabilisée et végétalisée. Poly-Géo Inc. notait néanmoins que la nature des sédiments dans la section aval du bief rendait certains talus sensibles à l'érosion comme, en témoignait une importante cicatrice de glissement observée au PK 8, en rive gauche.

3.5.3 Estuaire

Contrairement au bief amont de SM-1, le tronçon estuarien a fait l'objet d'un suivi important, car il représente un environnement physique qui est dynamique par nature et évolue très rapidement. Les principaux suivis en phase d'exploitation de la centrale SM-3 ont été réalisés par la firme Environnement Illimité Inc. avec une première étude en 2008 (publiée en 2009), et une seconde réalisée et publiée en 2012.

Ces études se sont essentiellement concentrées sur l'embouche afin de répondre aux préoccupations des citoyens riverains quant à l'érosion des berges qui entourent les secteurs de Val-Marguerite et Gallix. Ces études se sont basées, notamment, sur des profils topographiques et bathymétriques pour suivre l'évolution des talus riverains ainsi que la morphologie du lit de la rivière et de la flèche littorale qui ferme l'estuaire. Par ailleurs, l'étude de Poly-Géo Inc. de 2011 a également fourni une cartographie des rives de l'ensemble de l'estuaire (PK 7+300 – PK 0) et identifié les segments de berges et talus riverains en érosion.

Dans ses études de suivi, Environnement Illimité Inc a montré que la section de l'estuaire en amont du PK 1 était restée plutôt stable entre 2000 et 2009 et entre 2009 et 2012. En 2011, l'étude de PolyGéo Inc. a fourni une analyse plus détaillée de ce secteur, permettant d'établir que l'amont de la zone entre le PK 7+300 et le PK 6 présentait des talus et des berges globalement stables, en raison de leur composition dominée par du roc. Seuls quelques éboulements mineurs avaient été repérés sur la rive gauche, vis-à-vis du PK 6. En revanche, entre les PK 3 et 6, environ 50 % des talus de la rive droite étaient touchés par l'érosion (Poly-Géo Inc., 2011). De nombreuses cicatrices de glissements ont été recensées, mais elles étaient stables pour la plupart et entièrement colonisées par une végétation arborescente. Le seul glissement encore instable en 2011 était situé sur la rive droite au PK 4+500. Le cône de déjection de celui-ci empiétait dans le lit de la rivière Sainte-Marguerite et qui n'avait pas encore été évacué par le cours d'eau. Les autres rives instables de ce segment étaient affectées plus ponctuellement par l'érosion avec quelques éboulements. En ce qui concerne la rive gauche, près de 50 % des talus étaient affectés par une érosion discontinue, principalement situés au pied des lignes de HQ où des éboulements ponctuels s'étaient produits dans les matériaux argileux à la base du talus riverain (Poly-Géo Inc., 2011).

Au niveau de l'embouchure, entre le PK 1 et le PK 0 la dynamique hydrogéomorphologique est beaucoup plus importante. L'étude de 2009 d'Environnement Illimité Inc. a montré que le chenal avait changé sa morphologie (chenal moins large et plus profond) et s'était déplacé vers la rive droite, entrainant un sapement du bas de plage de la falaise sableuse du côté Gallix. La portion ouest de cette falaise avait reculé de plus de 50 m depuis 2000. La pointe de la flèche littorale avait vu quant à elle sa superficie réduire de près de 7 000 m^2 depuis 2000 et avait connu une érosion particulièrement marquée en 2006 et 2008. Dans le suivi de 2012, les résultats montraient que la tendance s'est maintenue pour la falaise de Gallix qui avait continué à reculer significativement, et le chenal principal de l'estuaire s'était élargi, encaissé et déplacé vers la rive droite. En revanche, les bancs de sable à l'extrémité ouest de la flèche littorale avaient commencé à s'engraisser, de sorte que sa pointe avait gagné en superficie et en hauteur depuis 2009. Cette étude a conclu que les tempêtes ont eu un impact significatif sur l'évolution morphologique de l'estuaire de la rivière Sainte-Marguerite, tant sur la falaise de Gallix que sur l'extrémité de la flèche littorale. En 2011, Poly-Géo Inc. a montré que les rives instables, combinant à la fois l'érosion continue et discontinue, occupent un peu plus de 70 % de ce secteur (excluant la flèche). Les talus, essentiellement composés de matériaux sableux, sont surtout affectés par les éboulements dont la plupart avaient été recensés en rive droite. Certaines sections, encore instables en 2011, présentaient néanmoins des signes d'une reprise de la végétation sur les matériaux éboulés. La falaise Gallix et les rives de la flèche littorale représentaient les principaux segments de rive en érosion continue.

Dans son étude de suivi, Environnement Illimité Inc. (2009, 2012) a mis en évidence que la dynamique de l'embouche, en particulier celle de la falaise Gallix et du chenal et de la flèche, était probablement en grande partie reliée à une série de tempêtes intervenues entre 2009 et 2012, mais que d'autres facteurs étaient également en jeu. La complexité des processus impliqués dans l'évolution de ce type d'environnement estuarien ne permettait cependant pas de tirer des conclusions sur le lien direct entre l'exploitation de SM-3 et la dynamique sédimentaire de la flèche.

3.6 Processus hydrogéomorphologiques actifs

L'érosion et le transport des sédiments dans les différents tronçons de la Sainte-Marguerite sont contrôlés par différents processus hydrodynamiques qui varient selon la compétence de la rivière et la nature du matériau des rives. De façon générale, l'érosion affecte les dépôts sableux peu cohésifs et facilement mobilisables, mais également les sédiments fins sablo-silteux à silto-argileux, les matériaux sablo-graveleux et, dans une moindre mesure, le till, plus résistant, car à la fois plus grossier et cohésif. Le délavage du till et des dépôts sablo-graveleux grossiers par les vagues et/ou les courants fluviaux favorisent la formation de pavages grossiers de cailloux et/ou de blocs, qui en viennent avec le temps à former une protection du pied de talus très efficace contre l'érosion.

3.6.1 Érosion des rives et du lit

3.6.1.1 Courants fluviaux

Dans la section à débit fluvial et estuarienne ainsi qu'en aval immédiat des vannes des barrages, les processus d'érosion sont essentiellement liés aux courants fluviaux (et/ou tidaux pour l'estuaire) lorsque ceux-ci sont suffisamment rapides pour engendrer une mobilisation et un transport de sédiment. De façon générale, l'érosion par les courants peut agir de deux manières. D'abord, latéralement en érodant les matériaux des berges, notamment en position concave en présence de méandre. Ceci peut provoquer des phénomènes de sapement, de déchaussement et d'affouillement de la base des talus riverains. L'érosion se fait aussi verticalement en érodant le fond du cours d'eau, ce qui peut modifier la pente du lit et impacter la dynamique hydrologique en aval. Ceci est particulièrement notable dans un contexte de déficit sédimentaire. L'organisation des courants fluviaux et tidaux joue aussi un rôle majeur dans la morphologie du lit de la rivière et de l'estuaire, puisqu'elle contrôle la forme et l'emplacement des bancs d'accumulation sédimentaire.

3.6.1.2 Action des vagues

Au niveau des réservoirs, l'action du courant est généralement négligeable, mais les étendues d'eau sont favorables à la formation de vagues qui sont considérées comme la source d'érosion principale sur le pourtour d'un plan d'eau. Les vagues sur un plan d'eau peuvent être produites soit par le vent, soit par le passage des bateaux (batillage). Dans le cas du réservoir SM-2, du bief amont de SM-1 et de l'estuaire, la géométrie et la taille des plans d'eau limitent le fetch de sorte que les vagues sont généralement de faibles amplitudes (> 0,5 m). Cependant, les berges exposées aux plus grands fetchs et aux vents les plus forts peuvent être soumises à des vagues d'amplitude modérée suffisamment puissante pour générer une certaine mobilité des matériaux des berges ou solliciter les matériaux dénudés en pied de talus, formées de silt et de sable. De la même façon, les vagues générées par le passage répété de petites embarcations dans la Zec Matimek peut devenir une source d'érosion des berges. L'impact du batillage sur les berges varie en fonction de plusieurs facteurs, notamment la taille, la vitesse, la fréquence de passage des bateaux et leur distance par rapport à la rive (Saint-Laurent et al., 2002; Vadnais, 2012). Dans l'estuaire, le rôle des vagues est plus important au niveau de l'embouchure. Par diffraction, la houle marine qui se forme sur le Saint-Laurent parvient à rentrer dans l'estuaire, mais s'atténue assez rapidement en se propageant vers l'amont. Ce sont la flèche littorale de Val-Marguerite et la falaise Gallix qui sont ainsi les exposées aux fortes vagues.

3.6.1.3 Action des glaces

Finalement, les glaces qui se forment en hiver peuvent également devenir un facteur géomorphologique non négligeable dans les différents tronçons de la rivière Sainte-Marguerite. Ces processus, dits glaciels, sont essentiellement liés au relâchement de radeaux de glace dans le chenal lors du démantèlement du couvert de glace au printemps. Le couvert de glace morcelé va alors se déplacer sous l'effet des vents de tempête ou lors des crues printanières, ce qui peut entraîner l'érosion des berges par arrachement des matériaux pris dans les glaces de rive. Dans le tronçon à débit réduit et estuarien, les glaces se déplacent avec les courants fluviaux et tidaux, et ce sont davantage les zones en saillie, comme les pointes ou la partie amont des îles, qui se trouvent affectées par les glaces. Dans les réservoirs, le couvert de glace est plus stable et se disloque sur place, mais de l'érosion peut survenir lorsque le vent pousse les glaces flottantes qui génèrent des pressions significatives sur la berge.

3.6.2 Processus gravitaires

Les talus riverains entaillés dans les dépôts meubles sans cohésion comme les sables et les sables graveleux ou dans les dépôts silto-argileux sensibles sont sujets à des processus gravitaires qui mènent à leur déstabilisation.

Le point de départ de ces processus gravitaires est généralement la formation d'une encoche de sapement au pied des talus sous l'effet des vagues et des courants fluviaux. En s'approfondissant, ces encoches fragilisent la base des talus et amènent à un déséquilibre dans le profil du talus. Il en résulte des conditions d'instabilité susceptibles de générer des ruptures mécaniques des sols. Les types de processus gravitaires dépendent de plusieurs facteurs, dont les matériaux, la hauteur des talus riverains et des pentes. Les glissements par décrochement ou éboulement sont surtout répandus sur les talus de sable ou de sable graveleux, tandis que les coulées et les glissements rotationnels se produisent essentiellement dans les dépôts silto-argileux. Des facteurs déclencheurs additionnels peuvent intervenir dans le déclenchement de processus gravitaires d'un talus instable, comme de fortes précipitations, menant à une saturation des sols, ou l'action du gel/dégel.

En général, les talus riverains suivent un cycle naturel de stabilisation et de déstabilisation à la suite de mouvements gravitaires (figure 3-2; AMAL, 1983). Lorsqu'un éboulement survient, les matériaux accumulés au pied du talus forment un cône d'éboulis qui agit comme une protection temporaire contre l'érosion. Cette barrière favorise la stabilisation progressive de la cicatrice de glissement. Toutefois, cette protection est éphémère, car elle est peu à peu remaniée et érodée par l'action de la rivière et/ou des vagues. À terme, le pied du talus est de nouveau sollicité, ce qui réactive le processus de sapement, entraînant potentiellement de nouveaux éboulements et glissements. Plus le volume des matériaux éboulés est important, plus ce cycle est long. Néanmoins, la rive demeure globalement instable sur le long terme.

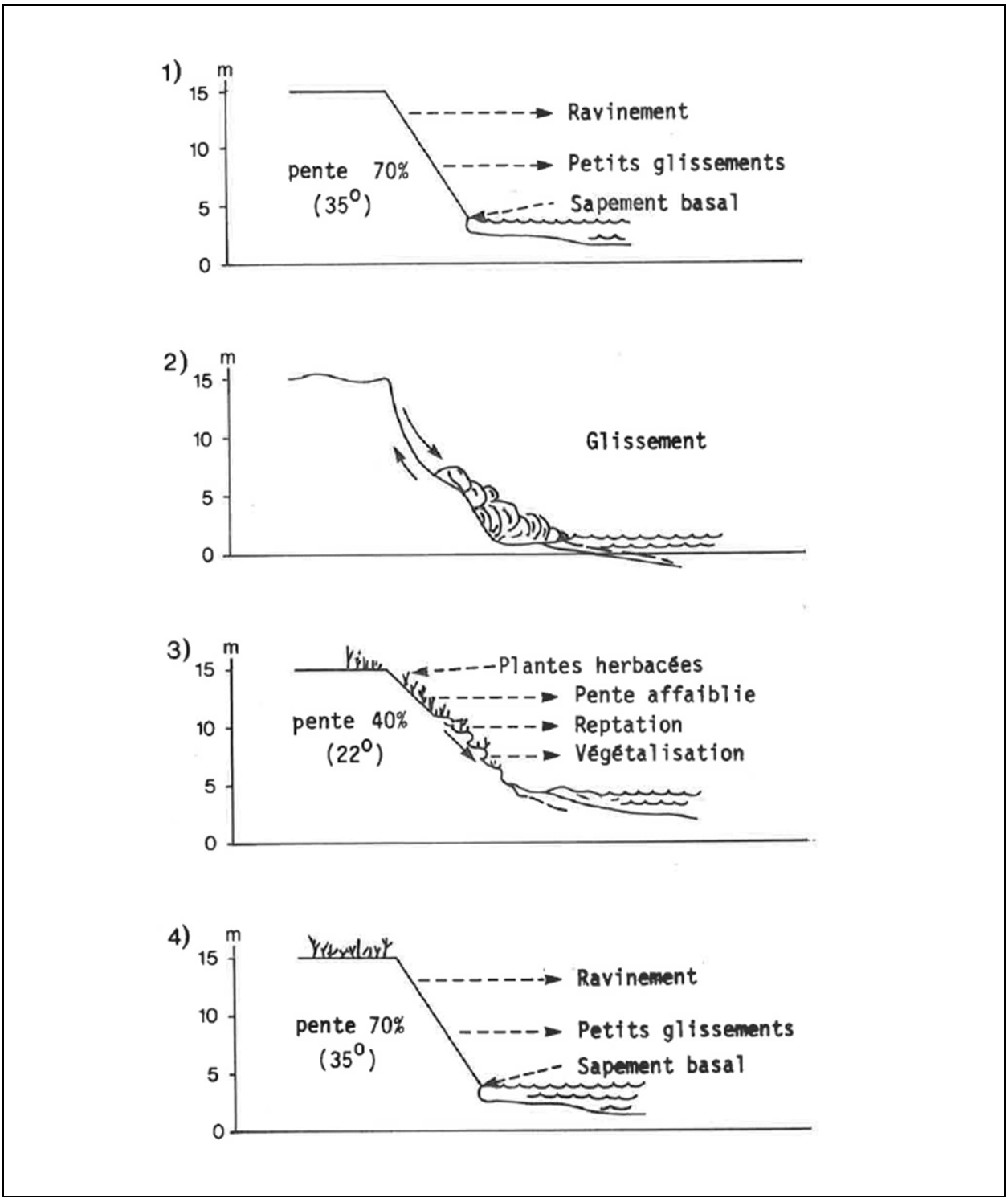


Figure 3-2 Schématisation du cycle de déstabilisation-stabilisation d'un talus riverain argileux (AMAL, 1983)

4 Résultats

Cette section présente les résultats des analyses par photo-interprétation, offrant une synthèse de la caractérisation, de la dynamique et de la sensibilité des rives pour chacun des quatre tronçons étudiés de la rivière Sainte-Marguerite en aval de SM-3. Pour l'estuaire spécifiquement, une description des composantes du lit a également été fournie. L'ensemble de ces informations est illustré dans l'atlas cartographique présenté à la fin du rapport.

4.1 Tronçon fluvial (PK 76-PK 66)

4.1.1 Caractérisation des rives

4.1.1.1 Matériaux encaissants

Les pourcentages relatifs des grandes classes de matériaux identifiées dans la zone photo-interprétée entre les PK 76 et 66, sont synthétisés dans la figure 4-1. Leur distribution spatiale est illustrée sur la carte 2, feuillet 1 (annexe 1) et le détail des superficies pour l'ensemble des sous-classes de matériaux identifiées est présenté au tableau 1, à l'annexe 2.

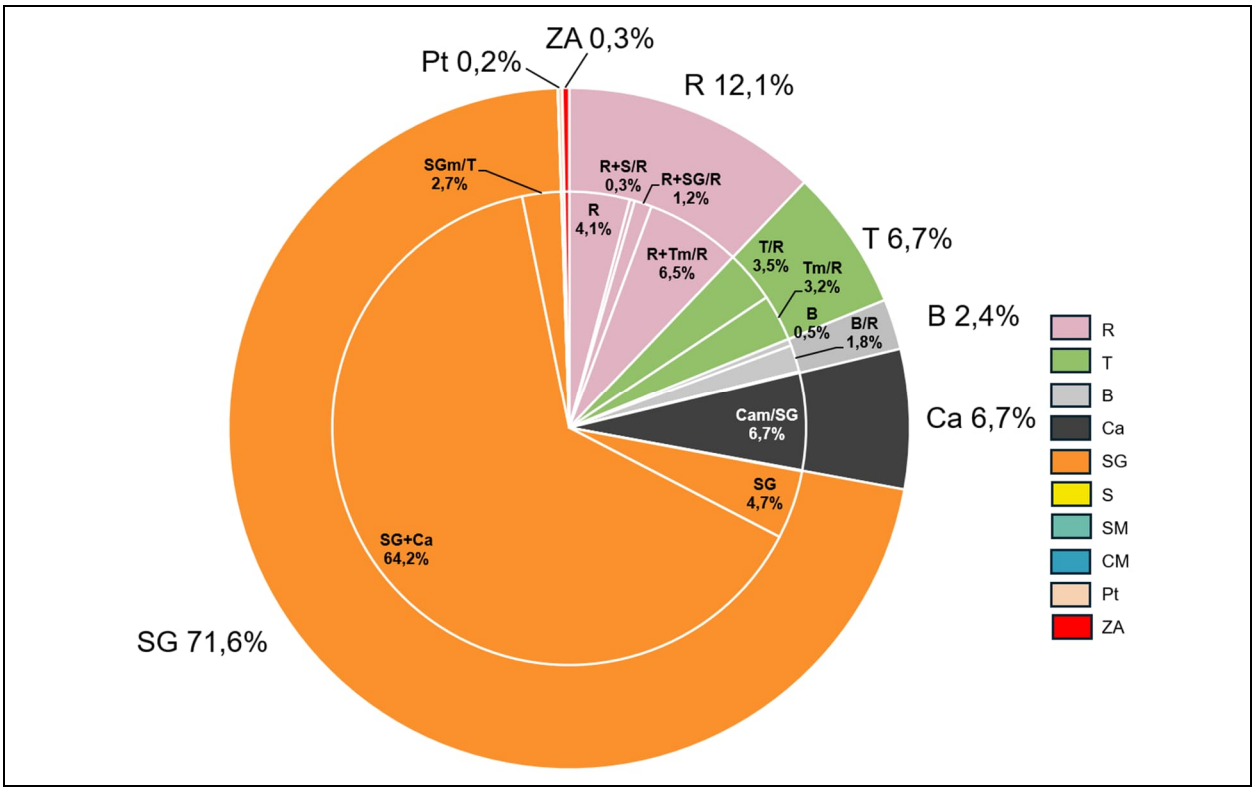


Figure 4-1 Graphique représentant la proportion des différentes classes et sous-classes de matériaux encaissants identifiées dans le tronçon fluvial (PK 76-PK 66)

Les résultats montrent que le territoire à l'étude est largement dominé par d'épais dépôts de sable et gravier (SG), représentant 71,6 % du terrain photo-interprété. La majorité de ces dépôts intègre une portion importante (> 20 %) de cailloux émoussés (SG+Ca). Cette unité est présente par-dessus les dépôts glaciaires du fond de vallée et est principalement composée de dépôts alluviaux anciens mis en place par le système fluvial au cours de l'Holocène. Une origine fluvioglaciaire est toutefois plus probable pour les dépôts constituant les niveaux de terrasses les plus élevés (anciennes zones d'épandage proglaciaire). L'incision graduelle de la rivière dans ces dépôts a taillé d'importants talus, dont les plus hauts dépassent 50 m de hauteur. Dans certaines sections de la vallée, deux à trois niveaux successifs de hautes terrasses sablo-graveleuses (> 10 m) sont présents et dominent la plaine alluviale actuelle de la rivière.

Le roc, affleurant ou recouvert d'une mince couche de dépôts meubles, constitue la seconde classe en importance avec 12,1,2 % de la superficie cartographiée. Quelques sections présentant des dépôts de till mince (< 2 m) à épais (> 6 m) ont également été identifiées dans le bas des versants, mais ils ne couvrent que 31,9 ha (6,7 %). La majorité des accumulations de till est recouverte par les dépôts plus récents fluvioglaciaires et alluviaux et donc non visible. Des dépôts constitués d'une mince couverture de cailloux reposant sur une matrice sableuse et graveleuse (Cam/SG) ont également été identifiés dans plusieurs segments du lit majeur de la rivière. Ces formations correspondent à des bancs d'accumulation alluviaux, tant latéraux que centraux. L'aire couverte par ces dépôts est estimée à 31,7 ha (6,7 %). Les accumulations de blocs (B) occupent quant à eux 2,4 % du territoire. Ils sont présents en contrebas d'imposantes falaises rocheuses et se présentent sous la forme de talus ou cônes d'éboulis, résultant d'une activité gravitaire importante qui a fait suite à la décompression postglaciaire des versants.

Les superficies occupées par des dépôts de sable (S) et organiques minces (Ptm) sont négligeables, tandis qu'aucun dépôt de sédiments fins de sable silteux (SM) ou silt argileux (CM) n'a été détecté dans ce tronçon. Finalement, environ 15 ha (0,3 %) du territoire étudié a été aménagé, consistant pour l'ensemble aux surfaces présentes aux abords du canal taillé de l'évacuateur de SM-3.

4.1.1.2 Composition des berges

Les berges du tronçon fluvial (PK 76-PK 66) s'étendent sur environ 24,4 km, incluant les îles. Leur composition est compilée au tableau 4-1 et illustrée sur la carte 2, feuillet 1 (annexe 1).

L'analyse révèle que les berges naturelles sont majoritairement constituées de dépôts meubles, les berges de roc ne représentant que 10,3 %. Le matériau grossier de la classe des cailloux (Ca) prédomine, composant 72 % des berges naturelles et formant généralement un pavage homogène, aussi bien en rive gauche qu'en rive droite (figure 4-2A; station témoin 2024-WSP-02, section 4.5). Ce pavage se prolonge dans le lit de la rivière pour former une protection, favorable à la stabilité de la rivière. Les berges des îles du tronçon fluvial sont quasi intégralement composées de cailloux.

Tableau 4-1 Composition des berges pour le tronçon fluvial entre PK 76 et PK 66. Les valeurs entre parenthèses sont les pourcentages relatifs pour les berges naturelles.

Matériaux	**Longueur des berges (km)**			
Berges naturelles	*Rive gauche*	*Rive droite*	*Îles*	***Total***
R	1,0 (4,4 %)	1,4 (5,8 %)	-	**2,4 (10,3 %)**
B	1,0 (4,3 %)	2,3 (9,6 %)	-	**3,3 (13,9 %)**
Ca	8,0 (34,0 %)	7,2 (30,5 %)	1,8 (7,5 %)	**16,9 (72,0 %)**
SG	0,6 (2,4 %)	0,3 (1,2 %)	-	**0,9 (3,6 %)**
S	0,05 (0,2 %)	-	-	**0,05 (0,2 %)**

Matériaux	Longueur des berges (km)			
SM	-	-	-	**0,0**
CM	-	-	-	**0,0**
Total	10,7 (45,4 %)	11,1 (47,1 %)	1,8 (7,5 %)	**23,5 (100 %)**
Berges artificielles	*Rive gauche*	*Rive droite*	*Îles*	***Total***
Enrochement	0,5	0,3	-	**0,8**
Matériaux divers	-	-	-	**-**
Total	0,5	0,3	-	**0,8**
Total	**11,2**	**11,4**	**1,8**	**24,4**

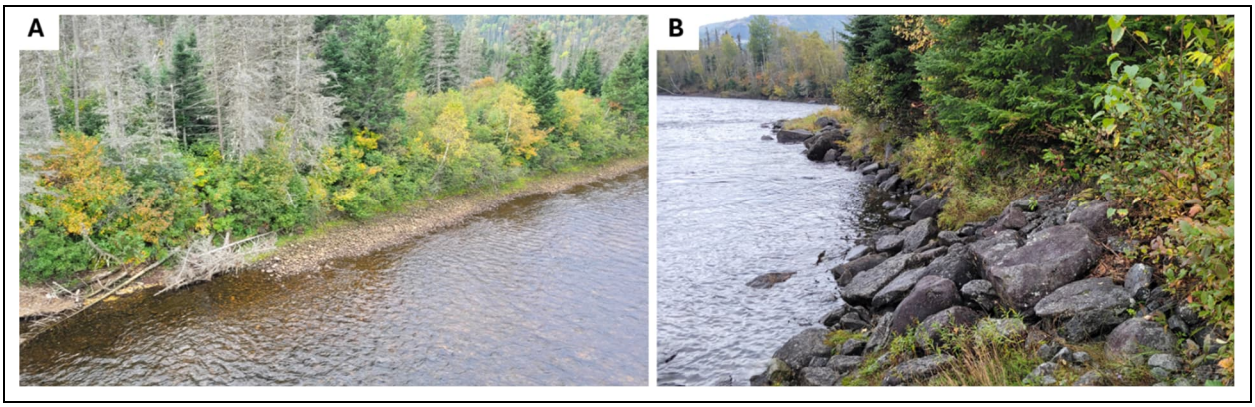


Figure 4-2 Photographies de segments de berges représentatifs du tronçon fluvial avec en A une berge avec un pavage de cailloux (PK 65+500, rive droite) et en B une berge composé des blocs grossiers (PK 74+800, rive gauche)

Les berges constituées de blocs grossiers représentent 13,9 % de la longueur totale des berges naturelles. Elles sont majoritairement observées dans des unités de till délavé et au pied de versants rocheux, là où les dépôts gravitaires grossiers sont présents (figure 4-2B). Les segments de berges composés de matériaux sablo-graveleux sont plus rares, totalisant 3,6 % du linéaire riverain. Les berges formées de matériaux fins, principalement sableux ou silto-argileux, présentent quant à eux une occurrence négligeable dans l'ensemble du secteur analysé. Les segments de berge aménagés totalisent environ 800 m, correspondant à deux sections en enrochement situées en rive droite et gauche, immédiatement en aval du canal évacuateur de SM-3.

4.1.2 Dynamique actuelle des rives

Entre les PK 76 et 66, l'état actuel des rives (stables, en érosion et en érosion discontinue) ainsi que leur répartition selon les classes de matériaux sont présentés à la figure 4-3, au tableau 4-2 et à la carte 3, feuillet 1.

Les résultats confirment la stabilité de la majorité des rives du tronçon à fluvial. En effet, 23 km, soit 95,2 % des rives de ce tronçon, ne présentent aucun signe d'érosion et sont donc considérés stables. Les rives actives, combinant les rives en érosion et celles en érosion discontinue, ne représentent qu'un total de 1,2 km (4,9 %) et sont pour l'ensemble associées à la présence de talus riverains (>2 m) taillés dans des dépôts sablo-graveleux et caillouteux, présentant de l'instabilité (tableau 4-3).

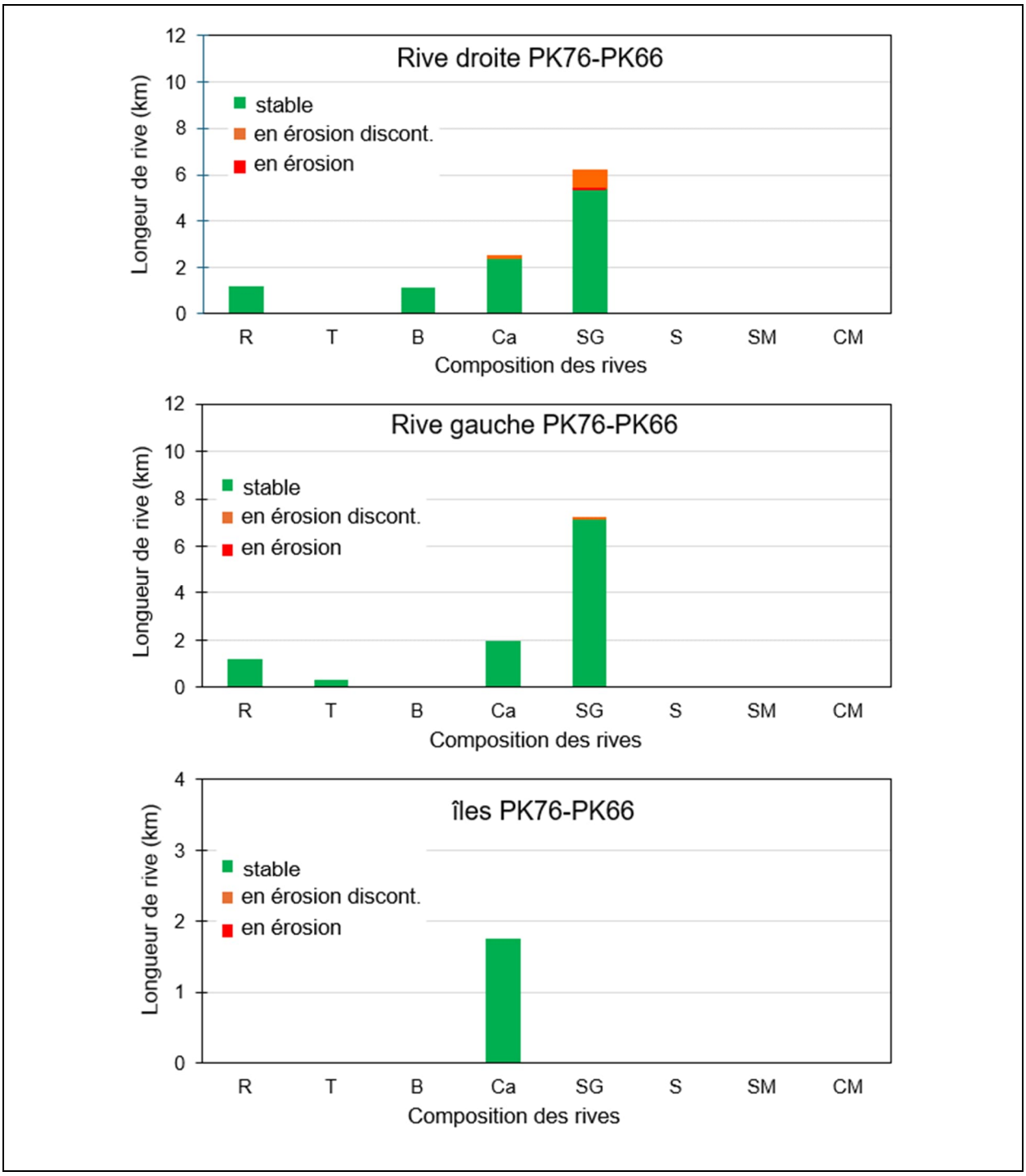


Figure 4-3 **Graphiques représentant la proportion des rives selon leur composition et leur état actuel pour les rives gauche et droite, ainsi que les îles du réservoir du tronçon fluvial. Notons que la composition des rives est tirée des polygones de matériaux de surface (matériaux encaissants) qui recoupe la ligne de rive**

Tableau 4-2 **Caractérisation de l'état actuel des rives selon leur composition pour le tronçon fluvial de la rivière Sainte-Marguerite. Les valeurs entre parenthèses sont les pourcentages relatifs pour l'ensemble des rives du tronçon.**

Matériaux de rives	Longueur de rive (km)			
	Stable	En érosion	En érosion discontinue	Total
R	2,4 (9,7%)	-	-	2,4 (9,7%)
T	0,3 (1,3%)			
B	1,2 (4,8%)	-	-	1,5 (6,1%)
Ca	4,3 (17,9%)	-	0,2 (0,8%)	4,5 (18,7%)
SG	12,5 (51,5%)	0,04 (0,2%)	0,9 (3,9%)	13,4 (55,6%)
S	1,8 (7,2%)	-	-	1,8 (7,3%)
SM	-	-	-	-
CM	-	-	-	-
Pt	-	-	-	-
Rives artificialisées	0,6 (2,6%)	-	-	0,6 (2,6%)
Total	23,0 (95,1%)	0,04 (0,2%)	1,1 (4,7%)	24,2 (100%)

Parmi les rives actives, seul un segment de talus riverain d'une longueur d'environ 40 m est considéré comme étant en érosion continue. Ce talus, situé à la confluence d'un petit tributaire avec la rivière Sainte-Marguerite, en rive droite au PK 66+500 (figure 4-4A), est composé d'argile et montre des signes d'instabilité. Sa face exposée est en effet totalement dépourvue de végétation et une petite encoche d'érosion est visible à sa base. L'érosion observée à cet endroit semble cependant davantage attribuable à la dynamique du tributaire qu'à celle de la rivière principale.

Tableau 4-3 **Caractérisation des talus riverains pour le tronçon fluvial. Les valeurs entre parenthèses sont les pourcentages.**

Hauteur de talus	Longueur de talus (km)			
	Talus instable	Talus en instabilité discontinue	Talus stable	Total
>10m	-	0,54 (3,0 %)	2,1 (12,8 %)	2,7 (15,8 %)
<10m	0,04 (0,26 %)	0,71 (3,9 %)	13,3 (79,9 %)	14,0 (84,1 %)
Total	0,04 (0,26 %)	1,1 (7,0 %)	14,4 (92,8 %)	16,7 (100 %)

En ce qui concerne les rives en érosion discontinue, il s'agit essentiellement de talus sablo-graveleux, dont un peu moins de la moitié présente une hauteur supérieure à 10 m. Ces talus montrent des signes d'une instabilité discontinue, mais sont pour la plupart en voie de stabilisation. Ils présentent fréquemment des signes d'érosion et d'activité gravitaire dans leur partie supérieure, en raison d'un profil de pente qui n'a pas encore atteint son équilibre, mais leurs bases semblent peu sollicitées. Ces talus se trouvent typiquement au niveau des rives concaves des courbes et méandres de la rivière, où la concentration de l'énergie du courant entraîne un sapement occasionnel de la base du talus. Ce processus a provoqué une accentuation du profil de pente, menant à des éboulements ou à des glissements de matériaux (p. ex. en rive droite au PK 75+300, où a été implantée la station témoin 2024-WSP-01, ainsi qu'en rive droite au PK 68; figure 4-4B).

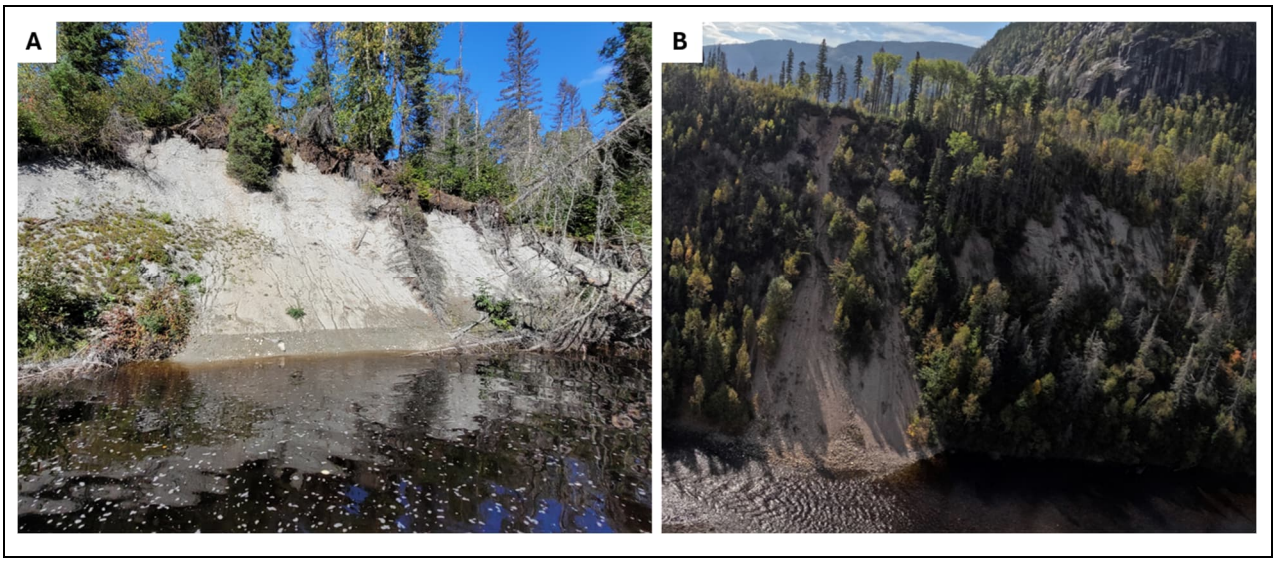


Figure 4-4 Photographies représentant une section de talus riverains en instabilité continue au PK 66+500, en rive droite (A), ainsi qu'une section en instabilité discontinue au PK 75+300, en rive droite (station témoin 2024-WSP-01)

Outre les talus, quelques zones de ravinements ont été détectées dans les matériaux encaissants, dus à des petits cours d'eau permanents et intermittents provenant des versants qui ont entaillé les terrasses de sable et gravier. Ce ravinement reste néanmoins anecdotique à l'échelle du tronçon fluvial.

Finalement, entre les PK 76 et 66, un total de cinq cicatrices de glissement de terrain a été détecté par photo-interprétation et confirmé lors du survol en hélicoptère. Ces glissements sont tous présents au niveau de talus riverains d'une hauteur supérieure à 10 m et composés de sable et gravier. Ces glissements présentent une instabilité avec des signes d'activité gravitaire récente, mais de faible intensité (p. ex. rive droite PK 75+400; rive droite PK 72+100).

4.1.3 Sensibilité des rives à l'érosion

La sensibilité des rives à l'érosion dans le tronçon fluvial (PK 76-PK 66) est présentée à la carte 3, feuillet 1 (annexe 1) et détaillée au tableau 4-4.

Tableau 4-4 Sensibilité à l'érosion des rives du tronçon fluvial (PK 76-PK 66). Les valeurs entre parenthèses sont les pourcentages relatifs par rapport à l'ensemble des rives du tronçon.

Classe de matériaux	Longueur de rives (km)			
	Nulle	Faible	Moyenne	Forte
R	2,4 (9,8 %)	-	-	-
T	0,1 (0,5 %)	0,2 (0,8 %)	-	-
B	0,1 (0,4 %)	1,1 (4,4 %)	-	-
Ca	5,6(23,2 %)	0,5 (2,2 %)	0,2 (0,6 %)	-
SG	10,1 (42,0 %)	3,1 (12,8 %)	0,2 (0,9 %)	-
S	-	-	-	-

Classe de matériaux	Longueur de rives (km)			
SM	-	-	-	-
CM	-	-	-	-
Pt	-	-	-	-
ZA	0,6 (2,5%)			
Total	18,3 (78,2 %)	4,9 (20,2 %)	0,4 (1,5 %)	-

De manière générale, la quasi-totalité des rives du tronçon fluvial présente une sensibilité à l'érosion classée comme nulle à faible, ces deux catégories totalisant environ 23,2 km, soit 98,4 % du linéaire des rives du tronçon.

Cette faible sensibilité est principalement attribuable à la composition des rives, dominées par des substrats peu érodables tels que le roc affleurant, des placages de cailloux, du till et des dépôts alluviaux de sable et gravier. La morphologie des rives est aussi un facteur déterminant puisqu'une importante proportion des rives taillées dans des dépôts sablo-graveleux présente des pentes modestes (< 15º), ce qui contribue à réduire le potentiel d'érosion en limitant les sollicitations gravitaires et hydrodynamiques sur les matériaux meubles.

À l'opposé, les rives classées en sensibilité moyenne ne représentent qu'un linéaire très restreint de 0,4 km (1,5 %), et aucune section n'a été identifiée comme étant à forte sensibilité à l'érosion. Les rares secteurs à sensibilité moyenne sont localisés sur des talus abrupts incisés dans des formations sableuses et graveleuses, où la pente dépasse localement 25º (p. ex. station 2024-WSP-01; voir section 4.5). Ces conditions topographiques et sédimentaires favorisent une plus grande instabilité, notamment en l'absence de végétation stabilisatrice.

4.2 Réservoir de la Sainte-Marguerite 2 (PK 66-PK 10)

4.2.1 Caractérisation des rives

4.2.1.1 Matériaux encaissants

La proportion des différentes unités sédimentaires qui composent le matériau encaissant du corridor investigué le long du réservoir SM-2 est synthétisée à la figure 4-5 et leur distribution spatiale est illustrée à la carte 2, feuillet 2 et (annexe 1). Le détail des superficies pour l'ensemble des sous-classes de matériau identifiées est présenté au tableau 2 de l'annexe 2.

Dans le corridor investigué du tronçon du réservoir SM-2, 3007,8 ha (soit 76,2 % du territoire) sont couverts de dépôts meubles. Les surfaces rocheuses, qu'elles soient exposées ou recouvertes d'une mince couche de dépôts, représentent 23,8 % des surfaces interprétées. Contrairement au tronçon fluvial, les matériaux meubles encaissants sont dominés par les gammes sédimentaires fines des argiles aux sables (CM-SM-S), qui couvrent près de 60 % du territoire.

Les dépôts de silt argileux et d'argile silteuse (CM) ainsi que les sables silteux (SM) épais couvrent ensemble une superficie totale de 1 334,6 ha, soit 33,8 % du territoire étudié. Ces formations sédimentaires sont d'origine glaciomarine et se sont mises en place lors de la transgression marine postglaciaire. Les faciès silto-argileux (figure 4-6A) se rencontrent essentiellement en aval de PK 40 (carte 2, feuillets 3 et 4, annexe 1), où des conditions marines d'eau profonde ont perduré suffisamment longtemps pour permettre l'accumulation de sédiments fins en épaisseurs significatives.

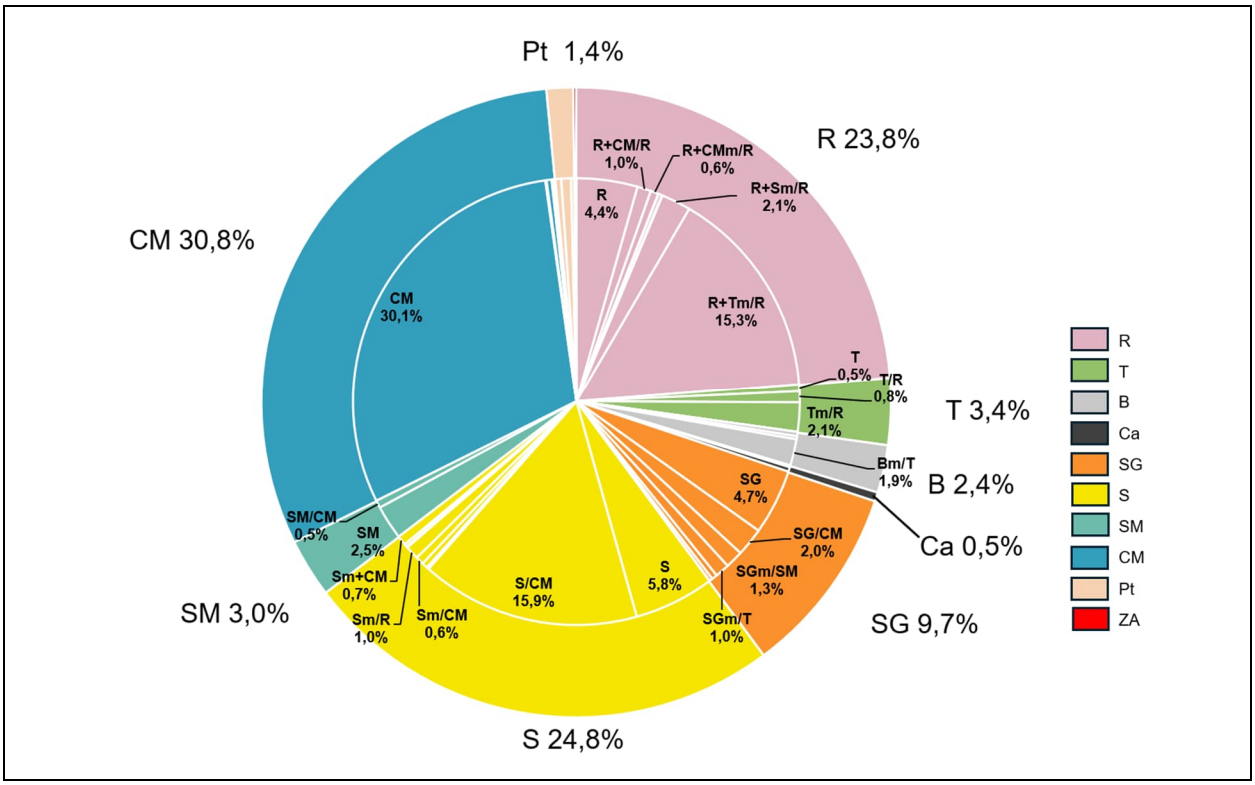


Figure 4-5 **Graphique représentant la proportion des différentes classes et sous-classes de matériau encaissant identifiées dans le corridor investigué du tronçon du réservoir SM-2**

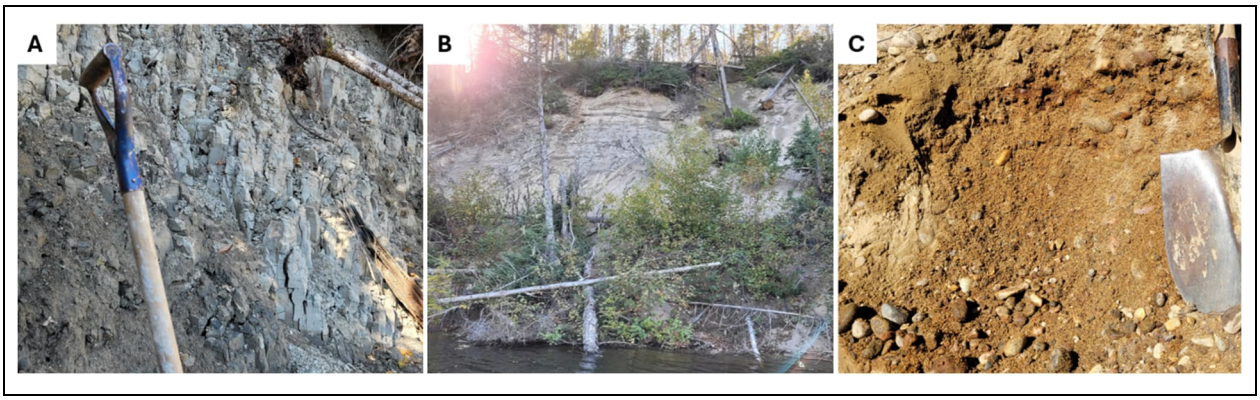


Figure 4-6 **Photographies illustrant les principaux types de dépôts rencontrés dans le corridor investigué du réservoir SM-2 avec en A) un affleurement de dépôt silto-argileux glaciomarin exposé à la suite d'un glissement au PK 25 et présentant des fissures de dessiccation; B) un dépôt sableux deltaïque surmontant une unité silto-argileuse exposée au niveau d'un talus instable au PK 38; C) Coupe dans un dépôt de sable et gravier d'origine fluviale réalisée dans un talus riverain au PK 63**

Après leur exondation des eaux marines, ces dépôts ont été soumis à un ravinement intense causé par des écoulements intermittents, affluents de la rivière Sainte-Marguerite (figure 4-7). Les principaux ravins sont très profonds et présentent des pentes de 30 à 40° au niveau des versants.

Leur extension spatiale résulte d'une érosion régressive, donnant naissance à de nombreuses ramifications et formant de petits réseaux hydrographiques de type dendritique (figure 4-7). Avec la mise en eau du réservoir SM-2 en 1955, les sections inférieures des ravins ont été immergées, créant la topographie de rivage actuelle très découpée par une succession de baies et de pointes argileuses. Les ravins sont rencontrés partout dans le corridor investigué du réservoir SM-2, mais leur concentration est particulièrement importante entre PK 18 et PK 35.

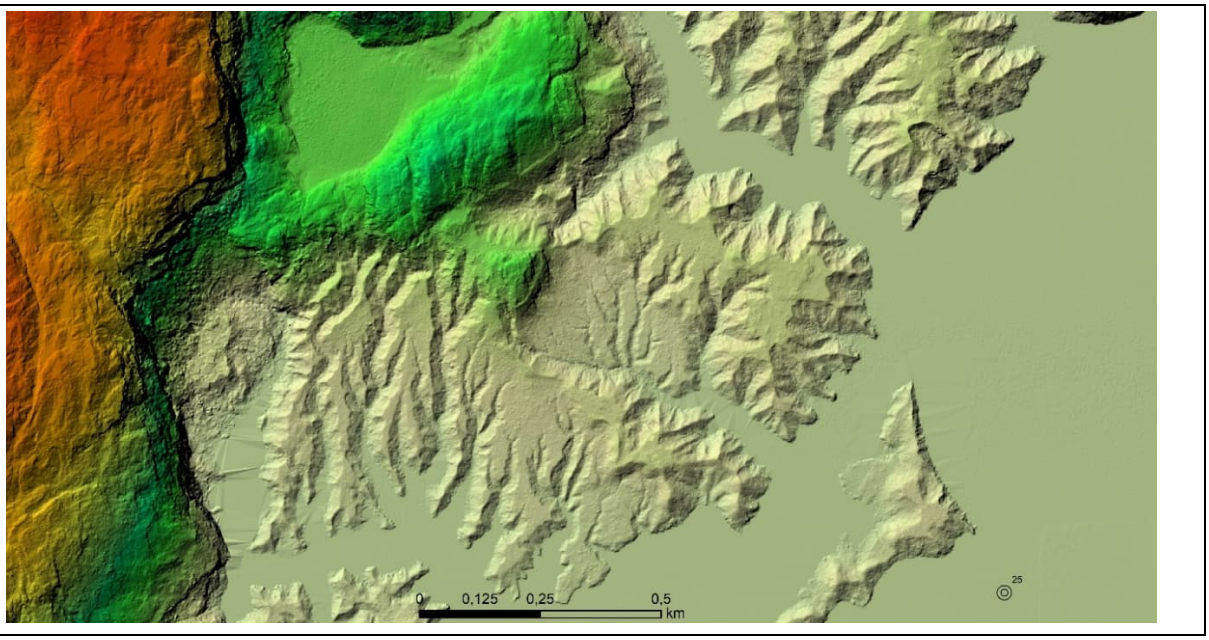


Figure 4-7 Modèle ombré obtenu par lidar (résolution de 1 m), illustrant les formes de ravinement dans les dépôts fins aux abords du PK 25 dans le réservoir SM-2

Les sables (S) sont également bien représentés dans le corridor étudié du réservoir SM-2, surtout entre PK 55 et PK 40. Ils cumulent au total 978,7 ha, soit 24,8 % du territoire analysé. Ces sables, généralement d'origine littorale et/ou deltaïque, présentent une épaisseur significative et recouvrent l'unité de silt et d'argile (S/CM) (figure 4-6B). Leur mise en place est attribuée à des conditions marines peu profondes ayant prévalu durant la phase de régression postglaciaire, favorisant l'accumulation de sédiments plus grossiers sur les unités glaciomarines fines. En amont du réservoir SM-2, des dépôts de sablo-graveleux (SG) ont également été recensés, couvrant 9,7 % du territoire étudié (384,4 ha). Ces dépôts d'origine fluvio-glaciaire ou alluviale (figure 4-6C) reposent souvent en discordance (contact érosif) sur des formations sableuses et silto-argileuses d'origine marine (SGm/SM, SG/CM). Cette stratigraphie constitue un marqueur de la transition progressive du milieu glaciomarin vers un environnement proglaciaire, puis fluvial. L'incision de la rivière a entaillé l'ensemble de ces dépôts glaciomarins, formant d'importants talus riverains et niveau de terrasses. Les plus élevés d'entre eux atteignent 40 à 50 m au-dessus du niveau actuel du réservoir et présentent des pentes abruptes, variant de 30 à 35°.

En plus faibles proportions, des dépôts grossiers et hétérométriques de till affleurent à plusieurs endroits, couvrant au total 3,4 % du territoire. Comme observé pour le tronçon fluvial, des dépôts d'éboulis sont constitués de blocs anguleux formant des cônes ou des tabliers au pied des escarpements rocheux, présents sur 2,4 % du territoire. Finalement, le couvert de matière organique est globalement inférieur à 2 m d'épaisseur (Ptm) et présent de manière éparse dans le corridor investigué du réservoir SM-2, ne couvrant que 1,4 % du territoire, et se présente essentiellement sous la forme de milieux humides riverains.

Les surfaces aménagées ne couvrent quant à elles que 5,7 ha (0,1 %), principalement concentrées aux abords du barrage SM-2 et du quai de mise à l'eau de la Zec Matimek, en rive droite.

4.2.1.2 Composition des berges

Le tronçon du réservoir SM-2 compte un linéaire total de 288,9 km de berge, incluant les îles et les baies, dont la composition est présentée à la carte 2, feuillets 2 et 3 (annexe 1) et au tableau 4-5.

Sur l'ensemble des berges naturelles analysées du réservoir SM-2, 89,5 % sont composées de dépôts meubles tandis que 10,5 % sont rocheuses. Les berges meubles sont majoritairement composées de matériaux fins, avec une prédominance des dépôts silteux et argileux (CM) qui totalisent 179,2 km, soit 62,2 % des berges naturelles. Ce type de berge est typiquement présent à la base de talus riverains (figure 4-6B) et domine en aval de PK 55, se rencontrant de manière quasi continue entre les PK 34 et PK 20.

Les berges sablo-graveleuses (SG) représentent 10 % du linéaire, localisées principalement dans la section amont du réservoir SM-2. Dans des proportions plus faibles, les berges composées de blocs (B) représentent 6,6 % des berges naturelles et se retrouvent à la base des parois rocheuses où des talus d'éboulis se sont formés. Les berges sableuses (S) représentent 5,8 % des berges naturelles et sont présentes essentiellement dans la section amont du réservoir, en alternance avec les sables et graviers, ainsi qu'en rive droite entre le PK 18 et le PK 20 et en aval du PK 12 jusqu'à la centrale SM-2. Les classes de cailloux (Ca) et sable silteux à silt sableux (SM) n'ont été recensées que de façon marginale, ne comptant respectivement que pour 2,6 % et 2,2 % des berges naturelles.

Finalement, un linéaire total de 820 m de berge a été aménagé, incluant des sections avec des enrochements aux abords du barrage SM-2 ainsi que le quai de mise à l'eau de la Zec Matimek.

Tableau 4-5 Composition des berges pour le tronçon du réservoir SM-2 entre le PK 66 et le PK 10. Les valeurs entre parenthèses sont les pourcentages relatifs pour les berges naturelles.

Matériaux	**Longueur des berges (km)**			
Berges naturelles	*Rive gauche*	*Rive droite*	*Îles*	***Total***
R	12,2 (4,2 %)	17,6 (6,1 %)	0,4 (0,1 %)	30,2 (10,5 %)
B	7,6 (2,6 %)	11,5 (4,0 %)	0,1 (<0,1 %)	19,1 (6,6 %)
Ca	3,8 (1,3 %)	3,7 (1,3 %)	-	7,5 (2,6 %)
SG	13,5 (4,7 %)	10,1 (3,5 %)	5,2 (1,8 %)	28,8 (10,0 %)
S	5,9 (2,0 %)	9,3 (3,2 %)	1,6 (0,6 %)	16,8 (5,8 %)
SM	0,4 (0,1 %)	6,1 (2,1 %)	-	6,5 (2,2 %)
CM	68,9 (23,9 %)	105,5 (36,6 %)	4,9 (1,7 %)	179,2 (62,2 %)
Total	112,2 (39,0 %)	163,8 (56,8 %)	12,1 (4,2 %)	288,1 (100 %)
Berge artificielle	*Rive gauche*	*Rive droite*	*Îles*	***Total***
Enrochement	-		-	-
Matériaux divers	0,4	0,4	-	0,8
Total	0,4	0,4	-	0,8
Total	112,6	164,2	12,1	288,9

4.2.2 Dynamique actuelle des rives

L'état actuel des rives du réservoir SM-2 – incluant les segments stables, en érosion, ainsi que les portions en érosion discontinue – et leur répartition selon les classes de matériaux sont présentés à la figure 4-8,au tableau 4-6, ainsi que sur la carte 3, feuillets 2 et 3.

L'analyse révèle que la proportion de rives présentant une instabilité y est nettement plus élevée que dans le tronçon fluvial. Au total, 16,8 % (48,7 km) de rives analysées sont en érosion discontinue, et 2,7 % (7,7 km) des rives sont en érosion continue (figure 4-8; tableau 4-6).

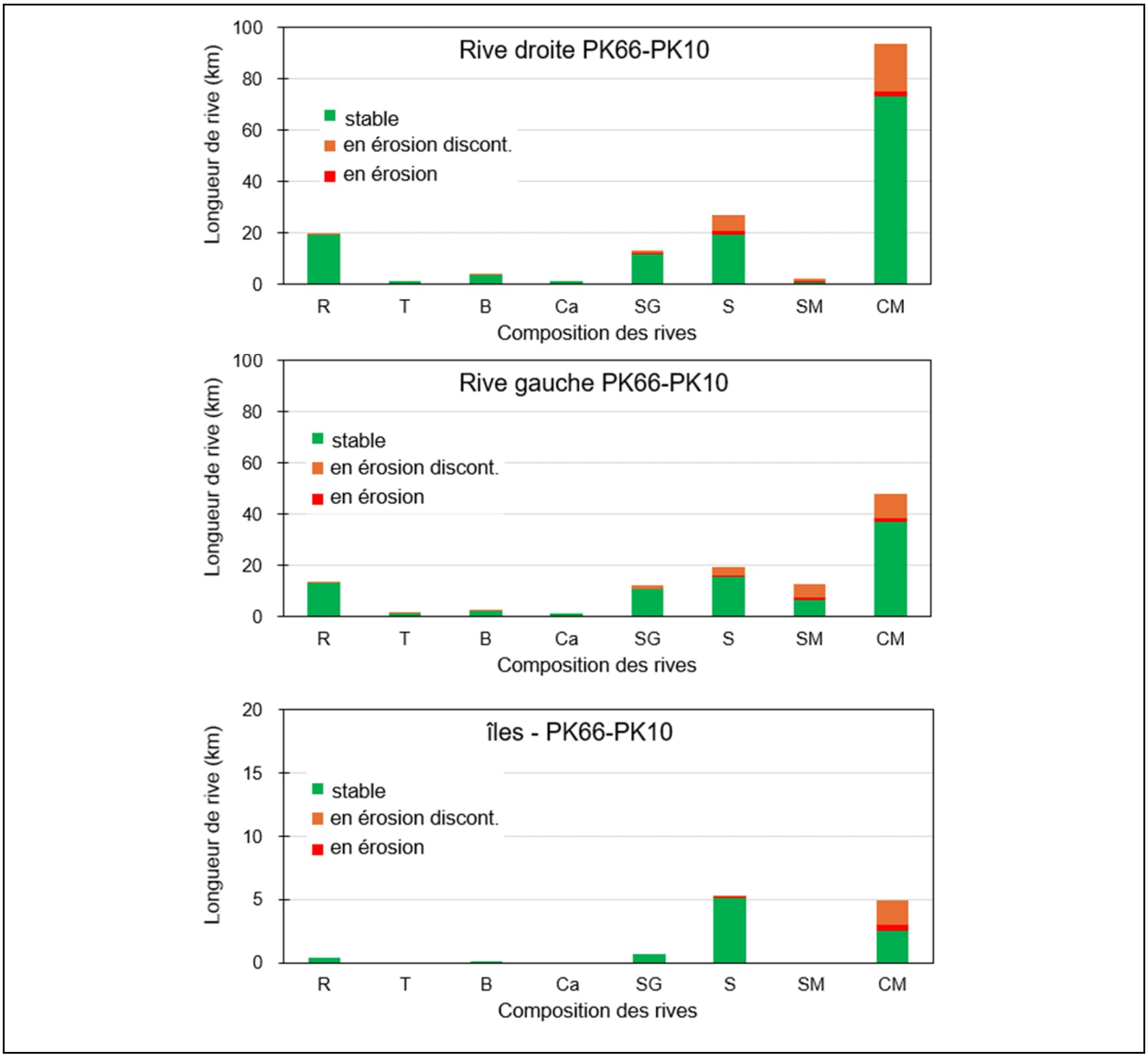


Figure 4-8 Graphiques représentant la proportion des rives selon leur composition et leur état actuel pour les rives gauche et droite, ainsi que les îles du réservoir SM-2. Notons que la composition des rives est tirée des polygones de matériaux de surface (matériaux encaissants) qui recoupe la ligne de rive

À l'échelle du réservoir, les rives constituées de matériaux fins silto-argileux sont majoritaires et également les plus exposées à l'érosion. Sur les 146,5 km de rives de ce type, 34 km sont considérés comme actifs, dont 29,5 km en érosion discontinue et 4,5 km en érosion continue. À un degré moindre, des segments de rives actives sont également observés sur des rives composées de sables (S), de sables silteux (SM) et de sables graveleux (SG), comme en témoigne la station témoin 2024-WSP-03 (p. ex. station témoin 2024-WSP-03, section 4.5) (figure 4-8).

Tableau 4-6 Caractérisation de l'état des rives selon leur composition pour le tronçon du réservoir SM-2. Les valeurs entre parenthèses sont les pourcentages relatifs pour l'ensemble des rives du réservoir.

Matériaux de rives	Longueur de rive (m)			
	Stable	En érosion	En érosion discontinue	Total
R	32,8 (11,4 %)	-	0,2 (0,1%)	33,0 (11,4 %)
T	2,8 (1,0 %)	-	-	2,8 (1,0 %)
B	5,9 (2,1 %)	0,1 (<0,1 %)	0,4 (0,2%)	9,3 (2,2 %)
Ca	2,5 (0,9 %)	-	-	2,5 (0,9 %)
SG	23,4 (8,1 %)	0,2 (0,1 %)	2,8 (1,0%)	26,4 (9,1 %)
S	40,3 (13,9 %)	2,2 (0,6 %)	9,5 (3,3%)	51,7 (17,9 %)
SM	7,4 (2,5 %)	1,0 (0,3 %)	6,2 (2,1%)	14,5 (5,0 %)
CM	112,5 (39,1 %)	4,5 (1,5 %)	29,5 (10,2%)	146,5 (50,7 %)
Pt	4,0 (1,4 %)	-	-	4,0 (1,4 %)
Rives artificialisées	1,1 (0,4 %)	-	-	1,1 (0,4 %)
Total	228,7 (80,5 %)	7,7 (2,7 %)	48,7 (16,8 %)	289,1 (100 %)

De manière générale, les rives actives se caractérisent par la présence d'un talus riverain de plus de 2 m de hauteur, associé à une pente prononcée. Cette configuration morphologique favorise les processus d'instabilité, en particulier lorsque les talus sont entaillés dans des matériaux peu cohésifs ou sensibles à la saturation en eau. L'analyse par photo-interprétation indique que 39,4 % des talus recensés présentent une forme d'instabilité : 35,4 % en instabilité discontinue et 4 % en instabilité continue. Près de la moitié de ces talus actifs ont une hauteur supérieure à 10 m (tableau 4-7).

Les rives en érosion discontinue du réservoir SM-2 se présentent sous forme de nombreux segments, parfois longs de plusieurs centaines de mètres. Les talus riverains y sont partiellement colonisés - et en partie stabilisés - par une végétation arbustive et/ou arborescente, tandis que les indices d'érosion à leur base demeurent limités. Ce type de rive est particulièrement fréquent sur la rive droite, entre les PK 33 et 34, PK 44 et 45, ainsi qu'entre les PK 51 et 52. On en retrouve également sur la rive gauche, entre les PK 46 et 48 (figure 4-9A).

Tableau 4-7 Caractérisation des talus riverains pour le tronçon du réservoir SM-2. Les valeurs entre parenthèses sont les pourcentages relatifs.

Hauteur de talus	Longueur de talus (km)			
	Talus instable	Talus en instabilité discontinue	Talus stable	Total
>10m	1,0 (1,0 %)	17,7 (17,6 %)	30,2 (30,0 %)	48,9 (48,6 %)
<10m	3,0 (3,0 %)	17,9 (17,8 %)	30,8 (30,6 %)	51,7 (51,4 %)
Total	4,1 (4,0 %)	35,6 (35,4 %)	61,0 (60,6 %)	100,7 (100 %)

Les rives en érosion continue se répartissent quant à elles en de nombreux segments relativement courts (longueur moyenne de 57 m). Une proportion importante d'entre eux se situe aux extrémités des pointes argileuses (figure 4-9B), particulièrement nombreuses en aval du PK 35 en raison de la géométrie très découpée de la rive dans les dépôts glaciomarins. Ces pointes argileuses, qui forment des saillants entre deux baies successives, sont particulièrement exposées à l'action des vagues et des glaces flottantes. Elles se caractérisent typiquement par des talus silto-argileux en érosion. L'étroite relation entre la configuration des pointes argileuses et la présence de talus riverains actifs explique que 75 % de ces derniers sont concentrés dans la moitié aval du réservoir.

Quelques segments de rives en érosion, plus longs, pouvant atteindre plusieurs centaines de mètres, ont également été recensés. Les plus notables ont été observés en rive gauche au PK 52+500 (figure 4-9C) et au PK 15+700, où respectivement 300 m et 180 m de rive sont instables.

Que ce soit au niveau des pointes argileuses ou de segments linéaires, l'instabilité des talus riverains résulte principalement du sapement de leur base par les vagues. Pour les talus silteux et argileux, cela conduit généralement à la formation d'encoches d'érosion, dont certaines atteignent jusqu'à 20 à 40 cm de profondeur selon les observations de terrain (figure 4-9D). Il en résulte une déstabilisation des talus impliquant de fréquents éboulements et glissement de matériel, comme en témoignent les arbres renversés sur le flanc et au pied des talus, ainsi qu'un tapis végétal en porte-à-faux sur le rebord supérieur (figures 4-9B et C). Dépourvus de végétation, ces talus instables sont particulièrement vulnérables au ravinement et à l'altération (p. ex. gélifraction, dessiccation/humectation; figure 4-6A), ce qui accentue encore leur sensibilité à l'érosion. Lors de la visite des sites en bateau, des panaches à forte turbidité ont été observés le long de certains talus en érosion à la suite d'un épisode de petites vagues ayant duré quelques heures. Ces observations suggèrent que même des vagues de faible amplitude peuvent provoquer une sollicitation de la base des talus et entraîner des sédiments dans l'eau, augmentant ainsi la turbidité locale.

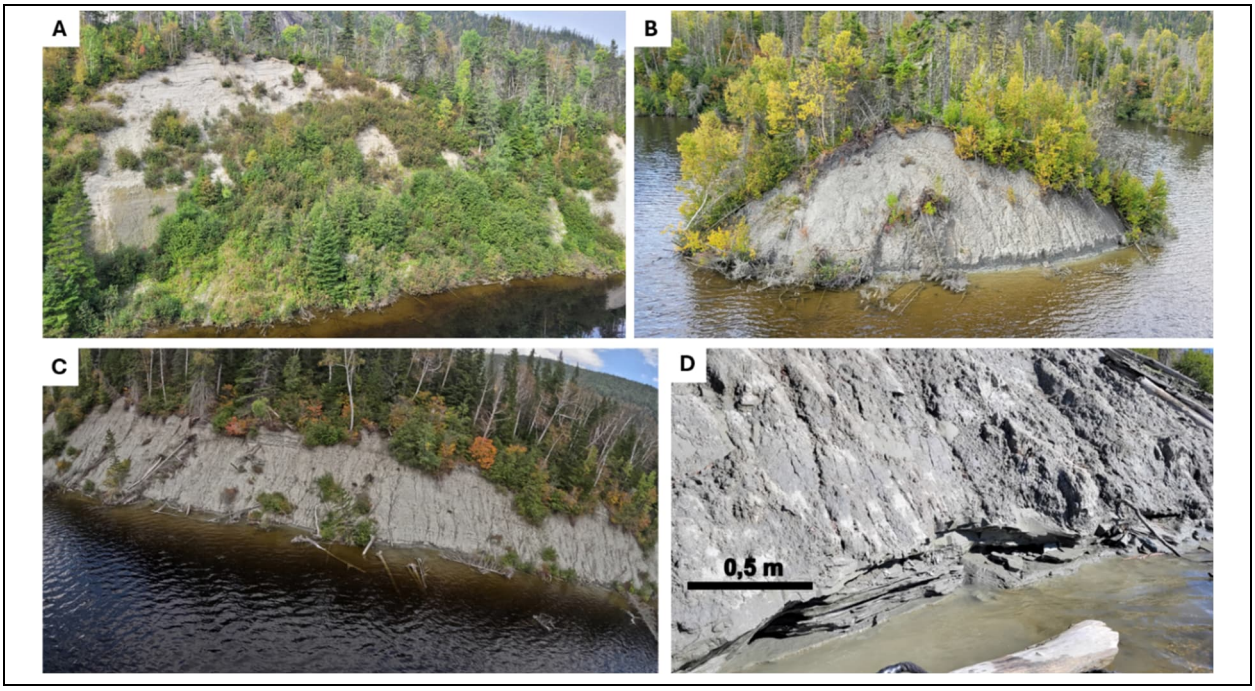


Figure 4-9 Photographies illustrant en A) un segment de talus riverain en instabilité discontinue au PK 51+500 en rive droite ; B) une pointe argileuse présentant une encoche de sapement au PK 24 en rive droite ; C) un segment de talus riverain en instabilité continue au PK 52+500 en rive gauche ; D) une encoche de sapement dans la base argileuse d'un talus instable.

Enfin, à l'échelle du corridor étudié le long du réservoir SM-2, un total de 111 cicatrices de glissement a été repéré. Parmi celles-ci, 47 sites présentent des caractéristiques indiquant une activité récente, notamment l'absence de couverture végétale (p. ex. rive gauche au PK 55+350, rive droite au PK 43+900, rive gauche au PK 32+200; figure 4-10). Ces mouvements de terrain se développent majoritairement au sein des dépôts silteux et argileux, en particulier sur les talus riverains abrupts ou les escarpements associés aux ravins.

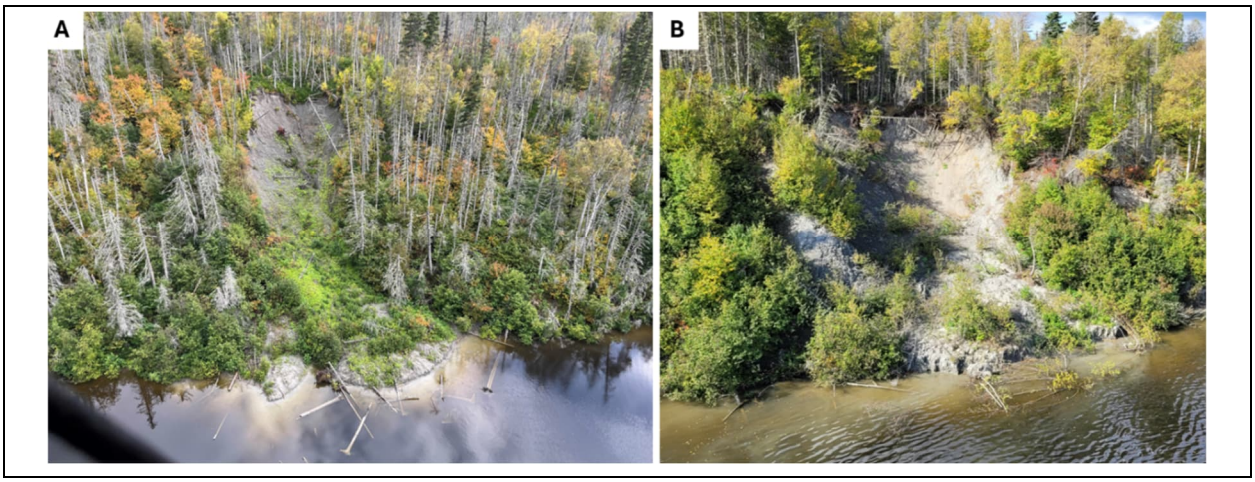


Figure 4-10 Photographies illustrant des exemples de glissements de terrain survenus au niveau du talus riverain du réservoir SM-2, avec en A) un glissement au PK 32+200 en rive gauche en voie de stabilisation et en B) un glissement récent survenu en rive droite au PK 25.

4.2.3 Sensibilité des rives à l'érosion

Les résultats de l'évaluation de la sensibilité à l'érosion des rives du réservoir SM-2 sont présentés à la carte 3, feuillets 2 et 3 (annexe 1) et détaillés au tableau 4-8.

En raison de leurs caractéristiques morphosédimentaires, une proportion significative des rives analysées présente une susceptibilité aux processus d'érosion. Les résultats de l'analyse indiquent que les segments de rives classés comme présentant une sensibilité moyenne et forte à l'érosion représentent respectivement 36,7 % (105,8 km) et 18,7 % (54 km) de la longueur totale des rives du réservoir. Ces sections correspondent principalement aux rives où les talus riverains sont taillés dans les dépôts glaciomarins (CM, SM) et deltaïque (S, SG), et sont exposés à un fetch important (> 500 m). Parmi les zones particulièrement sensibles figurent les pointes argileuses, nombreuses en aval du PK 34 et qui sont très exposées à l'action des vagues et glaces flottantes. Bien que plus cohésifs que les sables et les mélanges de sable et de gravier, les dépôts fins restent néanmoins sensibles à l'érosion causée par le déferlement des vagues, d'autant plus que leur cohésion peut être très réduite par des agents d'altération. La comparaison entre les résultats de la photo-interprétation et de l'évaluation de la sensibilité des rives révèle que sur les 160 km de rives catégorisées comme moyennement à fortement sensibles, 55,7 km (soit 35 %) ont été recensés comme réellement actifs.

Les zones de sensibilité faible concernent 66,9 km (23,2 %) de rives du réservoir. Elles se situent également majoritairement au niveau de talus constitués de dépôts silto-argileux et, dans une moindre mesure, de dépôts sableux et sablo-graveleux. Leur sensibilité à l'érosion est plus limitée en raison d'une pente des talus riverains inférieure à 15° et d'une moindre exposition aux vagues (fetch < 500 m).

Enfin, les rives dont la sensibilité est considérée comme nulle représentent 21,4 % de l'ensemble des rives du réservoir. Elles sont principalement composées de sections constituées de roc et de matériaux grossiers (T, B, Ca), ainsi que de rives sableuses ou sablo-graveleuses, généralement abritées des vagues et/ou caractérisées par une faible pente.

Tableau 4-8 Sensibilité à l'érosion des rives du réservoir SM-2. Les valeurs entre parenthèses sont les pourcentages relatifs par rapport à l'ensemble des rives du tronçon.

Classe de matériaux	Longueur de rive (km)			
	Nulle	Faible	Moyenne	Forte
R	33 (11,4 %)	-	-	-
T	4,3 (1,5%)	1,9 (0,7%)	-	
B	2,2 (0,7%)	0,7 (0,3 %)	-	-
Ca	2,3 (0,8 %)	0,2 (0,1 %)	-	-
SG	8,5 (2,9 %)	10,2 (3,5 %)	5,8 (2,0 %)	2,0 (0,7%)
S	6,5 (2,3%)	16,5 (5,7 %)	18,9 (6,6 %)	9,7 (3,4 %)
SM	0,7 (0,3%)	1,2 (0,4 %)	5,3 (1,8 %)	7,4 (2,6 %)
CM	2,4 (0,8 %)	34,0 (11,8 %)	75,3 (26,1 %)	34,8 (12,1 %)
Pt	1,4 (0,5%)	2,1 (0,7%)	0,4 (0,2%)	-
ZA	0,4 (0,1%)	-		
Total	61,7 (21,4 %)	66,9 (23,2 %)	105,8 (36,7 %)	54,0 (18,7 %)

4.3 Bief amont de la Sainte-Marguerite 1 (PK 10-PK 7+300)

4.3.1 Caractérisation des rives

4.3.1.1 Matériaux encaissants

Dans le tronçon du bief amont de SM-1, les matériaux encaissants sont dominés par des dépôts épais de silt argileux ou d'argile silteuse (CM) et de sable (S) qui couvrent respectivement 36 % et 45,7 % du territoire du corridor cartographiée (figure 4-11; carte 2, feuillet 4 de l'annexe 1 et tableau 3 de l'annexe 2). L'unité de sable appartient à un vaste complexe sablonneux d'origine deltaïque, façonnée par la mer de Goldthwait lors de sa régression, qui recouvre l'unité silto-argileuse glaciomarine et pré-deltaïque. L'incision de la rivière dans ces dépôts encaissants a façonné d'imposants talus riverains dont les plus hauts atteignent 35 à 40 m de hauteur. L'agencement stratigraphique des matériaux encaissants fait que la moitié, voire les trois quarts inférieurs des talus, sont composés de dépôts silto-argileux, le sable n'étant présent qu'en surface. La bordure supérieure des hauts talus a été fortement retravaillée par le ravinement, particulièrement en rive gauche, alimentée par le drainage de zones humides qui alimente les écoulements superficiels.

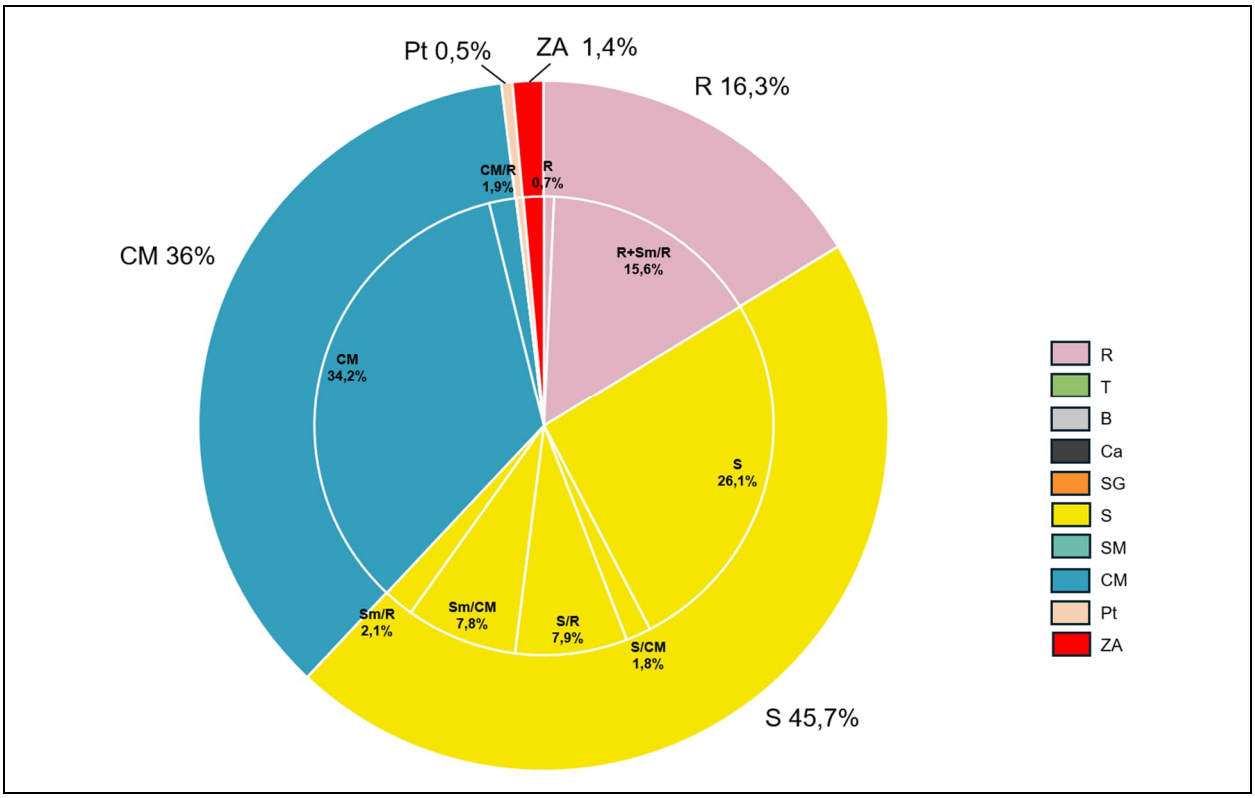


Figure 4-11 Graphique représentant la proportion des différentes classes et sous-classes de matériaux encaissants identifiées dans le corridor investigué du tronçon du bief amont de SM-1.

Les surfaces composées de roc affleurant ou couvert d'une mince couche sédimentaire représentent 16,3 % du territoire étudié. Elles se concentrent principalement en amont du bief amont de SM-1. La matière organique est quant à elle présente de façon sporadique, ne couvrant que 0,5 % du corridor interprété.

Finalement, 1,4 % du territoire correspond aux différentes zones aménagées, associées aux infrastructures des barrages SM-2 et SM-1.

4.3.1.2 Composition des berges

Les berges photo-interprétées du tronçon du bief amont de SM-1 s'étendent sur environ 6,4 km (carte 2, feuillet 4 dans l'annexe 1). Les berges naturelles sont composées en grande partie de matériaux silto-argileux (CM) (49 %). Les berges sableuses, moins présentes, comptent pour 8,7 % des berges non aménagées. Finalement, 42,4 % des berges naturelles sont composées de roc, concentrées en aval immédiat de la centrale SM-2, entre le PK 10 et le PK 9.

Les berges artificialisées ne concernent que 1,2 % des berges photo-interprétées, soit une longueur totale de 80 m. Elles sont liées aux aménagements réalisés aux abords des complexes de SM-2 et SM-1.

Tableau 4-9 Composition des berges pour le tronçon du bief amont de la centrale SM-1 entre le PK 10 et le PK 7+300. Les valeurs entre parenthèses sont les pourcentages relatifs pour les berges naturelles.

Matériaux	Longueur des berges (km)			
Berges naturelles	*Rive gauche*	*Rive droite*	*Îles*	***Total***
R	0,9 (14,3%)	1,5 (23,0%)	0,3 (5,0%)	**2,7 (42,4%)**
B	-	-	-	-
Ca	-	-	-	-
SG	-	-	-	-
S	0,4 (5,8%)	0,2 (2,9%)	-	**0,6 (8,7%)**
SM	-	-	-	-
CM	1,6 (24,9%)	1,5 (24,0%)	-	**3,1 (48,9%)**
Total	2,9 (45,1%)	3,2 (49,9%)	0,3 (5,0%)	**6,4 (100%)**
Berge artificielle	*Rive gauche*	*Rive droite*	*Îles*	***Total***
Enrochement	0,1	-	-	**0,1**
Matériaux divers	-	-	-	-
Total	0,1	-	-	-
Total	**2,9**	**3,2**	**0,3**	**6,4**

4.3.2 Dynamique actuelle des rives

L'état actuel des rives du bief amont de la centrale SM-1, entre le PK 10 et le PK 7+300, est présenté sur la carte 3, feuillet 4 (annexe 1), et est synthétisé à la figure 4-12 et au tableau 4-10.

En 2024, un total de 6 km sur les 7,2 km des rives du tronçon du bief amont de SM-1, soit 82,6 %, est considéré comme stable. Les rives actives cumulent 1,3 km (17,4 %) qui se répartissent en 900 m (12,4 %) de rives en érosion discontinue, et 400 m (5,0 %) de rives en érosion continue. Ces chiffres sont similaires aux estimations données par Poly-Géo Inc. (2011). L'intégralité de ces rives actives se rencontre dans les dépôts silto-argileux (CM).

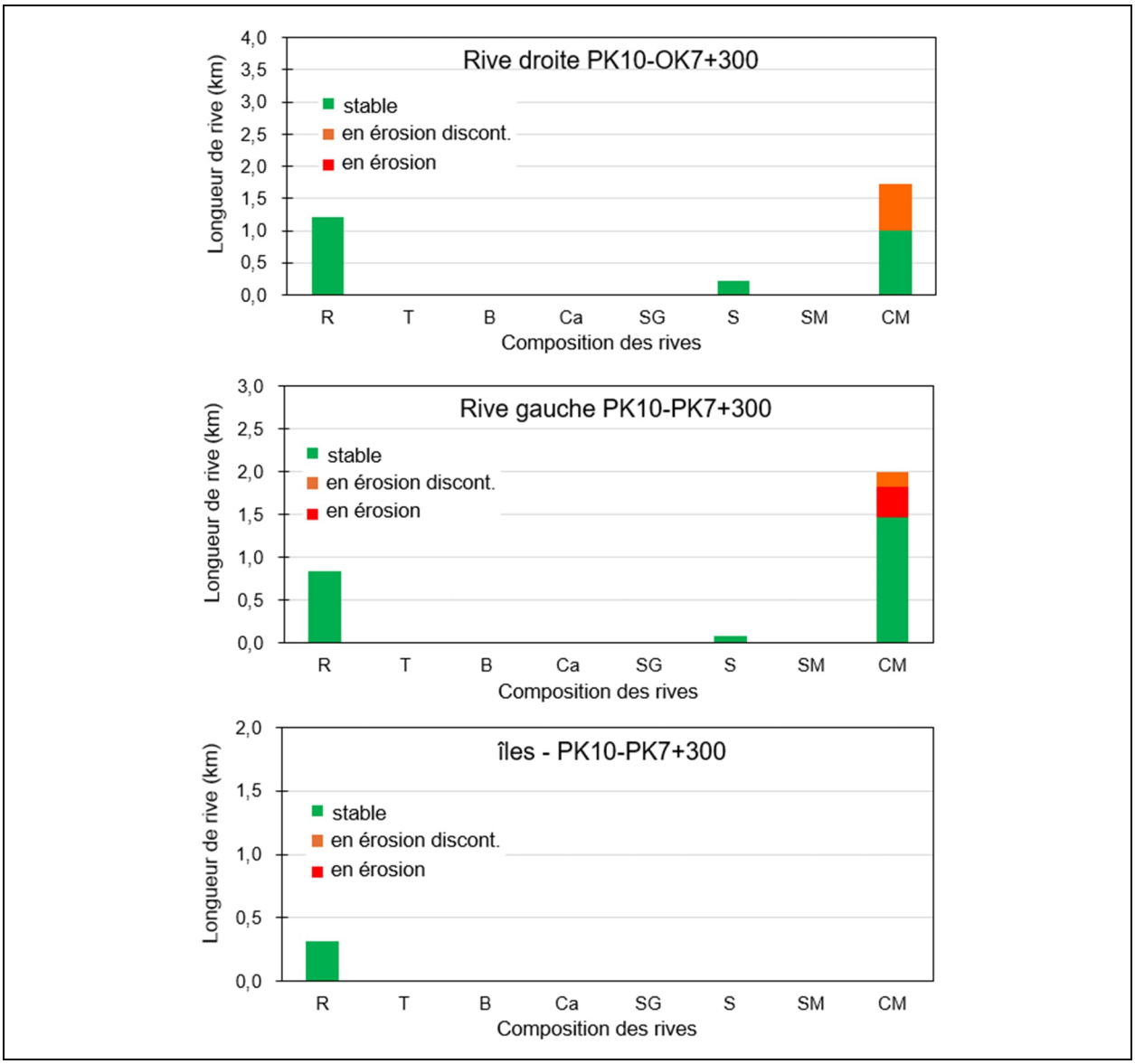


Figure 4-12 **Graphiques représentant la proportion des rives selon leur composition et leur état actuel pour les rives gauche et droite, ainsi que les îles du bief amont de SM-1**

Tableau 4-10 **Caractérisation de l'état des rives selon leur composition le pour le tronçon du bief amont de SM-1. Les valeurs entre parenthèses sont les pourcentages pour les berges naturelles**

Matériaux de rives	Longueur de rive (km)			
	Stable	En érosion	En érosion discontinue	Total
R	2,4 (33,0 %)	-	-	2,4 (37,1 %)
T	-	-	-	-
B	-	-	-	-
Ca	-	-	-	-

Matériaux de rives	Longueur de rive (km)			
	Stable	En érosion	En érosion discontinue	Total
SG	-	-	-	-
S	0,3 (4,3 %)	-	-	0,3 (4,3 %)
SM	-	-	-	-
CM	2,5 (34,2 %)	0,4 (5,0 %)	0,9 (12,4 %)	3,7 (51,6 %)
Rives artificialisées	0,8 (11,1 %)			0,8 (11,1 %)
Total	6,0 (82,6 %)	0,4 (5,0 %)	0,9 (12,4 %)	7,2 (100 %)

Les rives en érosion discontinue sont principalement présentes en rive droite entre le PK 8+200 et la centrale SM-1 (PK 7+300) et sont associées à quelques segments de talus riverains présentant quelques signes d'instabilité sur une longueur totale de ~ 500 m (tableau 4-11). Les sédiments silto-argileux y sont exposés par endroits et quelques arbres inclinés et zones d'éboulements ont été observés. Un petit glissement de talus, probablement récent, est également présent en face du PK 8 (figure 4-13A). Le principal facteur d'érosion sur ce site est l'action des vagues, qui sollicitent la base du talus. Toutefois, l'absence d'encoche de sapement bien développée témoigne que l'érosion des vagues reste limitée en raison d'un fetch restreint.

Tableau 4-11 Caractérisation des talus riverains pour le tronçon bief amont de la centrale SM-1. Les valeurs entre parenthèses sont les pourcentages relatifs.

Hauteur de talus	Longueur de talus (km)			
	Talus instable	Talus en instabilité discontinue	Talus stable	Total
>10m	-	0,2 (18,5%)	-	0,2 (18,5%)
<10m	-	0,3 (23,3%)	0,7 (58,2%)	0,9 (81,5%)
Total	-	0,5 (41,8 %)	0,7 (58,2 %)	1,14 (100 %)

En rive gauche, les nombreux ravins observés sont aujourd'hui pour la plupart totalement stabilisés, comme en témoigne la couverture arborescente assez dense. Deux petites cicatrices de glissements encore actives, mais en voie de stabilisation, ont néanmoins été recensées en rive gauche entre le PK 8+500 et le PK 9.

Seul le ravin qui fait face au PK 8 est encore fortement actif (figure 4-13B). Le ravin mesure près de 350 m de longueur en 2024 et est associé à la présence d'un chenal artificiel qui concentre les eaux de drainage de la tourbière réticulée au nord de Clarke City. Les escarpements importants associés à ce profond ravin favorisent les déclenchements réguliers de glissements rétrogressifs dans les dépôts silto-argileux. Les sédiments sont transportés vers l'aval et s'accumulent en un vaste cône alluvial qui empiète dans le lit du bief (figure 4-13B). La « nouvelle » rive formée par l'accrétion du cône présente une encoche d'érosion, notamment dans sa portion nord. Il s'agit du seul segment de rive du bief amont de SM-1 (~ 400 m) qui est affecté par une érosion continue.

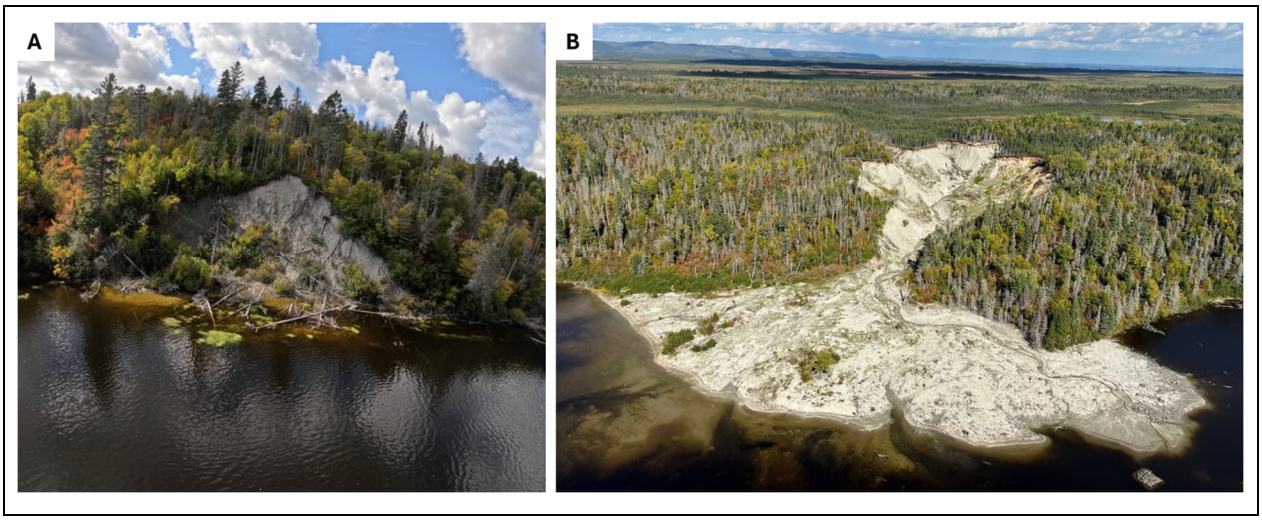


Figure 4-13 Exemples de processus gravitaires observés dans le bief amont de SM-1 aux abords du PK 8 : A) petit glissement récent en rive droite, et en B) un important système de ravin-cône alluvial actif en rive gauche

4.3.3 Sensibilité des rives à l'érosion

La sensibilité à l'érosion des rives du bief amont de SM-1 est présentée à la carte 3, feuillet 4 (annexe 1), et les statistiques sont détaillées au tableau 4-12.

Les résultats indiquent qu'une proportion significative des rives est sensible à l'érosion dans le bief amont de SM-1. Les sections classées comme moyennement et fortement sensibles totalisent respectivement 1,4 km (21,7 %) et 1,8 km (28,1 %) de rive. La grande majorité de ces rives se caractérise par des talus abrupts (>25°) façonnés dans des dépôts silto-argileux et exposés à un fetch supérieur à 500 m. Parmi ces rives catégorisées comme moyennement et fortement sensibles, près de 40 % étaient en érosion au moment des relevés.

Les sections de rives faiblement sensibles à l'érosion ne représentent que 500 m (7,3 %) du linéaire riverain, principalement situées dans des dépôts silto-argileux ayant une pente inférieure à 15°. Enfin, les rives pour lesquelles la sensibilité à l'érosion est considérée comme négligeable s'étendent sur un total de 2,7 km (42,9 %), majoritairement concentrées en amont de ce tronçon, où la rivière est encaissée dans le roc.

Tableau 4-12 Sensibilité à l'érosion des rives du bief amont de SM-1. Les valeurs entre parenthèses sont les pourcentages relatifs par rapport à l'ensemble des rives naturelles du tronçon.

Classe de matériaux	Longueur de rives (km)			
	Nulle	Faible	Moyenne	Forte
R	2,3 (37,0 %)	-	-	-
T	-	-	-	-
B	-	-	-	-
Ca	-	-	-	-
SG	-	-	-	-
S	0,1 (2,4 %)	-	0,01(1,2 %)	0,1 (1,3 %)

Classe de matériaux	Longueur de rives (km)			
	Nulle	Faible	Moyenne	Forte
SM	-	-	-	-
CM	0,2 (3,1 %)	0,5 (7,3 %)	1,3 (20,6 %)	1,7 (26,8 %)
Pt	-	-	-	-
ZA	0,02 (0,4%)			
Total	2,7 (42,9 %)	0,5 (7,3 %)	1,4 (21,7 %)	1,8 (28,1 %)

4.4 Tronçon estuarien (PK 7+300-PK 0)

4.4.1 Caractérisation des rives

4.4.1.1 Matériaux encaissants

Les matériaux encaissants de l'estuaire sont synthétisés à la figure 4-14 et leur distribution spatiale est illustrée à la carte 2, feuillet 4 (annexe 1). Le détail des superficies pour l'ensemble des sous-classes de matériaux identifiées est présenté au tableau 4 de l'annexe 2.

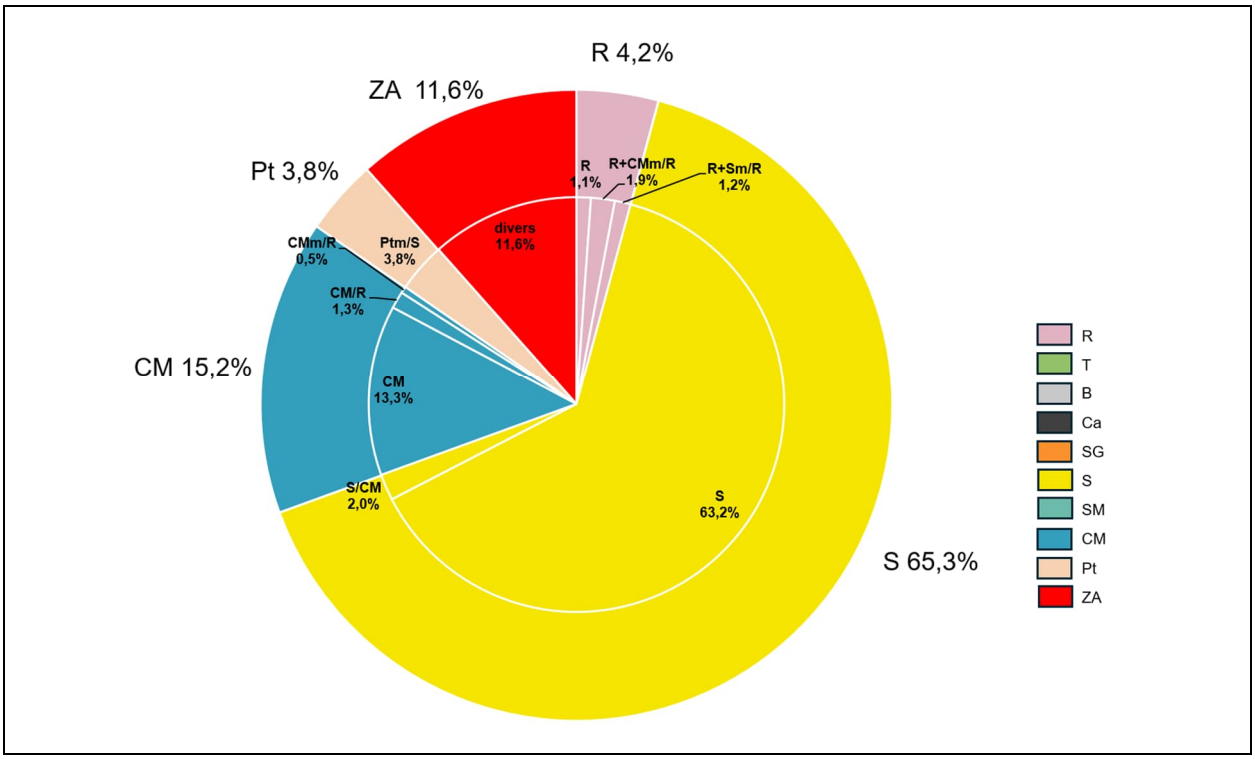


Figure 4-14 Graphique représentant la proportion des différentes classes et sous-classes de matériaux encaissants identifiées dans le corridor investigué du tronçon estuarien

Sur les 352,6 ha photo-interprétés dans le tronçon de l'estuaire, 88,4 % sont non aménagés. Les dépôts meubles couvrent 84 % du territoire et sont répartis entre les sables (S) (65,3 %), les dépôts silto-argileux (CM) (15,2 %) ainsi que les dépôts organiques (Pt) (3,8 %). Comme en amont, les unités sableuses deltaïques et littorales reposent sur des dépôts silto-argileux glaciomarins ou prodeltaïques. Ceux-ci sont enfouis de plus en plus profondément sous la couche sableuse vers l'aval de l'estuaire, n'étant visibles qu'à la base des talus riverains entre les barrages SM-1 et le PK 3. En aval du PK 3, seuls les dépôts sableux littoraux et deltaïques sont observables. L'incision de la rivière dans les dépôts sédimentaires de la plaine côtière a façonné d'importants talus sableux dont la hauteur augmente vers l'amont, atteignant jusqu'à 40 à 50 m. À la surface de la vaste terrasse sableuse qui domine l'estuaire, des niveaux de talus plus modestes, souvent inférieurs à 10 m, marquent d'anciennes lignes de rivages et cordons littoraux façonnées durant l'Holocène. Le roc ne couvre quant à lui que 4,2 % de la surface du corridor photo-interprété, concentré dans la section amont de l'estuaire entre PK 7+300 et PK 6.

Enfin, le corridor investigué comprend 11,6 % de surfaces aménagées, principalement associées à des zones bâties de part et d'autre de l'embouchure (PK 0-PK 1) avec les secteurs de Val-Marguerite en rive gauche et de Gallix en rive droite.

4.4.1.2 Composition des berges

Les berges photo-interprétées de l'estuaire de la rivière Sainte-Marguerite s'étendent sur un total d'environ 20,7 km, excluant la flèche littorale de Val-Marguerite. Leur composition est présentée à la carte 2, feuillet 4 (annexe 1) et au tableau 4-13.

Tableau 4-13 Composition des berges pour le tronçon estuarien entre le PK 7+300 et le PK 0. Les valeurs entre parenthèses sont les pourcentages relatifs pour les berges naturelles.

Matériaux	**Longueur des berges (km)**			
Berges naturelles	*Rive gauche*	*Rive droite*	*Îles*	***Total***
R	1,2 (6,2%)	1,6 (8,1%)	3,6 (18%)	6,4 (32,4%)
B	-	-	-	-
Ca	-	-	-	-
SG	-	-	-	-
S	2,8 (14,3%)	4,9 (24,6%)	-	7,7 (38,8%)
SM	-	-	-	-
CM	3,3 (16,8%)	2,0 (10,3%)	0,3 (1,7%)	5,7 (28,8%)
Total	7,4 (37,3%)	8,5 (43,0%)	3,9 (19,8%)	19,8 (100%)
Berge artificielle	*Rive gauche*	*Rive droite*	*Îles*	***Total***
Enrochement	0,7	0,2		0,9
Matériaux divers				0,0
Total	0,7	0,2	0,0	0,9
Total	**8,1**	**8,7**	**3,9**	**20,7**

Au total, 32,4 % des berges naturelles sont constituées de roc, principalement concentrées entre le PK 7+300 et le PK 6. Cette proportion élevée s'explique par la présence de nombreuses îles rocheuses dans la section amont de l'estuaire. Les 67,6 % restants des berges naturelles sont composés de matériaux meubles, répartis entre les berges sableuses (38,8 % des berges naturelles) et les berges silto-argileuses (28,8 %).
La majorité des berges sableuses se trouvent en aval du PK 4, bien que quelques segments aient également été identifiés plus en amont, notamment au niveau de cônes alluviaux partiellement actifs situés en rive droite (PK

4+800), ou de dépôts relictuels (PK 5 et PK 3+700). Les berges entaillées dans la plate-forme silto-argileuse se rencontrent principalement entre les PK 6 et PK 3.

Les berges artificialisées totalisent quant à elles 900 m dans le tronçon estuarien, comprenant 700 m d'enrochement en rive gauche aux abords de Val-Marguerite et 200 m en rive droite du côté du parc du Souvenir de Gallix, en aval de la rampe de mise à l'eau.

4.4.2 Géomorphologie littorale et estuarienne

Dans le tronçon estuarien, l'influence combinée des marées et des vagues devient de plus en plus significative vers l'aval, conférant aux rives des caractéristiques géomorphologiques typiques des environnements littoraux et estuariens.

Comme présenté dans la carte 2 du feuillet 4 (annexe 1), les rives de la section aval de l'estuaire sont bordées d'une plateforme intertidale en pente douce au pied des talus riverains. Elles sont généralement composées de sable fin et de sable silteux dans la partie supérieure et d'une batture argileuse dans la partie inférieure. Vers l'embouchure, les plateformes intertidales laissent la place à des plages de sable. En rive gauche, la plage est relativement étroite aux abords de Val-Marguerite, principalement là où des enrochements et des structures de béton ont été installés par les riverains. La rive gauche est prolongée par une flèche littorale qui vient fermer en partie l'estuaire et dont l'orientation sud-ouest indique la direction de la dérive littorale et transport sédimentaire le long de la côte (figure 4-15A; figure 4-16). En 2024, la flèche mesurait 1 750 m de longueur et sa section la plus large au niveau de sa pointe atteignait 150 m. Vers l'est, la plus ancienne portion de la flèche formait une étroite plateforme sableuse, s'élevant à près de 3 m d'altitude, où elle accueillait une couverture végétale herbacée. Le rebord de la plateforme se caractérise par un talus de moins de 1 m, marquant la limite du haut de plage, et présente une encoche d'érosion. La plateforme sableuse s'étend jusqu'à la section centrale de la flèche, atteignant près de 5 m d'altitude. Elle y abrite un boisé de 4 800 m² qui a été entièrement détruit par un incendie à l'été 2023. Les talus bordant cette section mesurent de 1 à 2 m de hauteur et sont soumis à une érosion continue, tant du côté maritime que du côté estuarien.

Sur la rive droite de l'embouchure, du côté de Gallix, des plages sablonneuses relativement larges s'étirent le long du fleuve tandis qu'une haute-plage d'environ 15 m de large s'étend en contrebas de la falaise Gallix. Celle-ci se prolonge vers le nord-est par une petite flèche sableuse (PK 0+800), qui s'est formée entre 2005 et 2010 selon l'historique des images Google Earth (non présenté sur la carte 4) et dont la longueur atteint 125 m en 2024 (figure 4-15B; figure 4-16). Sa formation suggère un déclin potentiel de l'influence fluviale au profit de l'influence maritime, consécutif à la mise en service des trois centrales hydroélectriques sur le cours de la rivière Sainte-Marguerite. Cette modification favoriserait une pénétration accrue des vagues et des courants tidaux dans la portion aval de l'estuaire. Cette hypothèse s'aligne avec les conclusions de l'étude de Lasalle-NHC, 2025c) qui indiquent que la réduction des débits permet au signal de marée de dominer et aux intrusions salines de progresser davantage vers l'amont.



Figure 4-15 **Photographies des deux flèches littorales présentes à l'embouche de la rivière Sainte-Marguerite, avec en A) la flèche de Val-Marguerite et en B) la petite flèche qui est dans le prolongement de la falaise Gallix en rive droite**

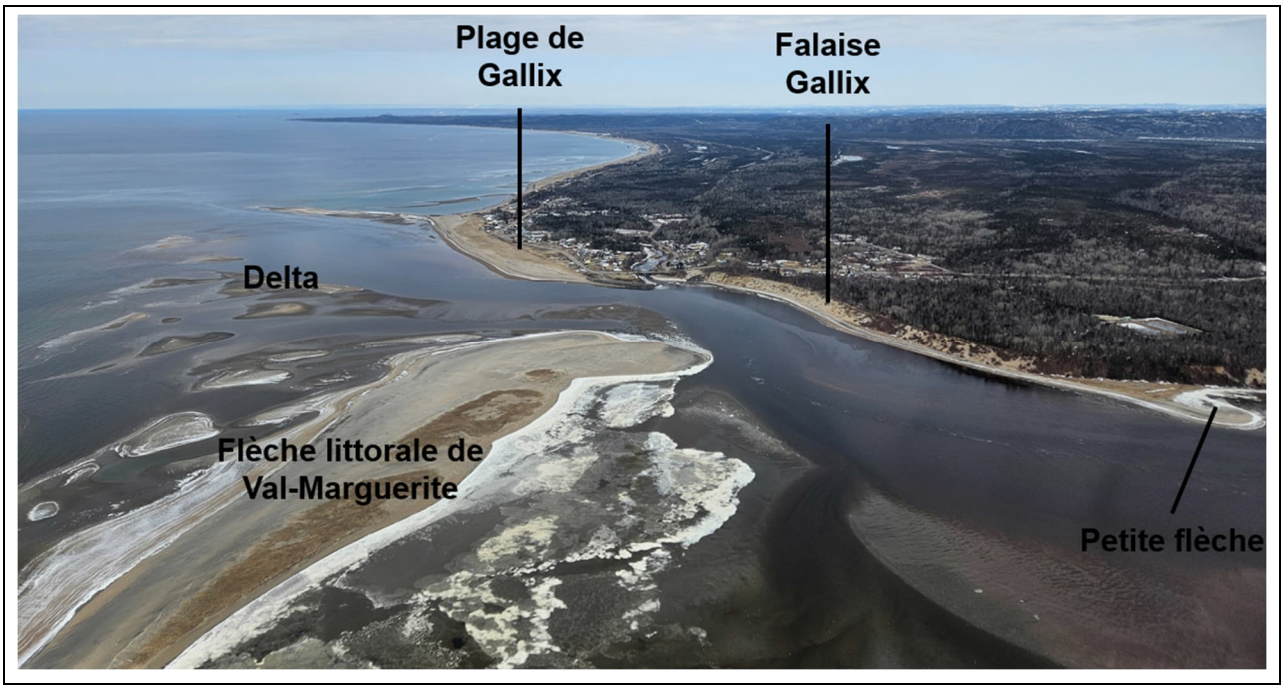


Figure 4-16 **Vue d'ensemble de l'embouchure en avril 2024**

4.4.3 Dynamique actuelle des rives

L'inspection du tronçon estuarien (PK 7+300 à PK 0) a révélé que les segments de rive actifs, combinant à la fois l'érosion continue et discontinue, s'étendent sur 9,3 km, soit 44,8 % de l'ensemble des rives de l'estuaire, excluant la flèche littorale (figure 4-17; tableau 4-14; carte 3, feuillet 4 de l'annexe 1).

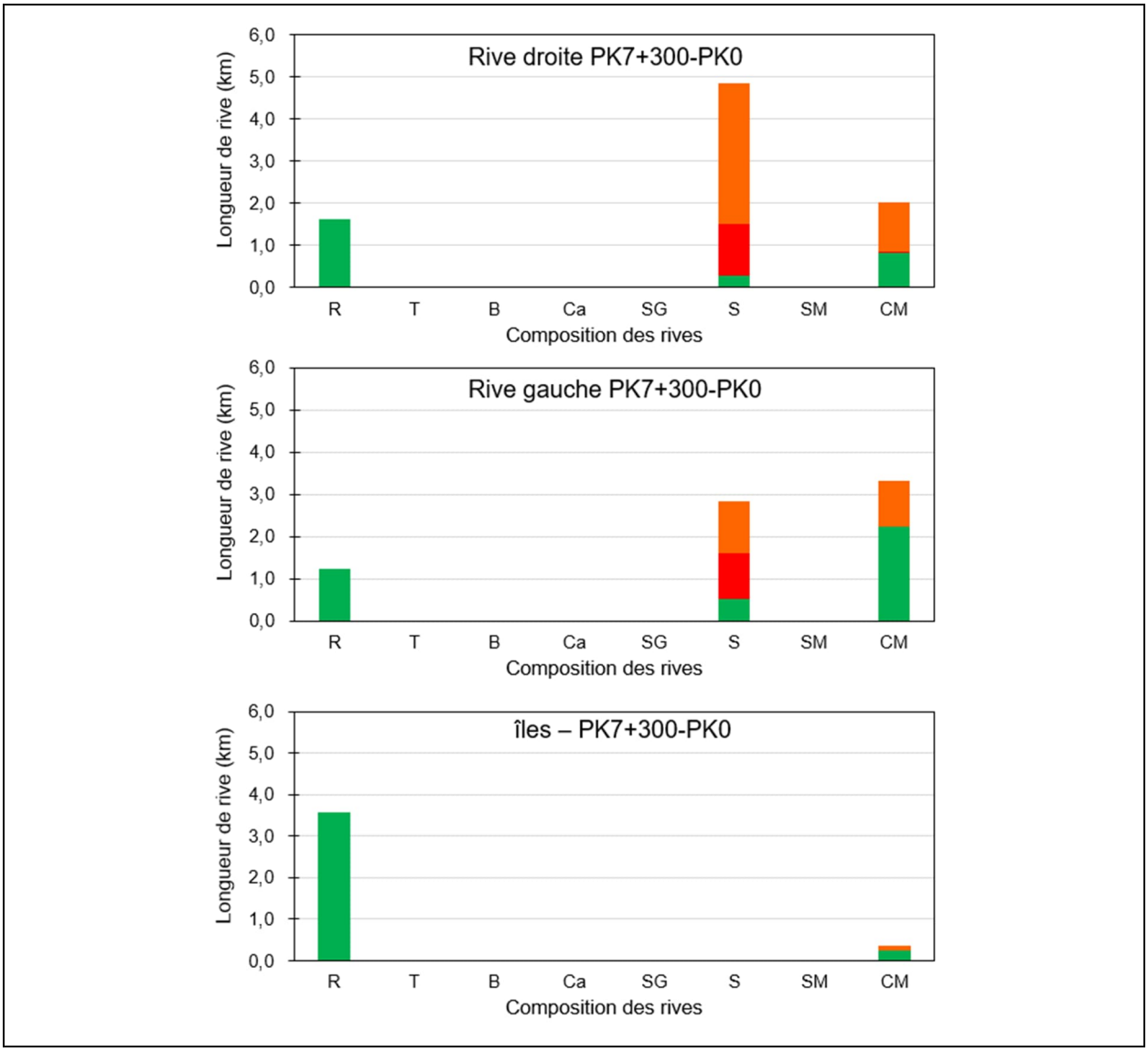


Figure 4-17 Graphiques représentant la proportion des rives selon leur composition et leur état actuel pour les rives gauche et droite, ainsi que les îles de l'estuaire de la rivière Sainte-Marguerite

En raison de l'incision de la rivière dans les dépôts deltaïques et littoraux, les rives actives sont généralement bordées de talus riverains de plus de 10 m de hauteur (tableau 4-15) qui présentent une instabilité. Les rares sections de rives actives dont la hauteur est inférieure à 2 m – c'est-à-dire sans talus marqué – se trouvent principalement au niveau des cônes alluviaux présents dans l'estuaire, qu'ils soient partiellement actifs ou fossiles.

Tableau 4-14 Caractérisation de l'état des rives selon leur composition le pour le tronçon estuarien. Les valeurs entre parenthèses sont les pourcentages pour les berges naturelles

Matériaux de rives	Longueur des rives (km)			
	Stable	En érosion	En érosion discontinue	Total
R	6,4 (31,0 %)	-	-	6,4 (31,0 %)
T	-	-	-	-
B	-	-	-	-
Ca	-	-	-	-
SG	-	-	-	-
S	0,8 (3,9 %)	2,3 (11,1 %)	4,6 (22,1 %)	7,7 (37,1 %)
SM	-	-	-	-
CM	3,3 (16,0 %)	-	2,4 (11,5 %)	5,7 (28,8 %)
Rives artificialisées	0,9 (4,4 %)	-	-	0.9 (4,4 %)
Total	11,4 (55,2 %)	2,3 (11,2 %)	7,0 (33,6 %)	20,7 (100 %)

Les rives en érosion continue s'étendent sur un total de 2,3 km, soit 11,2 % des rives de l'estuaire. Ces segments actifs sont tous entaillés dans des dépôts sableux (figures 4-18 et 4-19). Les talus instables associés à ces rives sont affectés par des éboulements et des glissements sur toute leur hauteur. Leur face est généralement en grande partie dénudée et présente des éléments de végétation basculés provenant du sommet du talus (figure 4-18A).

Ces talus se concentrent majoritairement dans la portion aval de l'estuaire, vers l'embouchure, ce qui explique que la quasi-totalité des rives en érosion continue se trouve entre PK 2 et PK 0. En rive gauche, plusieurs talus en érosion continue ont été recensés entre le PK 0+600 et PK 2+400, totalisant 1,1 km (figure 4-18A). En rive droite, un talus en instabilité continue s'étend sur 400 m, en amont du parc du Souvenir, formant la moitié ouest de la falaise Gallix (voir station témoin 2024-WSP-05, section 4.5). Enfin, un court segment de rive montre également des signes d'érosion active au niveau d'un ancien cône alluvial, à proximité du PK 5.

Tableau 4-15 Caractérisation des talus riverains pour le tronçon estuarien (PK 7+300-PK 0). Les valeurs entre parenthèses sont les pourcentages relatifs.

Hauteur de talus	Longueur de talus (km)			
	Talus instable	Talus en instabilité discontinue	Talus stable	Total
>10m	1,8 (18 %)	3,9 (38,3 %)	3,0 (30 %)	8,7 (86,2 %)
<10m	0,1 (0,7 %)	0,7 (6,6 %)	0,7 (6,5 %)	1,4 (13,7 %)
Total	1,9 (18,7 %)	4,5 (44,8 %)	3,7 (36,4 %)	10,1 (100 %)

Les rives en érosion discontinue s'étendent quant à elles sur 7 km, soit 33,6 % des rives de l'estuaire. Elles sont typiquement associées à des talus riverains composés de matériaux sableux et, dans une moindre mesure, silto-argileux (figure 4-17). Ces talus en instabilité discontinue présentent des zones d'éboulements et de glissements ponctuels, entrecoupées de zones stabilisées marquées par une reprise de la végétation (figure 4-18B). Ils occupent une grande partie de la rive gauche entre les PK 3 et PK 6 et de la rive droite entre les PK 1 et PK 4+500 (voir station témoin 2024-WSP-04 du PK 4+250, section 4.5).

À l’embouchure, la moitié ouest de la falaise Gallix est considérée comme un talus en instabilité discontinue, en raison d’une stabilisation partielle liée à une reprise de la végétation arbustive.

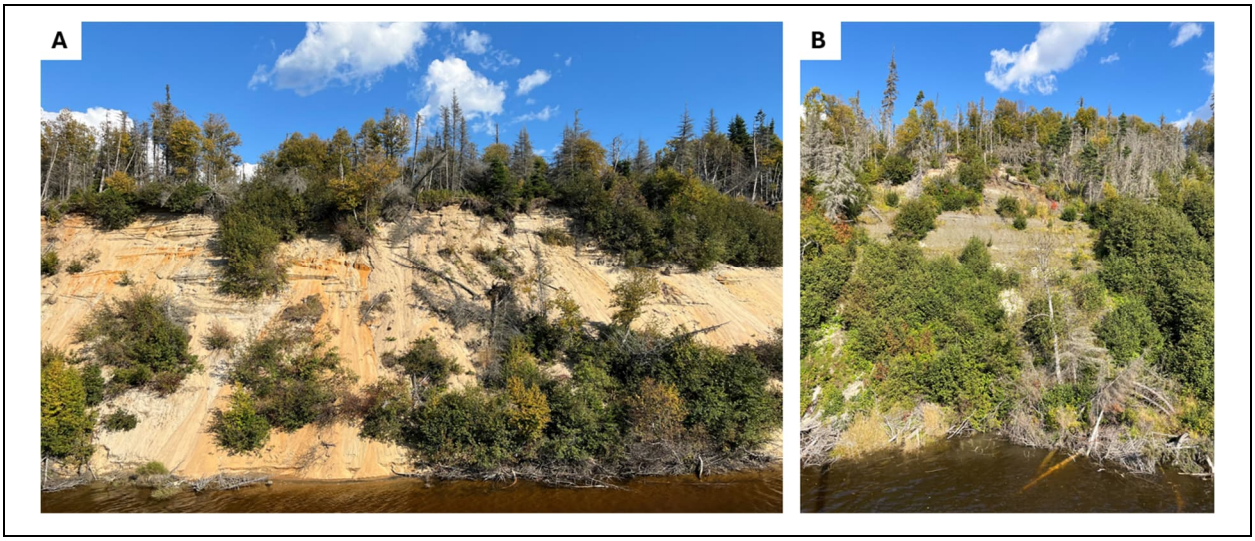


Figure 4-18 Photographies de talus riverains actifs en rive gauche de l’estuaire avec en A) une section de talus en érosion continue au PK 1 et en B) une section de talus en érosion discontinue en voie de stabilisation au PK 4

Il convient de souligner que la flèche littorale de Val-Marguerite n’a pas été intégrée aux analyses statistiques, en raison de la singularité de sa dynamique hydrogéomorphologique (forte variabilité spatiale et temporelle des processus d’érosion et d’accrétion), rendant toute comparaison directe inadéquate. Toutefois, notons que les observations de terrain réalisées en 2024 révèlent une activité érosive notable sur ce secteur. Plusieurs signes d’érosion ont été recensés, en particulier au niveau du talus et des microfalaises délimitant la plateforme sableuse centrale. Des encoches de sapement bien développées, des effondrements localisés ainsi que des basculements de végétation y sont répandus (figure 4-19).

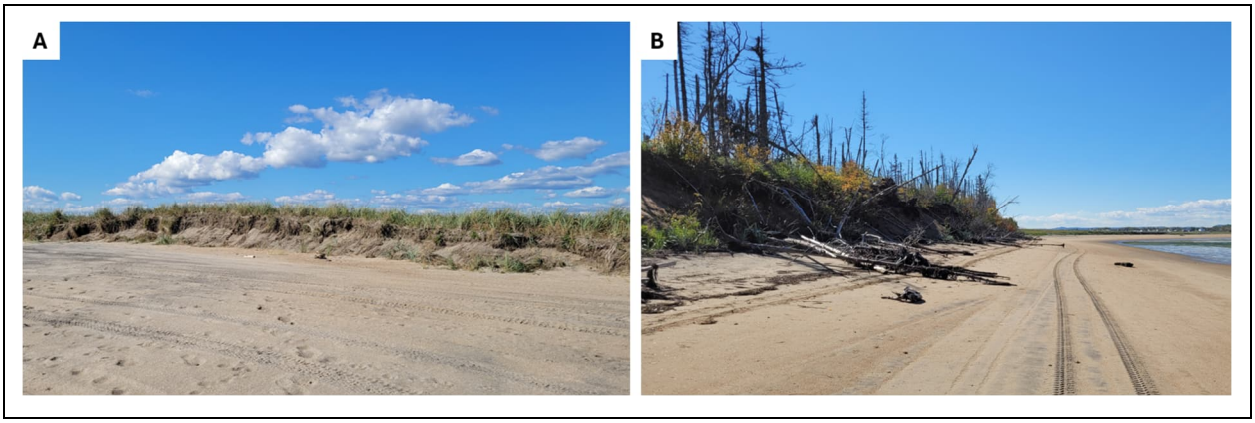


Figure 4-19 Photographies des talus formés par la plateforme sablonneuse de la flèche littorale de Val-Marguerite : A) Talus du côté maritime de la plateforme herbeuse, à l’est de la flèche; B) Talus du côté estuarien de la plateforme supportant le boisé

Au total, une dizaine de petites cicatrices de glissements, actifs ou partiellement actifs, ont été recensées sur le talus riverain sableux : huit en rive droite et deux en rive gauche. La plupart de ces glissements sont concentrés aux abords du PK 3.

Du fait de la nature poreuse des dépôts sableux qui favorise l'infiltration des eaux de surface, le ravinement dans le corridor investigué du tronçon estuarien est moins développé que dans les dépôts silto-argileux des tronçons plus en amont de la rivière Sainte-Marguerite (réservoir SM-2 et bief amont de SM-1. Quelques ravins sont néanmoins présents entre la centrale SM-1 et le PK 6 sur les deux rives, ainsi qu'entre le PK 3 et le PK 5 en rive droite. Ils sont tous stables et entièrement colonisés par une végétation arborescente. Le ravin situé sur la rive droite au PK 4+800[2] (figure 4-20A) est le seul à être partiellement actif, car il présente encore des escarpements sujets à des glissements et des épisodes de ravinement occasionnels. Le cône alluvial qui s'étend dans le lit de la rivière Sainte-Marguerite en aval du ravin est partiellement végétalisé, mais quelques signes d'érosion sont observables au niveau de la berge (figure 4-20B).

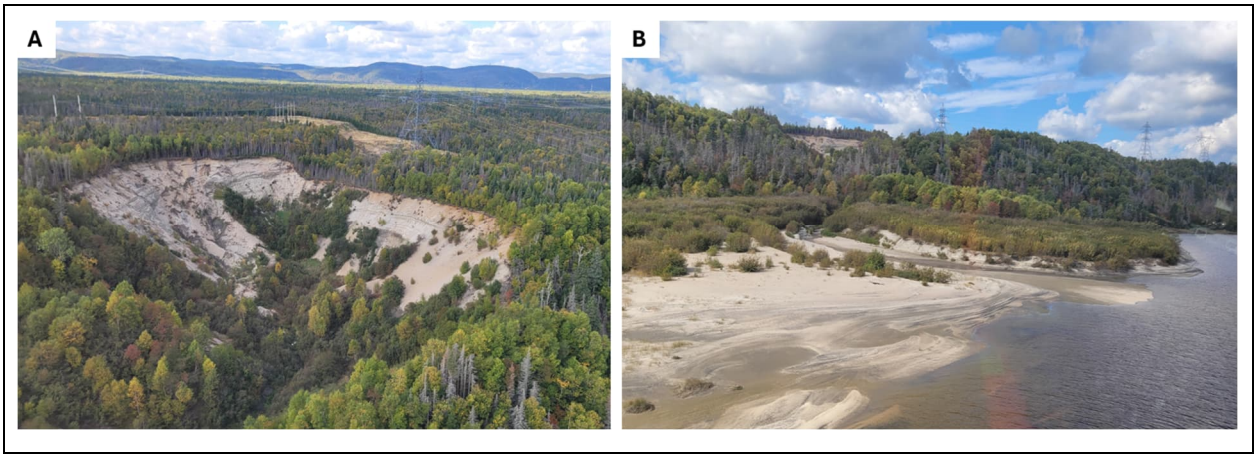


Figure 4-20 Photographies du ravin partiellement stabilisé en rive droite au PK 4+800 (A) et son cône alluvial sableux qui empiète sur le lit de l'estuaire de la rivière Sainte-Marguerite (B)

Finalement, on notera qu'au niveau de la rive aménagée avec des enrochements à Val-Marguerite, quelques zones d'érosion mineures au droit des propriétés du 119, 115 et 109 de la rue de Barachois ont été recensées lors du survol en hélicoptère.

4.4.4 Sensibilité des rives à l'érosion

La sensibilité des rives à l'érosion dans l'estuaire est présentée à la carte 3, feuillet 4 (annexe 1) et détaillée au tableau 4-16. Les résultats indiquent que la majorité des rives y sont sensibles à l'érosion. Les zones de sensibilité moyenne à forte couvrent 12,5 km, soit 59,1 % de l'ensemble des rives entre Pk 7+300 et PK 0. À elles seules, les rives classées comme fortement sensibles à l'érosion représentent 43,5 %, incluant pratiquement toutes celles situées en aval du PK 4. De manière générale, ces rives fortement sensibles se caractérisent par des talus sableux abrupts (> 25°) et une exposition à un fetch important (> 500 m). Les rives moyennement sensibles à l'érosion, concentrées entre les PK 4 et PK 6, présentent également des talus sableux abrupts, mais leur exposition aux vagues est moindre en raison du rétrécissement du lit. La photo-interprétation et les observations de terrain ont révélé que 84 % des rives classées comme fortement sensibles et 39 % de celles considérées comme moyennement sensibles sont effectivement actives.

[2] Ce ravin est localisé PK4+500 dans le rapport de PolyGéo Inc. (2011)

Enfin, les segments où la sensibilité à l'érosion est nulle concernent 34 % des rives de l'estuaire et se situent exclusivement entre le barrage SM-1 et le PK 6, où la rivière est encaissée dans le roc, ainsi qu'au niveau des sections de rives aménagées.

Tableau 4-16 Sensibilité à l'érosion des rives de l'estuaire de la rivière Sainte-Marguerite. Les valeurs entre parenthèses sont les pourcentages relatifs.

Classe de matériaux	Longueur de rives (km)			
	Nulle	Faible	Moyenne	Forte
R	6,4 (29,5 %)	-	-	-
B	-	-	-	-
Ca	-	-	-	-
SG	-	-	-	-
S	-	0,7 (3,3 %)	0,2 (1,0 %)	7,2 (33,8 %)
SM	-	-	-	-
CM	0,2 (1,0 %)	0,7 (3,4 %)	3,0 (14,7 %)	2,1 (9,7 %)
Pt	-	-	-	-
ZA	0,7 (3,4%)	-	-	-
Total	7,2 (34,0 %)	1,4 (6,8 %)	3,3 (15,6 %)	9,2 (43,5 %)

4.4.5 Morphologie actuelle du lit

Le travail de photo-interprétation a permis de mettre à jour les informations sur les formes deltaïques, comme la morphologie du chenal principal et la position des bancs de sable de l'estuaire de la rivière Sainte-Marguerite. Ces éléments ont été intégrés à la carte 2, feuillet 4 (annexe 1).

En amont du tronçon estuarien, la rivière Sainte-Marguerite s'écoule dans un chenal unique, encaissé dans le roc jusqu'au PK 5+700. À cet endroit, sa largeur est d'environ 100 m, tandis que sa profondeur maximale atteint 6 à 7 m, faisant de cette section, la plus profonde de l'estuaire. En aval du PK 5+700, le chenal reste bien défini du fait de son encaissement dans la plateforme argileuse. Sa largeur augmente pour atteindre 150 m.

En aval de PK 4+800, d'importants bancs de sable fin sont présents en rive droite, alimentés par les apports de matériels en provenance des ravins. L'extension de ces bancs sableux et hauts-fonds a contraint le chenal d'écoulement principal à migrer vers la rive gauche, réduisant ainsi sa largeur qui varie entre 90 à 120 m. En aval du PK 3+500, le lit de la rivière s'élargit considérablement, atteignant plus de 500 m puis dépassant les 1 000 m au niveau du PK 2. À ce niveau, un vaste haut-fond occupe 80 % du lit. Le chenal d'écoulement conserve une largeur assez constante (100-120 m), avec une profondeur maximale de 1,5 à 2,5 m et continue de longer la rive gauche de façon assez linéaire jusqu'au PK 1+500. Il bifurque ensuite vers le sud-ouest, transversant le lit en diagonal pour rejoindre la rive droite et longer la falaise Gallix.

En rive gauche, une large batture plane et peu profonde s'étend du chenal jusqu'à la plage de Val-Marguerite. Par ailleurs, la section centrale du lit dans la section de l'embouchure, entre le PK 0 et le PK 1, est parsemée de bancs sableux qui reposent sur des haut-fonds et émergent lors des marées basses. En aval du PK 1, le chenal devient sinueux et se divise en deux branches sur environ 300 m en raison d'un haut-fond.

Au niveau de sa sortie de l'estuaire (figure 4-16), le chenal prend une direction sud formant un méandre dont la rive concave est constituée par la falaise Gallix. La présence de la flèche littorale provoque un resserrement du chenal (goulot d'étranglement) en aval du méandre, réduisant sa largeur à ~70 m. En rive gauche, quelques hauts-fonds sableux recouverts de rides sont présents et constituent le prolongement subaquatique de la flèche. En aval de l'embouchure, le chenal se prolonge à l'extérieur de l'estuaire vers le sud en traversant le delta actuel de la rivière Sainte-Marguerite.

4.5 Stations témoins

Cette section présente en détail l'état de référence des cinq stations témoin sélectionnées en 2024. Pour chacune des stations, une description de la géomorphologie du site a été réalisée sur la base des observations de terrain et des données morphométriques dérivées des MNT obtenus par les relevés lidar par drone réalisés à l'été 2024.

4.5.1 Station 2024-WSP-01

La station 2024-WSP-01 (figure 4-21) est située en rive droite de la rivière Sainte-Marguerite près du PK 75+300 dans une section du tronçon fluvial de la rivière présentant une sinuosité marquée. Elle est implantée sur la rive concave d'un méandre, le long de laquelle l'écoulement est concentré lors des forts débits.

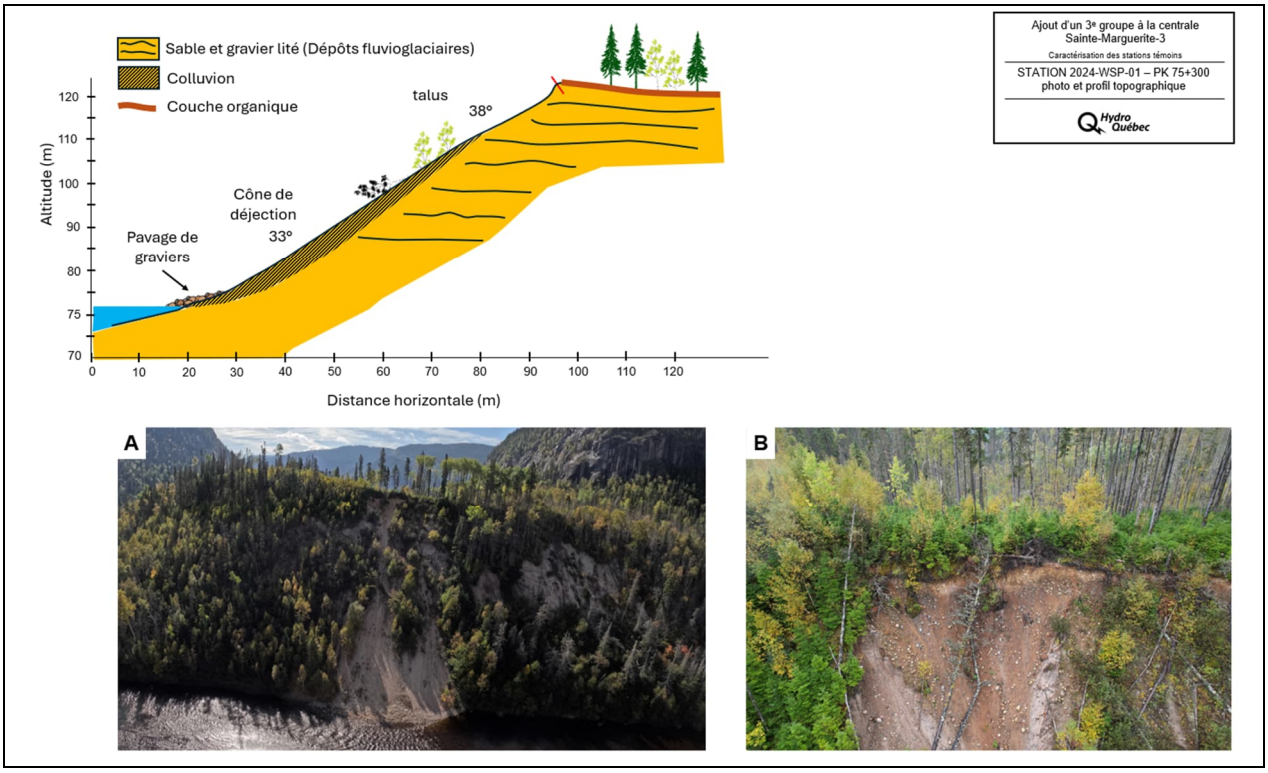


Figure 4-21 **Profil du talus riverain au droit de la station témoin 2024-WSP-01 dérivés du modèle numérique de surface produite à partir des relevés lidar de 2024. A) Photographie oblique montrant une vue d'ensemble du talus; B) vue rapprochée du haut de talus instable**

Le site est localisé au niveau d'un important talus riverain de près de 50 m de haut. Il est composé de matériaux sablo-graveleux d'origine fluvioglaciaire. Le talus présente une zone d'érosion active de 30 m de longueur dans la partie supérieure du talus. La zone exposée laisse apparaitre une couche de sédiments dominée par des graviers, parfois grossiers, sur environ 2 m qui repose sur une unité de sable et gravier avec un litage apparent. Ce matériau descend par éboulement vers le bas de pente, en transitant par deux couloirs, et s'organise en deux cônes de déjection coalescents qui empiètent sur environ 6 m sur le lit de la rivière. Les cônes présentent un net granoclassement vertical. Par ailleurs, sa section basale a été délavée par les écoulements d'eau de sorte qu'un pavage de gravier s'est formé et protège la base du talus.

Le profil topographique, réalisé dans l'axe de la zone active, montre que la pente atteint 38° dans la moitié supérieure du talus, ce qui est à la limite de l'angle de repos des matériaux sablo-graveleux. La pente s'adoucit légèrement dans la moitié inférieure du talus en raison de la présence des cônes de déjection, atteignant 33°.

En 2024, le talus est considéré comme en instabilité discontinue, mais l'activité gravitaire semble se limiter à des éboulements de petits volumes de matériaux qui maintiennent deux couloirs de transit sans végétation. Bien que l'activité gravitaire semble se concentrer principalement au sommet du talus, elle est en réalité résiduelle d'une déstabilisation générale du talus, provoquée par le sapement de sa base par la rivière. En modifiant le profil du talus, ce sapement a déclenché des processus gravitaires visant à rétablir un équilibre morphologique. L'accumulation de matériaux détritiques à la base du talus a alors fourni une protection temporaire, entraînant une phase de stabilisation (état actuel). Durant cette phase, le sommet du talus est la dernière zone à se stabiliser.

4.5.2 Station 2024-WSP-02

La station 2024-WSP-02 a été implantée sur la rive gauche à proximité des deux chalets riverains, au niveau du PK 66+500, en aval du tronçon fluvial de la rivière (figure 4-22). Cette section de la rivière est relativement rectiligne, de sorte que l'écoulement reste majoritairement concentré au centre du chenal, limitant ainsi les contraintes sur les rives.

Le talus riverain à ce site a été entaillé dans des dépôts alluviaux sablo-graveleux dans lesquels se trouve une fraction importante de cailloux (estimée à 20-20 %). Le talus riverain mesure environ 1,5 m de hauteur et se caractérise par une rupture de pente entre la moitié supérieure, présentant une pente de 18°, et la moitié inférieure plus abrupte, atteignant 35°. Le matériau meuble est observable à quelques endroits, mais globalement, un couvert herbacé et arbustif est présent de façon quasi continue. Au niveau de la berge, les matériaux sablo-graveleux qui composent le talus riverain ont été délavés, laissant place à un pavage de gravier caillouteux homogène qui participe à protéger la rive de l'érosion.

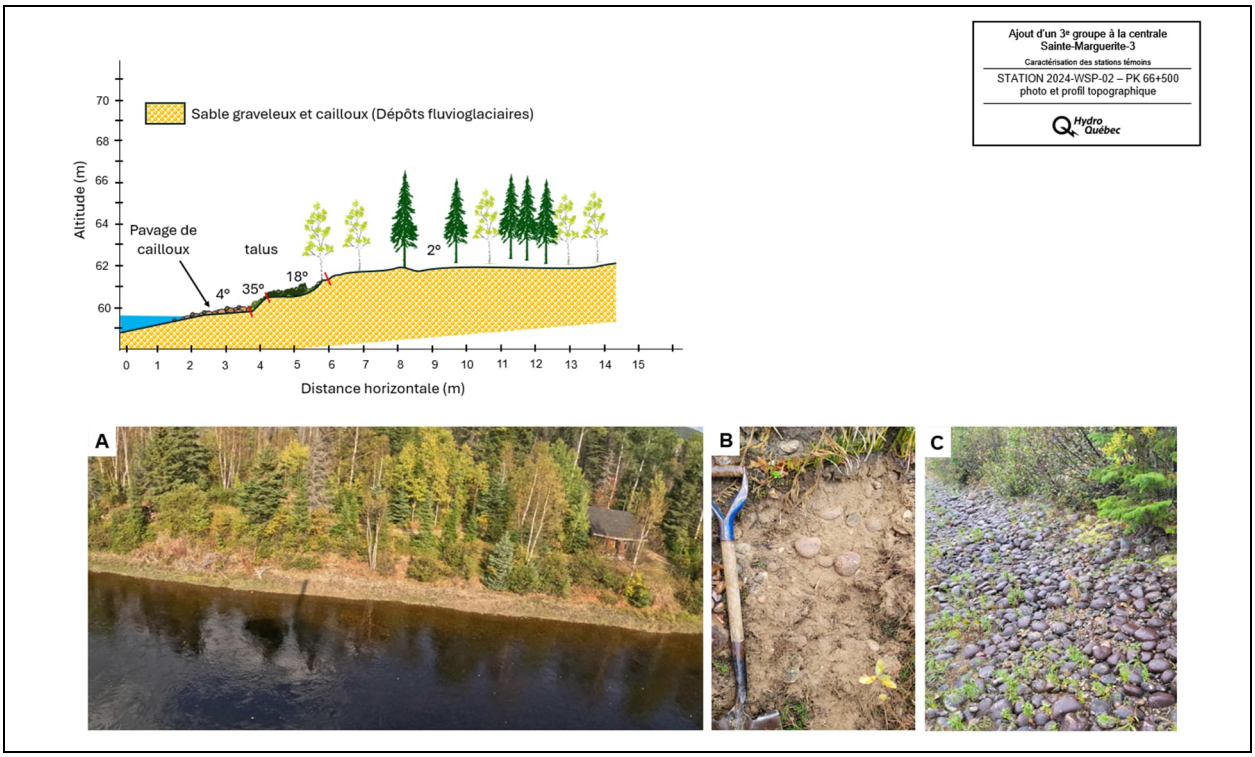


Figure 4-22 **Profil du talus riverain au droit de la station témoin 2024-WSP-02 dérivés du modèle numérique de surface produite à partir des relevés lidar de 2024. A) Photographie oblique montrant une vue d'ensemble de la rive; B) vue d'une coupe de sol dans le talus riverain; C) vue pavage caillouteux qui forme la berge**

4.5.3 Station 2024-WSP-03

La station 2024-WSP-03 se situe en rive gauche au PK 15+600, 180 m en amont d'un chalet en bordure de la rive (figure 4-23, photo A). Étant situé dans le réservoir SM-2, ce site est exclusivement exposé à l'action érosive des vagues et des glaces flottantes. Les vagues plus fortes pour ce secteur sont générées par les vents de sud à sud-est, où le fetch dépasse 1,5 km.

Le site présente un talus riverain d'une hauteur d'environ 3 m, caractérisé par une pente moyenne avoisinant 45°. La stratigraphie exposée révèle une succession de couches litées de sable et de gravier, surmontant un substrat constitué de sable fin et de sable silteux (figure 4-23, photo B). À la base du talus, la berge présente une pente faible d'environ 8°, correspondant à une plage formée par le remaniement des matériaux sablo-graveleux issus de l'érosion du talus sus-jacent. Ces dépôts ont été redistribués latéralement sous l'action du déferlement des vagues. On y observe également une encoche d'érosion d'environ 15 à 20 cm de hauteur, incisée dans le sable silteux sous-jacent. Cette encoche marque le niveau d'attaque préférentiel des vagues (figure 4-23, photo C). Par ailleurs, la plage présente une accumulation significative de matières ligneuses, notamment sous forme de troncs d'arbres échoués et orientés parallèlement au rivage. Cet agencement favorise la dissipation de l'énergie des vagues et contribue à la stabilisation temporaire de la berge. La végétation riveraine est présente de manière discontinue, tant sur la plage que sur le talus. Elle est principalement constituée d'espèces arbustives qui colonisent les zones les moins mobiles.

Leur présence, bien que sporadique, joue un rôle important dans la cohésion superficielle des sols et dans le ralentissement des processus érosifs, notamment en limitant la mobilisation des particules fines en surface.

La présence de quelques marqueurs d'érosion localisée sur le talus, combinée à une couverture végétale clairsemée, ainsi que des signes de sollicitation de la berge par les eaux de la rivière à proximité de la station témoin, suggèrent que la section de rive observée à la station 2024-WSP-03 est actuellement affectée par une érosion discontinue de faible intensité (état observé en 2024).

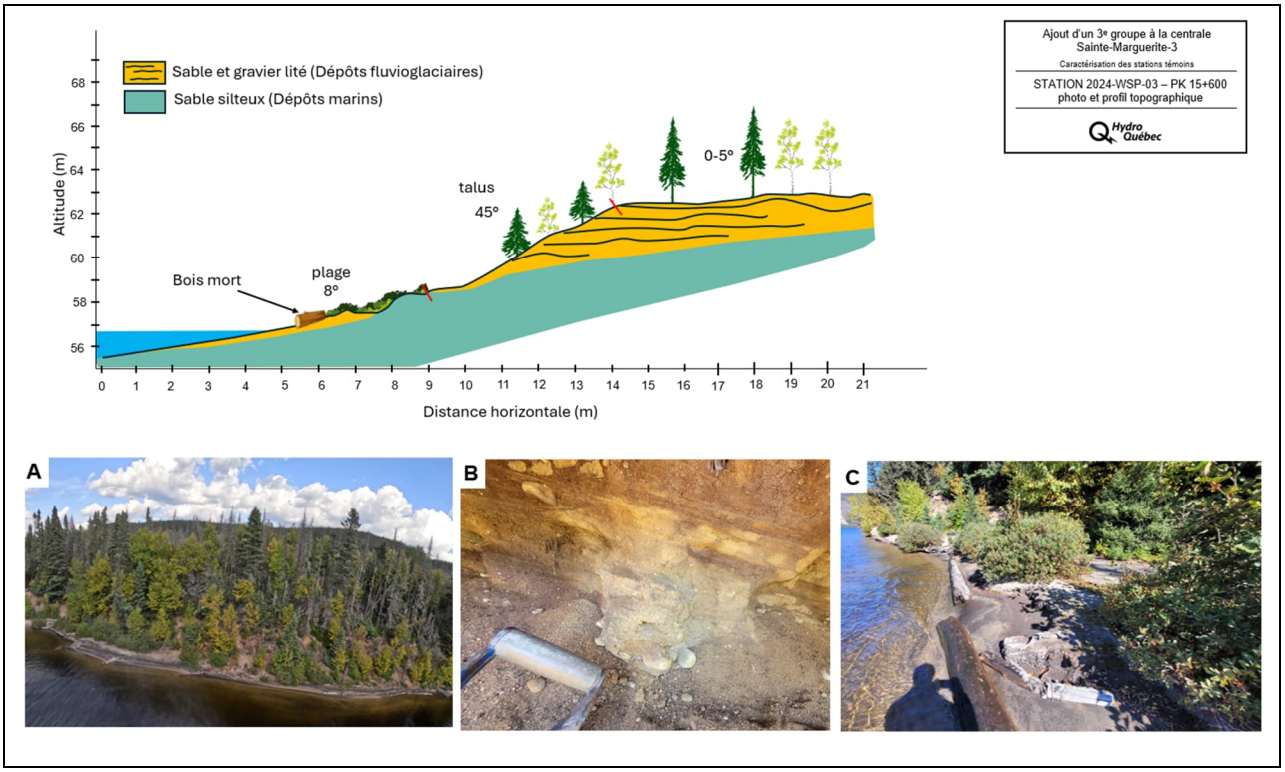


Figure 4-23 **Profil du talus riverain au droit de la station témoin 2024-WSP-03 dérivés du modèle numérique de surface produite à partir des relevés lidar de 2024. A) Photographie oblique montrant une vue d'ensemble de la rive; B) vue d'une coupe de sol dans le talus riverain; C) vue de la plage**

4.5.4 Station 2024-WSP-04

Localisée en rive gauche, au niveau du PK 4+250, la station 2024-WSP-4 est présente dans le tronçon estuarien (figure 4-24). Le site se situe au pied d'un important talus de 65 m de haut qui a été entaillé par l'encaissement Holocène de la rivière Sainte-Marguerite dans les dépôts deltaïques et marins. La station 2024-WSP-4 caractérise uniquement la section inférieure de ce talus, où un escarpement d'environ 12 m de hauteur a été entaillé dans les dépôts marins silto-argileux présentant une stratification rythmée. La section supérieure de l'escarpement est à nu, mais la section inférieure présente un couvert végétal, composé essentiellement de plantes rampantes.

Au pied de l'escarpement s'étend la berge dont la surface s'adoucit graduellement. Elle est essentiellement composée de matériaux éboulés de l'escarpement (fragments d'argile) qui reposent sur le dépôt silto-argileux en place. La végétation herbacée et arbustive est y présente de façon quasi continue.

La berge présente une série de bourrelets de berge qui marquent la limite des eaux à marée haute. Ces bourrelets marquent le début de la plateforme intertidale caractérisée par une pente douce. La partie supérieure de cette plateforme est colonisée par des espèces herbacées typiques des marais littoraux. Le substrat de la plateforme est formé d'une couche de sable fin, provenant notamment du système ravin-cône alluvial partiellement actif du PK 4+800, situé à environ 300 m en amont de la station.

En 2024, le couvert végétal est présent jusque sur la falaise silto-argileuse, signe qu'elle est en voie de stabilisation. Quant à la berge, elle ne présente aucun signe d'affouillement ou d'érosion, ce qui témoigne de son état actuel stable.

Dans ce secteur de l'estuaire, le talus est principalement exposé aux vagues générées par les vents du sud ou sud-est, correspondant à la plus grande distance de fetch. Toutefois, la présence d'une vaste plate-forme intertidale et de hauts-fonds sableux qui atténuent le déferlement des vagues avant qu'elles n'atteignent la berge, limitant ainsi leur énergie d'impact. Ces hauts-fonds protègent également le talus des écoulements fluviaux, d'autant plus que le chenal principal de la rivière Sainte-Marguerite longe la rive opposée (droite). La sollicitation du pied du talus par les vagues varie en fonction des conditions de marée et, dans une moindre mesure, des débits turbinés et/ou déversés à la centrale SM-1.

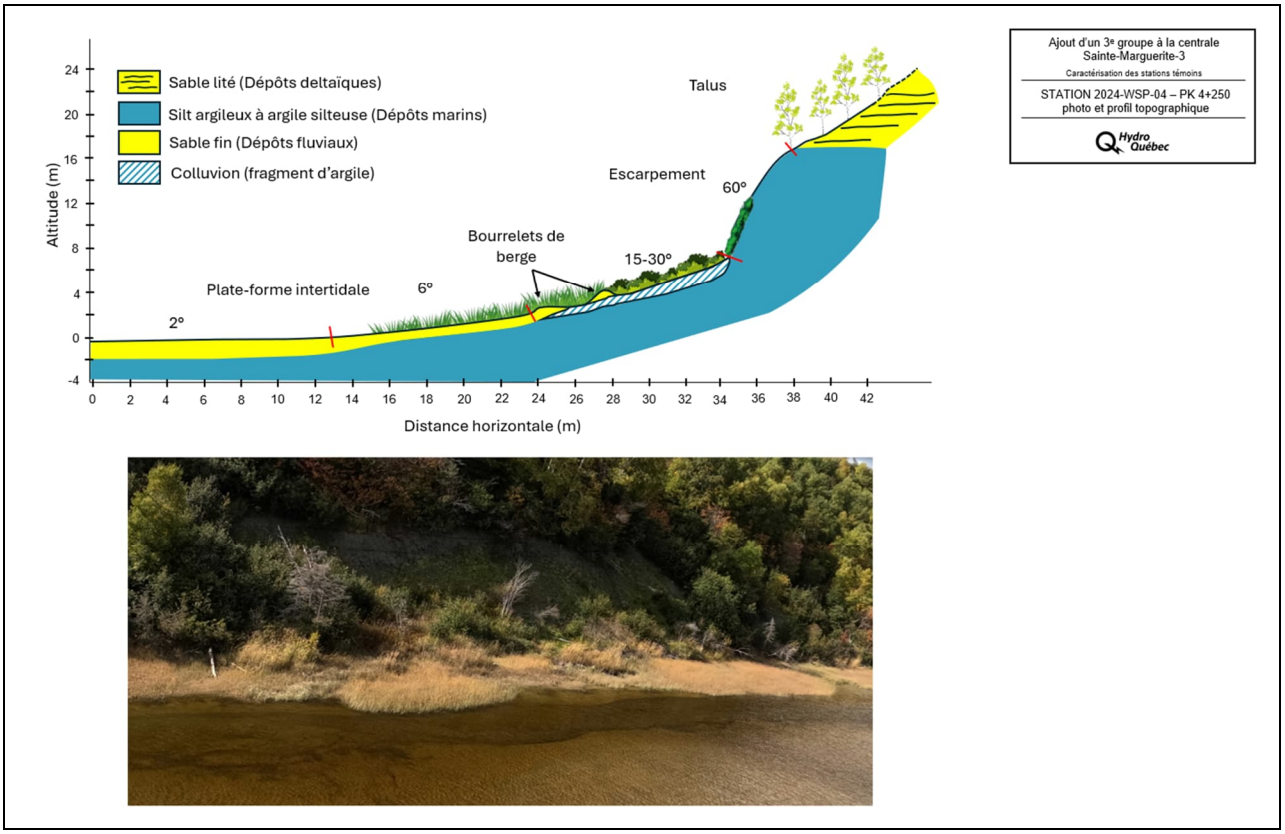


Figure 4-24 **Profil du talus riverain au droit de la station témoin 2024-WSP-04 dérivés du modèle numérique de surface produite à partir des relevés lidar de 2024 et photographie montrant l'escarpement à la base du talus**

4.5.5 Station 2024-WSP-05

La station 2024-WSP-5 se situe au niveau du PK 0+300 en bordure d'un talus riverain en érosion continue d'une hauteur de 18 m situé en rive droite près de Gallix au niveau de l'embouchure (figure 4-25). Le site est particulièrement exposé aux agents d'érosion en raison de sa position. D'une part, il se situe en rive concave d'une courbe du chenal de la rivière, une zone soumise aux courants fluviaux les plus intenses et, d'autre part, il se trouve dans l'axe du chenal d'embouchure, ce qui le rend directement exposé aux forces marines, notamment aux courants de marée et aux vagues. La sollicitation du pied du talus dépend ainsi fortement de l'intensité des marées et des vagues.

Dans ce secteur, la rive est composée de sable stratifié d'origine deltaïque. Ce dépôt est exposé dans la section sommitale du talus, formant une falaise avec une pente de 75°. Une partie de ces strates est indurée (horizon orstein), donnant une certaine cohésion à la structure sédimentaire, et surmontée d'un couvert organique. Plus bas, les matériaux sableux provenant du haut de la pente se sont accumulés en un tablier de colluvion caractérisé par une pente de 35°, correspondant à l'angle de talus naturel (ou angle de repos) du sable. Cette section de talus présente quelques arbustes, arbres et fragments de tapis organique basculés depuis le haut du talus. Au pied du talus se trouve une plateforme sableuse en pente douce où le sable qui est descendu du talus est remanié en plage. Cette dernière se prolonge en une zone d'avant-plage qui forme une terrasse de basse mer quasiment plate.

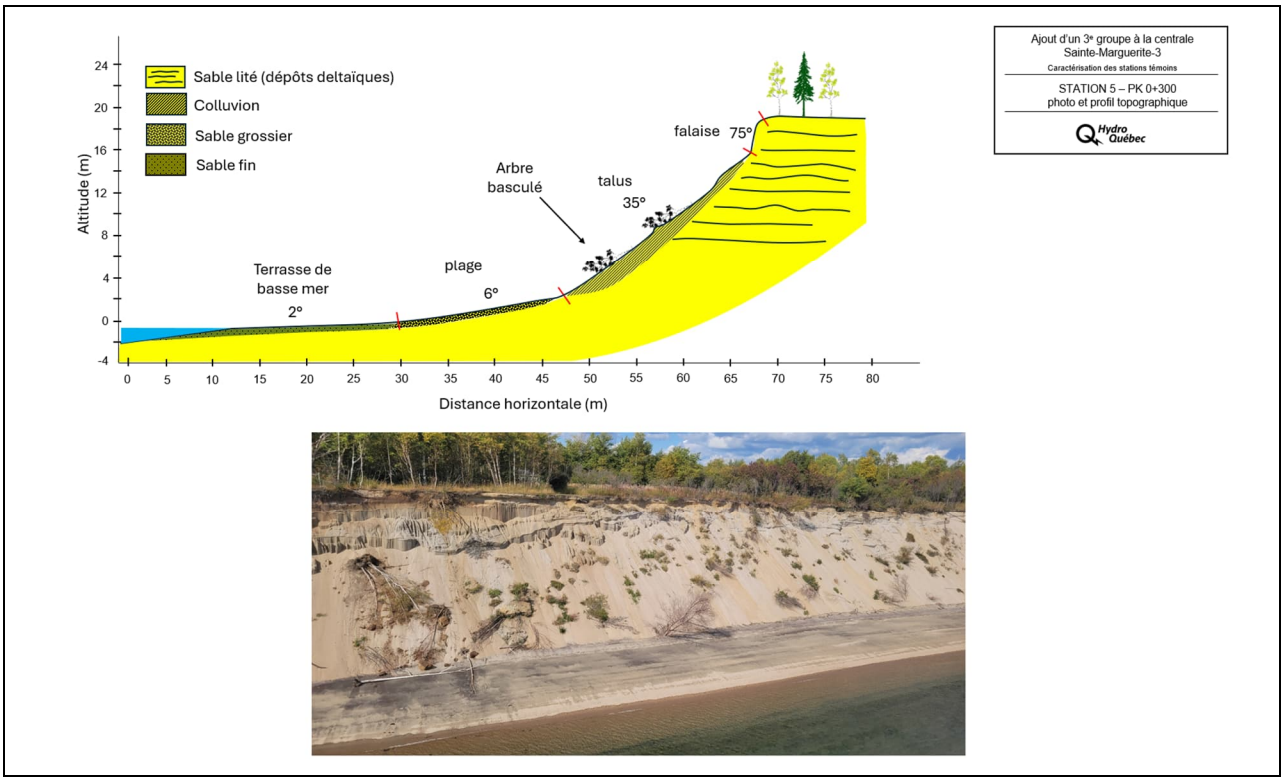


Figure 4-25 Profil du talus riverain au droit de la station témoin 2024-WSP-05 dérivés du modèle numérique de surface produite à partir des relevés lidar de 2024 et photographie montrant une vue d'ensemble de la falaise Gallix

En 2024, le talus est donc en érosion continue et aucun signe de stabilisation n'est observable.

5 Synthèse et conclusion

Ce rapport présente les résultats de l'étude de caractérisation géomorphologique des rives de la rivière Sainte-Marguerite, situées en aval de la centrale SM-3, jusqu'à l'embouchure. Cette étude a été réalisée dans le cadre du projet de mise en opération d'un 3e groupe à cette centrale.

L'objectif principal était d'établir un état de référence sur les conditions actuelles des rives dans la zone d'étude restreinte ainsi que sur les composantes de l'estuaire.

La zone d'étude comprend quatre tronçons de la rivière Sainte-Marguerite, totalisant 76 km de l'aval de la centrale SM-3 jusqu'à son embouchure dans le fleuve Saint-Laurent :

- le tronçon à débit réduit (PK 76-PK 66);
- le réservoir SM-2 (PK 66-PK 10);
- le bief amont de SM-1 (PK 10-PK 7+300);
- l'estuaire (PK 7+300-PK 0).

L'étude repose principalement sur une photo-interprétation des dépôts et des formes géomorphologiques, réalisée à partir de l'analyse de photographies aériennes numériques, d'orthophotos et de données lidar. Ce travail a été validé par des survols héliportés et des vérifications au sol, ainsi que par des relevés effectués sur cinq stations sélectionnées pour leur représentativité des différents environnements morphosédimentaires rencontrés le long de la rivière Sainte-Marguerite entre le PK 76 et l'estuaire.

En complément, une évaluation de la sensibilité des rives a été réalisée pour l'ensemble des tronçons étudiés.

5.1 État de référence général

À l'échelle de l'ensemble de la zone d'étude (PK 76-PK 0), les rives de la rivière Sainte-Marguerite sont principalement constituées de matériaux meubles, dominés par des dépôts silto-argileux (CM), du sable (S) et un mélange de sable et de gravier (SG), couvrant respectivement 27 %, 26 % et 15 % du corridor étudié. De manière plus marginale, on observe également la présence de till (3 %), de sable silteux (SM) (3 %) et d'accumulations de blocs (B) (2 %). Les affleurements rocheux (roc) occupent environ 21 % des rives, alors que les rives aménagées représentent quant à elles seulement 1 % de l'ensemble des rives investiguées.

L'évaluation qualitative de la sensibilité des rives, basée sur leur composition, leur pente et leur exposition aux vagues (fetch), a montré que près des trois quarts (74 %) des rives situées entre la centrale SM-3 et l'embouchure de la rivière présentent une sensibilité à l'érosion, dont 22 % avec une sensibilité faible, 33 % une sensibilité moyenne et 19 % une sensibilité forte. Cette sensibilité peut être attribuée à la forte proportion de matériaux silto-argileux et sableux, particulièrement sensibles à l'érosion, à la présence de talus riverains abrupts ainsi qu'aux vastes surfaces d'eau du réservoir SM-2 et de l'estuaire, qui permettent le développement de vagues dont l'énergie de déferlement est suffisante pour entraîner le sapement des pieds de talus. Pourtant, malgré cette sensibilité apparente, 17 ans après que la centrale SM-3 ait atteint une gestion à pleine exploitation (2007), la zone d'étude restreinte de la rivière demeure globalement stable.

La photo-interprétation a en effet révélé que 76 % de l'ensemble des rives étudiées de la rivière Sainte-Marguerite ne présentent actuellement aucun signe d'érosion et sont stables. Les 24 % de rives identifiées comme actives se répartissent ainsi : 21 % de rives en érosion discontinue et seulement 3 % de rives en érosion. Ces rives sont, pour la grande majorité, associées à des segments de talus riverains présentant une instabilité discontinue ou continue.

Cependant, derrière cet aperçu général se dissimulent d'importantes disparités. La physiographie et les événements quaternaires ont en effet produit des environnements morphosédimentaires distincts le long de la rivière Sainte-Marguerite, lesquels ont joué un rôle déterminant dans l'évolution de sa morphologie, tant en conditions naturelles qu'en contexte d'exploitation.

5.2 État de référence 2024 par tronçons et bilan

5.2.1 Tronçon fluvial (PK 76-PK 66)

En aval de la centrale SM-3, située au PK 76, jusqu'au PK 66, la rivière est principalement encaissée dans des dépôts sablo-graveleux. Ces matériaux forment régulièrement des terrasses délimitées par des talus hauts atteignant jusqu'à 50 m. Les affleurements rocheux et des matériaux grossiers, incluant des accumulations de cailloux, de blocs, de till constituent aussi une part notable du substrat. Les berges et le pied des talus présentent généralement des pavages homogènes de cailloux et de gravier, résultant du lessivage des sables et graviers. Ce pavage se prolonge dans le lit en formant une protection bien développée du substrat sous-jacent et de la berge.

Dans cette section, la rivière a conservé une certaine dynamique fluviale, avec un écoulement alternant entre des sections lentiques et lotiques. Les courants constituent le principal facteur susceptible d'éroder et de générer du sapement au pied des talus riverains exposés. Cependant, en raison de la forte proportion de rives composées de matériaux résistants (roche et sédiments grossiers) et de la présence de nombreux pavages protégeant les berges, les rives du tronçon fluvial sont peu sensibles à l'érosion. Les résultats montrent que seulement 25 % de l'ensemble des rives du tronçon ont été classées comme faiblement sensibles, tandis que les segments moyennement sensibles représentent moins de 1 %.

Cette faible sensibilité est confirmée par la photo-interprétation et les observations de terrain puisque la majorité des rives du tronçon fluvial étudié sont stables; 92,6 % d'entre elles (soit 22,4 km) ne présentent aucun signe d'érosion et seules 4,8 % (environ 1,2 km) sont considérées comme actifs. Les rives en érosion discontinue, généralement localisées sur les rives concaves des méandres, sont typiquement des talus riverains sablo-graveleux en cours de stabilisation, bien que quelques signes d'érosion subsistent dans leurs parties supérieures.

5.2.2 Réservoir SM-2

Le réservoir SM-2 (PK 10 à 66), mis en eau en 1955, présente des conditions hydrogéomorphologiques très différentes de celles du tronçon fluvial. La largeur du plan d'eau expose de nombreux segments de rive à un fetch dépassant 500 m, en particulier lorsque le vent souffle dans l'alignement de la vallée (N-S), où les vagues peuvent se former sur plusieurs kilomètres. L'érosion dans ce tronçon serait donc principalement causée par l'action des vagues, d'autant plus que le niveau stable (marnage de 0,5 m) du réservoir maintient une hauteur d'attaque constante sur les rives.

D’un point de vue géologie superficielle, une transition amont-aval est observée dans la nature des dépôts encaissants. Entre le PK 66 et le PK 56, les rives sont majoritairement constituées de sable graveleux et de roc, matériaux résistant à l’érosion produite par l’attaque des vagues. Entre le PK 56 et le PK 40, la section est dominée par des dépôts sableux, plus sensibles à l’érosion en raison de leur faible cohésion. De PK 40 à PK 20, les rives sont dominées par des matériaux fins (silt et argile). Bien que cohésifs, ces dépôts sont sensibles à l’action des vagues, car leur structure est affaiblie par les processus d’altération (cycles d’humection/dessiccation et gélifraction) et le ruissellement. Par ailleurs, les talus riverains et ravins entaillés dans les dépôts silto-argileux sont abrupts et font régulièrement plusieurs dizaines de mètres de hauteur, ce qui les rend propices au déclenchement de glissements ou de coulées argileuses. Du PK 20 au PK 12, le roc devient le matériau dominant, bien que d’importants segments de rives silto-argileuses soient également présents. Enfin, dans les deux derniers kilomètres en aval du réservoir, les rives sont majoritairement sableuses. À l’échelle d’un réservoir, la prédominance des dépôts silto-argileux, sableux et sensibles joue un rôle crucial dans la dynamique des rives et le façonnement géomorphologique du réservoir. L’ensemble de ces conditions fait que la sensibilité à l’érosion des rives du réservoir SM-2 est globalement assez importante en aval du PK 56. Les résultats ont montré que 79 % (227 km) des rives du réservoir ont une certaine sensibilité à l’érosion : 23,2 % d’entre elles ont une sensibilité faible, 36,7 % une sensibilité moyenne et 18,7 % une sensibilité forte.

La photo-interprétation et les observations de terrain réalisées en 2024 ont permis d’identifier un total de 56,4 km de rives actives entre le PK 66 et le PK 10, ce qui représente 19,5 % de l’ensemble des rives du réservoir SM-2. La majorité de ces rives actives correspondent à des segments en érosion discontinue, puisque seulement 7,7 km (soit 2,7 % du total) ont été identifiés comme étant en érosion continue.

L’activité érosive la plus marquée concerne de petits segments, principalement concentrés en aval du PK 35. Cette zone coïncide avec la section du réservoir où le ravinement des dépôts fins glaciomarins a formé une succession de pointes argileuses aux talus actifs. En raison de leur géométrie, ces pointes sont fortement exposées à l’action des vagues et ne sont pas en équilibre avec leur environnement hydrodynamique. Depuis la mise en eau du réservoir en 1955, elles ont donc tendance à reculer lentement, conduisant à terme à une linéarisation progressive du rivage.

L’érosion observée des rives du réservoir SM-2 est principalement attribuable aux conséquences de la mise en eau initiale du réservoir, plutôt qu’à la gestion hydrique de la centrale SM-3 qui a suivi. Ce phénomène s’explique par l’ajustement des rives et l’établissement d'un nouvel équilibre entre les forces hydrodynamiques et les propriétés géomorphologiques du site, un processus qui s'inscrit sur le long terme.

5.2.3 Bief amont de SM-1

Le bief amont SM-1 (PK 10 à 7+300), situé dans la plaine côtière, présente des rives formées de hautes terrasses composées de matériaux silteux et argileux et surmontées d’une couche de sable. L’incision de la rivière dans ces dépôts encaissants a façonné d’imposants talus riverains, dont certains atteignent 35 à 40 m de hauteur. Ces talus ont été fortement retravaillés par le ravinement, en particulier sur la rive gauche. Seul l’amont du tronçon présente des rives en roc. À l’instar du réservoir SM-2, l’érosion est principalement causée par l’action des vagues. Toutefois, la surface d’eau du bief étant moins longue, les vagues qui s’y forment restent de faible amplitude.

En raison de la présence de talus riverains relativement abrupts, près de 57 % des rives sont considérées sensibles à l’érosion; et pour 28 % d’entre elles, toutes silto-argileuses ou sableuses, cette sensibilité est forte.

Les observations ont cependant révélé que le secteur ne compte que 1,3 km de rives actives (soit 17,4 %), dont seulement 400 m en érosion continue. La principale zone en érosion se situe sur la berge du cône alluvial, associé au ravin actif en rive gauche au PK 8. La dynamique hydrogéomorphologique de ce cône alluvial est contrôlée par des cycles successifs d'aggradation et d'érosion, en lien avec la dynamique hydrosédimentaire du ravin (flux de matière) et celle de la rivière Sainte-Marguerite. Lorsque l'apport sédimentaire en provenance du ravin diminue, l'action combinée des vagues et du courant érode la berge, entraînant son recul. Les rives associées à ce type de formes sont donc par nature très dynamiques sur le court terme. Notons que le ravin lui-même n'est pas lié à la rivière Sainte-Marguerite puisqu'il résulte fort probablement d'un ruisseau s'écoulant dans un fossé creusé au nord de la rue du Moulin, à Clarke City, dans le but de drainer les milieux humides. La concentration de l'écoulement dans le fossé a initié une érosion régressive du lit du ruisseau dans les dépôts argileux, menant au développement du ravin actuel.

Les segments en érosion discontinue sont quant à eux principalement présents en rive droite et ne sont affectés que par de petits éboulements. Sur cette même rive, on notera toutefois un petit glissement actif un peu plus important au PK 8.

La stabilité de la grande majorité des rives entre la centrale SM-2 et SM-1 démontre que la mise en eau du bief est suffisamment ancienne (1908) pour que les rives aient atteint un nouvel équilibre en adéquation avec les conditions hydrodynamiques actuelles. Ceci expliquerait pourquoi seules quelques sections en érosion discontinue ont été observées, en dehors du cône alluvial dont la formation n'est pas liée aux aménagements et à la régularisation de la rivière Sainte-Marguerite.

5.2.4 L'estuaire

L'estuaire est, de loin, le tronçon le plus dynamique et le plus complexe de toute la zone étudiée. Les processus hydrosédimentaires qui s'y déroulent sont gouvernés par le régime fluvial et le régime côtier (les marées et les vagues). Par ailleurs, la rivière Sainte-Marguerite y est bordée par de hauts talus incisés dans des dépôts sableux sensibles, lesquels reposent, dans la section amont de l'estuaire, sur une plateforme silto-argileuse

L'influence des courants fluviaux sur la dynamique des rives et du lit diminue rapidement en aval, laissant place à l'action prédominante des vagues et des courants de marée (flot et jusant). D'un point de vue sédimentaire, la majeure partie des flux de matière dans l'estuaire provient des courants et apports côtiers ainsi que de l'érosion des rives locales. Cette situation résulte de la réduction significative des apports sédimentaires amont, due à la présence des barrages et centrales hydroélectriques SM-3, SM-2 et SM-1, qui interceptent une large part de la charge sédimentaire transportée par la rivière Sainte-Marguerite.

Dans l'estuaire, les courants de marée et fluviaux exercent un contrôle important sur l'évolution des bancs de sable et la morphologie du lit. Sur les rives et les battures, les courants fluvio-tidaux jouent également un rôle clé, en plus des vagues qui contribuent aux mouvements des particules. Pour les rives directement exposées à la dynamique littorale du fleuve Saint Laurent au niveau de l'embouchure, comme la flèche de Val-Marguerite et la falaise de Gallix, les processus hydrosédimentaires liés au transport des sédiments sont encore plus complexes en raison du rôle des courants littoraux (p. ex. la dérive littorale) et l'exposition aux tempêtes.

En raison de leur composition essentiellement sableuse et de leur exposition aux vagues, environ 66 % de l'ensemble des rives de l'estuaire sont sensibles à l'érosion, dont 43,5 % sont classées comme fortement sensibles. La photo-interprétation et les observations de terrain ont révélé que 9,3 km, soit 44,8 % des rives de l'estuaire (excluant la flèche littorale) sont actives, et près de 11,2 % sont en érosion continue.

Ces dernières se concentrent principalement en aval du PK4, où les talus de sable deltaïque sont particulièrement sujets à de l'instabilité. On y retrouve notamment la falaise Gallix.

En amont de l'embouchure (PK 1), l'instabilité des rives est principalement liée à des talus en instabilité discontinue, présentant des éboulements ponctuels dans les matériaux silto-argileux à la base des talus. Parfois, des glissements de plus grandes ampleurs se sont produits affectant également les unités sableuses sommitales. En rive droite, au PK 4+800, un système de ravin/cône alluvial partiellement actif est présent. Toutefois, ce dernier semble en voie de stabilisation, comme en témoigne la reprise de la végétation. Par ailleurs, le développement de ce ravin paraît davantage lié à la dynamique naturelle des talus qu'à celle de la rivière Sainte-Marguerite.

Toutes ces observations de terrain traduisent le caractère naturellement très dynamique des composantes de l'embouchure de la Sainte-Marguerite et témoignent du rôle majeur des processus de submersion et d'érosion de l'estran possiblement en réponse à la montée du niveau de la mer et/ou à l'augmentation de la hauteur des vagues, en particulier lors d'ondes de tempêtes violentes.

Comme démontré par les travaux de Messier et Therrien (2002) pour la période 1996-2000, puis des études de suivi menées par Environnement Illimité Inc. (2009, 2012), la dynamique de l'embouchure – en particulier celle de la falaise Gallix, et de la flèche – est en grande partie liée à la dynamique littorale, notamment aux tempêtes, dont l'intensité et la fréquence augmentent sous l'effet des changements climatiques. Pour l'ensemble du tronçon entre SM-1 et l'embouchure, la complexité des processus impliqués dans l'évolution de cet environnement estuarien n'a pas permis d'établir de lien clair entre l'exploitation de la centrale SM-3 et la dynamique sédimentaire des rives.

5.2.5 Bilan sur l'état de référence 2024

Les résultats des travaux de photo-interprétation et des observations de terrain menés sur l'ensemble de la zone d'étude (PK 76 à 0) démontrent que les rives sont relativement stables dans les conditions actuelles, et que les segments actifs sont le plus souvent touchés par une érosion de faible intensité. Les quelques zones les plus dynamiques identifiées sont généralement associées à des ajustements à long terme des rives en réponse à la mise en eau des réservoirs (p. ex. l'érosion des pointes argileuses dans le secteur SM-2) ou à des processus indépendants de la dynamique de la rivière Sainte-Marguerite, tels que le ravinement, la dynamique littorale ou des facteurs climatiques (p. ex. récurrence et intensité des tempêtes).

En somme, la gestion de la centrale SM3 s'est ajoutée aux effets cumulés des autres centrales (SM1 et SM2), contribuant à la modification de la dynamique fluviale naturelle de la rivière. Toutefois, à l'échelle restreinte de la zone d'étude, son impact spécifique sur l'érosion des rives demeure globalement faible. Les principaux facteurs d'érosion restent liés à des processus naturels ou à des phénomènes non associés à la dynamique fluviale.

5.3 Effets potentiels de l'ajout du 3e groupe à la centrale Sainte-Marguerite 3 et bilan

En conditions futures, les modifications du régime hydrique découlant de la mise en service du troisième groupe de la centrale SM-3 demeureront globalement de faible ampleur et toucheront principalement les débits maximums hivernaux. Ceux-ci pourraient ponctuellement atteindre 500 m³/s durant la saison froide, comparativement à environ 300 m³/s actuellement, afin de répondre à la demande en électricité.

Durant la période estivale (juin à septembre), les débits turbinés seraient plutôt en diminution tandis qu'en automne et au printemps, les changements projetés demeureraient peu perceptibles par rapport aux conditions de référence (Lasalle-NHC, 20205a).

Il convient de souligner que les modélisations menées par Lasalle-NHC, sur lesquelles se base l'identification des effets potentiels du futur mode de gestion, comportent des incertitudes inhérentes aux modèles hydrauliques, la précision des résultats étant tributaire de la qualité des intrants, notamment de la bathymétrie, de la disponibilité des données et des hypothèses de modélisation retenues (Lasalle-NHC, 2025c). De plus, le modèle ne prend pas en compte l'effet du vent et de la génération des vagues sur l'hydrodynamique, ni l'évolution morphologique du chenal, ce qui constitue une limite à l'interprétation des résultats.

5.3.1 Période hivernale

La période hivernale au cours de laquelle les modifications hydrauliques les plus marquées sont anticipées dans la rivière Sainte-Marguerite correspond à la période où les processus gravitaires et l'érosion des rives sont généralement moins actifs. Le gel du sol accroît la cohésion des matériaux riverains et la formation d'un pied de glace contribue généralement à protéger les berges dans la mesure où celui-ci reste stable durant l'hiver.

Tronçon fluvial en aval de la centrale (PK 76 à PK 66)

Selon les modélisations réalisées par Lasalle-NHC (2025a), l'augmentation des débits de pointe hivernaux entraînerait une hausse des vitesses d'écoulement variant de 0,2 à 0,6 m/s entre l'aval immédiat de la centrale (PK 76) et l'amont du réservoir SM-2 (PK66). Pour le débit turbiné maximal, le niveau d'eau augmenterait en moyenne de 0,48 m sur le tronçon modélisé, avec un maximum de 1,14 m projeté au PK 72+700. Les hausses les plus marquées seraient concentrées entre les PK 72 et 74+500. En ce qui concerne le régime des glaces, le secteur aval de la centrale SM-3 est déjà peu propice à la formation d'un couvert stable en raison des vitesses d'écoulement élevées. L'augmentation des débits hivernaux pourrait réduire davantage la fréquence des épisodes de glace dans ce tronçon (Lasalle-NHC, 2025d). Des ruptures plus fréquentes du pied de glace (glace solidaire à la berge) pourraient néanmoins favoriser localement l'arrachement de matériaux riverains dans certaines conditions.

Ces conditions hydrauliques ponctuelles pourraient engendrer une augmentation de l'énergie cinétique et des contraintes de cisaillement, notamment en rive concave entre les PK 76 et 74+500, 72+500 et 71+500 ainsi qu'aux environs des PK 70, 68 et 66. Une accentuation ponctuelle de l'érosion pourrait ainsi survenir dans ces secteurs, incluant le site de la station témoin 2024-WSP-01. Située en rive droite au PK 75+300, cette station présente un pied de rive qui pourrait connaitre un sapement lors des pointes hydrauliques, aboutissant à une déstabilisation de l'ensemble du talus qui était plutôt en voie de stabilisation. Toutefois, compte tenu de la présence d'un pavage de matériaux grossiers en berge sur le tronçon fluvial (PK 76 à PK 66), les rives devraient globalement demeurer stables, et l'apparition de nouveaux foyers d'érosion apparaît très peu probable.

Réservoir SM-2 (PK 66 à PK 10)

L'augmentation des débits hivernaux pourrait également modifier la dynamique hydraulique et le régime des glaces, particulièrement dans la portion amont du réservoir (PK 66 à PK50). Les vitesses d'écoulement augmenteraient de manière notable à l'entrée du réservoir jusqu'au PK 60, notamment aux rétrécissements du chenal (PK 65), dans une dynamique comparable à celle observée dans le tronçon fluvial (Lasalle-NHC, 2025a).

Le couvert de glace étant souvent mince à l'entrée du réservoir, les futures pointes hivernales pourraient entraîner des débâcles mécaniques plus fréquentes dans ce secteur (Lasalle-NHC, 2025d). Toutefois, les rives de l'amont (PK66-PK 50), majoritairement stables et peu sensibles à l'érosion, devraient peu réagir d'un point de vue géomorphologique.

En aval du PK 60, les variations projetées de débit et de niveau demeureraient faibles. Dans le tronçon intermédiaire (PK50-PK30), où le couvert de glace est déjà discontinu en raison des conditions hydrauliques et thermiques actuelles, un accroissement des zones d'eau libre pourrait survenir sous l'effet d'un apport thermique plus élevé. La portion aval du réservoir SM-2 (PK30-PK10), caractérisée par une dynamique des glaces plus résiliente, serait pour sa part relativement peu affectée.

Malgré la présence de nombreux segments de rives actuellement actifs dans la moitié aval du réservoir SM-2 (PK30-PK10), les modifications prévues au régime hydrologique et à la dynamique des glaces devraient rester trop faibles pour entraîner des effets notables sur la dynamique géomorphologique des rives, y compris au niveau des talus et des pointes silto-argileuses déjà touchés par des processus d'instabilité observés en 2024. Ces rives devraient donc continuer à évoluer de manière similaire à ce qui est observé depuis les dernières années.

Bief amont de SM-1 (PK10 à PK7+300)

Les vitesses pourraient augmenter jusqu'à 0,9 m/s en janvier-février en aval de l'évacuateur de crues et à la sortie de la centrale de SM-2, ainsi que d'environ 0,5 m/s au niveau du rétrécissement associé au cône alluvial du PK 8 (Lasalle-NHC, 2025b). Les niveaux d'eau demeureraient toutefois proches des conditions actuelles, la modélisation indiquant une hausse maximale inférieure à 20 cm dans la majeure partie du bief. Le couvert de glace est très instable et mince dans les conditions de références, surtout dans la moitié aval du bief amont de SM-1 en raison des vitesses d'écoulement. L'augmentation des débits de pointes en hiver devrait accroitre cette instabilité de la glace et causer des débâcles mécaniques plus fréquentes (Lasalle-NHC, 2025d).

Les rives amont (PK 10 à PK 9), essentiellement rocheuses, ne devraient pas connaître de modifications hydrogéomorphologiques notables. En revanche, en aval entre PK9 et PK7+300), l'accélération modérée de l'écoulement au PK 8 lors des pointes hivernales, corrélée aux conditions de glace, pourrait accentuer l'érosion du cône alluvial en rive gauche, déjà naturellement actif. Une légère intensification de l'érosion pourrait également être observée en rive droite, vis-à-vis du cône où des pans de talus taillés dans des dépôts silto-argileux sont déjà en érosion discontinue présentement.

Estuaire (PK 7+300 à PK 0)

Dans l'estuaire, l'augmentation des débits de pointe en hiver affecterait principalement le régime hydrologique dans le tronçon situé en aval immédiat de la centrale SM-1 ainsi qu'à l'embouchure (PK 1- PK 0), où le resserrement du chenal concentre l'écoulement et entraine une augmentation de la vitesse du courant. Les simulations de Lasalle-NHC (2025c) indiquent une augmentation des vitesses au jusant en aval de la flèche littorale, de l'ordre de 0,5 à 1 m/s, tandis que l'accélération serait plus modérée du côté amont de celle-ci. Au flot, le flux des eaux marines rentrant dans l'estuaire serait en revanche ralenti de 0,2 à 0,4 m/s par rapport aux conditions actuelles.

À l'échelle de la zone estuarienne, la hausse des niveaux demeurerait limitée à quelques dizaines de centimètres, principalement en amont de l'estuaire (PK7+300 à PK 5) et à marée basse. Cette future hydraulicité pourrait fragiliser un couvert de glace déjà mince présentement, en raison des conditions locales (température, vitesses d'écoulement, marée, houle).

Des ruptures mécaniques plus fréquentes, y compris de la glace de rive, sont anticipées, ce qui pourrait accentuer l'érosion dans les secteurs les plus exposés aux contraintes de cisaillement (Lasalle-NHC, 2025d). Globalement, les rives concaves du chenal principal, taillées dans des dépôts majoritairement sableux, (p. ex. rive gauche entre PK 3 et PK 1) ainsi que certains cônes alluviaux partiellement stabilisés (PK 4+800 et PK 5 en rive droite) figurent parmi les secteurs susceptibles de réagir plus fortement aux débits de pointes hivernaux.

L'embouchure, déjà caractérisée par une forte instabilité morphosédimentaire, constitue le secteur le plus susceptible d'évoluer sous l'effet des modifications hydrologiques projetées. Dans ce secteur, des ajustements du fond, des bancs sableux et de la flèche littorale pourraient survenir sous l'effet de la hausse anticipée des vitesses d'écoulement lors des pointes de débit en hiver (principalement au jusant). En ce qui concerne le talus de Gallix et la flèche littorale, ils ne devraient pas être significativement plus exposés à l'érosion fluviale en hiver, les contraintes de cisaillement demeurant comparables aux conditions actuelles selon les modélisations. (Lasalle-NHC, 2025c).

5.3.2 Période estivale (juin-septembre)

En période estivale, la diminution projetée des débits entraînerait une baisse généralisée des vitesses d'écoulement et des niveaux d'eau pouvant atteindre jusqu'à 50 cm dans la section fluviale en aval de la centrale de SM-3 (Lasalle-NHC, 2025a, b). Ces modifications ne devraient pas affecter significativement la dynamique hydrogéomorphologique des rives, tant dans les tronçons fluviaux que dans le réservoir SM-2 et le bief amont de SM-1. Elle pourrait même contribuer à réduire l'érosion actuellement observée.

Seul l'aval de l'estuaire (aval de PK 1), surtout l'embouchure, pourrait connaître des conditions légèrement plus dynamiques au flot, la réduction des débits fluviaux favorisant une augmentation d'environ 0,15 m/s des vitesses des eaux marines pénétrant dans l'estuaire. Une augmentation locale modérée des contraintes de cisaillement le long de la falaise Gallix pourrait ainsi se produire, avec pour conséquence une érosion accrue du talus. Par ailleurs, une augmentation du transport sédimentaire, majoritairement sableux, depuis le système littoral vers l'intérieur de l'estuaire est également envisageable. Ce processus pourrait entraîner l'accrétion des bancs de sable ainsi que de la petite flèche littorale située à l'extrémité est de la falaise de Gallix, témoignant d'un renforcement ponctuel de l'influence maritime à l'embouchure.

5.3.3 Bilan

Sur la base des informations actuellement disponibles concernant le mode de gestion projeté de la centrale SM-3, les effets anticipés sur la dynamique des rives et des berges demeureraient globalement faibles. Cette conclusion repose sur le fait que les débits de pointes anticipés associées au troisième groupe seraient de courte durée et surviendraient principalement en saison froide, période durant laquelle la sensibilité des rives à l'érosion est généralement réduite. La majorité des segments identifiés comme actifs, mais partiellement stabilisés en 2024, pourraient ainsi conserver des processus d'érosion limités et localisés. Les secteurs actuellement stables devraient en principe le demeurer. Dans les zones identifiées comme plus sensibles et en érosion continue en 2024, l'instabilité devrait persister, sans qu'une intensification généralisée soit anticipée à ce stade. Des nouveaux foyers d'érosion accrue pourraient néanmoins ponctuellement apparaître dans des sites exposés aux plus fortes contraintes de cisaillement, notamment dans le réservoir SM-1 et dans l'estuaire.

L’embouchure, qui est fortement influencée par l’équilibre entre les flux fluvial et les processus marins, pourrait être exposée à des conditions légèrement plus favorables à l’érosion et à des ajustements morphologiques, tant en hiver (écoulement fluvial accru) qu’en été lors du flot. Toutefois, les projections concernant l’embouchure comportent un certain niveau d’incertitude en raison de l’influence de facteurs externes au régime hydrique de la rivière Sainte-Marguerite, notamment la dynamique du fleuve Saint-Laurent et la fréquence des tempêtes liée aux changements climatiques.

Plus globalement, il convient de noter que les effets potentiels de l’ajout du troisième groupe reposent sur des projections issues de modélisations hydrauliques à maille large. Ces dernières négligent volontairement certains facteurs, notamment l’effet des glaces, l’évolution de la morphologie du lit et des rives ainsi que l’influence des changements climatiques. Une incertitude subsiste donc quant à la réponse hydrologique spécifique associée à l’ajout du troisième groupe et, par conséquent, à la réponse hydrogéomorphologique des rives.

Références bibliographiques

ANDRÉ MARSAN ET ASSOCIÉS LAVALIN (AMAL). 1983. Programme de stabilisation des berges du lac Saint-Jean. Étude d'impact sur l'environnement et le milieu social : Annexe 2 – Géomorphologie du littorale, André Marsan et associées (Lavalin). Étude réalisée pour la Société d'électrolyse et de chimie Alcan ltée. 3 tomes et 19 annexes.

BERNATCHEZ, P. 2005. Déglaciation et variation du niveau marin de mer de Goldthwait. Centre Boréal du Saint-Laurent.

BROUARD, E., ROY, M., DUBÉ-LOUBERT, H., HÉBERT, S, LAMARCHE, O. 2023. Carte glaciaire de la province de Québec et synthèses régionales. Ministère de l'Énergie et des Ressources naturelles du Québec, 1-70.

DAVIDSON, A. 1995. A review of the Grenville orogen in its North American type area. AGSO Journal of Australian Geology and Geophysics, 16(1), 3-24.

DUBOIS, J. M. M., & DIONNE, J. C. 1985. The Québec North Shore moraine system: A major feature of Late Wisconsin déglaciation. In Late Pleistocene History of Northeastern New England and Adjacent Quebec, Harold W. Boms, Jr., Pierre LaSalle, Woodrow B. Thompson

DUBOIS, J. M. (1977). La déglaciation de la Côte Nord du Saint-Laurent: analyse sommaire. Géographie physique et Quaternaire, 31(3-4), 229-246.

ENVIROCONSULT CN LTÉE. 2008. Stabilité des berges des réservoirs Sainte-Marguerite 2 et 3 et du tronçon à débit modifié de la rivière Sainte-Marguerite. Suivi environnemental 2006. Rapport présenté à Hydro-Québec. 24 p. 5 Annexes au volume 2.

ENVIROCONSULT CN ITÉE ET TERRAFORMEX. 2013. Aménagement hydroélectrique de la Sainte-Margiierite-3. Évolution de la stabilité des berges des résen'oirs Sainte-Marguerite 2 et 3 et des tronçons à débits réduit et modifié de la rivière Sainte-Marguerite. Suivi environnemental 2012 en phase exploitation. Rapport présenté à Hydro-Québec - Direction Production - Manicouagan. 42 pages et 6 annexes (volume H).

ENVIRONNEMENT ILLIMITÉ INC. 2009. Aménagement hydroélectrique de la Sainte-Marguerite-3, Suivi environnemental 2008, Dynamique sédimentaire de l'estuaire à la suite de la mise en eau du réservoir de la Sainte-Marguerite 3. Pour Hydro-Québec, 112 p. et annexe.

ENVIRONNEMENT ILLIMITÉ INC. 2012. Aménagement hydroélectrique de la Sainte-Marguerite-3, Vigie de la dynamique sédimentaire à l'embouchure de la rivière Sainte-Marguerite – Rapport final, 72 .

HOCQ M. 1994. La province de Grenville. In Géologie du Québec. Coordonné par Michel Hocq, pp. 75-94.

HYDRO-QUÉBEC, 2006. Principes et méthodes de caractérisation des rives. Rapport présenté à la Direction Environnent et services techniques. 29 p. et annexes.

LAJEUNESSE, P., 2014. Buried preglacial fluvial gorges and valleys preserved through Quaternary glaciations beneath the eastern Laurentide Ice Sheet. Geological Society of America Bulletin, 126, 447-458.

LASALLE-NHC. 2025a. Ajout d'un troisième groupe turbine-alternateur à la centrale Sainte-Marguerite 3, Étude des conditions hydrauliques en rivière – Tronçon de la centrale SM-3 à PK 50. Rapport no R.740-Final, 108 p.

LASALLE-NHC. 2025b. Ajout d'un troisième groupe turbine-alternateur à la centrale Sainte-Marguerite 3, Étude des conditions hydrauliques en rivière – Tronçon SM-1 -SM-2. Rapport no R.0735-Préliminaire, 39 p.

LASALLE-NHC. 2025c. Ajout d’un troisième groupe turbine-alternateur à la centrale Sainte-Marguerite 3, Étude des conditions hydrauliques en rivière – Tronçon SM-1 -Estuaire. Rapport no R.0757-Préliminaire, 134 p.

LASALLE-NHC. 2025d. Ajout d’un troisième groupe turbine-alternateur à la centrale Sainte-Marguerite 3, Étude du régime des glaces. Rapport no R.0649-Final, 141 p.

MINISTÈRE DES RESSOURCES NATURELLES ET DES FORÊTS (MRNF). 2024a. Dépôt de surface de la carte écoforestière; - Partenariat Données Québec. https://www.donneesquebec.ca/recherche/fr/dataset/resultats-d-inventaire-et-carte-ecoforestiere

MINISTÈRE DES RESSOURCES NATURELLES ET DES FORÊTS (MRNF). 2025b. Feuillets lidar 22J02NE, 22J07SE, 22J10SE, 22J10NE - Partenariat Données Québec. https://donneesquebec.ca/recherche/fr/dataset/produits-derives-de-base-du-lidar

MINISTÈRE DES RESSOURCES NATURELLES ET DES FORÊTS (MRNF). 2025c. Géologie détaillée du Québec, échelle 1 : 50 000. Consulté le 5 juin 2023. http://sigeom.mrn.gouv.qc.ca/signet/classes/I1108_afchCarteIntr

OBV DUPLESSIS, 2015. Plan Directeur de l’Eau de Duplessis. Analyse des bassins versants. Portrait préliminaire de la zone de gestion intégrée de l’eau par bassin versant Duplessis. 93 p.

NZEKWE, O. P., FRANCUS, P., ST-ONGE, G., LAJEUNESSE, P., FORTIN, D., GAGNON-POIRÉ, A., ... & NORMANDEAU, A. 2018. Recent sedimentation in three adjacent fjord-lakes on the Québec North Shore (eastern Canada): facies analysis, laminae preservation, and potential for varve formation. Canadian Journal of Earth Sciences, 55(2), 138-153.

POLY-GÉO INC., 2011. Suréquipement de la centrale de la Sainte-Marguerite-3. Stabilité des rives de la rivière Sainte-Marguerite à l'aval de la centrale SM-3. Rapport de mission présenté à Hydro-Québec - Équipement et services partagés. 14 p. et 4 annexes.

POLY-GÉO INC. 2006, Principes et méthodes des études de caractérisation des rives. Rapport présenté à Hydro-Québec - Direction environnement et services techniques.25 p. et 1 2 annexes.

ROHWEDER, J. J., ROGALA, J. T., JOHNSON, B. L., ANDERSON, D., CLARK, S., CHAMBERLIN, F., & RUNYON, K. 2008. Application of wind fetch and wave models for habitat rehabilitation and enhancement projects (No. 2008-1200, pp. 0-0). Geological Survey (US).

RIVERS, T., MARTIGNOLE, J., GOWER, C. F., & DAVIDSON, A. (1989). New tectonic divisions of the Grenville Province, southeast Canadian Shield. Tectonics, 8(1), 63-84.

SAINT-LAURENT, D., BÉRUBÉ, M., THÉRIAULT, I., & LEMIEUX, M. 2002. Phénomènes d’érosion fluviale et conditions hydrodynamiques de la rivière Saint-Maurice, Québec, Canada. Belgeo. Revue belge de géographie, (2), 109-132.

SYVITSKI, J. P., & PRAEG, D. B. 1989. Quaternary sedimentation in the St. Lawrence Estuary and adjoining areas, Eastern Canada: An overview based on high-resolution seismo-stratigraphy. Géographie physique et Quaternaire, 43(3), 291-310.

THERRIEN, F., D. GAMACHE, D. MESSIER, B. MASSICOTTE ET C. VÉZINA, 2001. Aménagement hydroélectrique Sainte-Marguerite-3; suivi environnemental 2000. Caractéristiques physiques et chimiques de l’estuaire durant le remplissage du réservoir Sainte-Marguerite-3.. Roche ltée, Groupe-conseil et Prodhyc inc. Pour la direction de projet Sainte-Marguerite-3, Hydro-Québec. 154 pages et annexes.

TREMBLAY, G. 1975. Géologie du Quaternaire; région de Sept-îles/Port-Cartier. Min. Rich. Nat. Québec, DP-304.

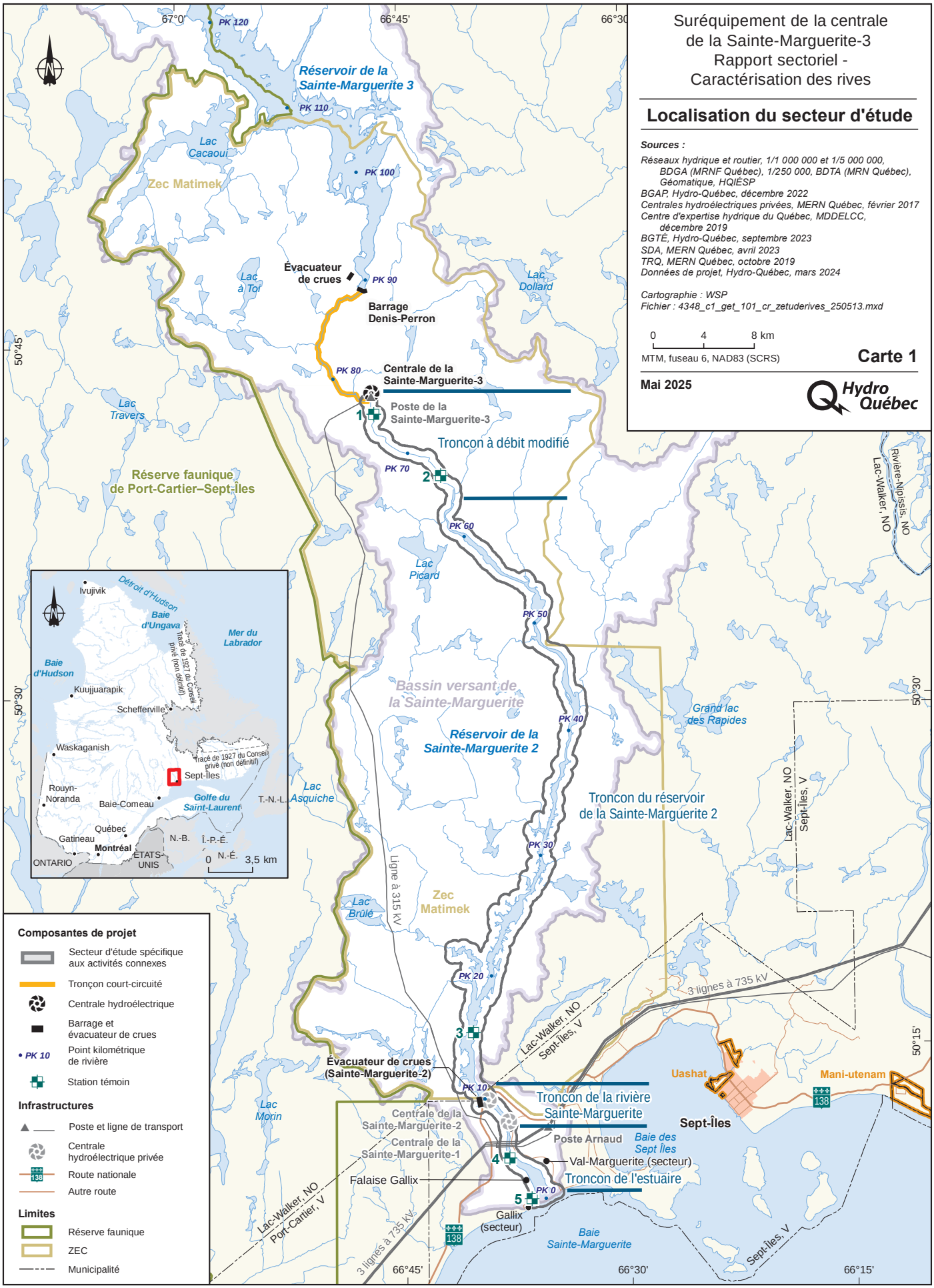
VADNAIS, M É. 2012. Analyse de l'évolution hydro-morphologique de la rivière Saint-Maurice en aval de la centrale La Gabelle (Québec, Canada) (Doctoral dissertation, Université du Québec à Trois-Rivières).

WILLIAMS, R. 2012. DEMs of difference. Geomorphological Techniques, 2(3.2).

WINDLEY, B. F., & TARNEY, J. 1986. The structural evolution of the lower crust of orogenic belts, present and past. Geological Society, London, Special Publications, 24(1), 221-230.

ANNEXE

1 ATLAS CARTOGRAPHIQUE



Document d'information destiné aux publics concernés par le projet. Pour tout autre usage, communiquer avec l'unité Géomatique, à Hydro-Québec.

Suréquipement de la centrale
de la Sainte-Marguerite-3
Rapport sectoriel - Caractérisation des rives

Composition des rives et des berges et caractérisation des formes de terrain riveraines en aval de la centrale de la Sainte-Marguerite-3

Sources :

Ombrage, LiDAR, MRNF Québec, 2023
Géobase du réseau hydrographique du Québec (GRHQ), MERN Québec, novembre 2019
Adresses Québec, MERN Québec, avril 2023
Adresse Québec réseau+, MRNF Québec, avril 2023
Base géographique des aménagements de production (BGAP), Hydro-Québec, décembre 2022
Base géographique de TransÉnergie (BGTÉ), Hydro-Québec, septembre 2023
Centrales hydroélectriques privées, MERN Québec, février 2017
Géobase du réseau hydrographique du Québec (GRHQ), MRNF Québec, octobre 2022
Points kilométriques de rivières, Hydro-Québec Innovation, équipement et services partagés, mai 2023

Cartographie : WSP
Fichier : 4348_c2_f1af3_get_103_cr_caract_rives_250513.mxd

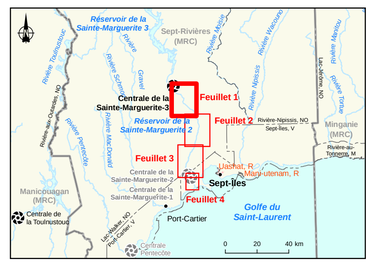
0 200 400 600 m

MTM, fuseau 6, NAD83 (SCRS)
Équidistance des courbes : 20 m

Carte 2
Feuillet 1

Mai 2025

Hydro Québec



Matériaux de surface

Classes de matériaux

B	Bloc
Ca	Caillou
R	Roc
S	Sable
SG	Sable et gravier
SM	Sable silteux à silt sableux
CM	Silt argileux ou argile silteuse
T	Till
Pt	Tourbe
ZA	Zone aménagée

Exemples de symbole combiné

Sm+CM	Sable mince (< 2 m) avec silt argileux ou argile silteuse
SGm+Ca	Sable et gravier mince (< 2 m) avec cailloux

Exemples de superposition et d'épaisseur des couches

R+Tm/R	Roc et till mince (< 2m) sur le roc
Sm/R	Sable mince (< 2 m) sur le roc
S/CM	Sable sur silt argileux ou argile silteuse

Synthèse de matériaux de surface

- Bloc
- Caillou
- Roc
- Sable
- Sable et gravier
- Sable et gravier mince (< 2 m d'épaisseur)
- Sable mince (< 2 m d'épaisseur)
- Sable silteux à silt sableux
- Silt argileux ou argile silteuse
- Silt argileux ou argile silteuse mince (< 2 m d'épaisseur)
- Till
- Tourbe épaisse (> 2 m d'épaisseur)
- Tourbe mince (< 2 m d'épaisseur)
- Zone aménagée

Synthèse de matériaux composant les berges

- Bloc
- Caillou
- Enrochement
- Ouvrage de stabilisation
- Roc
- Sable
- Sable et gravier
- Sable silteux à silt sableux
- Silt argileux ou argile silteuse

Formes de terrain

- Talus stable (< de 10 m)
- Talus stable (> de 10 m)
- Talus instable (< de 10 m)
- Talus instable (> de 10 m)
- Talus instable discontinu (< de 10 m)
- Talus instable discontinu (> de 10 m)
- Ravin
- Glissement de terrain stable
- Glissement de terrain instable

Infrastructures

- Centrale hydroélectrique
- Centrale hydroélectrique privée
- Barrage
- Évacuateur de crues
- Galerie d'amenée
- Route nationale ou régionale
- Route locale, rue et autre chemin

Postes et lignes de transport

- 735 kV
- 315 kV
- 161 kV
- 69 kV
- Poste (couleur de la plus haute tension)
- 1620 — Numéro de circuit (couleur de la tension)

Limite

- Municipalité

Composantes du projet

- Zone d'étude
- Zone d'inventaire de matériaux de surface de 200 m
- PK 0 — Point kilométrique de rivière
- Station témoin

Cette légende regroupe tous les éléments cartographiés sur les feuillets 1 à 4. Il se peut qu'un ou plusieurs éléments de la légende ne soient pas présents sur l'un ou l'autre des feuillets.

Document d'information destiné aux publics concernés par le projet. Pour tout autre usage, communiquer avec l'unité Géomatique, à Hydro-Québec.

Suréquipement de la centrale
de la Sainte-Marguerite-3
Rapport sectoriel - Caractérisation des rives

Composition des rives et des berges et caractérisation des formes de terrain riveraines en aval de la centrale de la Sainte-Marguerite-3

Sources :

Ombrage, LiDAR, MRNF Québec, 2023
Géobase du réseau hydrographique du Québec (GRHQ), MERN Québec, novembre 2019
Adresses Québec, MERN Québec, avril 2023
Adresse Québec réseau+, MRNF Québec, avril 2023
Base géographique des aménagements de production (BGAP), Hydro-Québec, décembre 2022
Base géographique de TransÉnergie (BGTE), Hydro-Québec, septembre 2023
Centrales hydroélectriques privées, MERN Québec, février 2017
Géobase du réseau hydrographique du Québec (GRHQ), MRNF Québec, octobre 2022
Points kilométriques de rivières, Hydro-Québec Innovation, équipement et services partagés, mai 2023

Cartographie : WSP
Fichier : 4348_c2_f1af3_get_103_cr_caract_rives_250513.mxd

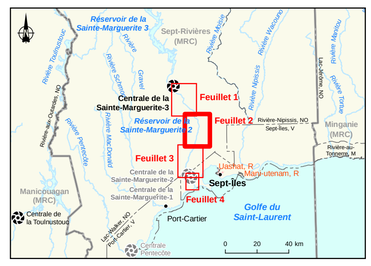
0 200 400 600 m

MTM, fuseau 6, NAD83 (SCRS)
Équidistance des courbes : 20 m

Carte 2
Feuillet 2

Mai 2025

Hydro Québec



Matériaux de surface

Classes de matériaux

B	Bloc
Ca	Caillou
R	Roc
S	Sable
SG	Sable et gravier
SM	Sable silteux à silt sableux
CM	Silt argileux ou argile silteuse
T	Till
Pt	Tourbe
ZA	Zone aménagée

Exemples de symbole combiné

Sm+CM	Sable mince (< 2 m) avec silt argileux ou argile silteuse
SGm+Ca	Sable et gravier mince (< 2 m) avec cailloux

Exemples de superposition et d'épaisseur des couches

R+Tm/R	Roc et till mince (< 2m) sur le roc
Sm/R	Sable mince (< 2 m) sur le roc
S/CM	Sable sur silt argileux ou argile silteuse

Synthèse de matériaux de surface

- Bloc
- Caillou
- Roc
- Sable
- Sable et gravier
- Sable et gravier mince (< 2 m d'épaisseur)
- Sable mince (< 2 m d'épaisseur)
- Sable silteux à silt sableux
- Silt argileux ou argile silteuse
- Silt argileux ou argile silteuse mince (< 2 m d'épaisseur)
- Till
- Tourbe épaisse (> 2 m d'épaisseur)
- Tourbe mince (< 2 m d'épaisseur)
- Zone aménagée

Synthèse de matériaux composant les berges

- Bloc
- Caillou
- Enrochement
- Ouvrage de stabilisation
- Roc
- Sable
- Sable et gravier
- Sable silteux à silt sableux
- Silt argileux ou argile silteuse

Formes de terrain

- Talus stable (< de 10 m)
- Talus stable (> de 10 m)
- Talus instable (< de 10 m)
- Talus instable (> de 10 m)
- Talus instable discontinu (< de 10 m)
- Talus instable discontinu (> de 10 m)
- Ravin
- Glissement de terrain stable
- Glissement de terrain instable

Infrastructures

- Centrale hydroélectrique
- Centrale hydroélectrique privée
- Barrage
- Évacuateur de crues
- Galerie d'amenée
- Route nationale ou régionale
- Route locale, rue et autre chemin

Postes et lignes de transport

- 735 kV
- 315 kV
- 161 kV
- 69 kV
- Poste (couleur de la plus haute tension)
- 1620 Numéro de circuit (couleur de la tension)

Limite

- Municipalité

Composantes du projet

- Zone d'étude
- Zone d'inventaire de matériaux de surface de 200 m
- PK 0 Point kilométrique de rivière
- Station témoin

Cette légende regroupe tous les éléments cartographiés sur les feuillets 1 à 4. Il se peut qu'un ou plusieurs éléments de la légende ne soient pas présents sur l'un ou l'autre des feuillets.

Document d'information destiné aux publics concernés par le projet. Pour tout autre usage, communiquer avec l'unité Géomatique, à Hydro-Québec.

Suréquipement de la centrale
de la Sainte-Marguerite-3
Rapport sectoriel - Caractérisation des rives

Composition des rives et des berges et caractérisation des formes de terrain riveraines en aval de la centrale de la Sainte-Marguerite-3

Sources :

Ombrage, LiDAR, MRNF Québec, 2023
Géobase du réseau hydrographique du Québec (GRHQ), MERN Québec, novembre 2019
Adresses Québec, MERN Québec, avril 2023
Adresse Québec réseau+, MRNF Québec, avril 2023
Base géographique des aménagements de production (BGAP), Hydro-Québec, décembre 2022
Base géographique de TransÉnergie (BGTE), Hydro-Québec, septembre 2023
Centrales hydroélectriques privées, MERN Québec, février 2017
Géobase du réseau hydrographique du Québec (GRHQ), MRNF Québec, octobre 2022
Points kilométriques de rivières, Hydro-Québec Innovation, équipement et services partagés, mai 2023

Cartographie : WSP
Fichier : 4348_c2_f1af3_get_103_cr_caract_rives_250513.mxd

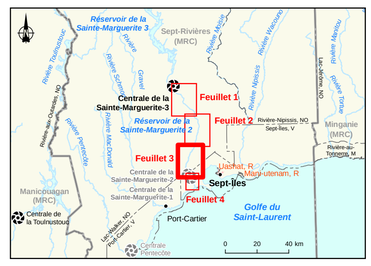
0 200 400 600 m

MTM, fuseau 6, NAD83 (SCRS)
Équidistance des courbes : 20 m

Carte 2
Feuillet 3

Mai 2025

Hydro Québec



Matériaux de surface

Classes de matériaux

B	Bloc
Ca	Caillou
R	Roc
S	Sable
SG	Sable et gravier
SM	Sable silteux à silt sableux
CM	Silt argileux ou argile silteuse
T	Till
Pt	Tourbe
ZA	Zone aménagée

Exemples de symbole combiné

Sm+CM	Sable mince (< 2 m) avec silt argileux ou argile silteuse
SGm+Ca	Sable et gravier mince (< 2 m) avec cailloux

Exemples de superposition et d'épaisseur des couches

R+Tm/R	Roc et till mince (< 2m) sur le roc
Sm/R	Sable mince (< 2 m) sur le roc
S/CM	Sable sur silt argileux ou argile silteuse

Synthèse de matériaux de surface

- Bloc
- Caillou
- Roc
- Sable
- Sable et gravier
- Sable et gravier mince (< 2 m d'épaisseur)
- Sable mince (< 2 m d'épaisseur)
- Sable silteux à silt sableux
- Silt argileux ou argile silteuse
- Silt argileux ou argile silteuse mince (< 2 m d'épaisseur)
- Till
- Tourbe épaisse (> 2 m d'épaisseur)
- Tourbe mince (< 2 m d'épaisseur)
- Zone aménagée

Synthèse de matériaux composant les berges

- Bloc
- Caillou
- Enrochement
- Ouvrage de stabilisation
- Roc
- Sable
- Sable et gravier
- Sable silteux à silt sableux
- Silt argileux ou argile silteuse

Formes de terrain

- Talus stable (< de 10 m)
- Talus stable (> de 10 m)
- Talus instable (< de 10 m)
- Talus instable (> de 10 m)
- Talus instable discontinu (< de 10 m)
- Talus instable discontinu (> de 10 m)
- Ravin
- Glissement de terrain stable
- Glissement de terrain instable

Infrastructures

- Centrale hydroélectrique
- Centrale hydroélectrique privée
- Barrage
- Évacuateur de crues
- Galerie d'amenée
- Route nationale ou régionale
- Route locale, rue et autre chemin

Postes et lignes de transport

- 735 kV
- 315 kV
- 161 kV
- 69 kV
- Poste (couleur de la plus haute tension)
- 1620 — Numéro de circuit (couleur de la tension)

Limite

- Municipalité

Composantes du projet

- Zone d'étude
- Zone d'inventaire de matériaux de surface de 200 m
- PK 0 — Point kilométrique de rivière
- Station témoin

Cette légende regroupe tous les éléments cartographiés sur les feuillets 1 à 4. Il se peut qu'un ou plusieurs éléments de la légende ne soient pas présents sur l'un ou l'autre des feuillets.

Document d'information destiné aux publics concernés par le projet. Pour tout autre usage, communiquer avec l'unité Géomatique, à Hydro-Québec.

Suréquipement de la centrale
de la Sainte-Marguerite-3
Rapport sectoriel - Caractérisation des rives

Composition des rives et des berges et caractérisation des formes de terrain riveraines en aval de la centrale de la Sainte-Marguerite-3

Sources :

Ombrage, LiDAR, MRNF Québec, 2023
Géobase du réseau hydrographique du Québec (GRHQ), MERN Québec, novembre 2019
Adresses Québec, MRNF Québec, avril 2023
Adresse Québec réseau+, MRNF Québec, avril 2023
Base géographique des aménagements de production (BGAP), Hydro-Québec, décembre 2022
Base géographique de TransÉnergie (BGTE), Hydro-Québec, septembre 2023
Centrales hydroélectriques privées, MERN Québec, février 2017
Géobase du réseau hydrographique du Québec (GRHQ), MRNF Québec, octobre 2022
Points kilométriques de rivières, Hydro-Québec Innovation, équipement et services partagés, mai 2023

Cartographie : WSP
Fichier : 4348_c2_f4_get_102_cr_caract_rives_250513.mxd

0 100 200 300 m

MTM, fuseau 6, NAD83 (SCRS)
Équidistance des courbes : 10 m

Carte 2
Feuillet 4

Mai 2025

Hydro Québec

Matériaux de surface

Classes de matériaux

B	Bloc
Ca	Caillou
R	Roc
S	Sable
SG	Sable et gravier
SM	Sable silteux à silt sableux
CM	Silt argileux ou argile silteuse
T	Till
Pt	Tourbe
ZA	Zone aménagée

Exemples de symbole combiné

Sm+CM	Sable mince (< 2 m) avec silt argileux ou argile silteuse
SGm+Ca	Sable et gravier mince (< 2 m) avec cailloux

Exemples de superposition et d'épaisseur des couches

R+Tm/R	Roc et till mince (< 2m) sur le roc
Sm/R	Sable mince (< 2 m) sur le roc
S/CM	Sable sur silt argileux ou argile silteuse

Synthèse de matériaux de surface

- Bloc
- Caillou
- Roc
- Sable
- Sable et gravier
- Sable et gravier mince (< 2 m d'épaisseur)
- Sable mince (< 2 m d'épaisseur)
- Sable silteux à silt sableux
- Silt argileux ou argile silteuse
- Silt argileux ou argile silteuse mince (< 2 m d'épaisseur)
- Till
- Tourbe épaisse (> 2 m d'épaisseur)
- Tourbe mince (< 2 m d'épaisseur)
- Zone aménagée

Synthèse de matériaux composant les berges

- Bloc
- Caillou
- Ouvrage de stabilisation
- Roc
- Sable
- Sable et gravier
- Sable silteux à silt sableux
- Silt argileux ou argile silteuse

Formes de terrain

- Talus stable (< de 10 m)
- Talus stable (> de 10 m)
- Talus instable (< de 10 m)
- Talus instable (> de 10 m)
- Talus instable discontinu (< de 10 m)
- Talus instable discontinu (> de 10 m)
- Ravin
- Glissement de terrain stable
- Glissement de terrain instable

Composantes du lit de l'estuaire

- BS — Banc de sable
- Haut-fond
- PFI — Plateforme intertidale

Hydrographie

- Position du chenal

Infrastructures

- Centrale hydroélectrique
- Centrale hydroélectrique privée
- Barrage
- Évacuateur de crues
- Route nationale ou régionale
- Route locale, rue et autre chemin

Poste et lignes de transport

- 735 kV
- 315 kV
- 161 kV
- 69 kV
- Poste (couleur de la plus haute tension)
- 1620 — Numéro de circuit (couleur de la tension)

Limite

- Municipalité

Composantes du projet

- Zone d'étude
- Zone d'inventaire de matériaux de surface de 200 m
- PK 0 — Point kilométrique de rivière

Cette légende regroupe tous les éléments cartographiés sur les feuillets 1 à 4. Il se peut qu'un ou plusieurs éléments de la légende ne soient pas présents sur l'un ou l'autre des feuillets.
Document d'information destiné aux publics concernés par le projet. Pour tout autre usage, communiquer avec l'unité Géomatique, à Hydro-Québec.

Suréquipement de la centrale
de la Sainte-Marguerite-3
Rapport sectoriel - Caractérisation des rives

État actuel et sensibilité à l'érosion des rives

Sources :
Ombrage, LiDAR, MRNF Québec, 2023
Géobase du réseau hydrographique du Québec (GRHQ), MERN Québec, novembre 2019
Adresses Québec, MERN Québec, avril 2023
Adresse Québec réseau+, MRNF Québec, avril 2023
Base géographique des aménagements de production (BGAP), Hydro-Québec, décembre 2022
Base géographique de TransÉnergie (BGTÉ), Hydro-Québec, septembre 2023
Centrales hydroélectriques privées, MERN Québec, février 2017
Géobase du réseau hydrographique du Québec (GRHQ), MRNF Québec, octobre 2022
Points kilométriques de rivières, Hydro-Québec Innovation, équipement et services partagés, mai 2023

Cartographie : WSP
Fichier : 4348_c3_f1af3_get_105_cr_erosion_rives_250513.mxd

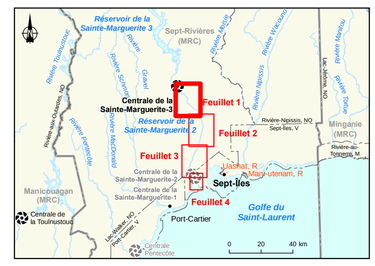
0 200 400 600 m

MTM, fuseau 6, NAD83 (SCRS)
Équidistance des courbes : 20 m

Carte 3
Feuillet 1

Mai 2025

Hydro Québec



État des rives

- Stable
- En érosion
- En érosion discontinue
- Aménagée

Sensibilité des rives

- Forte
- Moyenne
- Faible
- Aménagée

Infrastructures

- Centrale hydroélectrique
- Centrale hydroélectrique privée
- Barrage
- Évacuateur de crues
- Galerie d'amenée
- Route nationale ou régionale
- Route locale, rue et autre chemin

Postes et lignes de transport

- 735 kV
- 315 kV
- 161 kV
- 69 kV
- Poste (couleur de la plus haute tension)
- 1620 — Numéro de circuit (couleur de la tension)

Limite

- Municipalité

Composantes du projet

- Zone d'étude
- PK 0 — Point kilométrique de rivière
- Station témoin

Cette légende regroupe tous les éléments cartographiés sur les feuillets 1 à 4. Il se peut qu'un ou plusieurs éléments de la légende ne soient pas présents sur l'un ou l'autre des feuillets.

Document d'information destiné aux publics concernés par le projet. Pour tout autre usage, communiquer avec l'unité Géomatique, à Hydro-Québec.

Suréquipement de la centrale
de la Sainte-Marguerite-3
Rapport sectoriel - Caractérisation des rives

État actuel et sensibilité à l'érosion des rives

Sources :
Ombrage, LiDAR, MRNF Québec, 2023
Géobase du réseau hydrographique du Québec (GRHQ), MERN Québec, novembre 2019
Adresses Québec, MERN Québec, avril 2023
Adresse Québec réseau+, MRNF Québec, avril 2023
Base géographique des aménagements de production (BGAP), Hydro-Québec, décembre 2022
Base géographique de TransÉnergie (BGTÉ), Hydro-Québec, septembre 2023
Centrales hydroélectriques privées, MERN Québec, février 2017
Géobase du réseau hydrographique du Québec (GRHQ), MRNF Québec, octobre 2022
Points kilométriques de rivières, Hydro-Québec Innovation, équipement et services partagés, mai 2023

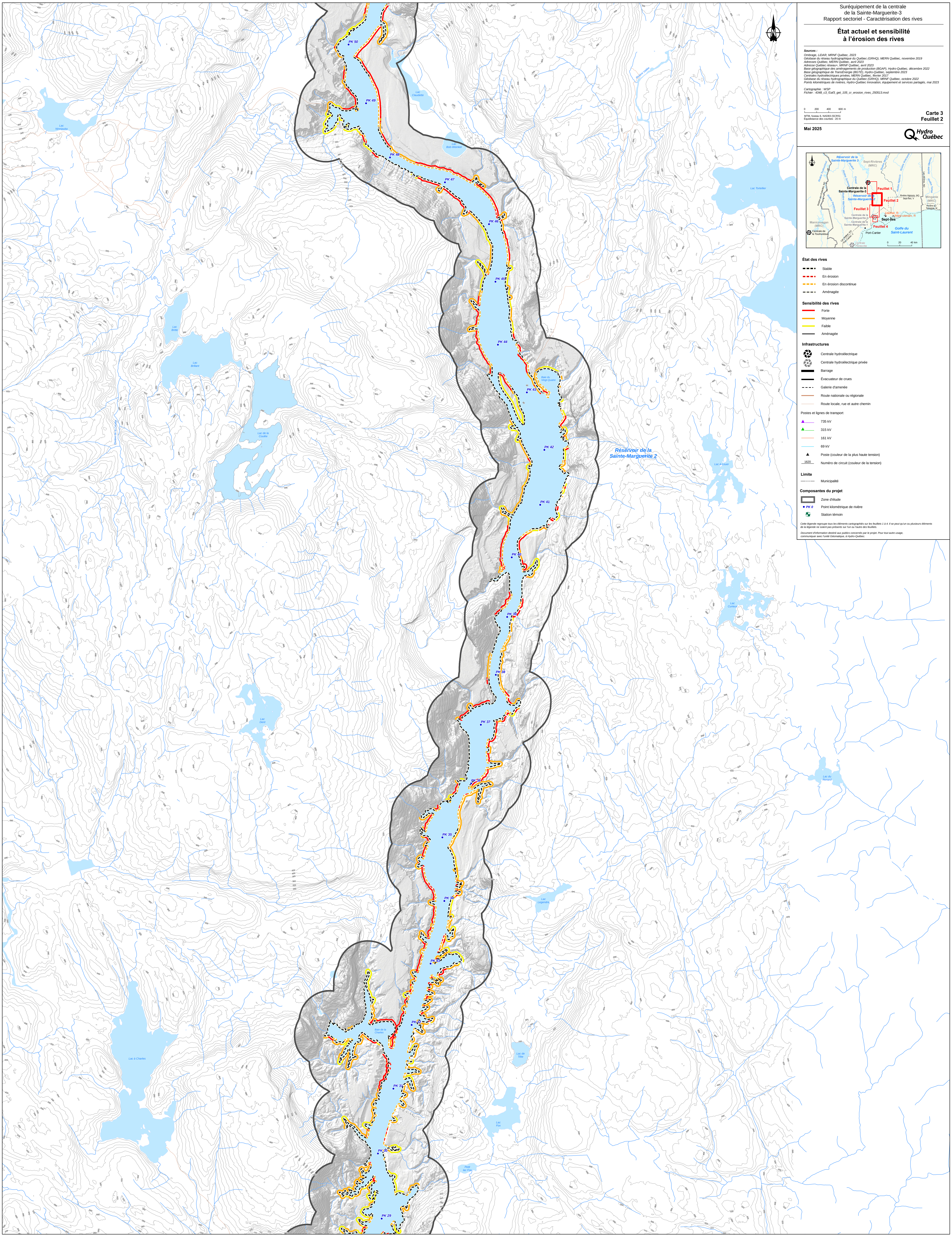
Cartographie : WSP
Fichier : 4348_c3_f1af3_get_105_cr_erosion_rives_250513.mxd

0 200 400 600 m
MTM, fuseau 6, NAD83 (SCRS)
Équidistance des courbes : 20 m

Carte 3
Feuillet 2

Mai 2025

Hydro Québec



État des rives

- Stable
- En érosion
- En érosion discontinue
- Aménagée

Sensibilité des rives

- Forte
- Moyenne
- Faible
- Aménagée

Infrastructures

- Centrale hydroélectrique
- Centrale hydroélectrique privée
- Barrage
- Évacuateur de crues
- Galerie d'amenée
- Route nationale ou régionale
- Route locale, rue et autre chemin

Postes et lignes de transport

- 735 kV
- 315 kV
- 161 kV
- 69 kV
- Poste (couleur de la plus haute tension)
- 1620 Numéro de circuit (couleur de la tension)

Limite

- Municipalité

Composantes du projet

- Zone d'étude
- PK 0 Point kilométrique de rivière
- Station témoin

Cette légende regroupe tous les éléments cartographiés sur les feuillets 1 à 4. Il se peut qu'un ou plusieurs éléments de la légende ne soient pas présents sur l'un ou l'autre des feuillets.

Document d'information destiné aux publics concernés par le projet. Pour tout autre usage, communiquer avec l'unité Géomatique, à Hydro-Québec.

Suréquipement de la centrale
de la Sainte-Marguerite-3
Rapport sectoriel - Caractérisation des rives

État actuel et sensibilité à l'érosion des rives

Sources :
Ombrage, LiDAR, MRNF Québec, 2023
Géobase du réseau hydrographique du Québec (GRHQ), MERN Québec, novembre 2019
Adresses Québec, MERN Québec, avril 2023
Adresse Québec réseau+, MRNF Québec, avril 2023
Base géographique des aménagements de production (BGAP), Hydro-Québec, décembre 2022
Base géographique de TransÉnergie (BGTÉ), Hydro-Québec, septembre 2023
Centrales hydroélectriques privées, MERN Québec, février 2017
Géobase du réseau hydrographique du Québec (GRHQ), MRNF Québec, octobre 2022
Points kilométriques de rivières, Hydro-Québec Innovation, équipement et services partagés, mai 2023

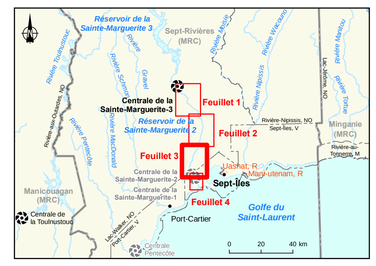
Cartographie : WSP
Fichier : 4348_c3_f1af3_get_105_cr_erosion_rives_250513.mxd

0 200 400 600 m
MTM, fuseau 6, NAD83 (SCRS)
Équidistance des courbes : 20 m

Carte 3
Feuillet 3

Mai 2025

Hydro Québec



État des rives
- Stable
- En érosion
- En érosion discontinue
- Aménagée

Sensibilité des rives
- Forte
- Moyenne
- Faible
- Aménagée

Infrastructures
- Centrale hydroélectrique
- Centrale hydroélectrique privée
- Barrage
- Évacuateur de crues
- Galerie d'amenée
- Route nationale ou régionale
- Route locale, rue et autre chemin

Postes et lignes de transport
- 735 kV
- 315 kV
- 161 kV
- 69 kV
- Poste (couleur de la plus haute tension)
- 1620 Numéro de circuit (couleur de la tension)

Limite
- Municipalité

Composantes du projet
- Zone d'étude
- PK 0 Point kilométrique de rivière
- Station témoin

Cette légende regroupe tous les éléments cartographiés sur les feuillets 1 à 4. Il se peut qu'un ou plusieurs éléments de la légende ne soient pas présents sur l'un ou l'autre des feuillets.

Document d'information destiné aux publics concernés par le projet. Pour tout autre usage, communiquer avec l'unité Géomatique, à Hydro-Québec.

Suréquipement de la centrale
de la Sainte-Marguerite-3
Rapport sectoriel - Caractérisation des rives

État actuel et sensibilité à l'érosion des rives

Sources :
Ombrage, LiDAR, MRNF Québec, 2023
Géobase du réseau hydrographique du Québec (GRHQ), MERN Québec, novembre 2019
Adresses Québec, MERN Québec, avril 2023
Adresse Québec réseau+, MRNF Québec, avril 2023
Base géographique des aménagements de production (BGAP), Hydro-Québec, décembre 2022
Base géographique de TransÉnergie (BGTÉ), Hydro-Québec, septembre 2023
Centrales hydroélectriques privées, MERN Québec, février 2017
Géobase du réseau hydrographique du Québec (GRHQ), MRNF Québec, octobre 2022
Points kilométriques de rivières, Hydro-Québec Innovation, équipement et services partagés, mai 2023

Cartographie : WSP
Fichier : 4348_c3_f4_get_104_cr_erosion_rives_250513.mxd

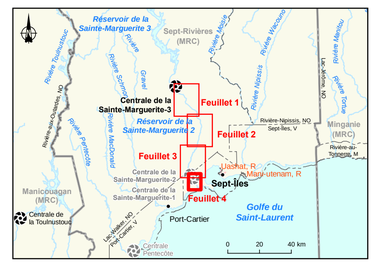
0 100 200 300 m

MTM, fuseau 6, NAD83 (SCRS)
Équidistance des courbes : 10 m

Carte 3
Feuillet 4

Mai 2025

Hydro Québec



État des rives
- Stable
- En érosion
- En érosion discontinue
- Aménagée

Sensibilité des rives
- Forte
- Moyenne
- Faible
- Aménagée

Infrastructures
- Centrale hydroélectrique
- Centrale hydroélectrique privée
- Barrage
- Évacuateur de crues
- Route nationale ou régionale
- Route locale, rue et autre chemin

Poste et lignes de transport
- 735 kV
- 315 kV
- 161 kV
- 69 kV
- Poste (couleur de la plus haute tension)
- 1620 Numéro de circuit (couleur de la tension)

Limite
- Municipalité

Composantes du projet
- Zone d'étude
- PK 0 Point kilométrique de rivière
- Station témoin

Cette légende regroupe tous les éléments cartographiés sur les feuillets 1 à 4. Il se peut qu'un ou plusieurs éléments de la légende ne soient pas présents sur l'un ou l'autre des feuillets.

Document d'information destiné aux publics concernés par le projet.
Pour tout autre usage, communiquer avec l'unité Géomatique, à Hydro-Québec.

Réservoir de la Sainte-Marguerite 2
Barrage de la Sainte-Marguerite-2
Centrale de la Sainte-Marguerite-2
Évacuateur de crues (Sainte-Marguerite-2)
Centrale de la Sainte-Marguerite-1
Clarke City (secteur)
Rivière Sainte-Marguerite
Val-Marguerite (secteur)
Falaise Gallix
Gallix (secteur)
Poste Arnaud
Poste Laure
Route Denis-Perron
Route du Chute-de-St-de-Gallix
Chemin du Lac-Labrie
Rue du Moulin
Rue Jomphé
Rue Bourque
Rue Bigonesse
Rue O'Brien
Rue de l'Église
Rue Marguerite
Rue des Sapins
Rue des Monniers
Rue des Trembles
Rue des Aboiteaux
Rue des Dunes
Rue des Cèdrières
Rue des Barachois
Rue des Campeurs
Rue Montigny
Rue Lamontre
Rue Germain-Boivin
Rue Caron
Rue Boivin
Rue Thériault
Rue Bell
Golfe du Saint-Laurent
Baie Sainte-Marguerite
Lac à la Loutre
Lac Armand
Ruisseau à Picard
PK 11
PK 10
PK 9
PK 8
PK 7
PK 6
PK 5
PK 4
PK 3
PK 2
PK 1
PK 0
4
5
7027
7028
7029
7031
7032
7033
3115-3116-3116(P)
1620
1616
440
138
Rivière-Nipissis, NO
Sept-Îles, V
Rivière-au-Tonnerre, M
Jaspat, R
Magpie-Extérieur, R
Les Islets, NO
Anse-Creuse, V
Pointe Lebel
Pointe Matteau
Rivière Tonnerre
Rivière Nipissis
Rivière Wacouno
Rivière Sainte-Marguerite
Rivière Pentecôte
Rivière Tonnerre, NO
Rivière Nipissis, NO
Rivière Sainte-Marguerite, NO
Rivière Pentecôte, NO
Rivière Wacouno, NO
Rivière Matteau, NO
Rivière Tonnerre, NO
Rivière Nipissis, NO
Rivière Sainte-Marguerite, NO
Rivière Pentecôte, NO
Rivière Wacouno, NO
Rivière Matteau, NO
Rivière Tonnerre, NO

ANNEXE

2 TABLEAUX DE RÉSULTATS

Tableau 1 **Compilation de la composition des matériaux encaissant dans le tronçon fluvial (PK76 PK66)**

Classes matériaux	Sous-classes matériaux	Surface classes (ha)	Surface sous-classes (ha)	% relatif
R	R	19,6	57,7	12,1
	R+S/R	1,6		
	R+SG/R	5,7		
	R+Tm/R	30,8		
T	T/R	16,8	31,9	6,7
	Tm/R	15,1		
B	B	2,2	11,4	2,4
	B/R	8,8		
	B/SG	0,4		
	B/T	0,002		
Ca	Cam/SG	31,7	31,7	6,7
SG	SG	22,2	340,1	71,6
	SG+Ca	305,6		
	SGm/T	12,6		
	SGm+Ca	0,3		
S	S	0,01	0,01	0,0
SM	-	-	-	-
CM	-	-	-	-
Pt	Ptm/SG	1	1	0,2
ZA	En	1,5	1,5	0,3
		Total	**475,9**	**100,0**

Tableau 2 **Compilation de la composition des matériaux encaissant pour le réservoir SM-2 (PK66-PK10)**

Classes matériaux	Sous-classes matériaux	Surface classes (ha)	Surface sous-classes (ha)	% relatif
R	R+Tm/R	604,6	937,2	23,8
	R	174,3		
	R+Sm/R	84,0		
	R+CM/R	39,1		
	R+CMm/R	22,3		
	R+S/R	9,7		
	R+SGm/R	1,9		
	R+Ptm/R	1,4		
T	Tm/R	83,6	135,9	3,4
	T/R	31,8		
	T	20,5		
B	Bm/T	75,1	96,3	2,4
	Bm/CM	12,3		
	Bm/R	8,8		
	Bm	<0,1		
Ca	Cam/CM	5,2	18,2	0,5
	Cam/SG	13,0		
SG	SG	186,2	384,4	9,7
	SG/CM	80,8		
	SGm/SM	50,9		
	SGm/T	40,9		
	SGm/S	15,5		
	SG+Ca	9,1		
	SGm/R	1,0		
S	S	228,8	978,7	24,8
	S/CM	626,2		
	S+CM	6,3		
	S+SG	16,2		
	Sm/CM	23,2		
	Sm/R	38,9		
	Sm/T	3,3		

	Sm/Tm	7,9		
	Sm+Ca	0,4		
	Sm+CM	27,4		
SM	SM	97,3	119,0	3,0
	SM/CM	21,7		
CM	CM	1187,7	1215,7	30,8
	CM/R	3,5		
	CM/T	14,2		
	CM+S	4,1		
	CMm	2,4		
	CMm/R	3,9		
Pt	Ptm/CM	17,0	54,1	1,4
	Ptm/S	27,6		
	Ptm/SG	9,5		
ZA	ZA	4,8	5,7	0,1
	En	0,9		
		Total	3945,1	100,0

Tableau 3 Compilation de la composition des matériaux encaissant pour le réservoir SM-1 (PK10-PK7+300)

Classes	Sous-classes	Surface classes (ha)	Surface sous-classes (ha)	% relatif
R	R	0,8	18,8	16,3
	R+Sm/R	18,0		
T	-	-	-	0,0
B	-	-	-	0,0
Ca	-	-	-	0,0
SG	-	-	-	0,0
S	S	30,0	52,7	45,7
	S/CM	2,0		
	S/R	9,1		
	Sm/CM	9,0		
	Sm/R	2,5		
SM	-	-	0,0	0,0
CM	CM	39,4	41,5	36,0
	CM/R	2,2		
Pt	Pt/S	0,0	0,6	0,5
	Ptm/S	0,6		
ZA	En	-	1,6	1,4
	divers	1,6		
		Total	**115,2**	**100,0**

Tableau 4 Compilation de la composition des matériaux encaissant pour l'estuaire (PK7+300-PK0)

Classes	Sous-classes	Surface classes (ha)	Surface sous-classes (ha)	% relatif
R	R	3,9	14,8	4,2
	R+CMm/R	6,5		
	R+Sm/R	4,3		
T	-	-	0,0	0,0
B	-	-	0,0	0,0
Ca	-	-	0,0	0,0
SG	-	-	0,0	0,0
S	S	222,9	230,1	65,3
	S/CM	7,2		
SM	-	-	0,0	0,0
CM	CM	46,9	53,4	15,2
	CM/R	4,7		
	CMm/R	1,8		
Pt	Ptm/S	13,5	13,5	3,8
ZA	En	-	40,7	11,6
	divers	40,7		
		Total	352,6	100,0