

COMPLEXE DE LA ROMAINE

Dynamique sédimentaire en aval de la centrale de
la Romaine-1: Érosion des rives – Version finale



SOMMAIRE

Auteur et titre (aux fins de citation) :

Bariteau, L., Brosseau, D. et Levasseur, M. 2020. **COMPLEXE DE LA ROMAINE**. Dynamique sédimentaire en aval de la centrale de la Romaine-1 : Érosion des rives – Suivi environnemental 2018 en phase exploitation. Rapport final présenté à Hydro-Québec - Direction Environnement. 46 p. et 6 annexes.

Cette étude répond aux engagements annoncés dans l'étude d'impact sur l'environnement menée dans le cadre du projet du Complexe de la Romaine (Hydro-Québec, 2007). Elle s'inscrit spécifiquement dans la continuité du suivi de la dynamique sédimentaire en aval de la centrale de la Romaine-1, qui se divise en trois volets. La présente étude traite spécifiquement du volet de l'érosion des rives.

Les objectifs principaux du suivi de 2018 consistent à : 1) identifier les principaux changements pouvant être survenus depuis 2015 en ce qui a trait à la stabilité des rives et à l'évolution des bancs de sable, ainsi que du cours inférieur de neuf tributaires et 2) analyser si les changements observés peuvent être liés aux modifications des régimes hydraulique et sédimentaire survenues suite à la mise en service des centrales de la Romaine-2 (en décembre 2014), de la Romaine-1 (en décembre 2015) et de la Romaine-3 (en septembre 2017).

Lors de la campagne de terrain, qui s'est déroulée du 27 juillet au 3 août 2018, des photographies obliques de l'ensemble des rives et du lit de la rivière ont été prises lors de survols héliportés. La stabilité des rives a été évaluée puis comparée avec la cartographie des rives produite suite aux relevés de 2015. Le profil des rives a été mis à jour aux sept (7) stations témoins implantées lors des suivis antérieurs. Le cours inférieur des neufs (9) tributaires considérés à risque d'encaissement pendant la 2^e phase du remplissage du réservoir de la Romaine 2, a tout de même encore une fois été survolé et visité afin de vérifier si la morphologie des chenaux et des deltas avaient subi des changements depuis 2015. Enfin, des arrêts au sol ont été effectués sur les bancs de sable, plus particulièrement ceux compris entre les PK 40 et 51,2, où l'on anticipait la formation de pavages de matériaux grossiers et ceux entre les PK 3 et 8, où une augmentation temporaire de la sédimentation était appréhendée.

Sur les 134 km de rives étudiées, environ 14 km sont instables en 2018, ce qui constitue une légère augmentation (d'environ 200 m) par rapport à ce qui avait été relevé en 2015. De ce nombre, près de 11,4 km de rives sont en érosion et environ 2,5 km sont considérées partiellement stabilisées. Globalement, la tendance à la stabilisation des hauts talus riverains notée en 2015 semble se poursuivre. La partie supérieure des hauts versants demeure souvent dénudée, mais ne semble plus évoluer significativement et très peu de nouveaux glissements y sont relevés en 2018. Par contre, comme on l'anticipait, l'érosion tend à s'intensifier et/ou à s'étendre à la base des talus, au niveau de la berge. Il s'agit le plus souvent d'érosion faible, qui se manifeste par le déchaussement des racines, l'apparition d'encoches d'érosion au pied des talus, la présence de ravinement sur la berge, ou encore par une certaine dégradation du tapis végétal riverain. Les tendances observées sont sans doute liées aux nouvelles conditions hydrologiques en vigueur depuis la mise en service de la centrale de la Romaine-2 : régularisation des débits en période de crue et fluctuations plus grandes et fréquentes du niveau de la rivière pendant les périodes de pointe estivales.

En 2018, le recours à des photographies de haute résolution récentes, prises à un moment où le débit de la rivière s'apparentait à celui de 2004, a permis d'améliorer sensiblement l'analyse effectuée en 2015, de l'évolution des bancs de sable, ainsi que des chenaux et deltas aux embouchures des tributaires à risque d'encaissement. La comparaison visuelle des images de 2004 et 2018 ne fait ressortir aucun changement majeur au cours de ces quatorze ans, tant sur la forme générale des bancs de sable qu'à l'embouchure des tributaires. L'analyse à partir des photos obliques et des observations effectuées au sol permet tout de même de déceler des changements mineurs à certains sites :

- ✓ La configuration des chenaux et deltas s'est légèrement transformée (par érosion ou sédimentation) à l'embouchure de quatre des neuf tributaires étudiés (aux PK 13, 19, 34,5 et 44,4). Ces changements se sont produits après 2015, si bien qu'ils ne peuvent être attribués à la phase 2 du remplissage de la Romaine-2.
- ✓ Entre les PK 30 et la centrale de la Romaine-1, la forme des bancs sableux a très peu changé depuis 2004. Par contre, tel qu'anticipé, la proportion de sable tend à diminuer à la surface de ceux-ci. C'est le cas notamment à la surface du banc du PK 42,5 et dans la portion amont du banc du PK 51,25.
- ✓ Entre les PK 3 et 30, la rivière est ponctuée de vastes bancs sableux entrecoupés de larges chenaux. Leur évolution mineure observée depuis 2004 (approfondissement de la surface des bancs, léger déplacement des chenaux et migration progressive des sables vers l'aval) semble davantage liée à la dynamique sédimentaire naturelle de la rivière plutôt qu'aux nouvelles conditions hydrologiques en vigueur depuis la mise en service de la centrale de la Romaine-2 (en décembre 2014). La comparaison visuelle des images de 2004, 2014 et 2018 ne montre aucune évidence que la sédimentation temporaire anticipée sur les bancs de sable compris entre les PK 3 et 8, se soit accrue.

Les relevés de 2018, menés environ quatre ans après la mise en service de la centrale de la Romaine-2, indiquent globalement une tendance à la stabilisation des hauts talus riverains. Toutefois, l'érosion tend à s'intensifier mais spécifiquement à la base des talus au niveau de la berge. Il s'agit le plus souvent d'érosion faible, qui se manifeste par le déchaussement plus marqué des racines, l'apparition de nouvelles encoches d'érosion au pied des talus, la présence de ravinement sur la berge, ou encore par une certaine dégradation du tapis végétal riverain). Autre résultat à noter, la proportion de sable diminue à la surface des bancs situés à faible distance de la centrale de la Romaine-1. Ces effets, qui avaient été anticipés lors de l'étude d'impact, sont probablement attribuables aux nouvelles conditions hydrologiques à l'aval des aménagements de la Romaine-1. Le prochain suivi des rives et des bancs de sable prévu en 2026, soit après environ 10 ans d'exploitation, devrait permettre de confirmer ou d'infirmer ces tendances.

Mots-clés : érosion, dynamique des rives, rivière Romaine, talus riverain, banc de sable, sédimentation, station témoin, tributaire.



Line Bariteau, M.Sc.
Géomorphologue senior et associée

Version : finale

Date : 14 juillet 2020

ÉQUIPE DE RÉALISATION



Hydro-Québec
Direction Environnement

Chargé de projet :

Pierre Vaillancourt

Hydro-Québec
Direction Environnement

Conseillère environnement- Milieu physique :

Mylène Levasseur



Poly-Géo inc.

Directrice de projet :

Line Bariteau

Chargé de projet :

Daniel Brosseau

Analyse et rédaction du rapport :

Line Bariteau et Daniel Brosseau

Relevés de terrain :

Daniel Brosseau et Guillaume Thiery

Édition et mise en page :

Sylvie Pomerleau

Numéros de référence Hydro-Québec :
21277-18038 (4600028704) 4511335899

Numéro de référence Poly-Géo inc. : 18070

TABLE DES MATIÈRES

1.	INTRODUCTION.....	1
2.	MISE EN CONTEXTE.....	4
2.1	Description sommaire du projet.....	4
2.2	Engagements et obligations d’Hydro-Québec	4
2.3	État de référence et programme de suivi	5
2.3.1	Étude d’impact.....	5
2.3.2	Suivi 2013.....	6
2.3.3	Suivi 2015.....	7
2.4	Aménagements réalisés depuis le suivi de 2015 et effets sur le débit de la rivière à l’aval de la centrale de la Romaine-1.....	8
2.4.1	Aménagements réalisés et impacts anticipés.....	8
2.4.2	Débits mesurés depuis le suivi de 2015.....	9
3.	MÉTHODES.....	13
3.1	Revue des documents existants et préparation des documents de base...13	
3.2	Campagne de terrain.....	13
3.3	Cartographie et représentation des données.....	16
3.4	Analyse et comparaison des résultats.....	17
4.	RÉSULTATS.....	20
4.1	Érosion des rives.....	20
4.1.1	Zone homogène 1 (PK 0 à 2,2)	21
4.1.2	Zone homogène 2 (PK 2,2 à 16)	21
4.1.3	Zone homogène 3 (PK 16 à 30,5)	22
4.1.4	Zone homogène 4 (PK 30,5 à 35)	22
4.1.5	Zone homogène 5 (PK 35 à 47)	23
4.1.6	Zone homogène 6 (PK 47 à 52,5)	24
4.1.7	Érosion éolienne	27
4.2	Stations témoins.....	28
4.2.1	Station 2013-PG-01 (PK 21,4, rive droite)	28
4.2.2	Station 2013-PG-02 (PK 24,5).....	30
4.2.3	Station 2013-PG-03 (PK 33,5, rive droite)	31
4.2.4	Station 2013-PG-04 (PK 41,3, rive droite)	32
4.2.5	Station 2015-PG-01 (PK 14, rive droite)	32
4.2.6	Station 2015-PG-02 (PK 19, rive gauche)	33
4.2.7	Station 2015-PG-03 (PK 6, rive droite)	34
4.3	Évolution de l’embouchure des tributaires.....	34
4.3.1	Mise en contexte	34
4.3.2	Analyse à partir des orthophotos et photos obliques	36

4.4	Évolution des bancs de sable.....	38
4.4.1	Rappel de la méthode de comparaison utilisée depuis le début du programme de suivi.....	38
4.4.2	Mise à jour du portrait de l'évolution des bancs de sable depuis 2004.....	39
4.4.3	Retour sur les impacts anticipés.....	40
5.	SYNTHÈSE ET DISCUSSION.....	41
5.1	Dynamique des rives.....	41
5.2	Tributaires à risque d'encaissement.....	43
5.3	Évolution des bancs de sable.....	43
6.	RÉFÉRENCES.....	45

LISTE DES CARTES

CARTE 1 :	Zone d'étude.....	3
CARTE 2 :	Feuillet 1 à 3 : Évolution de l'état des rives.....	Annexe 3
CARTE 3 :	Feuillet 1 à 5 : Évolution des bancs de sable.....	Annexe 6

LISTE DES FIGURES

FIGURE 1 :	Aménagements réalisés sur la Romaine et débits enregistrés en aval des ouvrages de la Romaine-1, depuis le suivi de 2015	11
FIGURE 2 :	Débit enregistré au PK 5,2 de la rivière Romaine (station ROMA0665) en 2016, 2017 et 2018 et comparaison avec l'hydrogramme historique (1999-2014).....	12
FIGURE 3 :	Légende de la carte 2 (annexe 3) : Évolution de l'état des rives.....	19
FIGURE 4 :	Profil topographique de la station témoin 2013-PG-01.....	Annexe 4
FIGURE 5 :	Profil topographique de la station témoin 2013-PG-02.....	Annexe 4
FIGURE 6 :	Profil topographique de la station témoin 2013-PG-03.....	Annexe 4
FIGURE 7 :	Profil topographique de la station témoin 2013-PG-04.....	Annexe 4
FIGURE 8 :	Profil topographique de la station témoin 2015-PG-01.....	Annexe 4
FIGURE 9 :	Profil topographique de la station témoin 2015-PG-02.....	Annexe 4
FIGURE 10 :	Profil topographique de la station témoin 2015-PG-03.....	Annexe 4

LISTE DES TABLEAUX

TABLEAU 1 :	Débit et niveaux d'eau estimés au moment de l'acquisition de l'imagerie numérique et de la prise des photographies obliques.....	18
TABLEAU 2 :	Compilation des rives instables en 2018.....	25

TABLEAU 3 : Évolution des rives instables depuis 2004-2005.....	26
TABLEAU 4 : Évolution de l'activité éolienne depuis 2004-2005.....	27
TABLEAU 5 : Localisation et description des stations témoins.....	29
TABLEAU 6 : Tributaires à risque d'encaissement durant la deuxième phase du remplissage du réservoir Romaine 2.....	35

LISTE DES ANNEXES

ANNEXE 1 : Débits horaires pendant la période de terrain	
ANNEXE 2 : Album photographique	
ANNEXE 3 : Carte 2 – Feuilles 1 à 3 : Évolution de l'état des rives	
ANNEXE 4 : Stations témoins - Profils topographiques et photographies	
ANNEXE 5 : Tributaires à risque d'encaissement – Photos comparatives	
ANNEXE 6 : Carte 3 – Feuilles 1 à 5 : Évolution des bancs de sable	

En juillet 2018, Hydro-Québec a mandaté Poly-Géo pour réaliser le suivi de l'érosion des rives de la rivière Romaine à l'aval des aménagements de la Romaine-1. Cette étude fait partie du programme de suivi environnemental prévu suite à la réalisation du Complexe de la Romaine. Elle répond aux engagements pris par Hydro-Québec concernant le suivi et les mesures d'atténuation et de compensation annoncées dans l'étude d'impact sur l'environnement et dans son complément (Hydro-Québec, 2007, 2008). Cette étude s'inscrit dans la continuité du suivi de la dynamique sédimentaire en aval de la centrale de la Romaine-1 (Condition du décret provincial no. 530-2009) (Hydro-Québec Production, 2010), qui comprend trois volets : 1) le transit sédimentaire, 2) la charge solide au PK 3,8 et 3) l'érosion des rives.

La présente étude traite exclusivement du suivi de l'érosion des rives (volet 3). Il s'agit du deuxième suivi réalisé sur cette composante depuis la mise en service de la centrale de la Romaine-2, donc avec des conditions d'hydraulité modifiées dans la rivière Romaine. Les objectifs principaux de ce suivi consistent 1) à mettre à jour l'état général des rives du tronçon de la rivière Romaine s'étendant depuis son embouchure jusqu'à l'emplacement des ouvrages de la Romaine-1 (134 km de rives¹; voir carte 1) et 2) à évaluer si des modifications importantes sont survenues sur les rives et les bancs de sable, ainsi qu'à l'embouchure des tributaires, depuis le dernier suivi en 2015 et suite aux changements des régimes hydrologique et sédimentaire de la Romaine depuis la mise en service des centrales de la Romaine-1 (en décembre 2015) et de la Romaine-3 (en septembre 2017).

Le mandat a englobé les activités suivantes :

- ✓ revue des données et documents existants (photographies aériennes prises en 2017 et en 2018, modèles numériques de terrain élaborés à partir de données prises en 2017) et préparation des environnements de travail et cartes de base utiles pour la réalisation du mandat;
- ✓ relevés de terrain visant à examiner l'état général des rives et du lit de la rivière Romaine (en aval du PK 51,5) et de l'embouchure de certains de ses tributaires, ainsi qu'à repérer les secteurs ayant subi des modifications significatives depuis 2015;
- ✓ analyse sommaire de l'état des rives et du lit à l'embouchure des neuf (9) tributaires à risque d'encaissement et comparaison avec les résultats des suivis antérieurs;
- ✓ analyse des bancs de sable du lit de la rivière Romaine (morphologie et nature des matériaux) et comparaison avec les résultats des suivis antérieurs;
- ✓ mise à jour de la cartographie des rives en érosion et de la cartographie des bancs de sable (cartes à l'échelle du 1 : 20 000);
- ✓ mise à jour des profils topographiques aux sept (7) stations témoins implantées en 2013 et en 2015 dans des secteurs représentatifs;

¹ La zone d'étude comprend l'ensemble des rives situées à l'aval des aménagements de la Romaine-1. Elle s'étend depuis l'embouchure de la rivière dans le Saint-Laurent (PK 0) jusqu'au PK ~51,5 (Romaine-1). Elle comprend 134 km de rives en incluant les rives droite et gauche ainsi que le pourtour des îles.

- ✓ mise à jour des tableaux compilant la longueur des rives en érosion et comparaison des données avec les études antérieures;
- ✓ analyse de l'évolution de la dynamique sédimentaire en lien avec la construction et la mise en service des centrales (surtout celles de la Romaine-1 et de la Romaine-3) et comparaison avec les résultats des études antérieures ainsi qu'avec les conditions anticipées lors de l'étude d'impact.

Ce rapport comporte six (6) chapitres. Après une brève introduction, le chapitre 2 présente une mise en contexte du projet en faisant un retour sur les engagements d'Hydro-Québec concernant le suivi environnemental, sur les principaux résultats des études antérieures relatives à la dynamique des rives le long du tronçon de rivière étudié et sur les principaux travaux effectués et les conditions hydrologiques rencontrées depuis le dernier suivi. Le chapitre 3 présente les méthodes utilisées, alors que le chapitre 4 détaille les résultats pour chacune des composantes étudiées : aspect général des rives, bancs de sable et embouchure de certains tributaires. Le chapitre suivant (5) dresse un bilan de l'évolution de chacune des composantes depuis l'état de référence (2013) et traite des liens possibles avec les modifications des régimes hydraulique et sédimentaire survenues depuis le début du suivi. Enfin, les principales références utilisées pour l'étude sont listées au chapitre 6.



2015-PG-01 Station témoin et identification

2 **3** Limite et numérotation des zones homogènes (Étude Poly-Géo, 2006a)

Composantes du projet

- Réservoir
- Centrale
- Point kilométrique de rivière

Infrastructures

- Route d'accès

Complexe de la Romaine
Suivi environnemental
en phase exploitation (2018)

Situation du projet

Sources :
BDGA, 1/1 000 000, MRN Québec 2002
Données de projet, Hydro-Québec, 2008 et 2015

Cartographie : Poly-Géo
Fichier : 0344_situa_po_176_200714.mxd

0 1,2 2,4 km
MTM, fuseau 5, NAD83 (SCRS)

Carte 1

Hydro Québec

2.1 DESCRIPTION SOMMAIRE DU PROJET

En 2009, Hydro-Québec a entrepris la construction d'un complexe hydroélectrique de 1 550 MW sur la rivière Romaine, au nord de la municipalité de Havre-Saint-Pierre, sur la Côte-Nord. Ce complexe sera composé de quatre aménagements hydroélectriques dont la production énergétique moyenne annuelle s'élèvera à 8,0 TWh par année. À échéance, chacun des aménagements comprendra un barrage en enrochement, une centrale munie de deux groupes turbines-alternateurs, un réservoir et un évacuateur de crues. La superficie totale des quatre réservoirs projetés est de 279 km².

La mise en service du Complexe de la Romaine s'échelonne sur 7 ans. Elle a débuté en 2014 avec celle de la centrale de la Romaine-2, d'une puissance installée de 640 MW, qui se situe à la hauteur du PK 90,3 de la rivière. Ensuite, au PK 51,5, on retrouve la centrale de la Romaine-1 d'une puissance de 270 MW, qui est exploitée depuis décembre 2015. Au printemps 2017, la mise en eau du réservoir de la Romaine 3 a été complétée, alors que la centrale, localisée au PK 158,4 de la rivière, a été mise en service en septembre 2017. Cette centrale offre une puissance installée de 395 MW. Enfin, la mise en eau du réservoir de la Romaine 4 devrait débuter au printemps 2020 et la centrale, située au PK 191,9 à la tête du complexe, devrait être mise en service au printemps 2021. Cette centrale offrira une puissance installée de 245 MW.

2.2 ENGAGEMENTS ET OBLIGATIONS D'HYDRO-QUÉBEC

La réalisation du Complexe de la Romaine est soumise au respect de nombreuses conditions et engagements dont plusieurs concernent la protection de l'environnement et le suivi environnemental. Le gouvernement du Québec a autorisé le projet en 2009, en vertu du décret n° 530-2009. L'approbation du gouvernement du Canada autorisant l'entreprise à effectuer les travaux a également été transmise en 2009, dont l'autorisation de Pêches et Océans Canada en vertu de la loi sur les Pêches (Autorisation 2015-006).

Conformément aux engagements d'Hydro-Québec, un programme de suivi d'une durée potentielle de 31 ans (2009-2040) a été déposé en 2010 dont l'objectif principal est de vérifier l'évolution du milieu de même que l'efficacité des mesures d'atténuation, de bonification et de compensation mises en place dans le cadre du projet.

La présente étude s'inscrit dans le cadre du suivi de la dynamique sédimentaire en aval de la centrale de la Romaine-1. L'engagement spécifique à ce suivi vient du certificat d'autorisation du MDDEP¹ (Ministère du Développement Durable, de l'Environnement et des Parcs) (no 530-2009 délivré le 6 mai 2009), lequel "*propose de mesurer les apports, le dépôt et le transport des sédiments (par charriage ou par suspension) entre les ouvrages de la Romaine-1 et l'embouchure de la Romaine. [...]*". L'évaluation de la dynamique sédimentaire à l'aval de la centrale de la Romaine-1 se subdivise donc en trois volets soit 1) le transit sédimentaire, 2) la charge solide au PK 3,8 et 3) l'érosion des rives. La présente étude traite exclusivement du volet 3.

2.3 ÉTAT DE RÉFÉRENCE ET PROGRAMME DE SUIVI

2.3.1 Étude d'impact²

✓ *Description des conditions actuelles*

Dans la plaine côtière, entre le PK 0 et le PK 52,5, la Romaine s'est entaillée dans des dépôts marins silto-argileux et sableux épais. L'encaissement du cours d'eau a formé des terrasses souvent étagées, dont la hauteur varie entre 5 et 20 m. La bordure supérieure des plus hauts talus est entrecoupée de plusieurs ravins et porte par endroits des cicatrices de glissements de terrain anciens. Les berges sont formées entre autres à 45% de sable, à 26% de roc et à 25% de sédiments fins (silt et argile). L'érosion est plus importante que dans les autres tronçons et touche près de 17% des rives, principalement entre les PK 5 et 35. Elle se manifeste par des éboulements et des glissements de terrain et de petites coulées qui surviennent sur la bordure des hautes terrasses composées d'argile marine et de sable.

✓ *Modifications anticipées liées à la présence et à l'exploitation des aménagements*

– Érosion des rives

La régulation des crues de printemps et d'automne sera le principal changement apporté au régime hydraulique par la mise en service du complexe de la Romaine. Durant ces périodes, la régularisation des débits aura pour effet de diminuer l'érosion qui survient actuellement en période de crue. Certains talus actifs ne seront plus sollicités ou que très rarement et pourront se stabiliser à long terme. Les talus seront ainsi rejoints, mais à un niveau inférieur.

En dehors des périodes de crue, le débit turbiné variera le plus souvent entre 200 et 400 m³/s pour répondre à la demande de pointe. La répercussion de cette gestion hydraulique aura pour conséquence un niveau d'eau moyen d'été légèrement plus élevé qu'en conditions actuelles. La fluctuation du niveau d'eau engendrée par cette gestion s'atténuera vers l'aval, passant de 100 cm près de la centrale à 50 cm vers le PK 35 et à 15 cm au PK 26 pour enfin devenir presque nulle à l'aval du PK 16. Le niveau d'attaque des agents d'érosion sera donc maintenu plus constant sur les rives. L'érosion se manifestera plus fréquemment qu'en conditions actuelles puisque le niveau d'eau sera maintenu à des valeurs légèrement supérieures, de sorte que la base de la plupart des talus sera rejointe plus fréquemment (surtout en août et en septembre). En bref, l'érosion se poursuivra sur les rives déjà instables, mais pourrait s'étendre à certaines portions de rives sableuses actuellement stables principalement en aval du PK 25. En hiver, l'augmentation du débit et du niveau d'eau n'aura pas de répercussions sur l'érosion des rives étant donné que les matériaux composant les rives et les talus seront gelés.

En somme, l'érosion sera répartie tout au long de la période d'eau libre (de la mi-mai à la mi-octobre) et non plus principalement en période de crue comme en conditions naturelles. La longueur de rives instables risque de s'accroître légèrement en aval du PK 25, sur environ 8 km, mais compte tenu de la morphologie des rives, les volumes de matériaux érodés seront négligeables.

² Hydro-Québec, 2007.

– Évolution des bancs de sable

Suite à la coupure des apports sableux captés dans les réservoirs de la Romaine 1 et de la Romaine 2, on s'attend globalement à ce que les bancs de sable du cours inférieur de la Romaine subissent une lente érosion et une réduction de leur superficie jusqu'à la formation d'un pavage superficiel de matériaux grossiers résistant à l'érosion. Cet effet devrait être plus marqué entre les PK 51,5 et 40. Toutefois, pendant quelques années, il est également anticipé que le sable pourrait sédimenter entre les PK 8 et 3.

– Embouchure des tributaires

Au cours de la deuxième phase du remplissage du réservoir de la Romaine 2, un risque d'encaissement de l'embouchure des tributaires est anticipé en raison de la réduction du débit et des niveaux d'eau dans la rivière Romaine durant cette période. L'encaissement fournira essentiellement du sable qui s'accumulera à une faible distance de la confluence des tributaires et de la Romaine, et il pourra être remanié par les crues.

2.3.2 Suivi 2013³

Ce suivi visait à mettre à jour l'état de référence de la stabilité des rives, effectué initialement en 2001⁴ et mis à jour en 2004-2005⁵, avant la mise en service de la centrale de la Romaine-2 en 2014. La zone d'étude inclut l'ensemble des rives (~134 km) du tronçon de la rivière Romaine situé en aval du site de la Romaine-1, qui a été divisé en six zones homogènes numérotées en ordre croissant de l'aval vers l'amont.

La campagne de terrain de 2013 s'est tenue du 24 juillet au 1er août, au cours de laquelle des photographies obliques géoréférencées de l'ensemble des rives et du lit de la rivière ont été prises à bord d'un hélicoptère. L'état des rives (stables ou instables) a été évalué et cartographié en survol, puis a été validé lors d'arrêts au sol. La morphologie des bancs de sable a été examinée et comparée avec celle apparaissant sur les images XEOS prises en 2004. Quatre stations témoins ont été implantées au droit de rives en érosion de façon à permettre d'évaluer les changements qui pourraient survenir sur la rive lors des prochains suivis.

L'érosion se concentrait surtout dans les zones homogènes 2, 3 et 5 et affectait davantage la rive gauche qui longe le plus souvent de hautes terrasses argileuses sensibles. L'érosion se manifeste principalement par des glissements et des éboulements au droit des hauts talus riverains et plutôt par du sapement et du déchaussement à l'emplacement des rives plus basses. En tout, près de 17 km de rives sont affectés par l'érosion (soit 12 % de l'ensemble des rives à l'aval de la Romaine-1), ce qui représente une tendance assez nette à la stabilisation depuis les derniers relevés (2004 et 2005). La compilation des résultats de 2013 indique une baisse d'environ 6 km de la longueur des rives instables par rapport aux valeurs obtenues en 2004-2005. On estime qu'environ le tiers de l'écart (1 à 2 km) représente une baisse effective de l'érosion. Une bonne part de la différence observée (3 km) serait attribuable au fait que les rives soumises à de l'activité éolienne ont été retranchées du total des rives instables. Le reste (environ 1 km) s'expliquerait par des différences d'interprétation sur les rives soumises à une érosion très faible. La morphologie des bancs de sable semblait avoir peu changé depuis 2004.

³ Poly-Géo, 2014

⁴ Poly-Géo, 2002

⁵ Poly-Géo, 2006

2.3.3 Suivi 2015⁶

Le suivi 2015 visait à évaluer si des changements importants étaient survenus sur les rives, les bancs de sable ainsi qu'à l'embouchure des tributaires suite aux modifications des régimes hydrologique et sédimentaire liées à la construction et la mise en service des aménagements de la Romaine-2.

En raison des niveaux d'eau exceptionnellement élevés pendant la période estivale, la campagne de terrain de 2015 s'est tenue du 21 au 26 octobre, ce qui a permis de profiter des niveaux d'eau relativement bas liés au remplissage du réservoir de la Romaine 1. Toutefois, le débit de la rivière pendant cette période a été d'environ 215 m³/s au PK 5, soit de 100 m³/s supérieur à celui mesuré lors de la campagne de 2013, si bien que les niveaux d'eau étaient plus élevés de 50 à 60 cm par rapport à ceux de 2013. L'analyse comparative des résultats entre 2013 et 2015 a tenu compte de ces conditions.

En plus de la mise à jour de l'état des rives des secteurs étudiés en 2013, les relevés de 2015 ont englobé l'installation de trois nouvelles stations témoins, l'étude du cours inférieur des neufs (9) tributaires et la visite des bancs de sable compris entre les PK 40 et 51,2, où l'on anticipait la formation de pavages de matériaux grossiers.

Sur les 134 km de rives qui composent la zone d'étude, environ 13,7 km sont instables en 2015. De ce nombre, près de 10 km de rives sont en érosion et environ 3,7 km sont considérées partiellement stabilisées, ce qui constitue une baisse de ~3 km de la longueur des rives instables par rapport aux relevés de 2013. L'état des talus riverains des zones homogènes 1 (PK 0 à 2,2), 4 (PK 30,5 à 35), 5 (PK 35 à 47) et 6 (PK 47 à 52,5) a subi peu de changements depuis 2013. Les rives des zones homogènes 2 et 3 (PK 2,2 à 30,5) demeurent toujours soumises à une activité érosive significative (par éboulements et petits glissements surtout), mais globalement on y observe une tendance assez marquée à la stabilisation depuis 2013. Un peu plus de 2,2 km de rives y sont désormais considérées stables.

En raison des niveaux d'eau plus élevés lors des relevés de 2015 qu'au moment du suivi de 2013, il n'a pas été possible d'effectuer une comparaison adéquate de la forme des bancs de sable et des embouchures des tributaires à risque d'encaissement, à partir des photos obliques. L'utilisation des orthophotos de 2004 et de 2014 s'est donc avéré le meilleur moyen pour en retracer l'évolution. L'exercice de comparaison tend à montrer qu'il s'est produit peu de changements au cours de ces dix ans, tant sur la forme générale des bancs de sable qu'à l'embouchure des tributaires.

⁶ Poly-Géo, 2016

2.4 AMÉNAGEMENTS RÉALISÉS DEPUIS LE SUIVI DE 2015 ET EFFETS SUR LE DÉBIT DE LA RIVIÈRE À L'AVAL DE LA CENTRALE DE LA ROMAINE-1 ⁷

2.4.1 Aménagements réalisés et impacts anticipés

La figure 1 montre les débits moyens journaliers mesurés à la sortie des ouvrages de la Romaine-1 (PK 51) et à l'embouchure de la Romaine (PK 5,2) depuis le suivi de 2015, soit entre octobre 2015 et décembre 2018. Afin de faciliter les références au texte qui suit, les périodes de mise en eau des réservoirs et de mise en service des centrales réalisées sur la Romaine, de même que celles des relevés effectués dans le cadre du suivi des rives ont été indiquées sur ce graphique.

- Mise en service de la centrale de la Romaine-1 (décembre 2015)

Lors du dernier suivi, en octobre 2015, le remplissage du réservoir de la Romaine 1 venait tout juste de se terminer. Quelques mois plus tard, en décembre, la centrale de la Romaine-1 était mise en service. Depuis décembre 2015, les débits du tronçon de la Romaine situé à l'aval des ouvrages de la Romaine-1 dépendent donc principalement du débit turbiné à la centrale de la Romaine-1, auquel s'ajoute celui des rivières naturelles, qui apportent en moyenne 10 % du débit total.

Rappelons que les principaux changements anticipés par la mise en service du complexe de la Romaine au régime hydraulique à l'aval des aménagements de la Romaine-1 étaient :

- Durant les crues de printemps et d'automne, les débits seront régularisés de sorte que les talus riverains seront moins sollicités qu'en conditions de crue naturelles.
- En période de forte demande d'énergie, soit pendant la période hivernale, mais aussi au cours de l'été, le débit d'exploitation à la centrale RO-1 devrait varier entre 200 et 400 m³/s sur une base quotidienne, suite au démarrage et à l'arrêt du deuxième groupe turbine-alternateur. Les fluctuations du niveau d'eau engendrées par cette gestion affecteront surtout les premiers kilomètres en aval du point de restitution des eaux, puis s'atténueront progressivement pour devenir presque nulles à l'aval du PK 16.

Pendant les périodes de pointe hivernales, le débit moyen et les niveaux d'eau seront supérieurs aux conditions naturelles, mais ceci ne devrait pas avoir de répercussion sur l'érosion des rives étant donné que les matériaux composant les berges et les talus sont gelés.

Pendant les périodes de pointe estivales, le débit et le niveau d'eau moyens seront légèrement plus élevés qu'en conditions naturelles, si bien que la base de la plupart des talus sera rejointe plus fréquemment qu'avant (surtout en août et en septembre). On s'attend donc à ce que l'érosion s'intensifie localement dans la partie supérieure

⁷ La majorité des informations de cette section proviennent du *Bilan des activités environnementales* de 2016, de 2017 et de 2018 (Hydro-Québec 2017a, 2018a, 2019, en préparation), du *Suivi de l'hydrologie, de l'hydraulique et du régime thermique de la rivière Romaine* de 2016 et de 2017 (Hydro-Québec 2017b, 2018c), de l'étude d'impacts d'Hydro-Québec (Hydro-Québec, 2007) ou du devis d'étude spécifique à la présente étude (Hydro-Québec, 2018b).

de la berge ou encore s'étende à des portions de rives qui étaient stables en conditions naturelles. On ne devrait cependant pas observer de changements significatifs sur les rives bordées par des plages en pente douce, où le niveau d'attaque des agents d'érosion est désormais plus dispersé en raison des fluctuations quotidiennes plus importantes des niveaux d'eau.

- *Remplissage du réservoir et mise en service de la centrale de la Romaine-3 (mai-septembre 2017)*

Le remplissage du réservoir de la Romaine 3 s'est effectué sur 34 jours, entre le 10 mai et le 12 juin 2017. La centrale a été mise en service les 4 et 9 septembre.

Les effets du remplissage du réservoir de la Romaine 3 en aval des ouvrages de la Romaine-1 ont été ressentis principalement au cours de la période de crue de 2017, alors que la plupart des apports naturels ont été captés pendant le remplissage du réservoir (voir figure 1, courbe rouge).

2.4.2 Débits mesurés depuis le suivi de 2015

- *Débits réservés en aval de la centrale de la Romaine-1*

Hydro-Québec a mis en place un régime de débits réservés écologiques en aval de la centrale de la Romaine-1 pour protéger l'habitat du saumon atlantique. Depuis la mise en service de la centrale de la Romaine-1 en décembre 2015, l'exploitation de cette dernière a assuré le respect du débit réservé en aval de la Romaine-1 à l'exception de quelques incidents mineurs. Ces interruptions, qui ont été peu fréquentes (2 ou 3 arrêts par année) et de très courte durée, n'ont pas eu de répercussion significative sur les niveaux d'eau ni provoqué l'exondation des frayères à saumon naturelles et aménagées dans ce tronçon de rivière (Hydro-Québec, 2017a et 2018a).

- *Débits à l'embouchure de la Romaine (au PK 5,2) et comparaison avec les conditions naturelles*

La figure 2 présente les hydrogrammes des débits enregistrés au PK 5,2 pour chacune des années ultérieures au suivi de 2015 (2016, 2017 et 2018). L'année 2016 constitue la première année complète où l'hydraulique de la Romaine était sous l'influence de l'exploitation combinée des centrales de la Romaine-1 et de la Romaine-2. Avec la mise en service de la centrale de la Romaine-3 à l'automne 2017 et la campagne de terrain qui a eu lieu à la fin juillet 2018, cela représente une année presque complète sous influence de cette centrale.

Débit moyen annuel : Les débits moyens annuels de 2016, 2017 et 2018, respectivement de 331, 353 et 342 m³/s, ont été similaires ou légèrement supérieurs au débit moyen annuel en conditions naturelles (de 328 m³/s; Hydro-Québec, 2017a, 2018a et 2019, en préparation).

Périodes hivernales : tel qu'anticipé, les débits moyens à l'embouchure de la Romaine au cours des hivers 2016, 2017 et 2018 ont été supérieurs aux débits moyens en conditions naturelles. Les débits n'ont pas fluctué de façon significative au cours de l'hiver 2016. Par

contre, les fluctuations journalières ont été plus fréquentes et de plus grande amplitude à l'hiver 2017, et surtout 2018.

Périodes de crue printanière : tel qu'anticipé, la crue printanière s'est régularisée : les pics de crue sont demeurés en deçà du débit de crue moyen naturel (d'un peu plus de 1 200 m³/s). Au début du printemps, les eaux du bassin supérieur de la Romaine peuvent désormais être emmagasinées dans les réservoirs, si bien que l'effet de la crue à l'embouchure est souvent légèrement décalé par rapport aux conditions naturelles. En 2016 et en 2018, la crue s'est fait sentir tardivement, en juin/juillet (plutôt qu'en mai-juin en conditions naturelles). En 2017, une crue naturelle et soudaine s'est produite dès le début du printemps, causée essentiellement par la rivière Puyjalon, seul tributaire d'importance situé en aval des réservoirs. Pendant le reste de la période de crue de 2017, les eaux provenant de la tête du bassin, ont été emmagasinées dans le réservoir de la Romaine-3, alors en remplissage.

Périodes estivales et automnales :

En 2016 et en 2018, les débits à l'embouchure ont été élevés en juin et juillet, tel que mentionné précédemment. Le reste de l'été et au cours de l'automne, les débits ont été dans l'ensemble, semblables ou légèrement plus faibles qu'en conditions naturelles (Hydro-Québec 2017b et 2019, en préparation).

En 2017, la rivière Romaine (tout comme les apports naturels) a connu une forte hydraulité. Une fois le remplissage du réservoir de la Romaine 3 complété (après la mi-juin), les débits en provenance de la Romaine-1 et de la Romaine-2 ont été augmentés, de sorte que le débit à l'embouchure a dépassé la moyenne en conditions naturelles pendant la majeure partie de l'été et de l'automne (Hydro-Québec 2018c).

FIGURE 1 : AMÉNAGEMENTS RÉALISÉS SUR LA ROMAINE ET DÉBITS ENREGISTRÉS EN AVAL DES OUVRAGES DE LA ROMAINE-1, DEPUIS LE SUIVI DE 2015

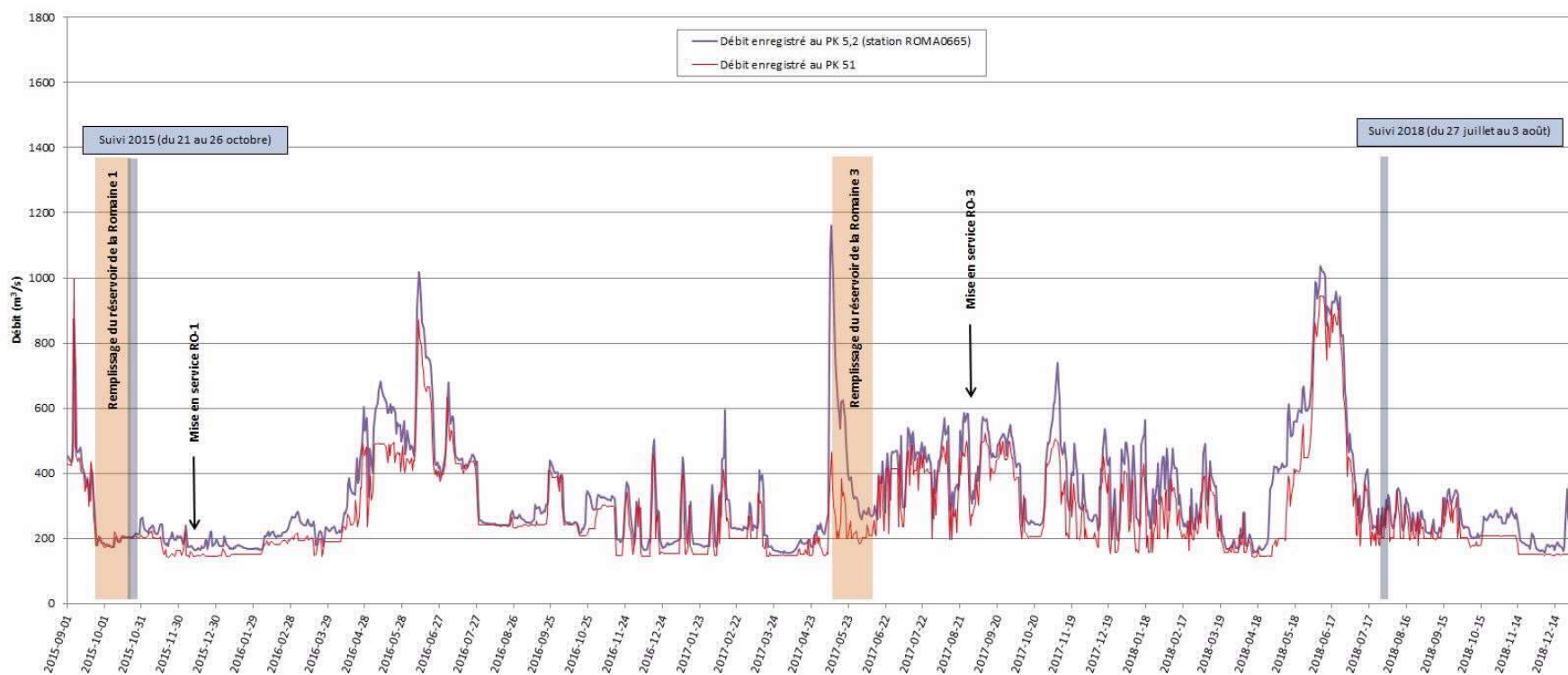
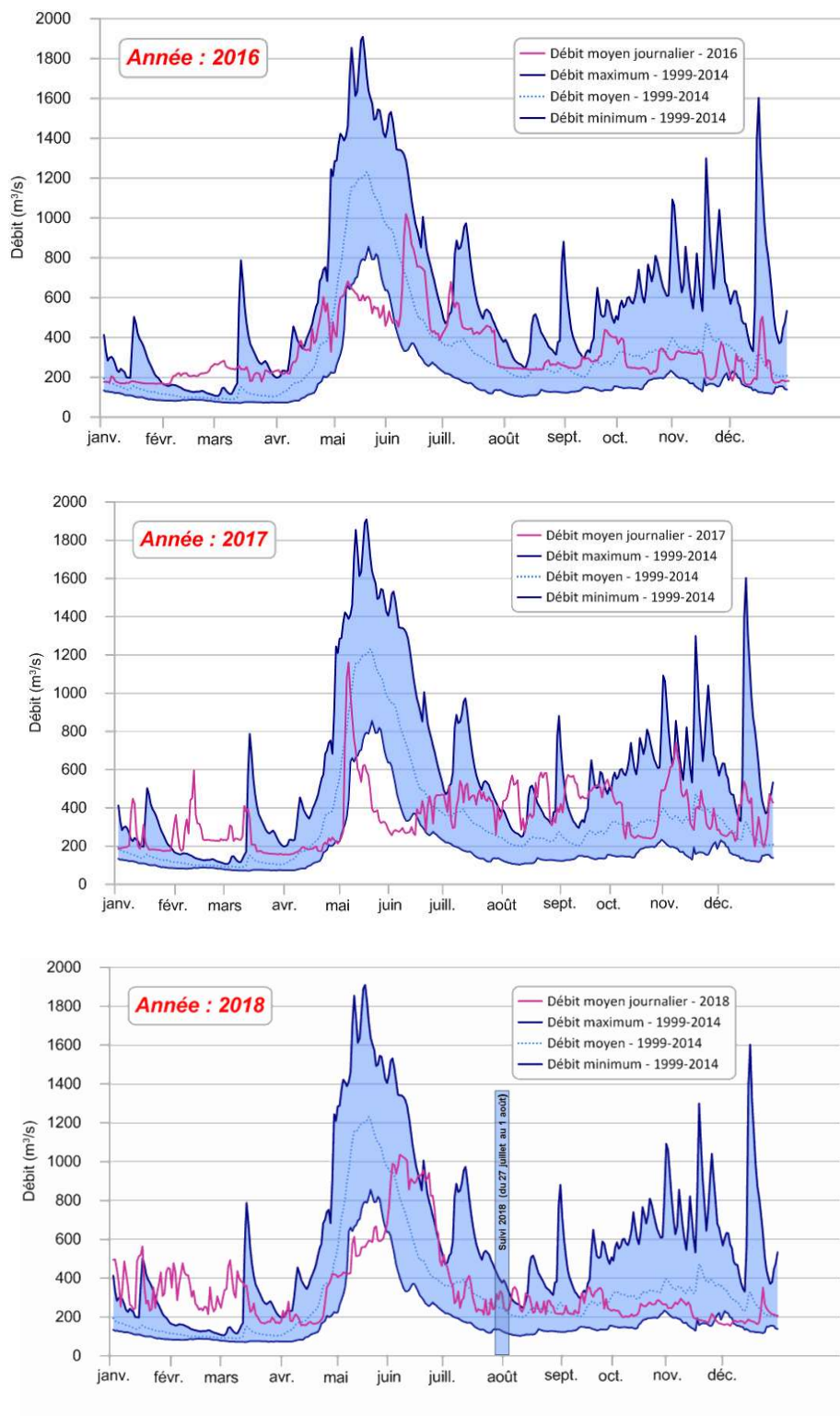


FIGURE 2 : DÉBIT ENREGISTRÉ AU PK 5,2 DE LA RIVIÈRE ROMAINE (STATION ROMA0665) EN 2016, 2017 ET 2018 ET COMPARAISON AVEC L'HYDROGRAMME HISTORIQUE EN CONDITIONS NATURELLES (1999-2014)



3.1 REVUE DES DOCUMENTS EXISTANTS ET PRÉPARATION DES DOCUMENTS DE BASE

L'étude s'est amorcée par une revue des données acquises lors des campagnes de terrain antérieures (2001, 2004, 2005, 2013 et 2015) (i.e. photo-interprétation des matériaux de surface, notes et photos de terrain, etc.). Un survol général des photographies aériennes numériques prises en 2017 (à hauts niveaux) a ensuite été réalisé à l'écran à l'aide du logiciel Summit Evolution de façon à faire ressortir les segments de rive où sont survenues les principales modifications depuis le suivi de 2015.

Un recueil de cartes à l'échelle de 1 : 10 000 (format 11X17) a été produit comme document de base pour noter les observations de terrain. Chaque feuillet montre, sur un fond photographique élaboré à partir des orthophotos de 2017, les informations tirées de la cartographie des rives du dernier suivi, ainsi que les limites des segments ayant subi des changements depuis 2015. Un fascicule regroupant les photos comparatives provenant des annexes 1 et 4 du rapport de 2015 a également été préparé afin de servir de guide pour prendre les photos obliques suivant des angles similaires aux prises de vue des suivis antérieurs.

3.2 CAMPAGNE DE TERRAIN

La campagne de terrain s'est déroulée entre le 27 juillet et le 1er août 2018. En excluant le temps pour la mobilisation et la démobilisation, les relevés sur le terrain ont été répartis sur 5 journées. Les déplacements dans la zone d'étude ont été effectués en hélicoptère et des arrêts au sol ont permis de vérifier la nature des matériaux et l'état des talus riverains et des bancs de sable.

Durant la période des relevés, le débit de la rivière et les niveaux d'eau ont fluctué passablement. Dans l'ensemble, le débit a été assez constant en début de campagne (27, 28 et 29 juillet [AM]), se maintenant autour de 200 m³/s à la sortie de la centrale de la Romaine 1 et oscillant entre 203 et 260 m³/s vers l'embouchure de la rivière, au PK 5 (voir tableau de l'annexe 1). Les conditions hydrologiques pendant cette période s'approchaient des valeurs mesurées au moment du suivi de 2015 (215 m³/s en moyenne). Du 29 juillet (PM) au 1er août, le débit a fluctué davantage, passant quotidiennement de 200 m³/s à 350-400 m³/s à RO-1 et variant de 240 à 325 m³/s au PK 5. Pendant cette période, les débits et niveaux de la rivière ont fluctué davantage qu'en 2015 voir tableau 1).

Malgré que le niveau de la rivière ait été souvent plus élevé qu'en 2015, il a été possible de profiter des périodes de bas niveaux (en début de journée surtout ou au cours des premières journées de la campagne) pour réaliser le survol et la prise des photos obliques de la majorité des rives, des îles et du lit de la Romaine et effectuer la visite à pied des bancs de sable. Bien qu'il n'ait pas été possible de se poser sur toutes les berges, nous avons tout de même pu atteindre une majorité des sites qui avaient été visités lors de la campagne de 2015.

✓ *Stabilité des rives*

Dans un premier temps, la campagne de terrain visait à évaluer par survol héliporté l'état des rives en aval des aménagements de la Romaine-1 et à identifier les segments ayant subi des modifications significatives depuis 2015. 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. Des arrêts au sol ont permis de préciser le type d'érosion et son extension dans les secteurs où sont survenues les principales modifications ou encore lorsque l'érosion était difficile à voir des airs en raison de la densité de la végétation riveraine. L'état actuel des rives a été comparé avec celui qui prévalait lors des relevés de 2015 et les principaux changements (stabilisation, intensification ou reprise d'érosion, nouvelle érosion) ou encore l'absence de changement (en érosion, en voie de stabilisation) ont été notés. Une attention particulière a été portée aux rives sableuses situées en aval du PK 25, secteur où l'on anticipait, dans l'étude d'impact (Hydro-Québec, 2007), une augmentation de 8 km de la longueur des rives instables. Les rives soumises à l'activité éolienne ont également été validées.

✓ *Photographies obliques géoréférencées*

Lors des survols, environ 5 000 photographies obliques ont été prises afin de couvrir l'ensemble des 134 km de rives de la zone d'étude, les îles et les bancs de sable. La caméra a été synchronisée quotidiennement avec le GPS afin d'obtenir la position géographique de chaque cliché. Les photos ont ensuite été géoréférencées à l'aide du logiciel GPicSync. Lorsque possible, les photographies obliques ont été comparées avec celles qui avaient été prises lors des précédentes campagnes de terrain menées en 2013 et 2015 afin d'ajuster l'angle de prise de vue.

✓ *État des rives et du lit à l'embouchure des tributaires*

Rappelons que le suivi des neuf tributaires où des risques d'encaissement étaient anticipés suite à la phase 2 du remplissage du réservoir de la Romaine 2 devait uniquement se faire en 2015. Cependant, en raison des hauts niveaux d'eau lors des relevés (en octobre 2015), on n'a pu valider avec précision si les effets anticipés s'étaient produits (érosion régressive, érosion des berges, dépôts de sédiments ou présence de petits deltas, apparition ou formation de seuil naturels, encaissement du chenal, etc.). De grandes tendances avaient tout de même pu être relevées en comparant les orthophotos de 2014 et les images Xeos de 2004 : peu de changements semblaient être survenus à l'embouchure des tributaires entre 2004 et 2014.

En 2018, l'embouchure des neuf tributaires (PK 11, 13, 15,4, 17, 19, 34,5, 44,4, 46,2 et 51,2) a été revisitée afin de valider si les tendances annoncées en 2015 se confirmaient. Les embouchures ont été survolées et lorsque possible, des arrêts au sol ont été effectués. Des photographies ont été prises des airs et au sol.

✓ *Relevés aux stations témoins*

Une part des relevés de terrain a été consacrée au suivi et à la mise à jour du profil des rives aux sept stations témoins implantées en 2013 et en 2015 (photo 1, annexe 2). Rappelons que les stations constituent des transects établis perpendiculairement à la rive, qui s'étendent depuis un repère principal installé sur le haut des talus, jusqu'à la berge. Le long de chaque transect, un piquet de métal (repère principal) et deux piquets de bois sont installés généralement à 20, 5 et 2 m respectivement du rebord supérieur du talus riverain.

Les sites des sept stations témoins ont été choisis de façon à représenter une variété de conditions (nature des matériaux des rives, morphologie des talus, exposition de la rive, conditions hydrologiques, etc.) le long du segment de rivière à l'étude. Les stations sont réparties assez uniformément entre les PK 6 et 41 de la rivière. Quatre des stations sont implantées au droit de talus argileux de hauteur variable (8 à 20 m), en érosion plus ou moins forte, situés sur la rive droite (2013-PG-01, 2013-PG-03), sur une île (2013-PG-02) et sur la rive gauche (2015-PG-02). Les sites des trois autres stations correspondent à des rives de composition et de morphologie plus variées : talus sablo-graveleux stable (2013-PG-04), talus sableux en érosion (2015-03) et bas talus stable, composé de tourbe surmontant des sables (2015-PG-01). Le tableau 5 fait une synthèse des caractéristiques des stations témoins et indique les principaux changements survenus depuis 2015.

L'ensemble des stations a été visité afin de vérifier si des reculs ou des changements notables y étaient survenus depuis 2015. Pour ce faire, de nouveaux profils topographiques (pentes et ruptures de pente, micro-talus, etc.) ont été mesurés à l'aide d'une chaîne et d'un clinomètre, en se référant aux piquets repères. Puis les informations concernant la nature des matériaux, la morphologie générale des talus (présence d'aires dénudées, de fissures, de ravinement) et l'état général du couvert végétal (densité de la végétation, présence de déchaussement des racines) ont été notées. Au besoin, d'autres piquets ont été installés pour remplacer ceux qui étaient endommagés ou disparus.

Des photographies obliques de toutes les stations ont été prises en vol. Des photographies comparatives ainsi que les profils topographiques des stations illustrant l'évolution des rives en 2013, 2015 et 2018 sont présentées à l'annexe 4.

✓ *Évolution des bancs de sable*

Lors des survols, des photographies obliques de l'ensemble du lit de la rivière ont été prises (exemple photo 2, annexe 2). Dans la mesure du possible, l'angle de prise de vue a été choisi de façon à faciliter la comparaison avec les photos obliques prises en 2013 et en 2015.

Des arrêts au sol ont été effectués sur sept (7) bancs de sable afin d'y vérifier la nature et la granulométrie des matériaux : aux PK 4, 8, 22, 41, 42,5 et 44, ainsi que sur un banc qui évolue depuis quelques années près de la sortie de la centrale de la Romaine-1. Les parties exondées ont été marchées afin d'identifier la nature et la granulométrie des matériaux à la surface des bancs, puis des sondages superficiels ont été effectués pour vérifier la nature des matériaux sous-jacents (voir photo 3, annexe 2). Ces observations visent à vérifier si, tel qu'anticipé dans l'étude d'impact (Hydro-Québec, 2007), des pavages de matériaux grossiers tendent à se développer à la surface des bancs entre le PK 40 et la centrale de la Romaine-1 et si, au contraire, des accumulations récentes de sédiments se forment à la surface des bancs compris entre les PK 3 et 8.

3.3 CARTOGRAPHIE ET REPRÉSENTATION DES DONNÉES

✓ *Cartographie de l'évolution de l'état des rives*

Les résultats quant à l'évolution de l'état des rives sont représentés sur une série de cartes à l'échelle du 1 : 20 000 (annexe 3 : carte 2) selon la légende présentée à la figure 3. Des photographies comparatives illustrant l'évolution de la dynamique des rives entre 2013, 2015 et 2018 sont également présentées dans la partie supérieure des trois feuillets de la carte 2.

La cartographie de l'état des rives a été mise à jour en tenant compte des observations effectuées au terrain et des photographies obliques prises lors des survols. La délimitation des segments de rives a ensuite été précisée par photo-interprétation à l'aide des photographies numériques prises en août 2018. La photo-interprétation (3D) et le traçage des informations ont été réalisés à l'écran en utilisant les logiciels *Summit Evolution* et *ArcGIS*.

La légende utilisée distingue trois classes de rives :

- les rives **en érosion**, qui sont actuellement affectées par de l'activité érosive ou l'ont été depuis peu (~5 ans ou moins). Leurs talus sont entièrement ou en grande partie dénudés, mais peuvent aussi porter une végétation discontinue herbacée, arbustive et parfois même de jeunes arbres. Dans ces derniers cas, des encoches de sapement, des micro-talus ou la présence d'arbres basculés aux racines déchaussées indiquent que les agents d'érosion y demeurent ou étaient encore récemment actifs. Les rives en érosion sont représentées par un trait rouge sur la carte 2 ;
- les rives **partiellement stabilisées**, où l'on n'observe pas ou peu d'indices d'une sollicitation par les agents d'érosion. Même si les talus demeurent partiellement dénudés, un couvert végétal plus ou moins continu s'est implanté à leur base. Les rives partiellement stabilisées sont représentées par un trait orangé sur la carte 2 ;
- les rives **stables** sont celles qui ne présentent pas de signe d'érosion et dont le talus est entièrement (ou presque) recouvert de végétation mature. Les rives stables sont représentées par un trait vert sur la carte 2. Il est à noter que les rives qui ne sont délimitées par aucune couleur sont également considérées stables ;

En plus d'indiquer la stabilité des rives, la légende met en évidence l'évolution de l'état des rives depuis le suivi de 2015, ce qui permet de mieux déceler les tendances en termes de stabilité. Ainsi, les rives dont l'état n'a pas changé depuis 2015 sont représentées par un trait fin, rouge pour les rives en érosion, orangé pour les rives partiellement stabilisées ou vert pour les rives qui sont stables. Les rives dont l'état a changé depuis 2015 sont délimitées par un trait plus épais, rouge pour les sites où de la nouvelle érosion s'est produite, orangé pour les rives qui sont en voie de se stabiliser et vert pour les rives qui se sont complètement stabilisées depuis 2015.

✓ *Cartographie des bancs de sable*

Depuis le début du programme de suivi, la comparaison des bancs de sable s'est faite essentiellement par la comparaison visuelle de mosaïques de photos aériennes parfois non géoréférencées (en 2004), de résolution inégale (en 2014) et à des moments où les niveaux d'eau étaient difficilement comparables. Si bien que l'exercice demeurait qualitatif et approximatif. Un rappel de la méthode utilisée depuis le début du programme de suivi des rives est fourni à la section 4.4.1 du présent rapport.

Dans le cadre de la présente étude, le recours à des photographies de haute résolution prises en août 2018 à un moment où le débit de la rivière (222 à 225 m³/s) s'apparentait à celui de 2004 (230 m³/s) a grandement facilité l'exercice de comparaison de la forme générale des bancs de sable et des chenaux. Cette analyse a permis d'effectuer une cartographie sommaire des principales tendances en termes d'érosion et de sédimentation de ces bancs (*i.e.* portions des bancs de sable qui se sont érodées ou, au contraire, engraisées au cours de la période de 2004 à 2018). Les résultats sont fournis sur cinq feuillets à l'échelle du 1 : 20 000 (carte 3, à l'annexe 6). Les principales zones d'érosion et d'accumulation des bancs y sont délimitées de façon approximative en rouge et en jaune respectivement.

3.4 ANALYSE ET COMPILATION DES RÉSULTATS

La longueur des rives instables (en érosion et partiellement stabilisées), ainsi que de celles affectées par l'activité éolienne a été compilée à l'aide du logiciel *ArcGIS* à partir des informations tracées sur la carte 2 (annexe 3). Les résultats sont présentés dans des tableaux (tableaux 2 à 4) et sont discutés à la section 4 du rapport.

Les profils schématiques des rives aux stations témoins ont été réalisés à l'aide du logiciel *Freehand* et sont présentés à l'annexe 4. L'annexe comprend également les photographies obliques comparatives prises aux sites des stations en 2013, 2015 et 2018.

L'analyse des modifications survenues à l'embouchure des tributaires à risque d'encaissement s'est faite essentiellement à partir des photos obliques prises en 2015 et 2018 et de la comparaison des ortho-mosaïques de 2004 et 2018. Une sélection des photos comparatives (obliques ou verticales) qui permettent de retracer le mieux l'évolution de chacun des tributaires est fournie à l'annexe 5.

En raison de l'imprécision quant aux niveaux d'eau sur les mosaïques de photos de 2004 et de 2018, les limites des zones d'érosion et d'accumulation relevées sur les bancs de sable (carte 3) sont approximatives et doivent être considérées à titre indicatif seulement. Pour cette raison, aucune compilation de la superficie de ces zones n'est fournie dans le cadre de la présente étude. Ce sont les tendances à l'érosion ou à la sédimentation que l'on doit considérer.

TABEAU 1 : DÉBIT ET NIVEAUX D'EAU ESTIMÉS AU MOMENT DE L'ACQUISITION DE L'IMAGERIE NUMÉRIQUE ET DE LA PRISE DES PHOTOGRAPHIES OBLIQUES

	Date d'acquisition des images ou photos	Débit journalier moyen (m ³ /s) ¹		Niveau d'eau estimé (m) ²			
	Station	RO MA0665 (PK 5,2)	à RO1	RO MA0665 (PK 5,2)	RO MA0692 (PK 16)	RO MA0944 (PK 46)	RO MA0945 (PK 51)
Images Xeos 2004	02/09/2004	231 m ³ /s	210 m ³ /s	4,3	9,0	nd	nd
	05/09/2004	205 m ³ /s	189 m ³ /s	4,2	n/a	n/a	n/a
Photos obliques 2013	31/07/2013	142 m ³ /s	119 m ³ /s	3,9	8,7	17,5 à 18,3	
	01/08/2013	140 m ³ /s	119 m ³ /s	3,9	8,7	17,5 à 18,4	
Images Pléiades 2014	08/06/2014	125 m ³ /s	73 m ³ /s	3,8	8,4	n/a	n/a
	03/07/2014	200 m ³ /s	172 m ³ /s	n/a	n/a	17,8 à 18,7	
Photos obliques 2015	24/10/2015	207 m ³ /s	202 m ³ /s	4,2	9,2	18,1 à 19,0	
Photos obliques 2018	28/07/2018 12h à 15h30	205 m ³ /s	203 m ³ /s	4,2	9,2	18,1	19,0
	29/07/2018 13h à 17h	210 m ³ /s	408 à 410 m ³ /s	4,3	9,3	18,8	19,02 à 19,43
	30/07/2018 7h à 12h	310 à 330 m ³ /s	203 m ³ /s	4,7	9,4	18,2	19,0
	31/07/2018 7h à 9h	259	197	4,4	9,4	18,13 à 18,34	18,98 à 19,70
Orthophotos 2018	13/08/2018	222 et 225 m ³ /s	198 à 200 m ³ /s	4,2	9,2	18,1	nd

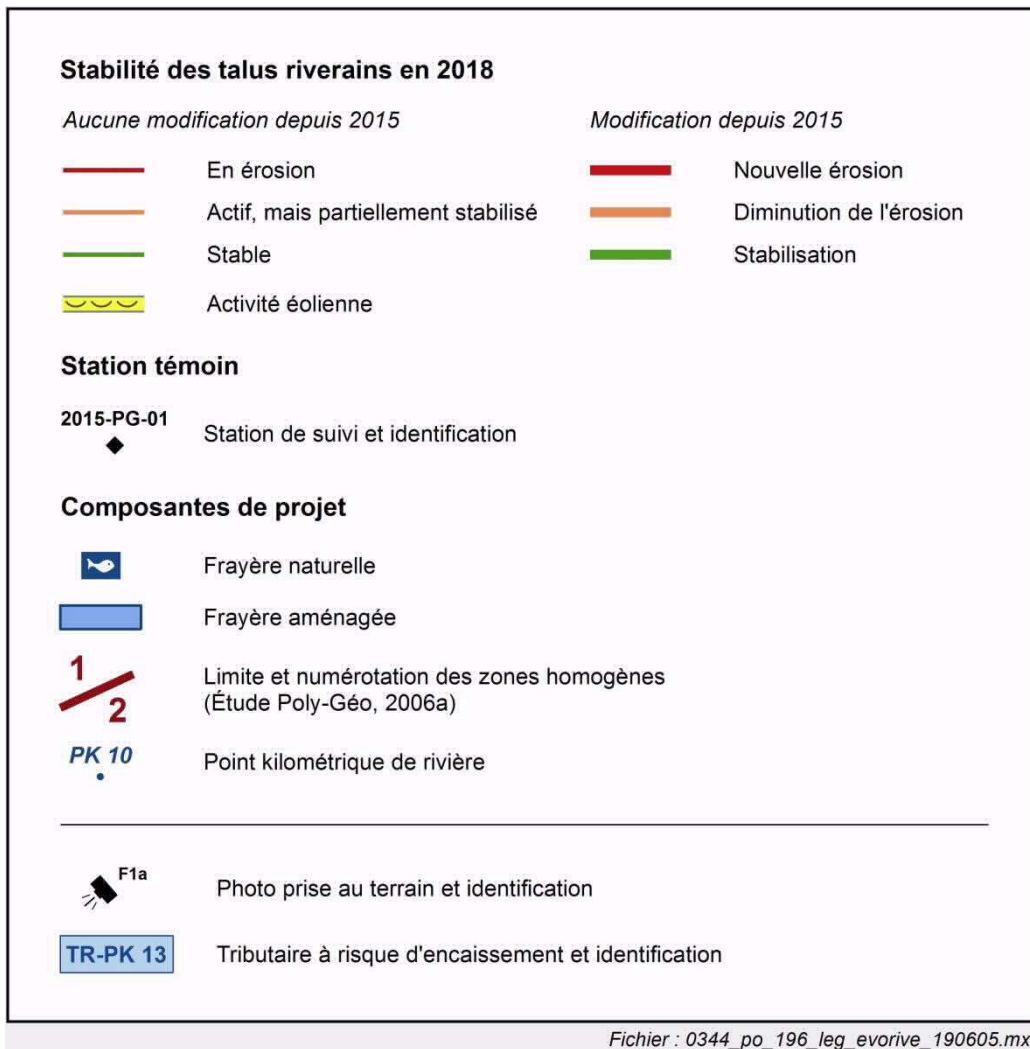
¹ Les valeurs indiquées pour les années 2004 à 2015 correspondent aux débits moyens journaliers. Celles pour l'année 2018 correspondent aux débits horaires.

² Niveaux d'eau approximatifs obtenus d'Hydro-Québec, calculés avec le modèle hydraulique et validés avec les mesures prises aux stations hydrométriques des PK5,2, 16,2, 34,5, 46,2 et 51 au moment des relevés.

n/a : les images prises à la date indiquée en début de ligne ne couvrent pas ce segment de rivière

nd : niveau d'eau non disponible

FIGURE 3 : LÉGENDE DE LA CARTE 2 (ANNEXE 3) : ÉVOLUTION DE L'ÉTAT DES RIVES



4.1 ÉROSION DES RIVES

Afin de faciliter le suivi et l'évolution de l'état des rives au cours du suivi, les résultats sont présentés pour chacune des zones homogènes qui ont été établies lors de l'étude d'impact sur l'environnement (Poly-Géo, 2006a). Ces zones ont été délimitées en tenant compte de la morphologie et des caractéristiques hydrologiques de la Romaine ainsi que de la nature des berges et des matériaux encaissants. Le secteur à l'aval de Romaine-1 comprend les zones 1 à 6 (carte 1). Les résultats sont illustrés sur les cartes fournies en annexe (annexe 3 : carte 2). Chaque feuillet de la carte 2 présente des photographies comparatives des rives les plus représentatives, prises en 2013, 2015 et 2018. Ces photos sont identifiées par un code composé du numéro du feuillet (*F1* à *F3*) suivi d'une lettre (*a* à *h*, de l'aval vers l'amont).

Le tableau 2 compile la longueur des rives considérées instables en 2018 et indique les pourcentages pour chaque zone homogène et l'ensemble de la zone d'étude. La comparaison avec les résultats obtenus lors des études antérieures (2004-2005, 2013, 2015) est présentée au tableau 3.

En 2018, des 134 km de rives qui composent la zone d'étude, ~14 km sont instables ce qui représente environ 10 % de l'ensemble des rives à l'aval de Romaine-1. De ce chiffre, 11,4 km sont en érosion et près de 2,5 km sont considérées partiellement stabilisées. On constate une légère augmentation d'environ 200 m de la longueur des rives instables par rapport aux relevés de 2015 (tableau 3). L'essentiel de la nouvelle érosion relevée est faible et se concentre à la base des talus, au niveau de la berge. Elle se manifeste surtout par le déchaussement plus marqué des racines, l'apparition de nouvelles encoches d'érosion au pied des talus ou sur la berge ou encore par une certaine dégradation du tapis végétal riverain (voir photo 6, annexe 2).

Dans l'ensemble, la distribution des rives instables demeure à peu près la même qu'en 2015. Les rives des zones homogènes 2 et 3 demeurent toujours les plus actives. À elles seules, ces deux zones regroupent 70% des rives instables à l'aval de la centrale de la Romaine 1. Vient ensuite la zone 5 qui en compte 2,5 km (9 %). Les zones 1, 4 et 6 demeurent toujours les moins touchées. La légère augmentation de l'érosion provient essentiellement de nouvelles rives en érosion relevées dans la zone 2, tel qu'il avait été anticipé (en aval du PK 25). On note également une augmentation de l'érosion dans la zone 4.

La répartition des rives instables à l'intérieur de chaque zone homogène est décrite plus en détail dans les sections qui suivent.

4.1.1 ZONE HOMOGENÈNE 1 (PK 0 À 2,2)

Les matériaux encaissants de cette zone étant majoritairement rocheux et résistants à l'érosion, on n'y signale qu'une très faible activité érosive, qui affecte moins de 1 % des rives. L'érosion est limitée à un court segment de la rive droite situé vers le PK 1,7, où la rive est formée de matériaux sableux en pente douce. La rivière y a déchaussé et érodé, dans le haut de la berge, de petites mottes de sable couvertes de plantes herbacées. Le phénomène a été relevé en 2004-05, en 2013 et en 2018, sur des longueurs variant entre 70 et 140 m. En 2015, en raison possiblement des hauts niveaux d'eau qui prévalaient lors des relevés, cette faible érosion n'avait pas été observée et la rive avait été considérée stable.

4.1.2 ZONE HOMOGENÈNE 2 (PK 2,2 À 16)

Au cours des trois dernières années, l'érosion s'est sensiblement étendue sur les rives de la zone homogène 2. La longueur des rives instables est passée de 3,3 km (9 % des rives) en 2015 à environ 4,2 km (11 %) en 2018. De ce total, environ 3,3 km sont en érosion et 0,8 km sont partiellement stabilisées. Cette évolution récente contraste avec la tendance à la stabilisation qui avait été notée entre 2013 et 2015.

L'activité érosive se concentre, comme lors des étapes antérieures du suivi, sur la rive gauche, en amont du PK ~11,5, où de hauts talus argileux (~10 à 20 m) sont sujets aux glissements de terrain et aux éboulements (photos F1d, f et g, feuillet 1, carte 2). On signale dans ce secteur un seul nouveau glissement depuis 2015, au PK 13,3 (photo 4, annexe 2) et un déchaussement plus important de la végétation du pied du talus, entre les PK 11,5 et 12 (photo F1c).

Dans le reste de la zone, l'érosion est limitée à de courts segments discontinus, le long de terrasses sableuses dont la hauteur varie de 2-3 m à ~10 m (photos F1a, b et h). Elle se manifeste par de petits éboulements ponctuels ou par du sapement et du déchaussement de la végétation à la base des talus. Les stations 2015-PG-01 et 2015-PG-03 installées sur la rive droite aux PK 14 et 6 respectivement, permettent de suivre l'évolution de ces talus plus en détails (section 4.2).

La nouvelle érosion survenue depuis 2015 affecte de courts segments de rive dispersés surtout en rive droite, vers les PK 3, 7, 10 et 14. Il s'agit d'une érosion de faible ampleur : sapement, déchaussement des racines des arbustes et petits éboulements. De façon générale, à la base de plusieurs des talus riverains de la zone 2, le déchaussement est clairement plus prononcé qu'il ne l'était en 2015 (photos 5 et 6, annexe 2).

Le talus de sable qui forme la rive « est » de l'île des Officiers (PK 13), à l'embouchure la rivière Puyjalou, a été déstabilisé par sapement et éboulements depuis 2015 (photo F1e et photos A5-5 et A5-6, annexe 5). Par contre, sur la rive nord de l'île, un segment de rive de 0,5 km de long, qui était en voie de stabilisation, est maintenant considéré stable.

Environ 400 m des talus qui étaient instables en 2015 sont considérés partiellement stabilisés en 2018. Il s'agit de courts segments de rive où la reprise de la végétation a progressé dans les cicatrices d'éboulements ou de glissements de terrain. Ces rives sont regroupées entre les PK 14 et 15, sur les deux rives du cours d'eau, et vers le PK 6, en rive droite (photos 7 et 8, annexe 2).

4.1.3 ZONE HOMOGENÈ 3 (PK 16 À 30,5)

Bien que la zone 3 soit la plus affectée par l'érosion à l'aval de Romaine-1, on y a constaté depuis 2013 une nette diminution de la longueur des rives instables. Alors que celles-ci totalisaient 7,6 km en 2013, puis 6,4 km en 2015, elles s'allongent désormais sur 5,7 km. Durant cet intervalle de cinq ans, la proportion des rives instables est passée de 20,5 % à 15,5 %. Sur les 5,7 km de rives qui demeurent instables, 4,3 km sont en érosion et 1,4 km sont partiellement stabilisées.

L'érosion se concentre dans trois principaux secteurs,

- ✓ Sur la rive gauche, entre les PK 17 et 20, le rebord de hautes terrasses argileuses (15-20 m) est découpé par les cicatrices de nombreux glissements et éboulements, dont certaines demeurent en bonne partie dénudées (photos F2a et F2b, feuillet 2, carte 2). Aucun glissement n'est toutefois survenu dans ce secteur depuis 2015. La station 2015-PG-02 est installée le long de ce segment de rive;
- ✓ sur la rive droite, entre les PK 20,5 et 22, un talus argileux de plus de 10 m de hauteur est partiellement stabilisé, mais porte les marques d'éboulements et de petits glissements récents (photos F2d, e et f), dont au moins deux sont survenus depuis 2015. La station 2013-PG-01 rend compte de l'évolution de ce segment de rive ;
- ✓ entre les PK 22,5 et 25, un long segment de la rive gauche demeure en érosion par sapement et éboulement à la base du talus d'environ 15 m de hauteur (photo F2g). Des talus d'argile moins élevés (comme celui de la station 2013-PG-02) sont aussi en érosion au pourtour de l'île Mistaministukuetsuan. Sur la rive droite de la rivière, le talus riverain est largement stabilisé, mais un éboulement récent s'est produit au PK 23,4 (photo 9, annexe 2).

La tendance à la stabilisation des dernières années est surtout manifeste sur la rive gauche, entre les PK 16,5 et 20, où plusieurs segments du haut talus argileux sont maintenant considérés partiellement stabilisés ou stables (photos 10 et 11, annexe 2).

Par ailleurs, il n'y a pratiquement plus d'érosion sur les rives situées en amont du PK 25. Les quelques courts segments qui étaient en voie de stabilisation ou instables en 2015 sont pour la plupart maintenant considérés stables (photo F2h) ou en voie de le devenir. Un court segment de rive semble avoir été déstabilisé depuis 2015 (photo 12, annexe 2).

4.1.4 ZONE HOMOGENÈ 4 (PK 30,5 À 35)

Une bonne partie des rives de la zone 4 sont résistantes à l'érosion, car le roc affleure régulièrement au niveau de la berge, au pied des talus de matériaux meubles. La longueur des rives instables avait légèrement diminué lors des étapes précédentes du suivi, passant de 800 m en 2013 à 622 m en 2015, ce qui représentait alors 7 % des rives de la zone. Au cours des trois dernières années, la tendance s'est inversée et 500 m de rives ont été déstabilisées. Les rives instables totalisent désormais 1,1 km, soit ~10 % du total de la zone.

L'activité érosive se concentre, comme en 2013 et 2015, sur la rive droite, entre les PK 33 et 33,5, dans un secteur où la rivière forme un élargissement, immédiatement à l'aval d'un seuil rocheux. À cet endroit, en raison de la présence d'îlots rocheux dans le centre du cours d'eau, l'écoulement est dévié vers le fond de la baie, au nord, de sorte que les talus argileux

qui forment la rive sont continuellement sollicités par les courants. On y avait noté en 2015 la présence d'un nouveau glissement, vers le PK 33,5 (photos F3a, feuillet 3, carte 2). Depuis, l'érosion s'est étendue au fond de la baie et un segment qui était en voie de stabilisation au nord-ouest de la station 2013-PG-03 a été réactivé par sapement essentiellement. La nouvelle érosion relevée se concentre essentiellement au niveau de la berge, où l'on note une intensification du sapement à la base des talus ou encore une dégradation plus marquée du couvert végétal riverain (photos 13 et 14, annexe 2).

L'érosion s'est aussi étendue à deux segments de la rive gauche compris entre les PK 33 et 34. Des talus de sable de quelques mètres de hauteur sont le lieu de petits éboulements et la végétation riveraine subit davantage de déchaussement. Par contre, aucune érosion n'a été identifiée sur les rives à proximité de la frayère naturelle du PK 34,5.

Le tronçon de rivière compris entre les PK 33 et 34 se trouve au pied d'importants rapides (Rapide à Ferdinand) et les rives, soumises à de forts courants, y étaient en partie actives en conditions naturelles. L'intensification de l'érosion observée depuis 2015 à la base des talus est sans doute liée aux fluctuations journalières de débits et niveaux plus fréquentes depuis la mise en service de la centrale de la Romaine-1

4.1.5 ZONE HOMOGENÈME 5 (PK 35 À 47)

La plupart des talus riverains de cette zone homogène sont entaillés dans des terrasses sableuses et sablo-graveleuses de hauteur variable, qui présentent une certaine sensibilité à l'érosion. Sur la rive gauche, entre les PK 37 et 38,5, où le talus atteint 20 m de haut, des sédiments argileux sont présents sous les sables.

Malgré ces caractéristiques, la longueur des rives instables était restée pratiquement la même en 2013 (3,3 km) et 2015 (3,25 km), ce qui représentait ~12 % des rives de la zone 5. Depuis 2015, on note une tendance à la stabilisation des rives, et la longueur des rives instables est passée à 2,5 km (9 % des rives de la zone). De ce total, 2,4 km sont en érosion et ~0,1 km sont partiellement stabilisés.

Même si la proportion des rives instables est comparable à celle des zones homogènes situées plus en aval, l'intensité de l'érosion est ici plus faible. La plupart des rives instables sont situées dans la portion amont de la zone, sur les deux rives entre les PK 43 et 44, et sur la rive ouest d'une île, entre les PK 46 et 47. Dans ces deux secteurs, l'érosion se limite au déchaussement de la végétation à la base des basses terrasses sableuses (photo 15, annexe 2).

En aval du PK 43, les rives instables sont dispersées et peu étendues. Sur la rive droite, entre les PK 41 et 41,5, un talus sablo-graveleux est en grande partie colonisé par la végétation (photos F3d, feuillet 3, carte 2 et station 2013-PG-04). Sa partie supérieure demeure dénudée et des éboulements peuvent s'y produire ponctuellement, en raison de la faible cohésion des matériaux, mais le pied du talus n'est plus sollicité par la rivière depuis un certain temps. Cette rive est désormais considérée stable.

Plus en aval, le long du haut talus qui forme la rive gauche – concave - entre les PK 37 et 38,5, l'érosion est désormais limitée à quelques courts segments discontinus correspondant aux cicatrices de glissements et d'éboulements relativement récents encore dénudées

(Photos F3b et c). La plus grande partie du talus, qui était en voie de stabilisation en 2015, est désormais considérée stable.

Malgré la tendance générale à la stabilisation, de courts segments de rive dispersés entre les PK 35 et 44 ont été érodés depuis 2015, par sapement et éboulements. On notera entre autres l'érosion des rives d'un tributaire, près de son embouchure (au PK 37, en rive droite) et un nouvel éboulement de 8-10 m de hauteur survenu sur la rive droite au PK 39,7 (photo 16, annexe 2).

L'état des rives dans la zone 5 ne pose pas de risque d'ensablement pour la frayère située sur la rive droite, au PK 46. L'érosion qui affecte la rive ouest de l'île, en amont de la frayère, entre les PK 46,2 et 46,9, est mineure (déchaussement) et ne livre à la rivière que de très faibles volumes de sable. Les talus riverains qui occupent la rive droite à proximité de la frayère sont stables.

4.1.6 ZONE HOMOGENE 6 (PK 47 À 52,5)

Les rives de cette zone étant essentiellement rocheuses, l'érosion y est très limitée. Sur un total de 12,2 km de rives, seulement 275 m étaient instables en 2013, et 213 m en 2015 (soit ~2 %). En 2018, les rives instables totalisent désormais 381 m. Cette augmentation de ~170 m s'explique en partie par l'ajout d'un court segment de rive en érosion (d'environ 20 m de longueur), mais est davantage liée au fait que les limites des zones d'érosion ont pu être tracées plus précisément à l'aide des photographies aériennes numériques de 2018. Si bien que la longueur des rives actives situées sur la rive gauche entre les PK 49 et 50, totalise désormais 150 m de plus qu'en 2015.

Le seul segment de rive qui a été déstabilisé depuis 2015 se situe au pied d'un haut talus sur la rive droite, au PK 49. Les petits éboulements qui se sont produits ont laissé le talus dénudé sur quelques mètres de hauteur par environ 20 m de largeur (voir Photo F3e, feuillet 3, carte 2). À l'exception de ces petits éboulements récents, l'activité érosive se limite à un léger sapement à la base de quelques talus sableux dispersés entre les PK 48 et 50 (Photos F3f et g), tout comme c'était le cas en 2015. Trois des segments qui étaient en érosion en 2015, sur la rive gauche, sont désormais considérés partiellement stabilisés.

Globalement, l'érosion riveraine identifiée dans la zone 6 entre les PK 48 et 50 est mineure, peu étendue et semble évoluer très lentement. Par conséquent, il est improbable que les apports de sédiments livrés à la rivière par cette érosion faible soient significatifs et problématiques pour la frayère et les aires d'alevinage aménagées au PK 49.

TABEAU 2 : COMPILATION DES RIVES INSTABLES EN 2018

	Rives instables en 2018 (m)			Longueur totale des rives ¹ (m)	% par rapport à la zone homogène	% par rapport à l'ensemble du tronçon de rivière
	En érosion	Partiellement stabilisées	Total			
Zone homogène 1 (PK 0 à 2,2)	70	0	70	9 139	0,8%	0,1%
Zone homogène 2 (PK 2,2 à 16)	3 347	817	4 163	37 132	11,2%	3,1%
Zone homogène 3 (PK 16 à 30,5)	4 320	1 410	5 730	36 919	15,5%	4,3%
Zone homogène 4 (PK 30,5 à 35)	1 114	0	1 114	10 744	10,4%	0,8%
Zone homogène 5 (PK 35 à 47)	2 413	76	2 489	27 933	8,9%	1,9%
Zone homogène 6 (PK 47 à 52,5)	170	211	381	12 159	3,1%	0,3%
Total	11 434	2 514	13 948	134 026	--	10,4%

¹ La longueur des rives a été mesurée au droit de la ligne de berge identifiée sur les fonds de carte à l'échelle du 1 : 20 000. Elle inclut les rives droite et gauche ainsi que le pourtour des îles.

TABLEAU 3 : ÉVOLUTION DES RIVES INSTABLES DEPUIS 2004-2005

	État de référence				Suivi en phase d'exploitation				Longueur totale des rives ² (m)
	2004-2005		2013		2015		2018		
	Longueur des rives instables (m)	% des rives instables ¹	Longueur des rives instables (m)	% des rives instables ¹	Longueur des rives instables (m)	% des rives instables ¹	Longueur des rives instables (m)	% des rives instables ¹	
Zone homogène 1 (PK 0 à 2,2)	100	0,1%	138	0,1%	0	0,0	70	0,1%	9 139
Zone homogène 2 (PK 2,2 à 16)	7 900 ³	5,9%	4 384	3,3%	3312	2,5%	4163	3,1%	37 132
Zone homogène 3 (PK 16 à 30,5)	7 200 ³	5,4%	7 594	5,7%	6364	4,7%	5730	4,3%	36 919
Zone homogène 4 (PK 30,5 à 35)	1 500	1,1%	800	0,6%	622	0,5%	1114	0,8%	10 744
Zone homogène 5 (PK 35 à 47)	2 800	2,1%	3 326	2,5%	3248	2,4%	2489	1,9%	27 933
Zone homogène 6 (PK 47 à 52,5)	0	0,0%	275	0,2%	213	0,2%	381	0,3%	12 159
Total	19 500	14,5%	16 517	12,3%	13 759	10,3%	13 947	10,4%	134 026

¹ Le pourcentage des rives instables a été calculé par rapport à la longueur totale des rives à l'aval de Romaine-1 (~134 km).

² La longueur des rives a été mesurée au droit de la ligne de berge identifiée sur les fonds de carte à l'échelle du 1 : 20 000. Elle inclut les rives droite et gauche ainsi que le pourtour des îles.

³ La longueur des rives instables en 2004-2005 pour les zones 2 et 3 diffère de celle apparaissant aux tableaux de l'étude d'impact d'Hydro-Québec (2007) car on y a retranché les rives affectées par l'érosion éolienne, de 1 600 m (zone 2) et 1 400 m (zone 3). Celles-ci sont traitées au tableau 4 du présent rapport.

4.1.7 ÉROSION ÉOLIENNE

Le tableau 4 compare les longueurs de rives touchées par l'érosion éolienne lors de l'état de référence (en 2004, puis ajusté en 2013) avec celles observées en 2015 et en 2018. L'érosion éolienne semble toujours manifeste en 2018, mais n'affecte plus que 3,9 km de rives, ce qui représente une baisse de 765 m par rapport à 2015.

Des signes d'activité éolienne sont toujours relevés au droit des portions de rivages adjacents aux vastes bancs sableux des zones 2 et 3, entre les PK 5 et 13 de la rivière (zone 2) et entre les PK 18 et 28 (zone 3). Elle se limite le plus souvent à la formation de rides de faible amplitude sur la berge et au recouvrement partiel de la végétation riveraine par le sable transporté par le vent. Dans les secteurs les plus exposés aux vents, soit sur la rive sud des îles Nekau et des Officiers (zone 2, PK 10 et PK 11 à 13), de même que sur deux segments du rivage entre les PK 18 et 21,5 (zone 3), les dunes qui se sont développées dans la partie supérieure du rivage sont encore visibles, mais celles-ci ne semblent plus progresser significativement. On note même une tendance assez marquée à la revégétalisation.

La plupart des segments retranchés en 2018 correspondent à des rives où le couvert végétal s'est étendu et densifié de sorte que celui-ci protège désormais les surfaces sableuses de l'attaque du vent. Sur la rive droite au PK 22,5, la végétation a recolonisé une bonne part de la surface éolisée au cours des derniers 14 ans, si bien que le segment affecté par l'activité éolienne n'est plus que d'une cinquantaine de mètres (voir photos 17 et 18, annexe 2).

L'activité éolienne demeure mineure et n'a que très peu d'impacts sur le recul des rives et les apports de sédiments à la rivière.

TABLEAU 4: ÉVOLUTION DE L'ACTIVITÉ ÉOLIENNE DEPUIS 2004-2005

	Rives affectées par l'érosion éolienne								Longueur totale des rives ² (m)
	État de référence				Suivi en phase d'exploitation				
	2004-2005		2013		2015		2018		
	(m)	% ¹	(m)	% ¹	(m)	% ¹	(m)	% ¹	
Zone homogène 1 (PK 0 à 2,2)	0	0	0	0	0	0	0	0	9 139
Zone homogène 2 (PK 2,2 à 16)	1 600	1,2%	2 640 ³	2,0%	2 040	1,5%	1 695	1,3%	37 132
Zone homogène 3 (PK 16 à 30,5)	1 400	1,0%	2 610 ³	1,9%	2 610	1,9%	2 190	1,6%	36 919
Zone homogène 4 (PK 30,5 à 35)	0	0	0	0	0	0	0	0	10 744
Zone homogène 5 (PK 35 à 47)	0	0	0	0	0	0	0	0	27 933
Zone homogène 6 (PK 47 à 52,5)	0	0	0	0	0	0	0	0	12 159
Total	3 000	2,2%	5 250	3,9%	4 650	3,5%	3 885	2,9%	134 026

¹ Le pourcentage des rives subissant de l'érosion par le vent a été calculé par rapport à la longueur totale des rives à l'aval de Romaine-1 (~134 km).

² La longueur des rives a été mesurée au droit de la ligne de berge identifiée sur les fonds de carte à l'échelle du 1 : 20 000. Elle inclut les rives droite et gauche ainsi que le pourtour des îles.

³ Les relevés de 2013, qui traitaient exclusivement des rives à l'aval du site de RO-1, ont été plus détaillés et ont fait l'objet de plusieurs arrêts au sol. Par conséquent, on a pu déceler les signes de remaniement superficiel par le vent, imperceptibles lors de l'étude plus générale de 2004. Pour cette raison, les longueurs comptabilisées en 2013 englobent les secteurs de dunes actives (1600 m dans la zone 2 et 1400 m dans la zone 3) ainsi que les rives où l'érosion éolienne est plus faible (d'environ 1000 m dans la zone 2 et 1200 m dans la zone 3).

4.2 STATIONS TÉMOINS

Depuis le début du programme de suivi, sept (7) stations ont été implantées, quatre (4) en 2013 et trois (3) en 2015.

L'emplacement des stations a été choisi de façon à représenter une variété de conditions riveraines dans le but d'établir un portrait caractéristique de l'évolution des rives. Les trois sites de stations supplémentaires installées en 2015 avaient été sélectionnés afin de documenter l'évolution des rives en aval du PK 25, secteur où l'on prévoyait une augmentation de la longueur des rives instables suite à la mise en service des aménagements (Hydro-Québec, 2007).

Les profils topographiques relevés dans l'axe des stations sont illustrés sur des figures présentées à l'annexe 4. Des photographies comparatives de l'état des rives aux sites des stations accompagnent les profils (photos A4-1 à A4-28). Le tableau 5 présente une synthèse des principales caractéristiques des stations (coordonnées, orientation du profil, conditions riveraines, évolution depuis 2015, etc.).

4.2.1 STATION 2013-PG-01 (PK 21,4, RIVE DROITE)

La station témoin 2013-PG-01 est située en rive droite de la rivière près du PK 21,4 dans l'axe d'un glissement qui paraissait récent en 2013. Le talus d'une douzaine de mètres de hauteur est constitué d'argile (>10 m d'épaisseur) surmontée d'une mince couche de sable contenant des traces de gravier, elle-même recouverte de ~2 m de tourbe. Cette dernière est caractérisée par une importante concentration de matières ligneuses (troncs et racines) à sa base, au contact du matériel minéral. Une langue de débris formée par les matériaux tourbeux et argileux éboulés s'avance sur la berge et porte de nombreux arbres et arbustes inclinés provenant de la partie supérieure du versant (annexe 4 : figure 4 et photos A4-1 à A4-3).

En 2013, l'absence de végétation herbacée dans la partie supérieure du talus et la présence de fragments de tourbe fraîchement éboulés dans le versant témoignaient de l'activité récente du talus (photo A4-1). La présence d'un micro-talus développé dans les matériaux éboulés indiquait que la base du talus était sollicitée par la rivière durant les périodes de hautes eaux.

Lors des relevés de 2015, un recul de 3 m du rebord supérieur du talus avait été mesuré et un nouveau piquet avait dû être installé à une distance de 7 m du rebord du talus. L'accumulation de tourbe éboulée et la présence de nouveaux arbres basculés dans le versant montraient que celui-ci était toujours actif (photo A4-2). Par contre, aucun changement notable n'avait été observé à la base du versant hormis la présence d'un micro-talus taillé dans les argiles éboulées au niveau des hautes eaux.

Les relevés de 2018 n'ont révélé que des changements mineurs depuis 2015. La pente de la portion supérieure du talus s'est raidie légèrement et les matériaux tourbeux éboulés dans le versant se sont affaissés de quelques mètres (figure 4). Une fissure observée dans la tourbe près du rebord du talus (photo A4-4) et la présence d'un petit éboulement de tourbe survenu depuis 2015 à proximité de la station (entouré sur la photo A4-3) indiquent que ce talus est toujours actif. Cependant la reprise assez généralisée de la végétation herbacée dans les matériaux éboulés laisse à penser que le versant évolue lentement (photo A4-3).

TABLEAU 5 : LOCALISATION ET DESCRIPTION DES STATIONS TÉMOINS

Station témoin	PK	Rive	Coordonnées géographiques ¹		Azimut (°)	Date et heure des relevés	Débit (m ³ /s) ²		Niveau d'eau estimé (m)	Conditions riveraines	Modification depuis 2015
			X (m E.)	Y (m N.)			au PK 5,2	à RO-1			
2013-PG-01	21,4	droite	372 299	5 575 725	184	30/07/2018 12:00	310	203	9,7	- talus argileux surmonté de sable (<1m) et de tourbe (~2m); - ~12 m de hauteur; - rive en érosion: cicatrice de glissement antérieure à 2013; - talus dénudé; - végétation éboulée au pied du talus	- changements mineurs dans le haut du talus; - affaissement des matériaux éboulés vers le bas du talus; - revégétalisation partielle des matériaux éboulés.
2013-PG-02	24,5	rive gauche de l'île Mistaministukueetshuan	375 381	5 575 178	144	30/07/2018 14:00	291	202	9,8	- talus argileux recouvert d'une couche de sable (2 m); - 5-6 m de hauteur; - rive en érosion: éboulement récent; - quelques herbacées très clairsemées dans le talus	- pente du talus devenue plus abrupte; - éboulement d'une portion de la couche organique en porte-à-faux; - nouvelles encoches d'érosion dans les argiles à la base du talus; - sable partiellement décapé au niveau de la berge.
2013-PG-03	33,5	droite	383 309	5 576 725	224	30/07/2018 16:00	274	234	10,1	- talus argileux; - ~10 m de hauteur; - rive en érosion : éboulement récent; - reprise partielle de la végétation; - rive concave vulnérable à l'érosion fluviale.	- nouveau recul d'environ 20cm du rebord du talus; - nouveau talus d'érosion à la base du talus; - matériaux nettement plus grossiers (gravier, cailloux et blocs) sur la berge; - pas de reprise évidente de la végétation.
2013-PG-04	41,3	droite	389 033	5 576 082	10	29/07/2018 16:30	211	410	18,9	- talus sablo-graveleux; - ~10 m de hauteur; - éboulement ancien; rive désormais stable; - base du talus stable, colonisée par une végétation mature; - pavage de cailloux sur la berge.	- aucun changement significatif noté depuis 2015; - pas de signe d'instabilité dans le versant; - faible densification de la végétation dans la partie supérieure du talus; - micro-talus à la base toujours présent, mais ne semble plus sollicité.
2015-PG-01	14	droite	365 607	5 575 457	198	28/07/2018 14:00	205	203	4,6	- talus haut d'environ 3 m, composé d'argile recouverte d'une mince couche de sable et de quelques mètres de tourbe; - rive considérée stable en 2015 car le déchaussement y était ponctuel; - talus végétalisé par des éricacées et de petits arbustes; - lisière d'arbustes denses (aulnes) sur la berge, au pied du talus.	- peu de changement dans le talus; - déchaussement plus marqué et étendu de la bande arbustive riveraine; - tapis de végétation riveraine possiblement érodé ou partiellement enseveli par sédimentation.
2015-PG-02	19	gauche	370 296	5 574 230	346	30/07/2018 11:30	318	202	9,5	- talus argileux; - ~20 m de hauteur; - rive en érosion : éboulement récent en 2013 a été réactivé en 2015; - talus partiellement dénudé; - végétation éboulée au pied du talus;	- peu de changement noté depuis 2015; - présence d'argile de consistance très molle par endroits; - léger affaissement des matériaux argileux ; - pas de reprise notable de la végétation dans le talus - présence d'un éboulement récent à faible distance de la station .
2015-PG-03	6	droite	358 469	5 577 111	172	30/07/2018 10:30	322	203	4,6	- talus ~10 m de hauteur composé de sable; - rive affectée par des éboulements ; - talus en grande partie dénudé; - berge composée de matériaux plus fins (silt sableux et argile) affectée par du ravinement ; - présence sporadique de cailloux et de blocs sur la berge.	- profil du talus à changé légèrement; - petit éboulement dans la partie supérieure du talus; - développement de micro-talus à la base du talus; - présence d'herbacées dans le talus.

¹ Coordonnées géographiques du repère principal implanté à 20 m du rebord supérieur du talus (projection MTM fuseau 5, Nad 83).

² Débit horaire turbiné à RO-1. Débit moyen horaire au PK 5,2 (ROMA0665).

Au niveau de la berge, peu de changement est observé autre que le déplacement des débris ligneux et le remaniement des sables sur la plage. Depuis 2013, on note une certaine reprise de la végétation dans la partie supérieure de la berge (indiqué sur la photo A4-3).

Bien que cette rive ait peu évolué depuis 2013 et 2015, elle est toujours considérée active en 2018.

4.2.2 STATION 2013-PG-02 (PK 24,5)

La station 2013-PG-02 est située sur la rive gauche de l'île Mistaministukueuetshuan aux environs du PK 24,5 (carte 2). Elle a été implantée en bordure d'un éboulement qui affecte un talus d'environ 5-6 m de hauteur constitué d'argile surmontée d'une couche de sable lité d'environ 2 m d'épaisseur (annexe 4 : figure 5; photos A4-5 à 8). Une mince couche de matière organique recouvre les sables et retombe en porte-à-faux au-dessus du talus. La végétation qui colonise les terrains en bordure du talus est dense et composée d'arbres matures. Une couverture discontinue de sable recouvre les argiles sur la berge.

En 2013, l'éboulement semblait récent et toujours actif. Les argiles affleuraient fréquemment dans la partie inférieure du versant. On notait la présence de quelques jeunes herbacées très clairsemées, mais la majeure partie du talus demeurait dénudée. Sur la berge, les sables éboulés avaient été remodelés par la rivière et formaient une plage au-dessus des argiles en place (photo A4-5).

Peu de changements avaient été observés lors des relevés de 2015 (photo A4-6). Aucun recul du talus n'avait été mesuré dans l'axe de la station et tous les piquets étaient encore en place. La seule érosion observée se traduisait par des sables éboulés qui recouvraient presque entièrement les argiles sur le front du talus. Mis à part ces changements, on ne signalait pas d'intensification ou de reprise significative de l'érosion et la végétation qui colonisait les versants ne semblait pas avoir subi de croissance évidente.

Les observations de 2018 indiquent que le profil de la rive s'est légèrement modifié à cette station (photo A4-7). Bien qu'aucun recul n'ait été mesuré au sommet du talus, un peu de sable s'est éboulé, ce qui a provoqué l'affaissement d'une portion du tapis organique en porte-à-faux. À la base du talus, de nouvelles petites encoches d'érosion se sont formées dans les argiles (photo A4-8), si bien que le profil général du talus est légèrement plus abrupt qu'en 2015 (figure 5). Les sables éboulés qui couvraient la base du talus en 2015 ont été partiellement délavés par le ruissellement et les vagues en périodes de hautes eaux, créant de petits ravins au niveau de la berge. Cette rive est toujours considérée active en 2018.

4.2.3 STATION 2013-PG-03 (PK 33,5, RIVE DROITE)

La station témoin 2013-PG-03 se trouve en rive droite aux environs du PK 33,5 dans une petite baie soumise à de forts courants (carte 2) (annexe 4 : figure 6; photos A4-9 à A4-13). La station est installée en bordure d'un éboulement survenu dans un talus argileux d'une dizaine de mètres de hauteur.

En 2013, le talus dans l'axe de la station était entièrement dénudé. De petites rigoles incisées et la présence de plusieurs petites entailles à différentes élévations à la base du versant (photo A4-9) indiquaient que l'érosion y était très active et que le niveau de la rivière pouvait fluctuer sur 3 ou 4 m dans ce secteur. Le pied des talus avoisinant la station était colonisé par des arbustes et montrait peu de signes d'érosion.

En 2015, on notait relativement peu de changements dans la portion supérieure du talus (photo A4-10). On avait mesuré un certain recul (d'environ 30 cm) du rebord du talus, mais la pente de cette partie du versant demeurait sensiblement la même qu'en 2013. Dans la portion plus basse du talus, des signes d'érosion étaient toujours visibles jusqu'à une hauteur de 3 à 4 m au-dessus du niveau moyen de la rivière. Une encoche plus marquée (d'environ 50 cm) s'était développée à environ 3,5 m au-dessus du niveau de la rivière (montrée sur la photo A4-12), indiquant que l'érosion par les courants avait été assez sévère en période de très hautes eaux. Le profil de la rive en contrebas de cette encoche d'érosion semblait plus régulier qu'en 2013 et on n'y observait plus autant de marques d'érosion. La végétation qui colonisait les talus à proximité de la station ne semblait pas avoir subi de croissance ni de détérioration bien marquée.

En 2018, le rebord supérieur du talus n'a reculé que d'une vingtaine de centimètres et la pente générale du versant est demeurée sensiblement la même. Comme en 2013 et en 2015, la partie supérieure du talus a donc très peu évolué et les signes d'érosion se concentrent dans la partie inférieure de la rive. En 2018, l'érosion se manifeste par contre plus bas sur la berge, à environ 2 m au-dessus du niveau de la rivière, où un nouveau talus d'environ 70 cm de hauteur s'est développé (figure 6 et Photo A4-13). L'encoche d'érosion notée en 2015 n'est plus visible. La pente de la plage est semblable à celle de 2015 (18° en 2018 et 21° en 2015), mais les matériaux y sont maintenant nettement plus grossiers (graviers, cailloux et blocs), ce qui permet de croire que la couche d'argile qui recouvrait encore le till sur la berge en 2015 a été en grande partie décapée. La comparaison de montages de photos de 2015 et de 2018 (photos A4-12 et 13) illustre bien l'ensemble du profil du talus et permet d'évaluer l'érosion qui s'est produite à la base du talus depuis 2015. Une partie du couvert d'herbacées en place en 2015 s'est affaissée suite au recul de la berge.

Cette rive est toujours considérée active en 2018. L'érosion n'est plus aussi marquée aux niveaux atteints par les crues, par contre, elle s'est intensifiée au niveau de la berge. Cette intensification de l'érosion est aussi observée sur les berges qui occupent le fond de la baie en aval de la station (voir section 4.1). Ceci est fort probablement lié au mode de gestion de la rivière qui a fait en sorte de régulariser les débits en période de crue (niveaux de crue moins élevés qu'en conditions naturelles), et d'augmenter la fréquence et l'amplitude des fluctuations des niveaux d'eau en été.

4.2.4 STATION 2013-PG-04 (PK 41,3, RIVE DROITE)

La station 2013-PG-04 a été établie en bordure d'une terrasse de sable graveleux d'une dizaine de mètres de hauteur en rive droite de la rivière près du PK 41,5 (carte 2) (annexe 4 : figure 7 et photos A4-14 à 16). Dans l'axe de la station, le pied du talus, qui présente un micro-talus de ~1,5 m de hauteur, n'est plus sollicité par la rivière depuis un certain temps, mais sa portion supérieure est encore dénudée et évolue probablement encore par petits éboulements. Rappelons que le rebord supérieur des versants sableux ou sablo-graveleux prend souvent du temps à se stabiliser en raison de la faible cohésion des particules, qui ont tendance à s'ébouler par gravité ou sont facilement emportées par le ruissellement après de fortes pluies ou suite à la fonte des neiges.

En 2013, on notait une nette tendance à la stabilisation par rapport aux relevés de terrain qui avaient été menés douze ans plus tôt (en 2001). La portion supérieure du talus demeurait encore partiellement dénudée, mais la base de la rive était stable et colonisée par une végétation dense et mature et la berge était déjà formée de cailloux. Cette portion de la rive, entièrement végétalisée, ne montrait plus aucun signe d'érosion.

Aucun changement notable n'a été observé dans ce versant entre 2013 et 2018 (photos A4-14, 15 et 16). Les piquets installés en 2013 sont toujours en place et le profil du talus est demeuré le même. La comparaison des photos de 2013 et de 2018 (photos A4-14 et 16, prises au même temps de l'année) montre une certaine densification de la strate herbacée dans la partie supérieure du versant, mais dans l'ensemble, le couvert végétal ne s'est pas étendu significativement depuis 2013. Aucun signe d'érosion n'est perceptible au pied du talus. Au moment des relevés en 2018, le niveau d'eau était plus élevé qu'en 2015, mais n'atteignait pas la base du talus.

Compte tenu que l'état général du talus vis-à-vis cette station n'a pas évolué depuis le début du programme de suivi des rives, cette rive est désormais considérée stable.

4.2.5 STATION 2015-PG-01 (PK 14, RIVE DROITE)

La station 2015-PG-01 a été installée en 2015 en bordure d'un talus de 3 m de hauteur situé en rive droite près du PK 14 (carte 2). Dans ce secteur, la rive est composée d'argiles surmontées d'une mince couche de sable fin silteux, recouverte de tourbe dont l'épaisseur atteint un peu plus de 2 m tout près du front du talus. Les sables affleurent au pied du talus, mais la berge se compose surtout d'argile. Le talus, qui s'est développé essentiellement dans la tourbe, présente une pente raide découpée en deux paliers. L'évolution du profil du talus depuis 2015 est schématisée sur la figure 8 de l'annexe 4. Les photos A4-17 à 19 (également à l'annexe 4) permettent de comparer le profil naturel du talus en 2013 (avant l'installation de la station témoin) avec celui relevé lors des suivis de 2015 et 2018. Les photos A4-20 et 21 montrent les rives de plus près et pointent les transformations mineures qui s'y sont produites entre 2015 et 2018.

En 2015, cette rive avait été considérée stable étant donné que le couvert végétal dense et mature paraissait suffisant pour bien protéger le pied de la rive contre l'action des vagues et que les signes d'érosion (essentiellement du déchaussement à la base de la végétation riveraine) n'y étaient observés que très ponctuellement (photo A4-18).

En 2018, les relevés effectués à cette station indiquent très peu de changement dans le talus. Par contre, des transformations mineures sont perceptibles dans la partie inférieure du rivage. La présence de fragments de tourbe et d'amas de débris ligneux au pied du talus montre que celui-ci est rejoint par la rivière en périodes de hauts niveaux d'eau. La comparaison de photos prises au sol en octobre 2015 et en juillet 2018 (photos A4-20 et 21) permet de déceler certains signes de dégradation de la végétation riveraine. On remarque le déchaussement plus net des racines et la dégradation des branches et du feuillage à la base des arbustes riverains, de même que la disparition partielle du tapis d'herbacées plus bas sur la berge (photos A4-19 et 21). L'enfouissement partiel de blocs (identifiés par une flèche sur les photos) permet de croire que cette berge aurait subi une faible sédimentation depuis 2015. Il est possible que cette accumulation de sédiments soit à l'origine de la dégradation partielle du tapis végétal sur le rivage.

En raison de l'intensification du déchaussement de la végétation et des signes de dégradation du tapis végétal sur la berge depuis 2015, cette rive est désormais considérée active. Les nouveaux signes d'activité relevés en 2018 demeurent dans l'ensemble mineurs et semblent progresser lentement. Il est fort peu probable que cette érosion faible en vienne à rejoindre les parties plus élevées de la rive et à déstabiliser les talus riverains.

4.2.6 STATION 2015-PG-02 (PK 19, RIVE GAUCHE)

La station 2015-PG-02 a été implantée en 2015 en bordure d'un talus instable de près d'une vingtaine de mètres de hauteur situé en rive gauche, vis-à-vis du PK 19 (carte 2). Les argiles y sont surmontées d'une couche de sable dont l'épaisseur est estimée à plus ou moins 4 mètres et d'une couche de tourbe de 1 à 2 m d'épaisseur. La portion inférieure de ce talus évolue par éboulement. L'évolution du profil du talus depuis 2015 est schématisée sur la figure 9 de l'annexe 4. La figure est accompagnée des photos A4-22 à 24 (également à l'annexe 4) qui comparent le profil naturel du talus en 2013 (avant l'installation de la station témoin) avec celui relevé lors des suivis de 2015 et 2018.

L'érosion était déjà active dans ce versant en 2013 (voir photo A4-22), mais un nouvel éboulement semble s'être produit par la suite, formant une langue de matériaux éboulés sur la berge (visible en 2015, photo A4-23). En 2015, la partie supérieure du talus était colonisée par des aulnes, des bouleaux et des épinettes matures et paraissait stable. La zone active à la base du versant comportait des sections abruptes entièrement dénudées, entrecoupées de matériaux éboulés en pente plus douce sur lesquels la végétation commençait à s'implanter. Sur la berge, la langue de matériaux éboulés et d'arbres basculés s'avancait légèrement dans la rivière.

En 2018, peu de changements sont perceptibles tant dans le profil général du talus qu'au niveau de la berge où les matériaux éboulés sont toujours en place. La végétation ne semble pas s'être étendue significativement sur les portions dénudées du versant et les argiles souvent très molles ne semblent pas entièrement stabilisées. D'ailleurs, on remarque qu'à certains endroits, des amas de matériaux éboulés semblent s'être affaissés un peu plus bas dans le talus. Bien que le profil ait peu évolué dans l'axe de cette station, la présence d'un petit éboulement survenu récemment juste en aval de la station (à droite sur la photo A4-24) indique que ce rivage demeure très sensible à l'érosion. Cette rive est toujours considérée active en 2018.

4.2.7 STATION 2015-PG-03 (PK 6, RIVE DROITE)

La station 2015-PG-03, installée en 2015, recoupe un talus sableux en érosion situé en rive droite de la Romaine aux environs du PK 6 (carte 2). Le talus qui fait une dizaine de mètres de hauteur est entièrement composé de sable fin. Une forêt d'arbre mature colonise le dessus du talus ainsi qu'une partie de sa portion supérieure, mais la majeure partie du versant est dénudée. Celui-ci évolue par petits éboulements. La berge forme une large platière, qui se compose de silt sableux et d'argile à travers lesquels percent quelques cailloux. La portion supérieure de la platière porte un couvert arbustif assez dense. L'évolution du profil de ce talus depuis 2015 est schématisée sur la figure 10 de l'annexe 4. Les photos A4-25 à 27 permettent de comparer le profil naturel du talus en 2013 (avant l'installation de la station témoin) avec celui relevé lors des suivis de 2015 et 2018. La photo A4-28 montre la rive de plus près.

Dans l'axe de la station, le talus est affecté par un petit éboulement qui était déjà actif en 2013 (photo A4-25). Sur la platière, exondée d'un peu plus de 15 m en 2015 et d'environ 7-8 m en 2018, les eaux de ruissellement ont entaillé de petits ravins de quelques dizaines de centimètres (très apparents en 2015, sur la photo A4-26).

L'aspect général de la rive ne semble pas avoir changé de façon significative depuis 2013 et 2015 (photos A4-25, 26 et 27). Par contre, les relevés effectués en 2018 indiquent que le profil du talus a subi de légères modifications depuis 2015 (figure 10). Dans la portion supérieure du talus, une encoche haute d'environ 80 cm s'est formée, probablement suite à l'éboulement des sables. Cette encoche est masquée par un arbre tombé dans l'axe du profil (photo A4-28). Au pied du talus principal, de petits talus d'érosion (de 20 à 60 cm de hauteur) se sont développés à différents niveaux sur la berge. Ils résultent probablement de l'attaque des vagues lorsque le niveau de la rivière est élevé (au printemps, en période de crue ou encore pendant les pointes estivales). La comparaison des photos de 2013 et 2018 (prises au même temps de l'année) indique que la bande arbustive riveraine tend à se densifier. On note également une légère reprise de la végétation herbacée dans le talus.

Malgré que cette rive n'ait pas beaucoup évolué depuis 2015 (et probablement depuis 2013), elle est toujours considérée active en 2018.

4.3 ÉVOLUTION DE L'EMBOUCHURE DES TRIBUTAIRES

4.3.1 MISE EN CONTEXTE

Dans l'étude d'impacts de 2007, on anticipait que certains des tributaires du cours inférieur de la Romaine risquaient de s'encaisser durant la deuxième phase du remplissage du réservoir de la Romaine 2, en raison de la réduction du débit et des niveaux d'eau dans la rivière durant cette période. On prévoyait que cette baisse de niveau affecterait le cours inférieur de certains tributaires, depuis leur embouchure jusqu'à leur premier seuil. L'encaissement fournirait essentiellement du sable qui s'accumulerait à une faible distance de la confluence des tributaires et de la Romaine, et qui pourrait être remanié par les crues. On avait alors considéré que neuf des tributaires situés à l'aval du site de Romaine-1 pourraient être touchés (tableau 6).

TABLEAU 6 TRIBUTAIRES À RISQUE D'ENCAISSEMENT DURANT LA DEUXIÈME PHASE DU REMPLISSAGE DU RÉSERVOIR RO 2 (TIRÉ DU TABLEAU 20-5 DE L'ÉTUDE D'IMPACT (HYDRO-QUÉBEC, 2007))

Tributaire (PK)	Rive	Abaissement attendu du niveau de la Romaine (m)	Matériaux encaissants	Longueur du tributaire touché par l'encaissement (m)	Risque d'encaissement	Premier seuil
11,0	droite	1,1	S et SM	0,7	Faible à moyen	Seuil rocheux
13,1	droite	1,1	S	0,3	Faible	Seuil rocheux
15,4	droite	1,1	S et S/CM	1,1	Faible	Seuil rocheux
17,0	droite	2,2	S et S/R	0,5	Moyen à élevé	Barrage de castor
19,0	droite	2,2	S	0,9	Moyen à élevé	Amas de débris ligneux
34,5	droite	2,0	R	Négligeable	Négligeable	Seuil rocheux
44,4	gauche	2,0	SGm/R	Négligeable	Négligeable	Seuil de blocs et roc
46,2	droite	1,8	SG	0,4	Faible	Amas de débris ligneux
51,2	droite	1,8	B et S-SM/R	Négligeable	Négligeable	Seuil de blocs

Les effets de la phase 2 du remplissage du réservoir de la Romaine 2 sur les débits du tronçon de la Romaine à l'aval de Romaine-1 se sont fait sentir principalement au cours des mois de mai et juin 2014, soit très peu de temps avant la prise des orthophotos de 2014. Pendant cette phase de remplissage du réservoir, le débit au site de la Romaine-2 a été maintenu à près de 50 m³/s, alors qu'il a fluctué entre 50 et 240 m³/s au site de Romaine-1 et entre 100 et 550 m³/s près de l'embouchure de la Romaine (au PK 5,2)⁸. Bien que ces valeurs de débits soient inférieures à celles enregistrées en conditions historiques naturelles (1999 à 2014) pour la même période, elles ont respecté les débits réservés qui étaient prévus pour cette période.

Le suivi des rives de 2015, effectué environ un an après les baisses de débits liées au remplissage du réservoir de la Romaine 2, devait permettre d'évaluer dans quelle mesure les modifications anticipées avaient été ressenties à l'embouchure des neuf tributaires. Cependant, en raison des débits et niveaux d'eau élevés (de 30 à 60 cm supérieurs à ceux de 2013 lors de l'état de référence), les observations de terrain n'avaient pas permis de tirer des conclusions claires quant aux modifications survenues ou non. L'exercice avait donc été réalisé essentiellement en comparant les orthophotos de 2014 avec la mosaïque de photos Xeos de 2004, puis en bonifiant avec l'examen des photos obliques prises lors des suivis de 2013 et de 2015.

Bien qu'imparfaite, cette analyse avait révélé qu'aucun changement notable pouvant être attribué aux baisses de débits pendant le remplissage du réservoir de la Romaine 2 ne semblait s'être produit à l'embouchure des neuf tributaires situés en aval du site de RO-1.

L'imagerie acquise depuis 2015 (orthophotos de 2017 et 2018, toutes deux prises en août), ainsi que les photos obliques et relevés au sol réalisés aux embouchures des tributaires lors du suivi de 2018 (fin juillet/début août) montrent les rives et le lit des cours d'eau alors que les débits dans la Romaine dépassent les 200 m³/s au PK 5,2 (voir tableau 1). Le débit de la

⁸ Ces informations sont tirées du *Bilan des activités environnementales de 2014* (Hydro-Québec, 2015), ainsi que des données de débits journaliers fournies par Hydro-Québec pour la période comprise entre le 10 mai et le 23 juin 2014 à la station du PK 5,2 (ROMA0665).

Romaine lors de la prise de l'orthophoto de 2018 (225 m³/s au PK 5,2) s'apparente à celui mesuré au moment de la prise des images Xeos de 2004 (230 m³/s au PK 5,2). Par conséquent, l'exercice de comparaison entre ces deux fonds photographiques a permis de valider les conclusions découlant de l'analyse des tributaires réalisée en 2015.

4.3.2 ANALYSE À PARTIR DES ORTHOPHOTOS ET PHOTOS OBLIQUES

Une sélection des images ou photos permettant la meilleure comparaison possible de l'embouchure de chacun des neuf tributaires est présentée à l'annexe 5 (photos A5-1 à A5-26). On y retrouve essentiellement des agrandissements des images Xeos de 2004 et des orthophotos de 2018 (et occasionnellement de 2014). Des photos obliques de 2013 et 2018 sont également présentées pour certains des tributaires afin d'illustrer des détails concernant la nature des matériaux ou l'évolution de la sédimentation sur les rives.

Rappelons que les images de 2004 et de 2018 ont été prises à des moments où les débits dans la Romaine étaient similaires : respectivement de 230 m³/s et 225 m³/s, au PK 5,2 et de 210 et 200 m³/s, au site de la Romaine 1. Les niveaux d'eau visibles sur les extraits d'images devraient donc être comparables.

Les conclusions que l'on peut tirer de l'examen des photos comparatives de l'annexe 5 sont les suivantes :

- ✓ Rivière Puyjalon, dont l'embouchure se subdivise en deux bras de part et d'autre de l'île des Officiers : l'un au PK 11 et l'autre au PK 13 (photos A5-1 à 6, annexe 5). Les images présentées montrent la rivière à des débits équivalents, mais le niveau d'eau semble toutefois légèrement plus bas en 2018 qu'en 2004.
 - Peu de changements sont perceptibles au PK 11 (photos A5-1 et 2). La configuration du banc situé en rive gauche du tributaire demeure sensiblement la même qu'en 2004. On note un début de revégétalisation dans une petite portion du banc (voir photo A5-2).
 - Au PK 13, la configuration du chenal a peu changé depuis 2004 (photos A5-3 et 4). Par contre, le survol des rives indique que, comme mentionné à la section 4.1.2, un segment d'environ 200 m de la rive droite (sur l'île des Officiers) est aujourd'hui en érosion (photos A5-5 et 6). L'érosion se manifeste surtout par du déchaussement et du sapement, mais de petits éboulements se sont produits dans la portion aval du talus. En 2015, le déchaussement qui était noté sur cette rive était beaucoup moins net et avait été considéré négligeable. L'érosion qui s'est produite sur cette rive depuis 3 ans pourrait avoir contribué à l'engraissement du banc de sable relevé en aval de l'embouchure (montré sur la photo A5-4).
- ✓ Tributaires du PK 15,4 (photos A5-7 et 8, annexe 5) et du PK 17 (photos A5-9 et 10) : Bien que le niveau de la rivière paraisse légèrement inférieur sur les images de 2018, la comparaison des images de 2004 et 2018 permet de confirmer les tendances observées lors du suivi de 2015 : aucun changement significatif ne s'est produit à l'embouchure de ces deux cours d'eau entre 2004 et 2018.

- ✓ Tributaire du PK 19 (photos A5-11 à 13, annexe 5) : depuis 2004, le cours inférieur de ce tributaire s'est élargi après que des castors aient érigé deux barrages près de son embouchure. En 2018, le barrage le plus en amont est toujours en place et agit comme seuil principal. Le barrage aval, qui était déjà partiellement détérioré en 2015, continue à se miner en 2018 (photo A5-13). À son exutoire dans la Romaine, le cours d'eau emprunte toujours sensiblement le même chenal depuis 2004 (voir photos A5-11 et 12). La forme générale du vaste banc de sable qui borde la rive droite de ce tributaire s'est modifiée quelque peu depuis 2004, notamment à l'embouchure du tributaire, où le banc semble avoir progressé légèrement vers l'amont (zone d'accumulation montrée sur la photo A5-12).
- ✓ Tributaire du PK 34,5 (photos A5-14 à 17, annexe 5) : La comparaison des images de 2004 et 2018 (photo A5-14 et 15) indique que le delta et la forme des chenaux de ce tributaire se sont légèrement transformés au cours des années. Comme le montrent les photos obliques prises en 2015 et 2018 (photos A5-16 et 17) l'essentiel de ces transformations sont survenues au cours des trois dernières années. Des accumulations de sable se sont formées dans l'axe du chenal aval et au centre de l'embouchure (montrées par les lettres A et B sur la photo A5-17), ce qui a fait en sorte de dévier l'écoulement entre les aires de roc affleurant et a changé la configuration des chenaux. Ces modifications, qui sont survenues après 2015, ne peuvent donc pas être liées à la phase 2 du remplissage du réservoir de la Romaine 2. Ces apports de sable proviennent probablement en partie de l'érosion observée sur la rive droite du tributaire, un peu en amont. D'ailleurs, ces tendances concordent avec les résultats obtenus d'une autre étude de suivi de la qualité granulométrique des frayères à saumon (WSP, 2019).
- ✓ Tributaire du PK 44,4 (photos A5-18 à 22, annexe 5) : en 2013, on notait la présence d'un delta à l'embouchure de ce tributaire. Le chenal semblait alors peu profond (photo A5-20). Entre 2013 et 2015, le cours d'eau semblait s'être encaissé légèrement (photo A5-21) et la superficie du delta paraissait réduite. On avait alors considéré possible que cet approfondissement soit lié à la diminution des débits pendant le remplissage du réservoir de la Romaine 2, mais les volumes de sédiments érodés semblaient mineurs.

La comparaison des photos obliques de 2015 et de 2018 (photos A5-21 et 22) montre que le chenal ne s'est pas approfondi significativement au cours des trois dernières années. Par contre, on note une nouvelle accumulation de sable à l'embouchure du tributaire, qui ressemble un peu aux conditions observées en 2013. Celle-ci forme une langue qui s'avance de façon assez nette dans la rivière Romaine (pointée par une flèche sur la photo A5-19 et délimitée en rouge sur la photo A5-22). La morphologie du chenal et du delta de varie d'une année à l'autre. Les modifications observées à l'embouchure de ce tributaire (déplacement latéral et léger approfondissement du chenal, érosion et engraissement partiel du delta) sont mineures et semblent surtout liées à la dynamique du tributaire.

- ✓ Tributaire au PK 46,2 (photos A5-23 à 25, annexe 5) : La comparaison de la photo oblique de 2015 (A5-24) avec des extraits des orthophotos de 2004 (A5-23) et de 2018 (A5-25) permet de constater que la forme du delta de ce tributaire est demeurée sensiblement la même depuis 14 ans. Les observations au sol n'ont pas révélé de changements majeurs tant sur les rives que dans le lit du cours inférieur du tributaire

depuis 2015. Une étude sur la qualité granulométrique de la frayère à saumon située près de l'embouchure de ce tributaire (WSP, 2019) donne plus de détails quant au transport sédimentaire spécifique à ce secteur.

- ✓ Tributaire au PK 51,2 (photos A5-26 et 27, annexe 5) : En 2018, aucune modification n'est perceptible à l'embouchure de ce tributaire.

4.4 ÉVOLUTION DES BANCs DE SABLE

4.4.1 RAPPEL DE LA MÉTHODE DE COMPARAISON UTILISÉE DEPUIS LE DÉBUT DU PROGRAMME DE SUIVI

Rappelons qu'en 2013, l'état des bancs de sable avait été comparé avec celui qui prévalait lors de la prise des images XEOS en 2004. Très peu de changements avaient été observés quant à la morphologie des bancs de sable et aucune érosion ou sédimentation significative n'avait été relevée lors des relevés au sol. Le principal changement notable était d'origine anthropique. Il s'agissait de l'enrochement du banc de sable et gravier situé tout juste en aval des aménagements de la Romaine-1 (PK 51, rive gauche). On estimait alors que le portrait le plus représentatif des bancs de sable demeurait encore celui donné par la mosaïque des images XEOS de 2004.

Lors du suivi de 2015, l'analyse permettant de retracer l'évolution des bancs de sable avait été effectuée à partir de la comparaison des ortho-mosaïques de 2004 et de 2014 et des photos obliques prises lors des relevés de 2013 et de 2015. Cet exercice avait été limité en raison des différences marquées du niveau de la rivière entre les périodes (dépassant fréquemment les 30 à 40 cm). Même si les conditions de débits et de niveaux d'eau rendaient difficile l'interprétation des limites des bancs de sable d'une année à l'autre, on avait quand même pu faire ressortir les principaux changements de la configuration générale des bancs de sable et des chenaux. Ceux-ci se limitaient alors à quatre secteurs : l'approfondissement de chenaux vers le PK 9, l'élargissement ou le prolongement de bancs de sable aux environs du PK 20 et du PK 26 et la déviation de l'embouchure d'un petit tributaire au PK 28.

Dans le cadre de la présente étude, le recours à des photographies de haute résolution prises en août 2018 à un moment où le débit de la rivière (222 à 225 m³/s) s'apparentait à celui de 2004 (230 m³/s) a grandement facilité l'exercice de comparaison et permis de bonifier les résultats obtenus lors du suivi de 2015. L'analyse a été réalisée en affichant les mosaïques d'images de 2004, de 2014 et de 2018 dans un environnement ArcGIS. L'ensemble des bancs a été examiné à l'écran (à différents niveaux de grossissement) et les principaux changements perceptibles depuis 2004 ont été délimités : zones d'accumulation, d'érosion et de végétalisation. La carte 3 (fournie à l'annexe 6) fournit les résultats sur cinq feuillets à l'échelle du 1 : 20 000. Afin de faciliter la comparaison visuelle des changements survenus, les informations cartographiées ont été reportées sur les mosaïques de 2004 et de 2018. Les secteurs de principaux changements apparaissent dans des encadrés à l'échelle du 1 : 10 000.

4.4.2 MISE À JOUR DU PORTRAIT DE L'ÉVOLUTION DES BANCS DE SABLE DEPUIS 2004

L'exercice de comparaison réalisé à partir des orthophotos de 2018 a permis de confirmer les grandes tendances observées en 2015.

- ✓ La configuration des bancs de sable et des chenaux n'a pas subi de modifications majeures depuis 2004.
- ✓ Dans le segment de rivière compris entre les PK 30 et l'ouvrage de la Romaine-1, où les bancs sableux sont peu étendus, on ne note que très peu de changements dans la morphologie des bancs et des chenaux. Les modifications observées se limitent à de petites sections des extrémités aval ou amont des bancs (voir PK 36, 41 et 46, feuillets 4 et 5 de la carte 3), où une faible érosion ou, plus rarement, une légère sédimentation sont perceptibles.
- ✓ La forme des bancs situés près de la sortie de la centrale de la Romaine-1, sur la rive gauche (PK 51,25) et sur la rive droite (PK 51,5), est demeurée sensiblement la même. Les photos obliques prises dans ce secteur indiquent cependant que des changements mineurs sont survenus entre 2015 et 2018 : couche de sable décapée dans la partie amont du banc enroché au PK 51,25 (photos 29 et 30, annexe 2) ; léger surcreusement à la bordure amont du banc de sable localisé à la sortie de la centrale, au PK 51,5 (photos 31 et 32, annexe 2).
- ✓ Les principaux changements survenus se concentrent entre les PK 3 et 30, au droit des bancs de sable les plus étendus (représentés par les encadrés A à D sur les feuillets 1 à 3 de la carte 3). Dans les secteurs considérés en érosion (zones en rouge sur la carte), on note un approfondissement assez net de la surface des bancs depuis 2004. Les secteurs de sédimentation (délimités en jaune sur la carte) correspondent aux portions des bancs qui semblent s'être prolongées, élargies ou encore rehaussées depuis 2004. Les zones d'accumulation sont situées le plus souvent en aval de zones d'érosion, comme si les bancs s'étirent vers l'aval.
- ✓ La lente évolution des bancs de sable et chenaux observée au cours de cette période de 14 ans paraît davantage liée à la dynamique sédimentaire naturelle de la rivière (lent déplacement latéral des chenaux et migration progressive des sables vers l'aval) plutôt qu'à des transformations découlant des nouvelles conditions d'exploitation depuis 2014. En effet, les principaux changements notés en 2018 étaient déjà perceptibles en 2014, notamment aux environs des PK 9, 20, 26 et 28. Seule l'extrémité aval du banc de sable situé au PK 3 (rive gauche ; voir encadré A sur la carte 3) semble avoir subi une érosion marquée depuis 2014 (photos 19 à 21, annexe 2).
- ✓ Depuis 2004, on note que de petites portions des bancs de sable situés aux PK 4, 14, 22,5, 23,5, 33 et 39,5 se sont revégétalisées (photos 22 et 23, annexe 2). Il s'agit probablement des parties les plus élevées des bancs qui ne sont qu'occasionnellement rejointes par la rivière. Ces surfaces sont délimitées en bleu sur la carte 3.

4.4.3 RETOUR SUR LES IMPACTS ANTICIPÉS

Décapage des bancs de sable, surtout entre les PK 40 et 51,5

Il était anticipé, suite à la coupure des apports sableux captés dans les réservoirs de la Romaine-1 et de la Romaine-2, que les bancs de sable du cours inférieur de la Romaine subissent globalement une lente érosion et une réduction de leur superficie jusqu'à la formation d'un pavage superficiel de matériaux grossiers résistant à l'érosion (section 2.3.1). Cet effet devait être plus marqué entre les PK 51,5 et 40.

Tel que mentionné précédemment, les résultats n'indiquent aucun changement majeur de la morphologie des bancs de sable depuis 2004 dans ce secteur. Aucune érosion significative ni agrandissement ou diminution de la superficie des bancs n'ont été observés.

Par contre, les observations effectuées au sol sur quatre (4) bancs en amont du PK 40 (carte 3, triangle rose), lors des relevés de 2018, tendent à confirmer que le décapage de la couche superficielle de sable (déjà noté en 2015) semble se poursuivre. C'est le cas notamment dans la partie nord du banc du PK 42,5, où les vérifications effectuées en 2018 montrent que la proportion de sable tend à diminuer à la surface du banc et que le pavage de matériaux grossiers y semble plus continu qu'en 2015 (photos 24 à 27, annexe 2). On ne note pas de changement notable de la granulométrie à la surface du banc situé au PK 41,5, formé de sable grossier à très grossier, non plus qu'à la surface des bancs visités plus en aval, qui se composent surtout de sable fin à moyen.

Sédimentation anticipée sur les bancs de sable entre les PK 3 et 8

Dans l'étude d'impact sur l'environnement (Hydro-Québec, 2007), on anticipait une augmentation temporaire (pendant quelques années) de la sédimentation sur les bancs de sable compris entre les PK 3 et 8. La comparaison visuelle des mosaïques de photos de 2004, 2014 et 2018 permet de dresser un portrait général de l'évolution de la superficie des bancs de sable. Elle montre que, dans l'ensemble, la superficie des bancs de ce tronçon de rivière n'a pas changé significativement entre 2004 et 2018, ce qui laisse croire que les bancs n'ont subi ni érosion, ni sédimentation majeures au cours de cette période. Seule l'extrémité aval du banc du PK 3 semble avoir été tronquée (érodée) de quelques dizaines de mètres entre 2014 et 2018 (photos 20 et 21, annexe 2).

Cet exercice de comparaison ne permet pas de déceler que la sédimentation ait pu augmenter dans ce tronçon de rivière depuis la mise en service des centrales de la Romaine-2 et de la Romaine-1. Une étude plus détaillée portant spécifiquement sur le transit sédimentaire de ce segment de rivière, entre les PK 3,8 et 6 (AECOM, en préparation), permettra certainement de compléter l'analyse visuelle effectuée dans le cadre du présent suivi.

Cette étude présente les résultats du deuxième suivi de l'érosion des rives en aval de la centrale de la Romaine-1 depuis la mise en service des aménagements de la Romaine-2 (en décembre 2014). L'objectif principal consistait à identifier les principaux changements pouvant être survenus depuis le premier suivi mené en exploitation en 2015 en ce qui a trait à la stabilité des rives et des bancs de sable ainsi qu'au risque d'encaissement des cours inférieurs des tributaires.

Le texte qui suit fait le bilan de l'évolution de chacun de ses éléments depuis 2015 et tente d'expliquer si l'évolution observée peut être liée aux modifications des régimes hydraulique et sédimentaire survenues suite à la mise en service des centrales de la Romaine-2 (en décembre 2014), de la Romaine-1 (en décembre 2015) et de la Romaine-3 (en septembre 2017).

Rappelons que les principales modifications apportées au régime hydraulique à l'aval du PK 52 (décrites ci-dessous) sont ressenties surtout depuis la mise en service de la centrale de la Romaine-1, en décembre 2015.

- ✓ Débits de crues régularisés de sorte que les talus riverains sont moins sollicités qu'en conditions naturelles en périodes de crues printanières et automnales;
- ✓ Variations journalières des débits en périodes de pointe hivernales et estivales, qui entraînent des fluctuations du niveau d'eau surtout dans les premiers kilomètres en aval du point de restitution des eaux, s'atténuant progressivement jusqu'au PK 16. Ces variations périodiques font en sorte que, en hiver comme en été, la base de la plupart des talus riverains est rejointe plus fréquemment qu'avant. En été (alors que les sols sont dégelés), on s'attend à ce que l'érosion s'intensifie légèrement au niveau de la berge ou encore s'étende à de nouvelles portions de rives.

5.1 DYNAMIQUE DES RIVES

- ✓ En 2018, l'érosion affecte 14 des 134 km de rives du tronçon de rivière à l'étude (représentant 10% de l'ensemble de ses rives). L'érosion se concentre toujours essentiellement dans les zones 2, 3 et 5, touchées respectivement sur 4,1 km [3 %], 5,7 km [4,3 %] et 2,5 km [2 %]. L'érosion demeure faible à négligeable dans les zones 1, 4 et 6.
- ✓ Les tendances depuis 2015 varient selon les zones : on note une augmentation assez marquée de l'érosion dans les zones 2 (+850 m) et 4 (+490 m) et dans une moindre mesure dans la zone 6 (+170 m). Par contre, l'érosion a diminué dans les zones 3 (-630 m) et 5 (-760 m). Des changements très ponctuels sont observés dans la zone 1.
- ✓ Globalement, la longueur totale des rives instables en 2018 est demeurée assez semblable à celle de 2015 (légère augmentation de 200 m). Par contre, on note une tendance assez nette à la stabilisation depuis l'état de référence, en 2004 et mis à jour en 2013 (baisse de 2 à 4%).

Dans l'ensemble, la tendance à la stabilisation des hauts talus riverains notée en 2015 dans les zones 2 et 3 semble se poursuivre. Très peu de nouveaux glissements y ont été relevés en 2018. Ils se concentrent sur les deux rives vers les PK 13 et 14 (zone 2) et entre les PK 21 et 24 sur la rive droite (zone 3). Par contre, comme on l'anticipait, l'érosion s'est légèrement intensifiée à la base des talus, au niveau de la berge. Il s'agit le plus souvent d'érosion faible, qui se manifeste par le déchaussement plus marqué des racines, l'apparition de nouvelles encoches d'érosion au pied des talus, la présence de ravinement sur la berge, ou encore par une certaine dégradation du tapis végétal riverain.

La plupart des rives nouvellement instables montraient certains signes d'érosion en 2015 (léger déchaussement, petites entailles ou incisions sur la berge), mais ceux-ci étaient négligeables. Comme l'érosion y est devenue plus marquée ou s'est étendue à une plus longue portion de rives en 2018, ces rives sont aujourd'hui considérées instables. Ces nouveaux signes d'instabilité mineure expliquent en grande partie la hausse globale de l'érosion dans les zones 2 et 4.

Les relevés plus détaillés effectués aux sept stations témoins confirment les tendances observées sur l'ensemble des rives :

- ✓ Les hauts talus riverains évoluent peu depuis 2015 et même depuis 2013. La présence de signes d'instabilité notée dans les talus aux environs des stations 2013-PG-01, 2013-PG-02 et 2015-PG-02 indiquent cependant que ceux-ci demeurent toujours actifs.
- ✓ La stabilité au niveau de la berge varie d'un site à l'autre. On note très peu de changements, voire même une certaine reprise de la végétation sur la berge, aux stations 2013-PG-01 et 2015-PG-03, alors qu'une intensification assez nette de l'érosion est observée à la base des talus des stations 2013-PG-02 et 03. La nouvelle érosion relevée sur la berge dans l'axe de la station 2015-PG-01 est faible, mais plus marquée qu'en 2015. L'état de la berge à cette station est représentatif de la plupart des secteurs nouvellement en érosion.
- ✓ Le profil du talus et de la berge dans l'axe de la station 2013-PG-04 n'évolue plus depuis au moins 2013. Cette rive est désormais considérée stabilisée.

Pour ce qui est de l'activité éolienne, elle semble toujours manifeste en 2018, mais n'affecte plus que 3,9 km de rives, ce qui représente une baisse de 765 m par rapport à 2015 et de 1 365 m par rapport à 2013. L'érosion éolienne demeure mineure et n'a que très peu d'impacts sur le recul des rives et les apports de sédiments à la rivière.

Rappelons qu'il avait été anticipé que l'érosion riveraine s'étende et/ou s'intensifie légèrement en été, dans le tronçon de la Romaine à l'aval des installations de la Romaine-1, en raison des fluctuations plus grandes et fréquentes du niveau de la rivière pendant les périodes de pointe estivale. Les résultats du suivi de 2018 tendent à confirmer cette hypothèse, cependant la nouvelle érosion observée est faible et se concentre au niveau de la berge.

5.2 TRIBUTAIRES À RISQUE D'ENCAISSEMENT

En 2018, le recours à des photographies de haute résolution récentes, prises à un moment où le débit de la rivière (222 à 225 m³/s) s'apparentait à celui de 2004 (230 m³/s) a permis d'améliorer l'analyse qui avait été effectuée en 2015 pour les neuf tributaires considérés à risque. Pour cinq des tributaires (ceux des PK 11, 15,4, 17, 46,2 et 51,2), aucun changement significatif n'est décelable sur la période de 14 ans, tant dans la forme générale des bancs situés à leur embouchure que le long de leur chenal.

Les modifications relevées à l'embouchure des quatre autres tributaires (aux PK 13, 19, 34,5 et 44,4) sont mineures et n'impliquent pas de volumes de matériaux significatifs. À l'embouchure du bras est de la rivière Puyjalon (au PK 13), l'érosion s'est intensifiée et étendue à un segment d'environ 200 m de la rive droite de l'île des officiers. Les sables érodés semblent avoir migré vers l'aval et s'être accumulés à la surface du vaste banc de sable à l'embouchure de la rivière Puyjalon. Au PK 19, on note une légère augmentation de la sédimentation à la sortie du tributaire. Enfin, on constate que la configuration des chenaux et delta à l'embouchure des tributaires des PK 34,5 et 44,4 a changé légèrement depuis 2015.

Comme les changements mineurs observés (érosion ou sédimentation) se sont produits depuis 2015, ils ne peuvent être attribués aux modifications du régime hydraulique en lien avec le remplissage du réservoir de la Romaine 2. Aucun indice de l'encaissement qui avait été anticipé à l'embouchure de ces neufs tributaires n'a pu être relevé à partir de la comparaison visuelle des images de 2004 et 2018. Aucune modification significative n'est attendue d'ici le prochain suivi prévu en 2026.

5.3 ÉVOLUTION DES BANCs DE SABLE

L'accès à l'orthophoto de 2018, prise à un moment où le débit de la rivière est semblable à celui de 2004, a grandement facilité l'exercice de comparaison et permis de bonifier les résultats obtenus en 2015 concernant l'évolution des bancs de sable. Suite à la comparaison des images de 2004, de 2014 et de 2018, il a été possible d'identifier les principaux changements survenus dans la morphologie des chenaux et des bancs de sable et de dresser une cartographie sommaire des zones d'accumulation, d'érosion ainsi que des portions revégétalisées des bancs sur la période de 14 ans.

Les grandes tendances observées sont les suivantes :

- ✓ Depuis 2004, la configuration des bancs de sable et des chenaux n'a subi que des changements mineurs dans le segment de rivière compris entre les PK 30 et l'ouvrage de la Romaine-1. Par contre, les observations effectuées au sol, notamment sur le banc du PK 42,5, tendent à confirmer que la proportion de sable diminue et qu'un pavage de plus en plus grossier se forme à la surface des bancs en amont du PK 40, tel qu'anticipé dans l'étude d'impacts. Rappelons qu'en 2015, on avait déjà relevé un début de pavages de graviers à la surface de quatre des six bancs en amont du PK 40.
- ✓ Les principaux changements observés depuis 2004 se concentrent aux environs des vastes bancs sableux compris entre les PK 3 et 30. On y note un certain approfondissement de la surface des bancs, un léger déplacement des chenaux ou encore une migration progressive des sables vers l'aval. L'examen des photos de 2004, 2014 et 2018 indique que

les principaux changements s'étaient déjà produits avant la mise en service de la centrale de la Romaine-2. L'évolution observée semble donc davantage liée à la dynamique sédimentaire naturelle de la rivière plutôt qu'aux nouvelles conditions hydrauliques en vigueur depuis 2014.

- ✓ La comparaison visuelle des orthophotos de 2014 et 2018, ne montre aucune évidence que la sédimentation anticipée sur les bancs de sable compris entre les PK 3 et 8, se soit accrue. En fait, à l'exception du banc situé en rive gauche vers le PK 3 dont l'extrémité semble avoir subi une érosion assez nette depuis 2014, aucun changement notable de la superficie des bancs sableux de ce tronçon de rivière n'est perceptible. Une étude (en préparation ; AECOM, 2019) portant sur le transit sédimentaire et la charge solide du tronçon aval de la rivière Romaine permettra certainement de mieux documenter les tendances dans ce secteur.

Le prochain suivi des rives et des bancs de sable prévu en 2026, soit après environ 10 ans d'exploitation, devrait permettre de confirmer ou d'infirmer les tendances actuellement observées.

AECOM, 2019 (en préparation). Complexe hydroélectrique de la rivière Romaine. Suivi environnemental en phase exploitation 2018- Dynamique sédimentaire en aval de la centrale de la Romaine-1 : Transit sédimentaire et charge solide.

Hydro-Québec Production, 2018a. Complexe de la Romaine – Bilan des activités environnementales 2017. Novembre 2018. 209 p.

Hydro-Québec Production, 2018b. Complexe de la Romaine – Suivi environnemental 2018 en phase exploitation – Devis d'étude. Dynamique sédimentaire en aval de la centrale de la Romaine-1 : Érosion des rives. 30 mai 2018. 209 p.

Hydro-Québec Production, 2018c. Complexe de la Romaine – Suivi environnemental 2017 en phase exploitation. Suivi de l'hydrologie, de l'hydraulique et du régime thermique de la rivière Romaine. Version finale. Unité Conception des aménagements de production, hydraulique et géotechnique. Novembre 2018. 55 p. et annexe.

Hydro-Québec Production, 2017a. Complexe de la Romaine – Bilan des activités environnementales 2016. Juillet 2017. 141 p.

Hydro-Québec Production, 2017b. Complexe de la Romaine – Suivi environnemental 2016 en phase exploitation. Suivi de l'hydrologie, de l'hydraulique et du régime thermique de la rivière Romaine - 2016. Version finale. Unité Conception des aménagements de production, hydraulique et géotechnique. Décembre 2017. 49 p. et annexe.

Hydro-Québec Production, 2015. Complexe de la Romaine – Bilan des activités environnementales 2014. Juillet 2015. p.50 à 54.

Hydro-Québec Production, 2010. Complexe de la Romaine. Programme de suivi environnemental 2009-2040. Montréal. 182 p.

Hydro-Québec Production, 2007. Complexe de la Romaine – Étude d'impact sur l'environnement. Volumes 1 à 10. Décembre 2007.

Poly-Géo, 2016. Complexe de la Romaine. Dynamique sédimentaire en aval de la centrale de la Romaine-1 : Érosion des rives - Suivi environnemental 2015 en phase exploitation. Rapport final présenté à Hydro-Québec Production. Direction Production-Manicouagan. 43 p. et 5 annexes.

Poly-Géo, 2014. Aménagement hydroélectrique du complexe de la Romaine. Suivi 2013 de l'érosion des rives à l'aval des ouvrages de la Romaine-1. Rapport final présenté à Hydro-Québec Équipement et services partagés. 25 p. et 3 annexes.

Poly-Géo, 2006a. Complexe de la Romaine – Étude d’impact sur l’environnement. Géomorphologie, caractérisation de l’évolution des rives et sensibilité à l’érosion. Rapport sectoriel présenté à Hydro-Québec Équipement. Volume 1 : 121 p. et 8 annexes.

Poly-Géo, 2006b. Complexe de la Romaine. Étude d’impact sur l’environnement. Étude de la dynamique sédimentaire. Rapport présenté à Hydro-Québec Équipement. 124 p. et annexes.

Poly-Géo, 2004b. Complexe de la Romaine, Étude d’impact sur l’environnement. Géomorphologie, caractérisation de l’évolution des rives et sensibilité à l’érosion. Compte rendu des activités de terrain présenté à Hydro-Québec Équipement. 15 p. et annexes.

WSP, 2019. Complexe de la Romaine. Suivi environnemental en phase d’exploitation. Suivi de la qualité granulométrique des frayères à saumon naturelles. Suivi 2016-2017. Rapport final présenté à Hydro-Québec Production. 64 p. et annexes.

WSP, en préparation. Complexe de la Romaine. Suivi environnemental en phase d’exploitation. Suivi de la qualité granulométrique des frayères à saumon naturelles. Suivi 2017-2018. Rapport final présenté à Hydro-Québec.

ANNEXE 1

DÉBITS HORAIRES PENDANT
LA PÉRIODE DE TERRAIN

COMPLEXE DE LA ROMAINE - SUIVI ENVIRONNEMENTAL EN PHASE EXPLOITATION (2018)
DYNAMIQUE SÉDIMENTAIRE EN AVAL DE LA CENTRALE DE LA ROMAINE-1: ÉROSION DES RIVES
TABLEAU ANNEXE 1. DÉBITS HORAIRES PENDANT LA PÉRIODE DE TERRAIN (27 JUILLET AU 3 AOÛT 2018)

Date	Période des relevés et survols	Débit (moyenne horaire) ¹	
		au PK 5 (m ³ /s)	turbiné à RO-1
2018-07-27	14:00:00	259	202
	15:00:00	254	203
	16:00:00	249	203
	17:00:00	244	202
2018-07-28	12:00:00	205	203
	13:00:00	205	203
	14:00:00	205	203
	15:00:00	204	203
	16:00:00	203	203
	17:00:00	203	203
2018-07-29	07:00:00	207	203
	08:00:00	207	203
	09:00:00	208	203
	10:00:00	209	203
	11:00:00	210	203
	12:00:00	210	238
	13:00:00	210	408
	14:00:00	210	409
	15:00:00	210	409
	16:00:00	211	409
17:00:00	211	410	
2018-07-30	07:00:00	329	203
	08:00:00	330	203
	09:00:00	326	203
	10:00:00	322	203
	11:00:00	318	203
	12:00:00	310	202
	13:00:00	301	203
	14:00:00	291	203
	15:00:00	283	202
	16:00:00	274	202
17:00:00	267	234	
2018-07-31	07:00:00	259	197
	08:00:00	259	197
	09:00:00	258	363
	10:00:00	257	361
	11:00:00	255	362
	12:00:00	251	363
	13:00:00	248	363
	14:00:00	245	362
	15:00:00	241	363
	16:00:00	241	363
17:00:00	241	364	
2018-08-01	07:00:00	325	197
	08:00:00	321	316
	09:00:00	317	379

Note 1 : Données par Hydro-Québec : Débit rivière Romaine - Moyenne horaire - PK5 (ROMA0665.TARAGE.DEBIT.VAL) et Débits turbinés RO-1 (ROMAI_1C.INST.DEB_TURB_TOT.DEBT)

ANNEXE 2

ALBUM PHOTOGRAPHIQUE



Photo 1: Mise à jour de la station témoin 2013-PG-01 (PK 21,4, rive droite).



Photo 2: L'ensemble des bancs de sable a été photographié lors des survols afin d'évaluer si des changements à leur morphologie sont survenus depuis 2015. La photo montre le banc de sable accolé à la rive gauche, vers le PK 28 de la Romaine.



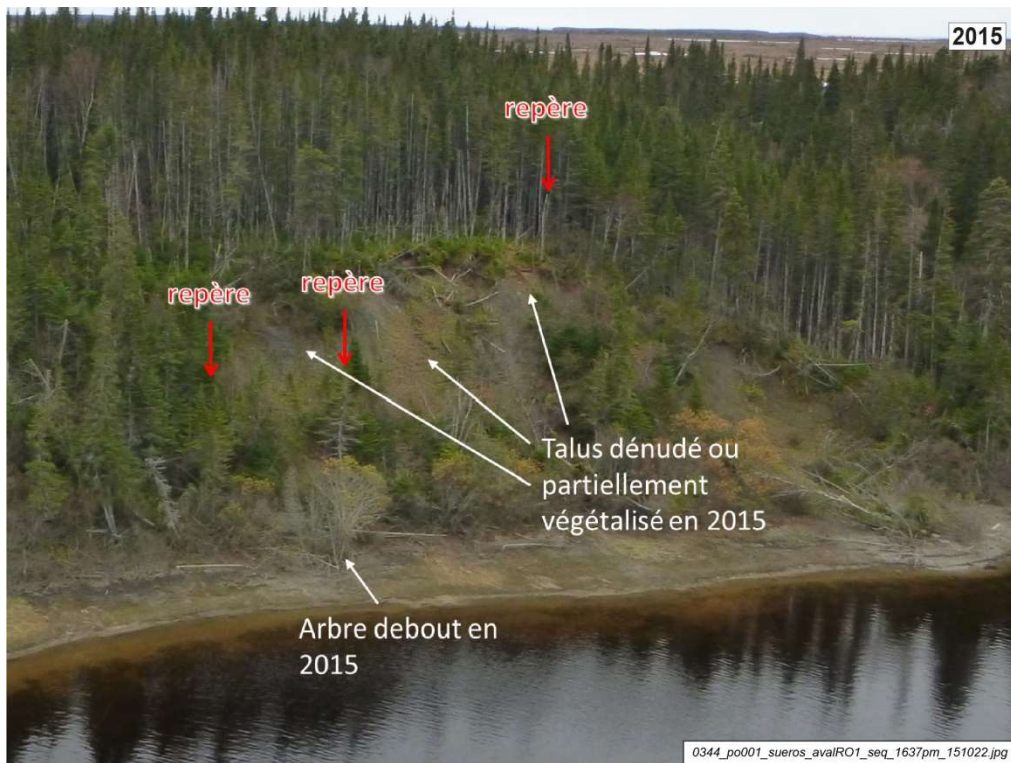
Photo 3: Des sondages superficiels ont été effectués à la surface des principaux bancs sableux pour vérifier la nature des matériaux sous-jacents. La photo montre la bordure sud du banc situé au PK 42,5.



Photo 4: Dans la zone homogène 2, les hauts talus argileux situés sur la rive gauche, en amont du PK ~11,5, sont toujours considérés en érosion en 2018, mais on y signale que très peu de changements. Le seul nouveau glissement survenu depuis 2015 se trouve au PK 13,3 (montré sur la photo).



Photos 5 et 6. La nouvelle érosion survenue depuis 2015 dans la zone 2 affecte de courts segments de rive dispersés surtout en rive droite, vers les PK 3, 7, 10 et 14. Il s'agit d'une érosion de faible ampleur : sapement, déchaussement des racines des arbustes et petits éboulements. La photo montre un segment de la rive droite au PK 14, où le déchaussement est clairement plus prononcé qu'il ne l'était en 2015.



Photos 7 et 8. Dans la zone 2, environ 400 m des talus qui étaient instables en 2015 sont aujourd’hui considérés partiellement stabilisés. Il s’agit de courts segments de rive où la reprise de la végétation a progressé dans les cicatrices d’éboulements ou de glissements de terrain. La photo montre un talus riverain sur la rive gauche, vers le PK 14,5, considéré en voie de stabilisation en juillet 2018.



Photo 9. Entre les PK 22 et 25 sur la rive nord de la rivière, les hauts talus riverains sont largement stabilisés. Des éboulements ponctuels (comme celui montré ici, au PK 23,4) se sont cependant produits depuis 2015.



Photos 10 et 11: Dans la zone 3, la tendance à la stabilisation des dernières années est surtout manifeste sur la rive sud, entre les PK 16,5 et 20, où plusieurs segments du haut talus argileux sont maintenant considérés partiellement stabilisés ou stables. La photo montre le site d'un éboulement sur la rive gauche, au PK 19,5, dont le versant est aujourd'hui en grande partie stabilisé.



Photo 12: En amont du PK 25, seul un court segment de la rive gauche (montré ici, vers le PK 25,5) semble avoir été déstabilisé depuis 2015. Les autres rives de ce tronçon de rivière sont pour la plupart considérés stables ou en voie de le devenir.



Photos 13 et 14: La nouvelle érosion relevée sur la rive droite, entre les PK 33 et 33,5, se concentre en bordure d'un élargissement de la Romaine où les rives sont constamment sollicitées par les courants. Depuis 2015, on note une intensification du sapement à la base des talus dans ce secteur ou encore une dégradation plus marquée du couvert végétal riverain.



Photo 15: Même si la proportion de rives instables dans la zone 5 est comparable à celle des zones situées plus en aval, l'intensité de l'érosion y est plus faible. Elle se limite au déchaussement de la végétation à la base des basses terrasses sableuses (comme ici sur la rive de l'île vers le PK 46,5).



Photo 16: Malgré la tendance générale à la stabilisation dans la zone 5, de courts segments de rive dispersés entre les PK 35 et 43 ont été érodés depuis 2015, par sapement et éboulements. La photo montre un éboulement survenu récemment sur la rive droite, vers le PK 39,7.



Photos 17 et 18: En 2018, les signes d'activité éolienne se concentrent toujours à la bordure des vastes bancs sableux des zones 2 et 3. Les dunes qui occupent la portion supérieure du rivage ne semblent cependant plus progresser significativement. On note même une tendance assez marquée à la revégétalisation depuis 2004 (tel qu'observé ici sur la rive droite au PK 22,5).



Photos 19, 20 et 21: Les changements notés sur les bancs de sable en 2018 étaient déjà perceptibles en 2014, notamment aux environs des PK 9, 20, 26 et 28. Seule l'extrémité aval du banc de sable situé au PK 3 (montré ici) semble avoir subi une érosion marquée depuis 2014 (zone délimitée en rouge sur la photo 21).



Photos 22 et 23: Depuis 2004, on note que de petites portions des bancs de sable se sont revégétalisées. Il s'agit probablement des parties les plus élevées des bancs qui ne sont qu'occasionnellement rejointes par la rivière. La photo montre le banc situé sur la rive droite, vers le PK 14.



Photos 24 et 25: Partie nord du banc du PK 42,5 en 2015. En 2015, on avait noté qu'un pavage de matériaux grossiers se développait à la surface des bancs de ce tronçon de rivière (notamment sur celui du PK 42,5).



Photos 26 et 27: Partie nord du banc du PK 42,5 en 2018. Les vérifications effectuées en 2018 dans cette partie du banc montrent que la proportion de sable tend à diminuer à la surface du banc et que le pavage de matériaux grossiers est plus continu qu'en 2015.



Photos 28 à 30: Photos comparatives du banc de sable enroché sur la rive gauche au PK 51,25, en aval de la centrale de la Romaine-1. Les sables qui s'étaient accumulés dans la partie amont du banc (A) en 2015 semblent aujourd'hui en grande partie décapés. Par contre, la couverture de sable dans la partie aval (B) demeure sensiblement la même. Le banc sableux situé en aval du petit îlot rocheux s'est allongé (C).



Photos 31 et 32: Photos comparatives du banc qui s'est formé sur la rive droite, à la sortie de la centrale (PK 51,5). La forme générale de ce banc semble avoir peu changé depuis 2015. Il est possible qu'un léger surcreusement se soit produit à la bordure amont du banc (illustré par la lettre A sur la photo 28).

ANNEXE 3

CARTE 2 – FEUILLETS 1 À 3 :
ÉVOLUTION DE L'ÉTAT DES
RIVES



Stabilité des talus riverains en 2018

Aucune modification depuis 2015

- En érosion
- Actif, mais partiellement stabilisé
- Stable
- Activité éolienne

Modification depuis 2015

- Nouvelle érosion
- Diminution de l'érosion
- Stabilisation

Station témoin

2015-PG-01 Station de suivi et identification

Composantes de projet

- Fraysère naturelle
- Fraysère aménagée
- Limite et numérotation des zones homogènes (Étude Poly-Géo, 2006a)
- PK 10 Point kilométrique de rivière

Infrastructures

- Ouvrage de la Romaine-1
- Route de la Romaine

Photo prise au terrain et identification

TR-PK 13 Tribunaire à risque d'encassement et identification

Complexe de la Romaine
Suivi environnemental en phase exploitation (2018)

Dynamique sédimentaire en aval de la centrale de la Romaine-1
Évolution de l'état des rives

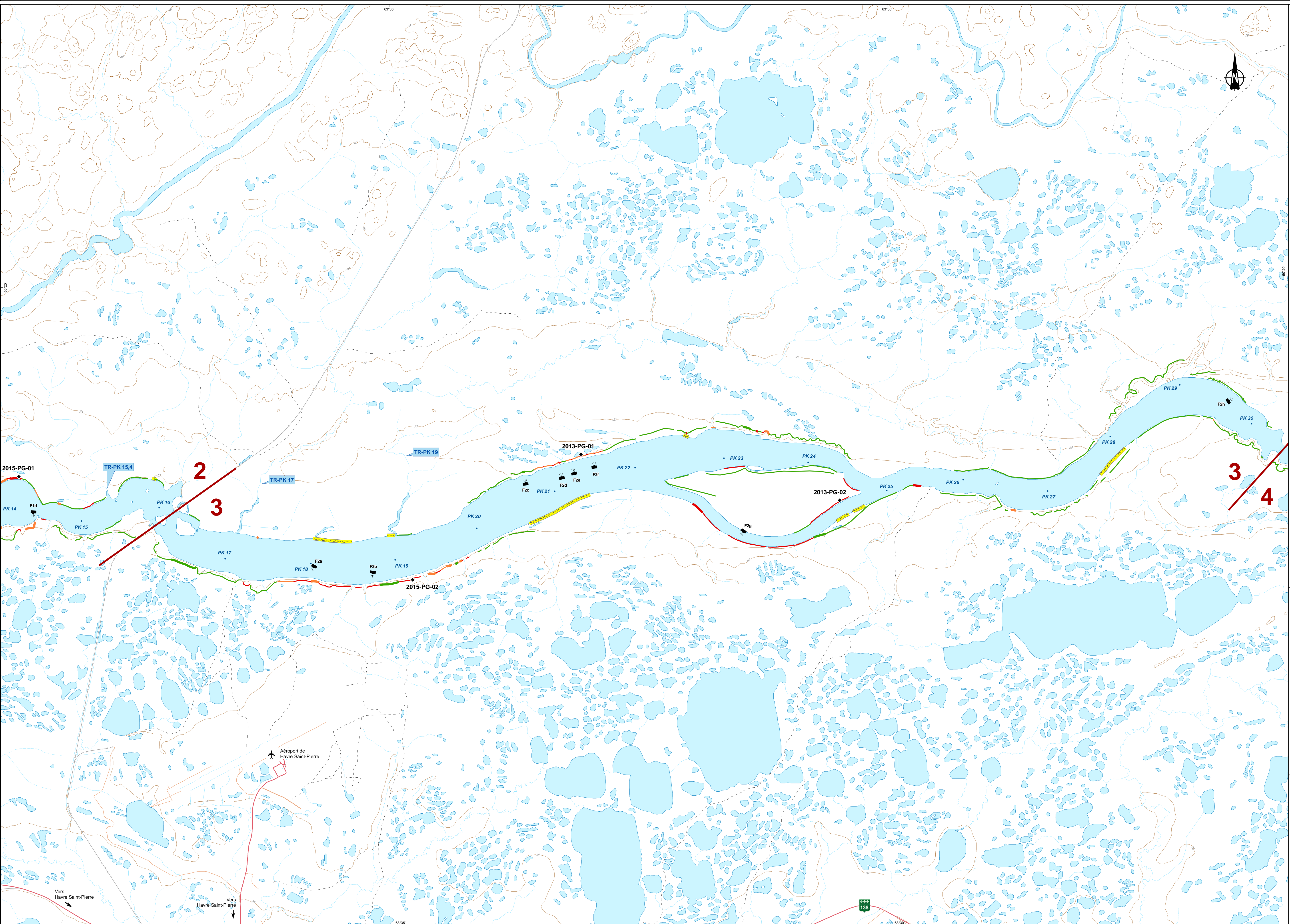
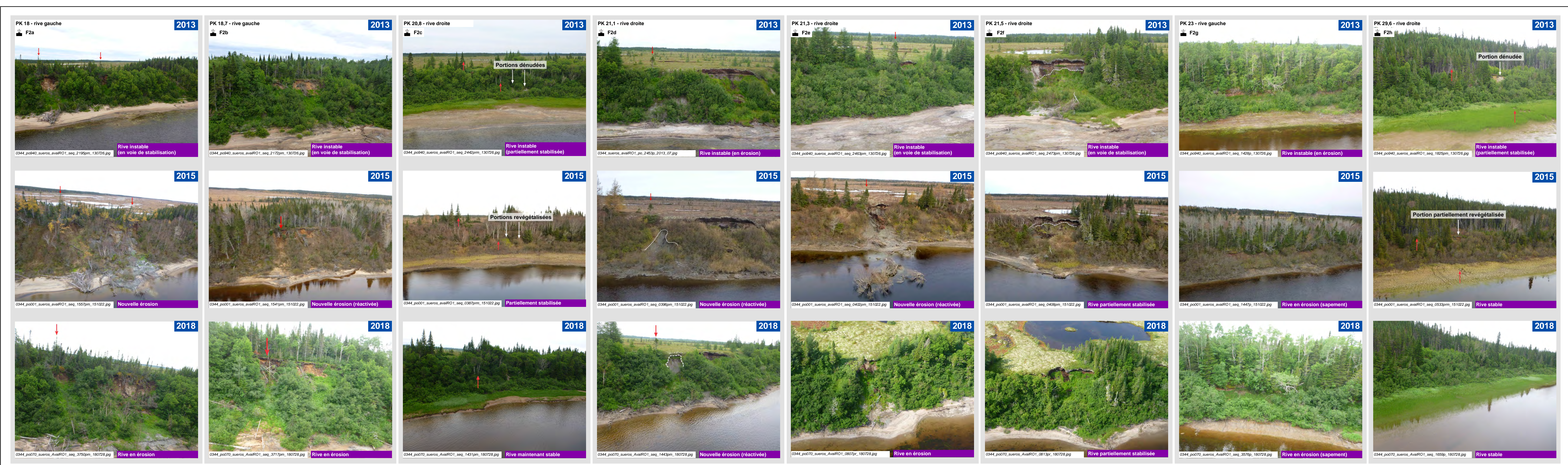
Sources : BDZT, 1:25 000, MNRQ Québec, 2007
BDQA, 1:1 000 000, MNRQ Québec, 2002
Données de projet, Hydro-Québec, 2008 et 2015
Fraysères - GÉNIVAR Québec, 2012
Inventaires - Poly-Géo, 2015, 2016 et 2019
Cartographie - Poly-Géo
Fichier - 0246_sedim_101_177_200714.mxd

0 200 400 600 m
MTM, NAD83, 5, NAD83
Équivalence des courbes : 10 m

Carte 2
Feuille 1 de 3

Hydro Québec

Feuille 1



Stabilité des talus riverains en 2018

Aucune modification depuis 2015

- En érosion
- Actif, mais partiellement stabilisé
- Stable
- Activité éolienne

Modification depuis 2015

- Nouvelle érosion
- Diminution de l'érosion
- Stabilisation

Station témoin

- Station de suivi et identification

Composantes de projet

- Frayère naturelle
- Frayère aménagée
- Limite et numérotation des zones homogènes (Étude Poly-Géo, 2006a)
- PK 30 Point kilométrique de rivière

Infrastructures

- Ouvrage de la Romaine-1
- Route de la Romaine

Photo prise au terrain et identification

- TR-PK-19 Tribunaire à risque d'encassement et identification

Complexe de la Romaine
Suivi environnemental en phase exploitation (2018)

Dynamique sédimentaire en aval de la centrale de la Romaine-1
Évolution de l'état des rives

Sources :
BDT2, 1:25 000, MNR Québec, 2007
BDQA, 1/1 000 000, MNR Québec, 2002
Données de projet, Région-Québec, 2008 et 2015
Frayères - GENIVAR Québec, 2012
Inventaires - Poly-Géo, 2015, 2016 et 2019
Cartographie - Poly-Géo
Fichier : 0246_sed22_pj_178_200714.mxd

0 200 400 600 m
MTM, zone 5, NAD83
Équivalence des courbes : 10 m

Carte 2
Feuille 2 de 3

Hydro Québec

2015-PG-01

TR-PK-15,4

TR-PK-17

2013-PG-01

2013-PG-02

2015-PG-02

PK 14

PK 15

PK 16

PK 17

PK 18

PK 19

PK 20

PK 21

PK 22

PK 23

PK 24

PK 25

PK 26

PK 27

PK 28

PK 29

PK 30

Aéroport de Havre Saint-Pierre

Vers Havre Saint-Pierre

Vers Havre Saint-Pierre

Feuille 1

Feuille 2

Feuille 3

Réservoir de la Romaine

Canal de la Romaine-1

Havre-Saint-Pierre

Golfe du Saint-Laurent

1 km



Stabilité des talus riverains en 2018

Aucune modification depuis 2015

- En érosion
- Actif, mais partiellement stabilisé
- Stable
- Activité éolienne

Modification depuis 2015

- Nouvelle érosion
- Diminution de l'érosion
- Stabilisation

Station témoin

2013-PG-03 Station de suivi et identification

Composantes de projet

- Fraysère naturelle
- Fraysère aménagée
- Limite et numérotation des zones homogènes (Étude Poly-Géo, 2006a)
- PK 40 Point kilométrique de rivière

Infrastructures

- Ouvrage de la Romaine-1
- Route de la Romaine

F3a Photo prise au terrain et identification

TR-PK 34.5 Tribunaire à risque d'encassement et identification

Complexe de la Romaine
Suivi environnemental en phase exploitation (2018)

Dynamique sédimentaire en aval de la centrale de la Romaine-1

Évolution de l'état des rives

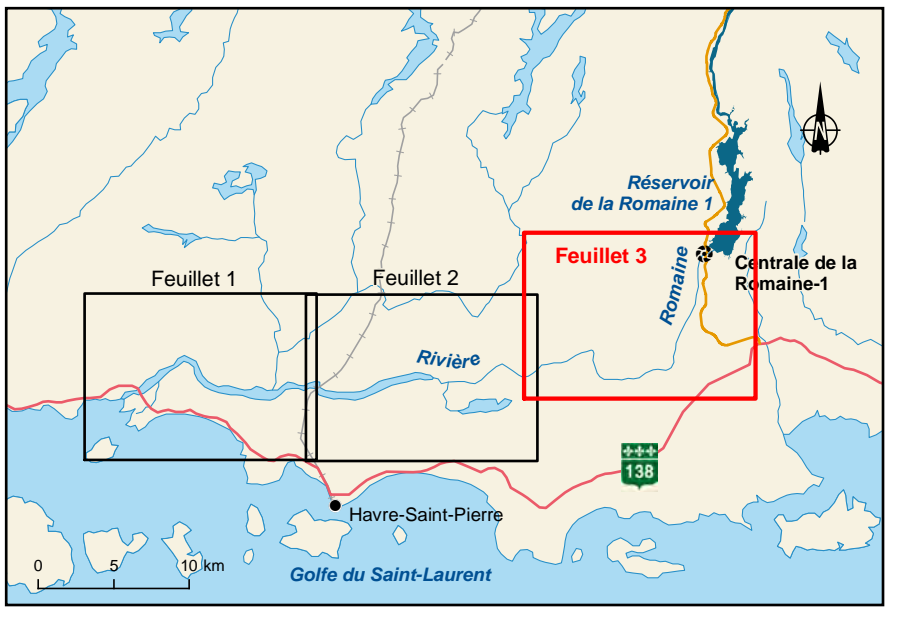
Sources :
BDT3, 1:25 000, MNR Québec, 2007
BDQA, 1:1 000 000, MNR Québec, 2008
Données de projet, Région-Québec, 2008 et 2015
Fraysères - GENIVAR Québec, 2012
Inventaires - Poly-Géo, 2015, 2016 et 2019

Cartographie : Poly-Géo
Fichier : 0244_sud272_po_179_200714.mxd



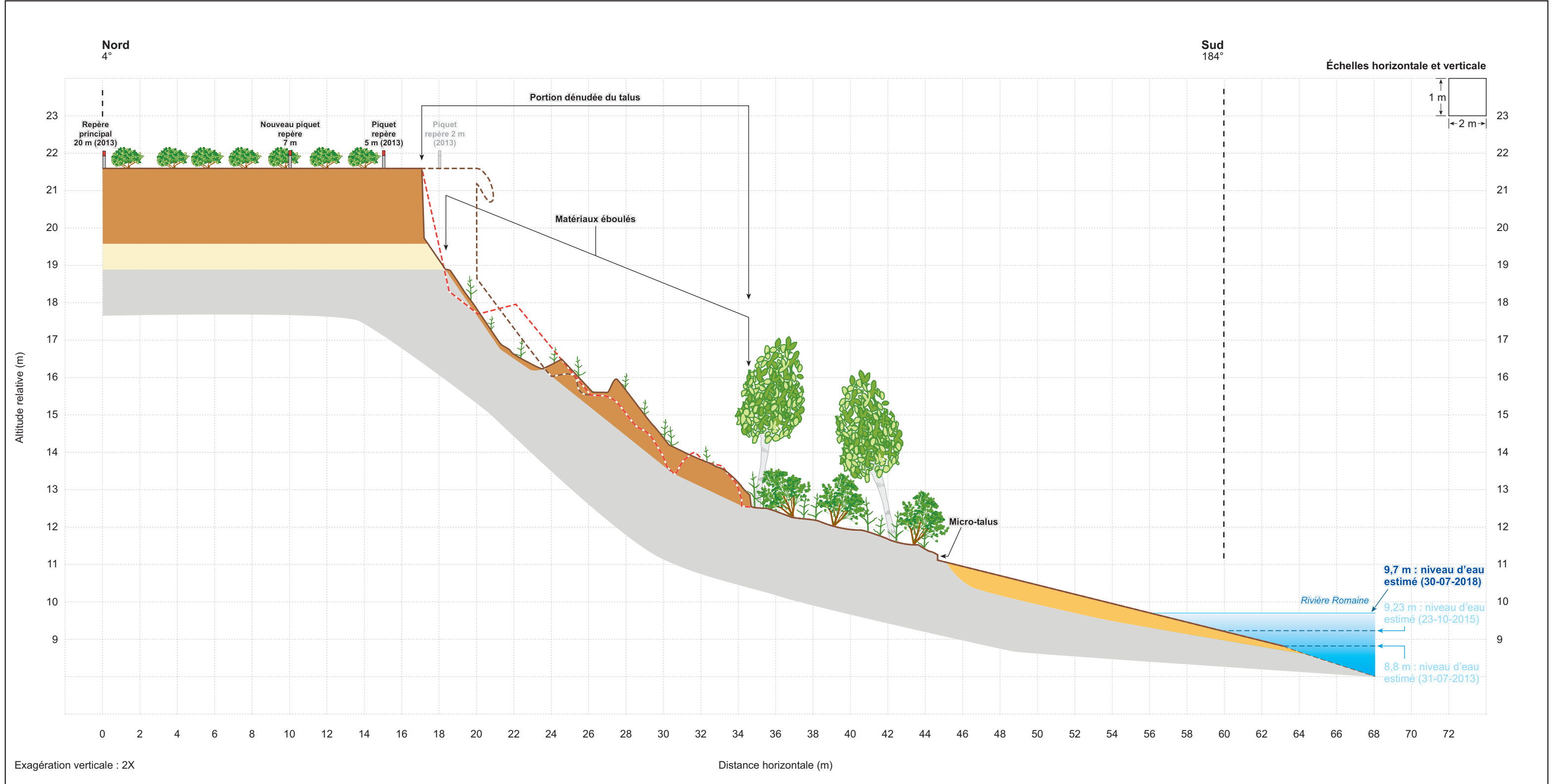
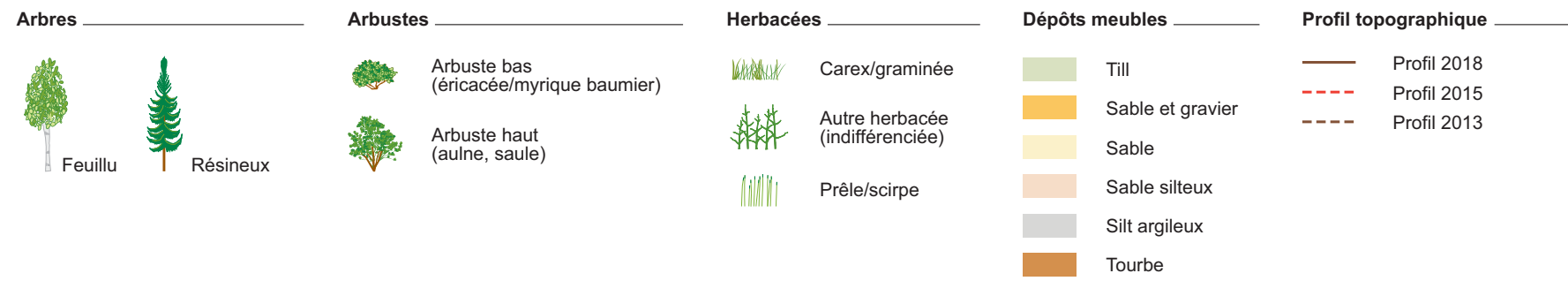
Carte 2
Feuille 3 de 3

Hydro Québec



ANNEXE 4

STATIONS TÉMOINS : PROFILS
TOPOGRAPHIQUES ET
PHOTOGRAPHIES



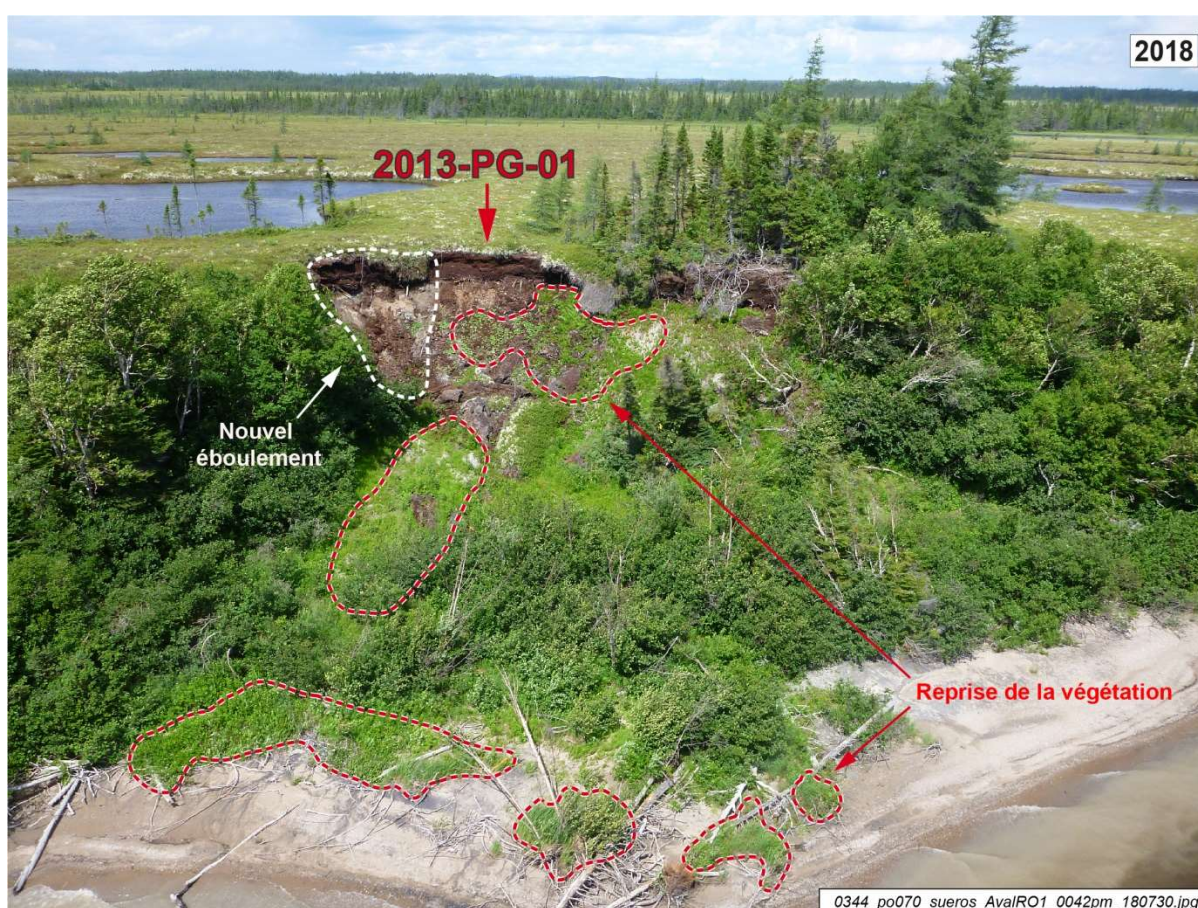
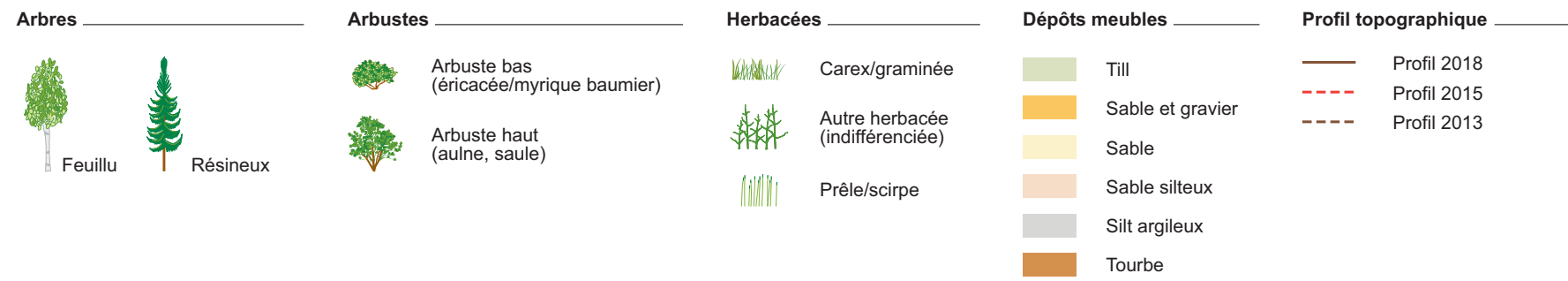


Photo A4 1 à A4-3 : Station témoin 2013-PG-01, rive droite PK 21,4. La station 2013-PG-01 se situe en bordure d'un haut talus argileux recouvert de tourbe, affecté par un glissement qui paraissait récent en 2013. En 2015, un recul de 3 m avait été mesuré au sommet du glissement. Peu de changement se sont produits depuis et l'on note une revégétalisation progressive des surfaces en érosion (zones entourées en tireté rouge sur la photo A4-3).



Photo A4-4 : Station témoin 2013-PG-01, rive droite PK 21,4. Une fissure observée dans la tourbe en 2018 près du rebord du talus et la présence d'un petit éboulement récent à proximité de la station 2013-PG-01 indiquent que le talus est toujours actif dans ce secteur.



Sources :
Inventaires et cartographie : Poly-Géo, 2013, 2015 et 2018
Fichier : 0344_suf5_po_190_2013_PG02_200714.fn11

Figure 5

Juillet 2020

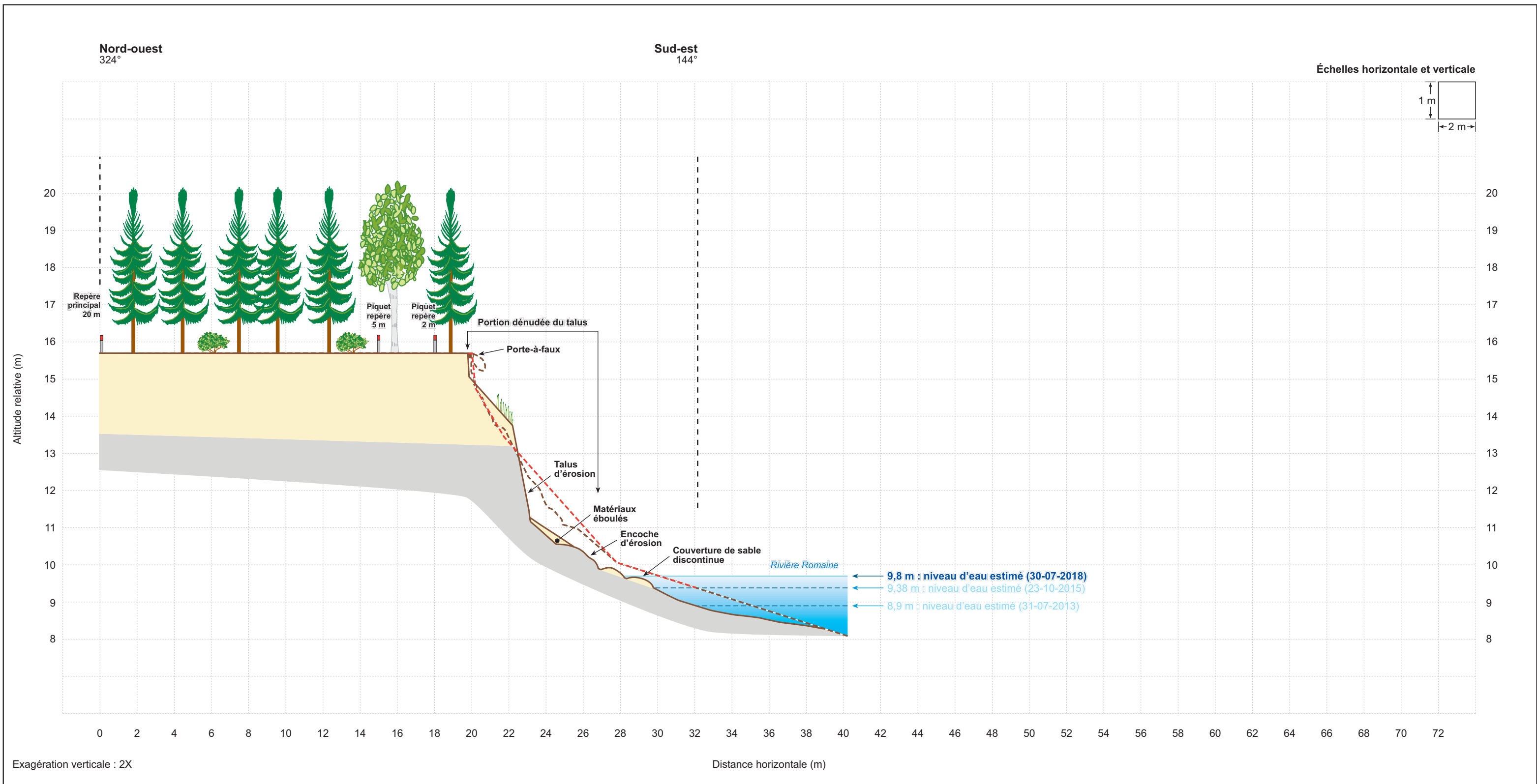
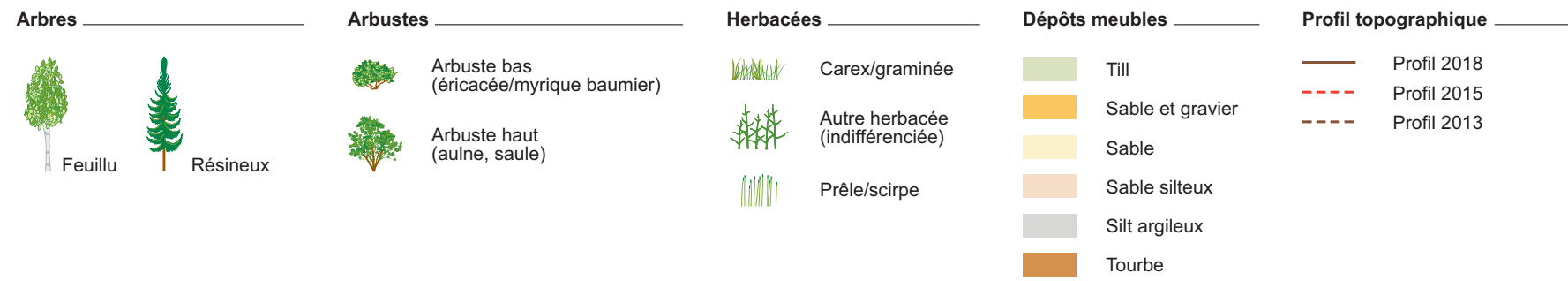




Photo A4-5 à A4-7 : Station témoin 2013-PG-02, île Mistaministukueetshuan PK 24,5. La station 2013-PG-02 est installée en bordure d'un talus argileux de 5 à 6 m de hauteur recouvert d'une couche de sable. Cette rive était déjà instable en 2013 et l'érosion se poursuit toujours en 2018, plus particulièrement à la base du talus (montré par un tireté noir sur la photo A4-7).



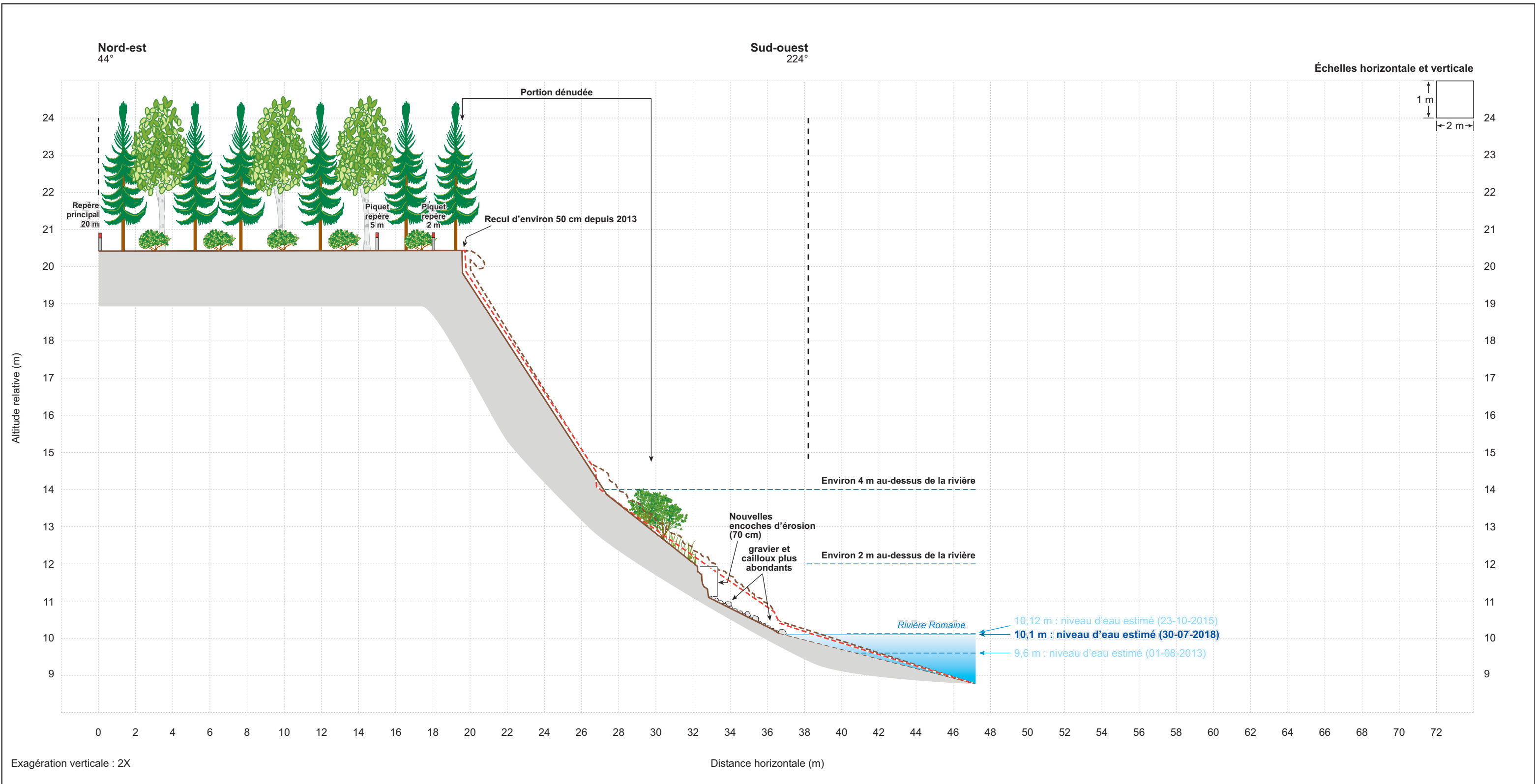
Photo A4-8: Station témoin 2013-PG-02, île Mistaministukueetshuan PK 24,5. Depuis 2015, une portion du tapis organique en porte-à-faux s'est affaissée (délimitée en blanc sur la photo). De nouvelles petites encoches d'érosion (indiquées par des tirets noirs) se sont formées dans les argiles à la base du talus. Les sables éboulés qui couvraient la berge en 2015 ont été partiellement délavés.



Sources :
Inventaires et cartographie : Poly-Géo, 2013, 2015 et 2018
Fichier : 0344_suf6_po_191_2013_PG03_200714.fn11

Figure 6

Juillet 2020



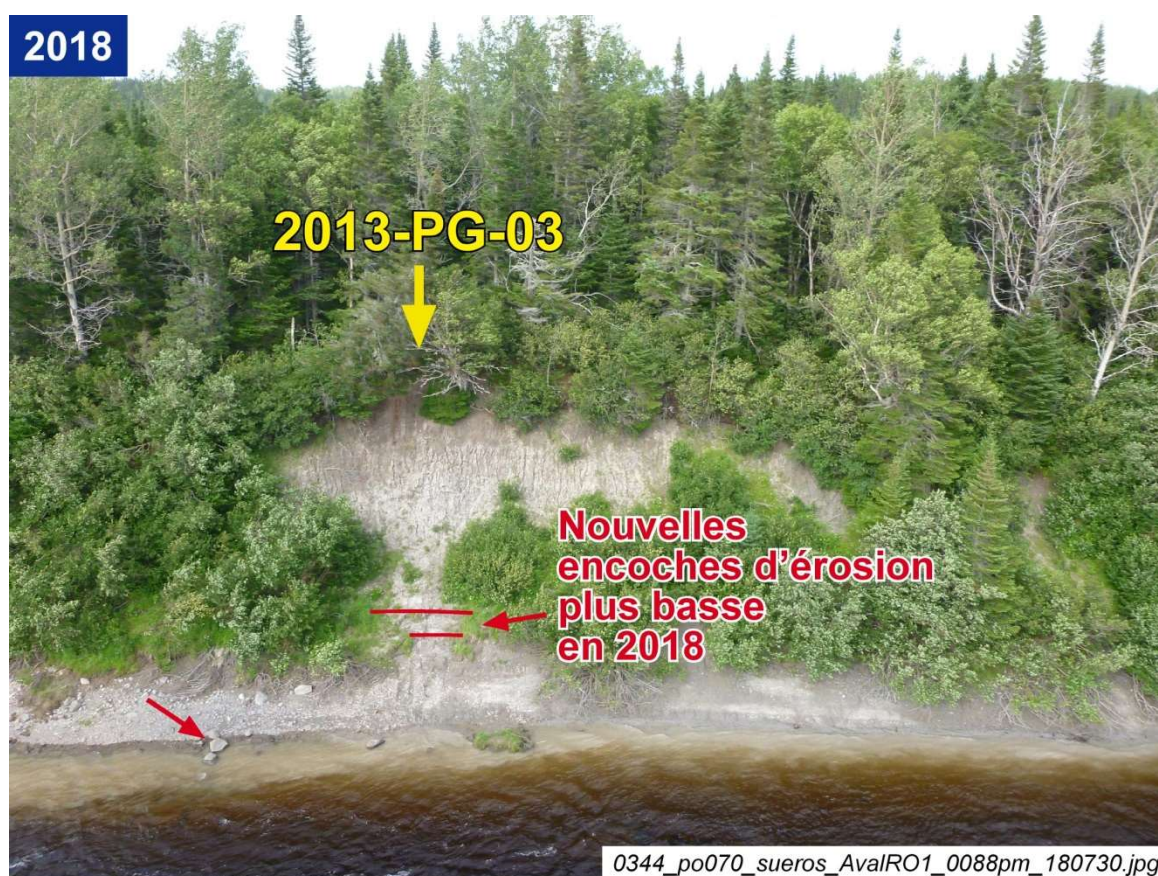
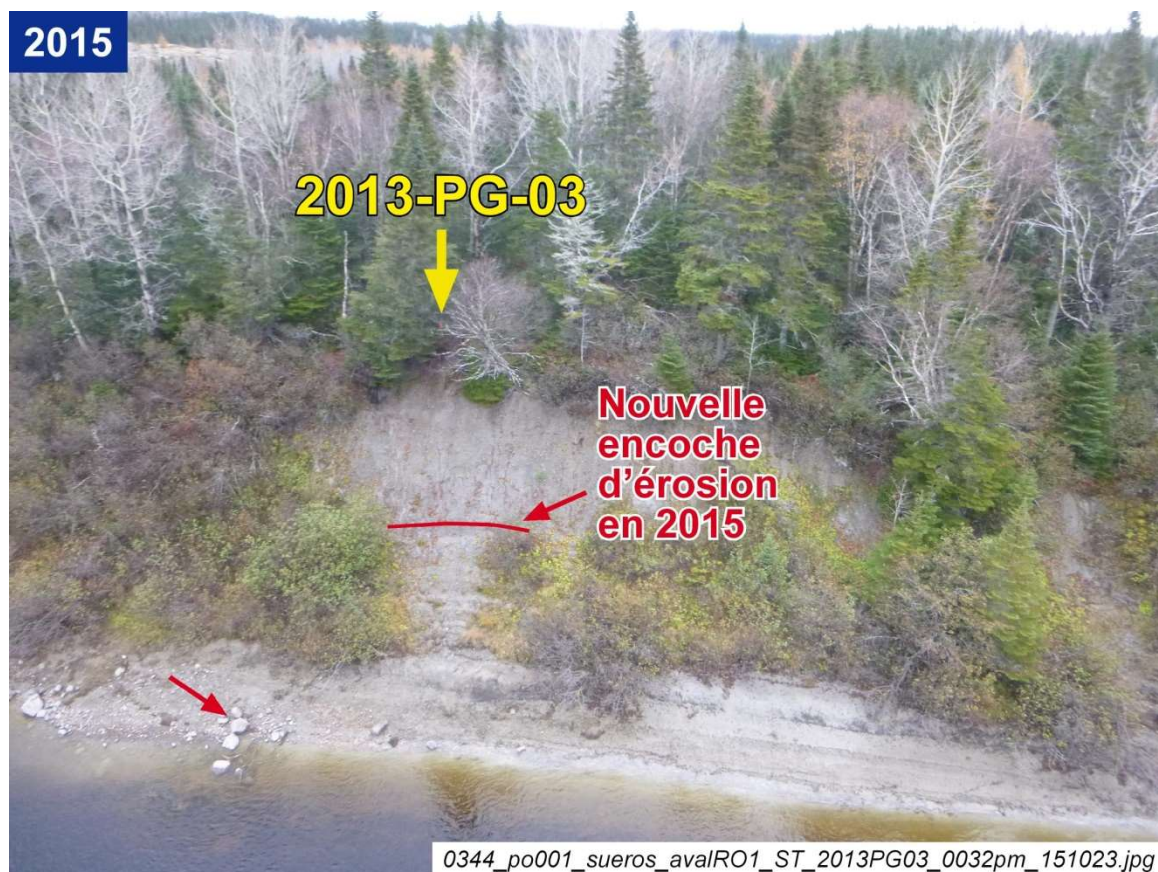
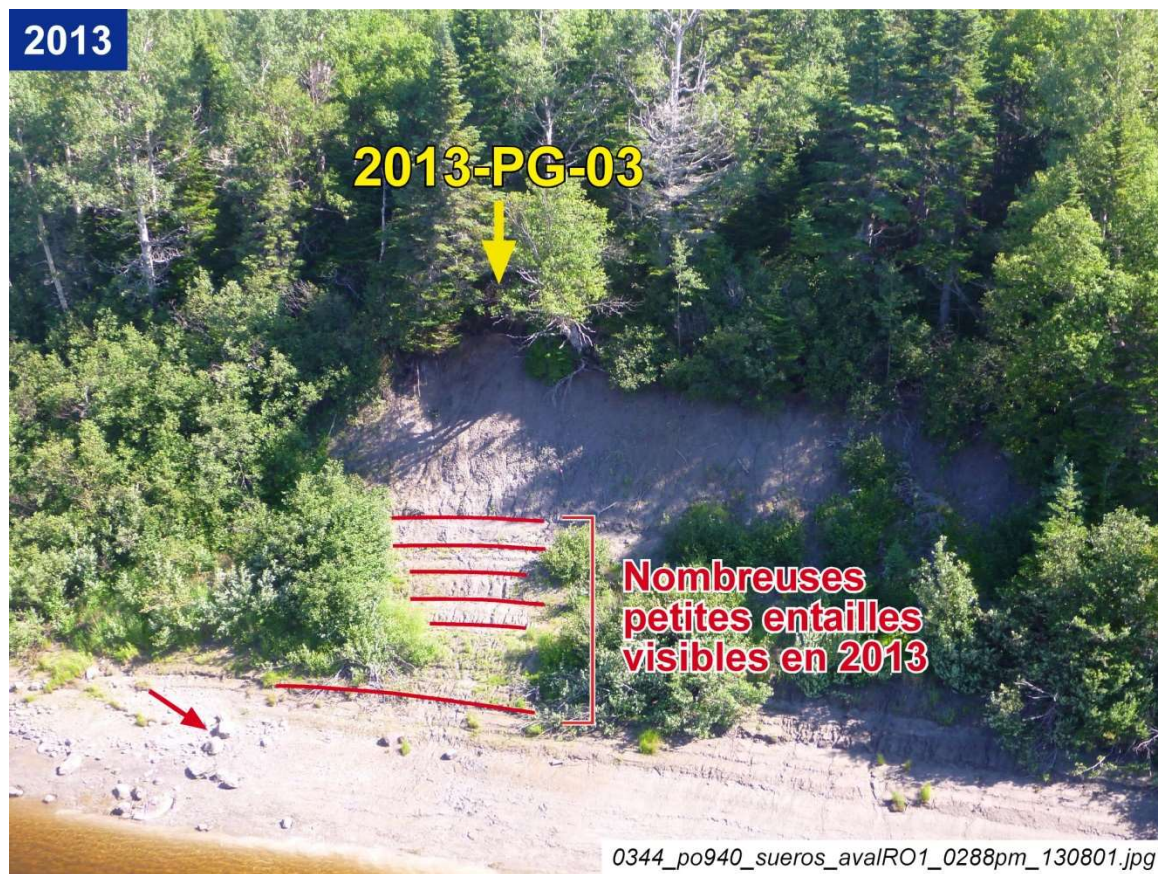


Photo A4-9 à A4-11 : Station témoin 2013-PG-03, rive droite PK 33,5. La station 2013-PG-03 se situe en bordure d'une petite baie soumise à de forts courants. La station permet de suivre l'évolution d'un talus argileux instable d'environ 10 m de hauteur. Depuis le début du programme de suivi, la partie supérieure du versant a peu évolué. Par contre, le pied du talus s'est transformé au fil du temps.

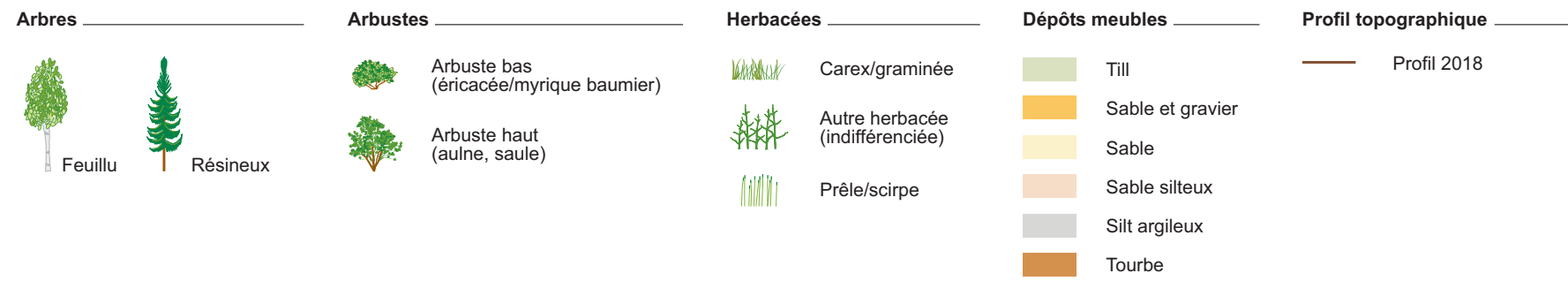
2015



2018



Photo A4-12 et A4-13 : Station témoin 2013-PG-03, rive droite PK 33,5. La comparaison de ces montages de photos de 2015 et de 2018 permet d'évaluer l'érosion qui s'est produite à la base du talus au cours des trois dernières années. L'érosion des argiles à la base du talus s'est poursuivie de sorte que le till sous-jacent affleure maintenant davantage sur la berge. Une partie du couvert d'herbacées en place en 2015 s'est éboulée sur la berge suite au recul du pied du talus.



Sources :
Inventaires et cartographie : Poly-Géo, 2013, 2015 et 2018
Fichier : 0344_suf7_po_192_2013_PG04_200714.fn11

Figure 7

Juillet 2020

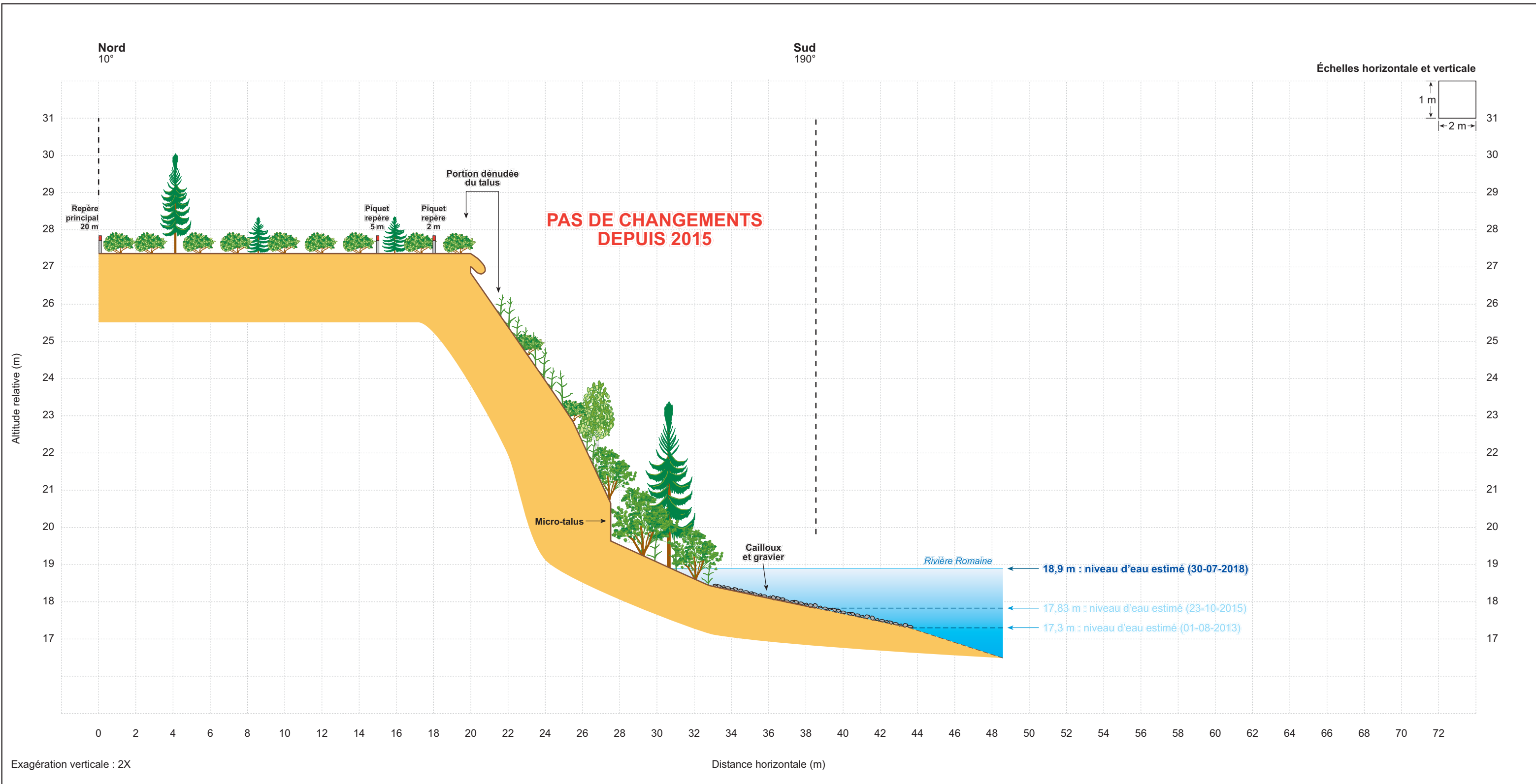




Photo A4-14 à A4-16: Station témoin 2013-PG-04, rive droite PK 41,3. La station 2013-PG-04 se trouve sur une terrasse de sable graveleux bordée d'un talus d'une dizaine de mètres de hauteur. Le profil du talus n'a pas changé depuis 2013 et le pied du versant ne semble plus rejoint par la rivière. Bien que la portion supérieure du talus demeure partiellement dénudée, sa base est colonisée par une végétation arbustive et arborescente dense. Cette rive est désormais considérée stable.

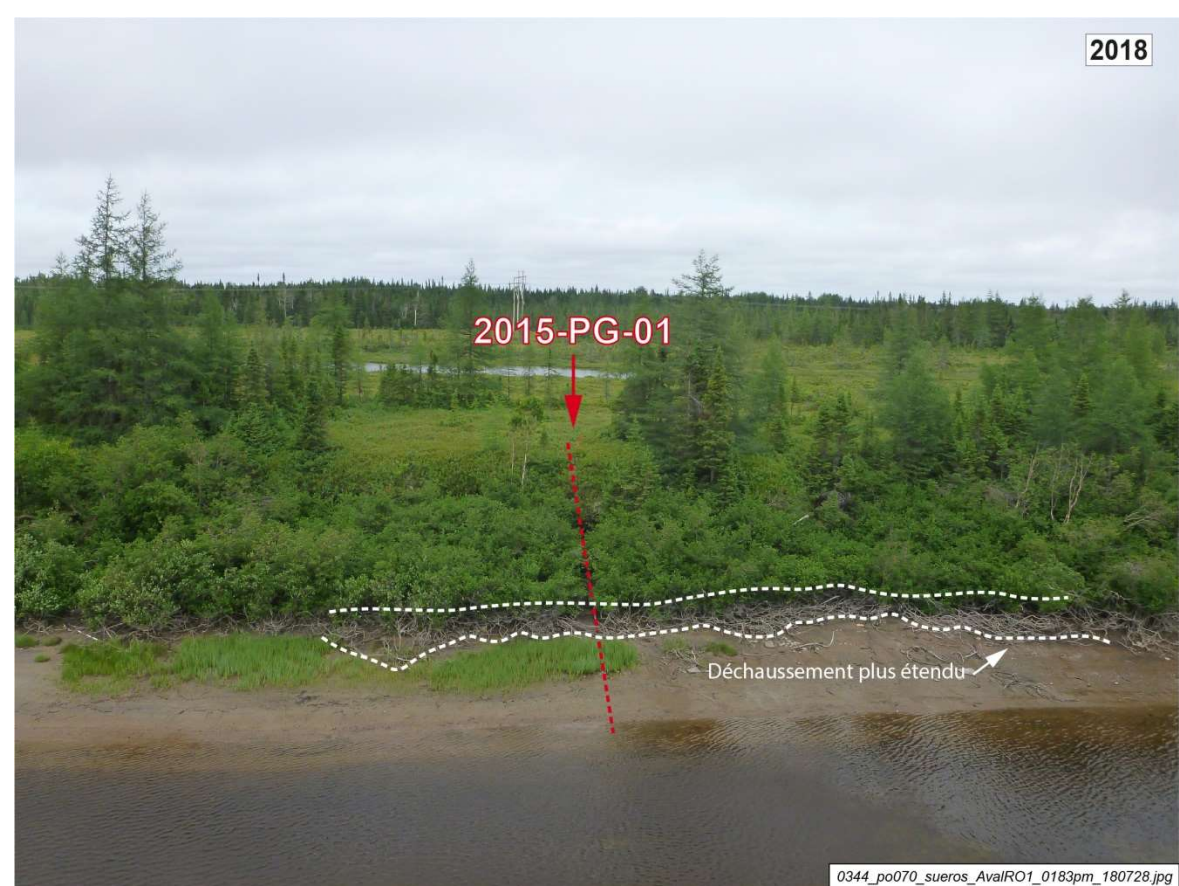
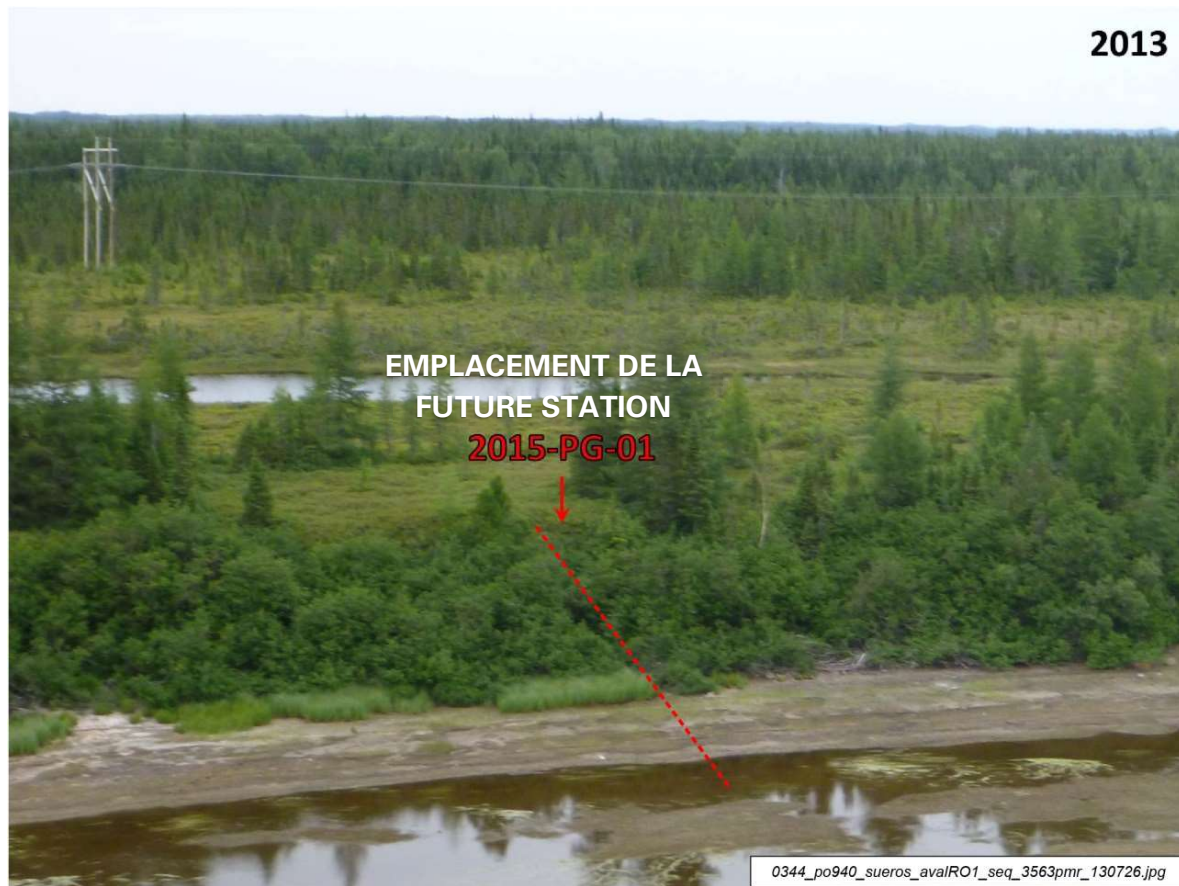


Photo A4-17 à A4-19 : Station témoin 2015-PG-01, rive droite PK 14. La station 2015-PG-01 a été mise en place afin de suivre l'évolution d'une rive basse (3 m) composée de tourbe et d'argile, en grande partie végétalisée. En raison de l'intensification du déchaussement sur la berge, cette rive est considérée active en 2018.

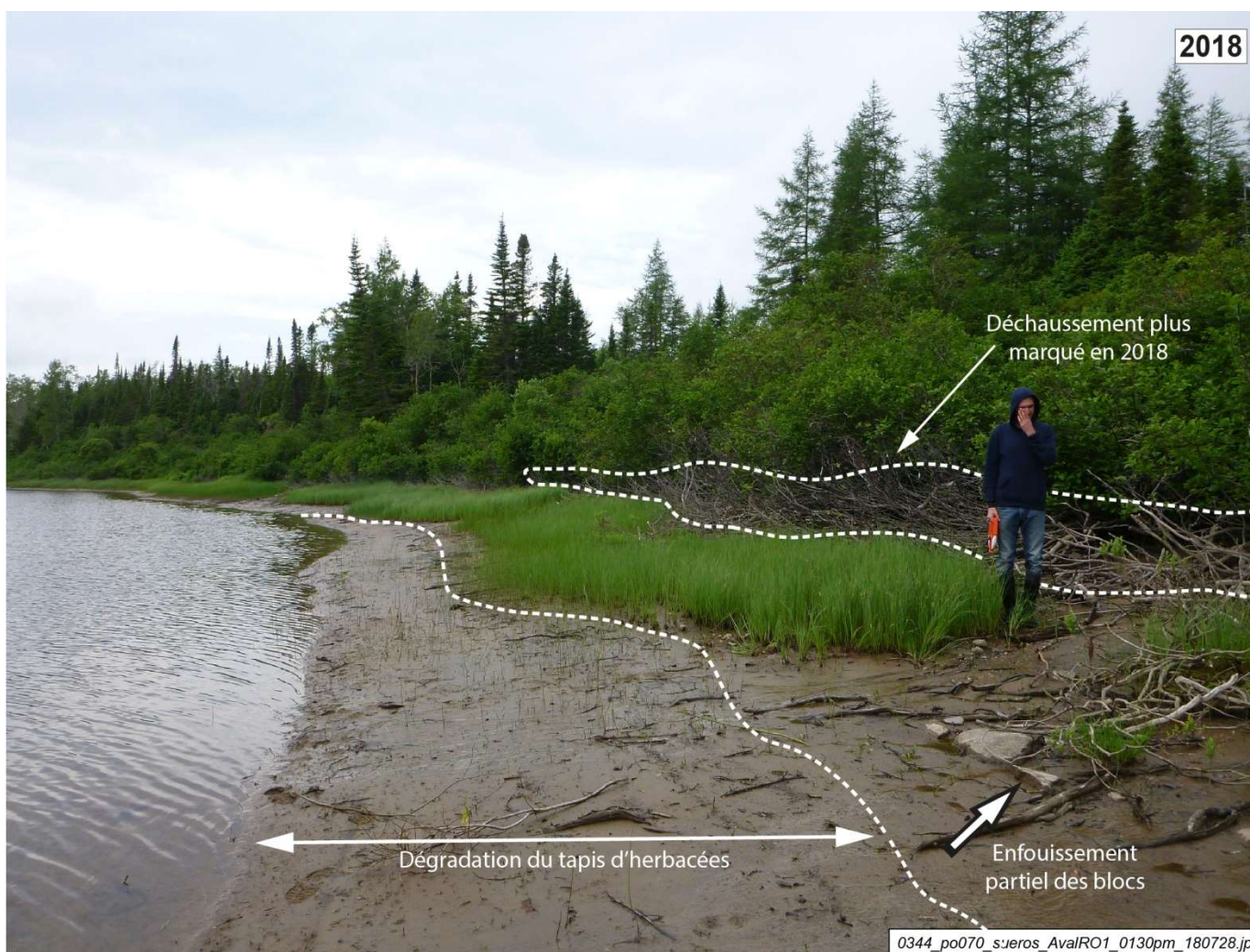
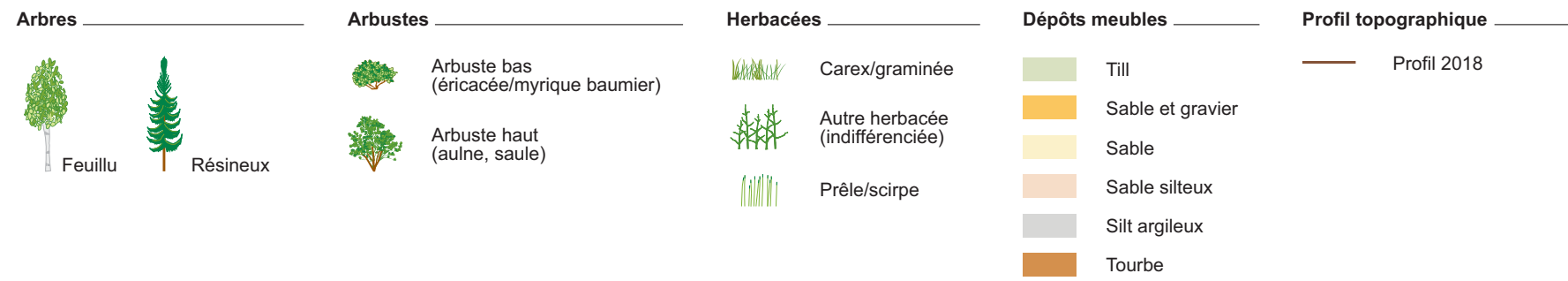


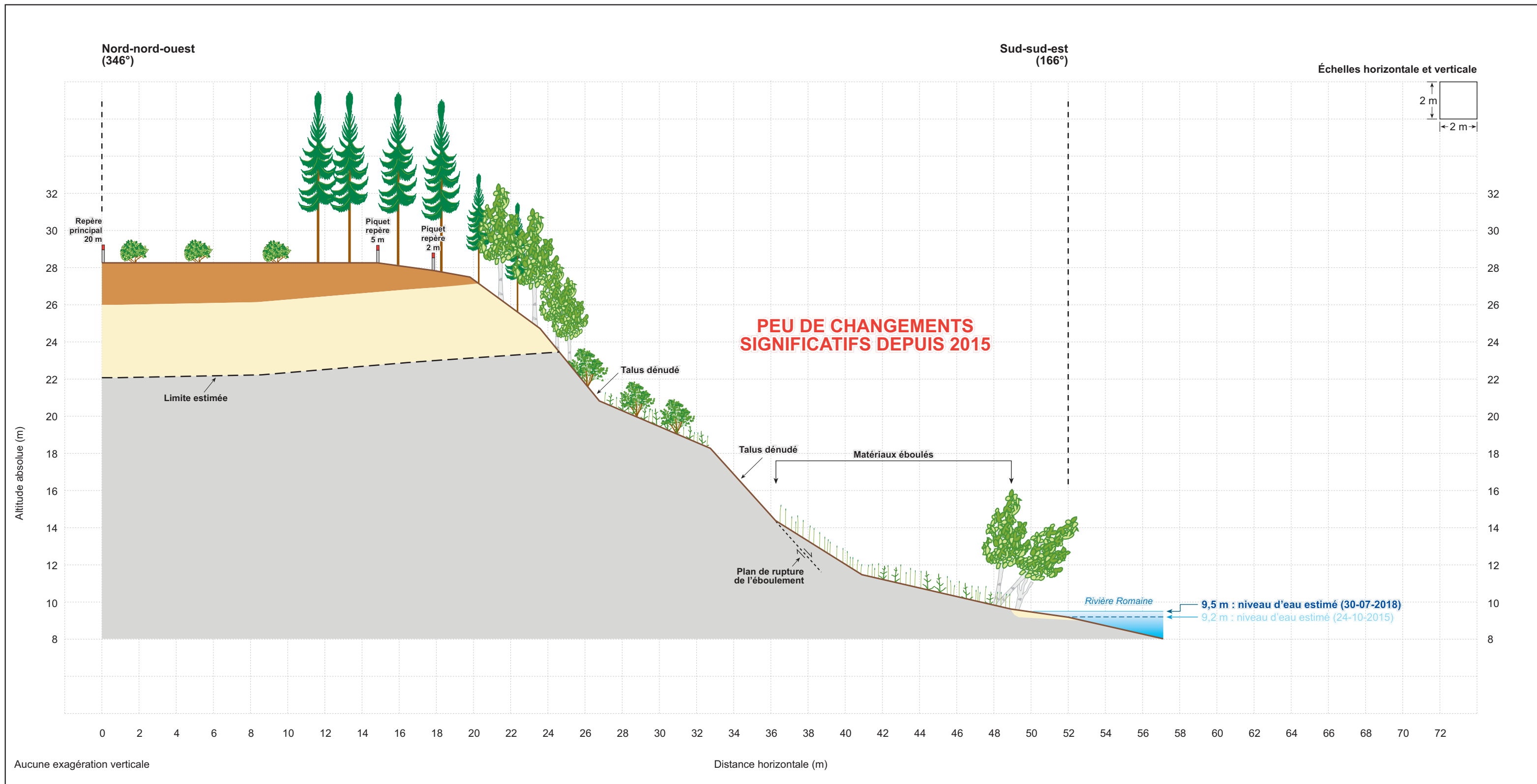
Photo A4-20 et A4-21 : Station témoin 2015-PG-01, rive droite PK 14. Des transformations mineures sont perceptibles dans la partie inférieure du rivage vis-à-vis cette station. On y décèle, depuis 2015, certains signes de dégradation de la végétation (déchaussement plus marqué, dépérissement du feuillage, dégradation d'une partie du tapis d'herbacées) qui témoignent d'une lente érosion de la frange arbustive riveraine et d'une légère sédimentation sur l'avant-plage.



Sources :
Inventaires et cartographie : Poly-Géo, 2015 et 2018
Fichier : 0344_suf9_po_187_2015_PG02_200714.fr11

Juillet 2020

Figure 9



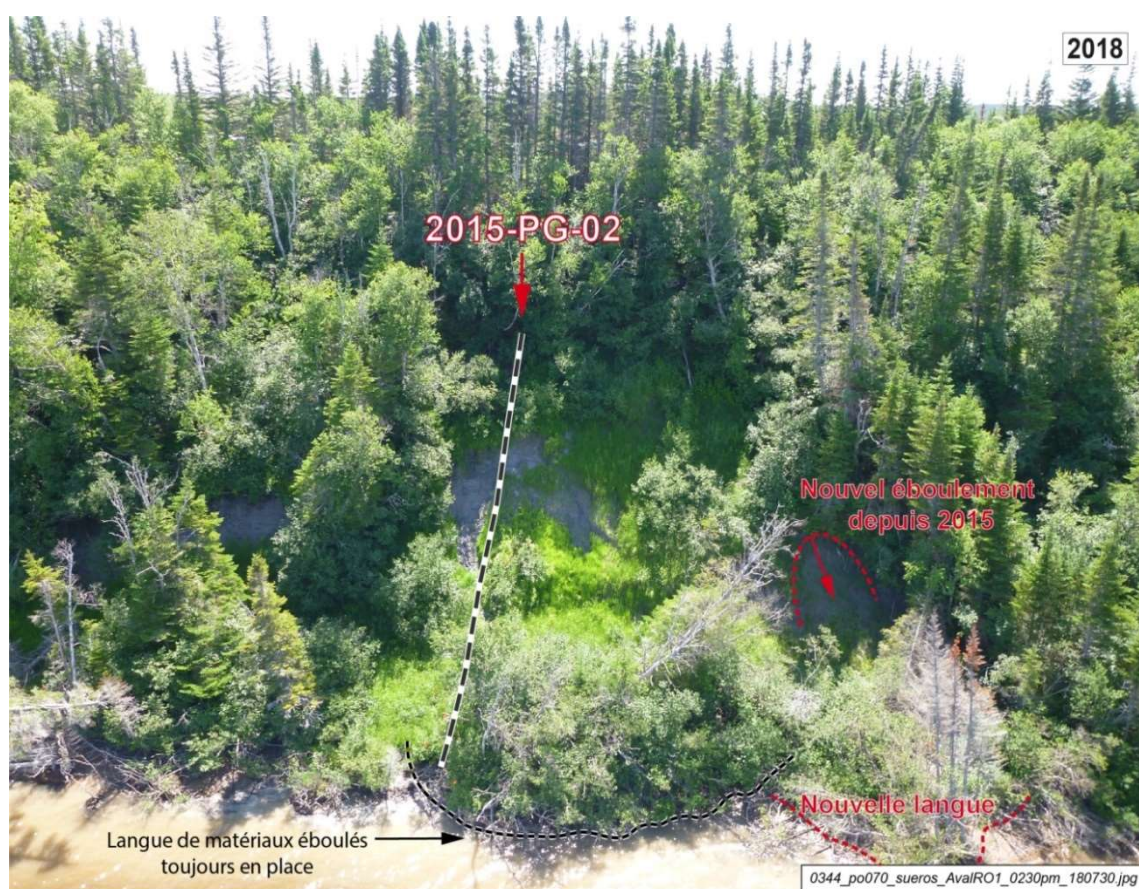
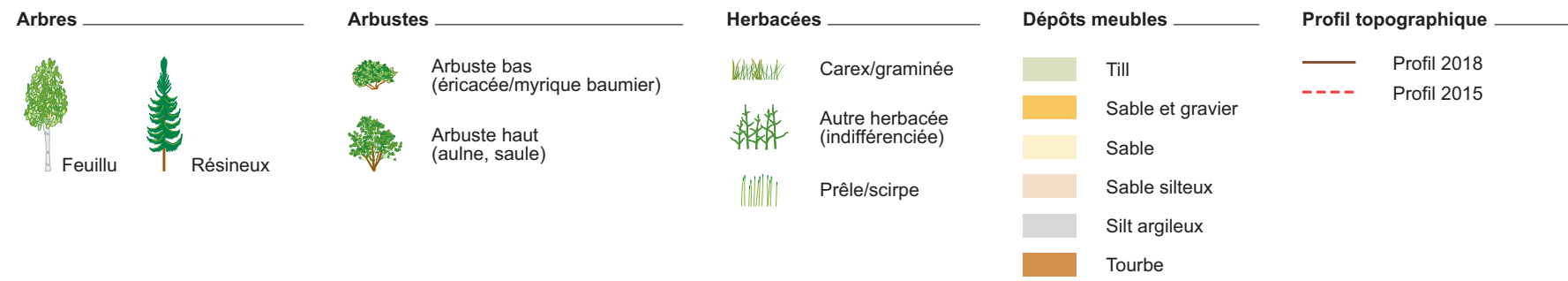


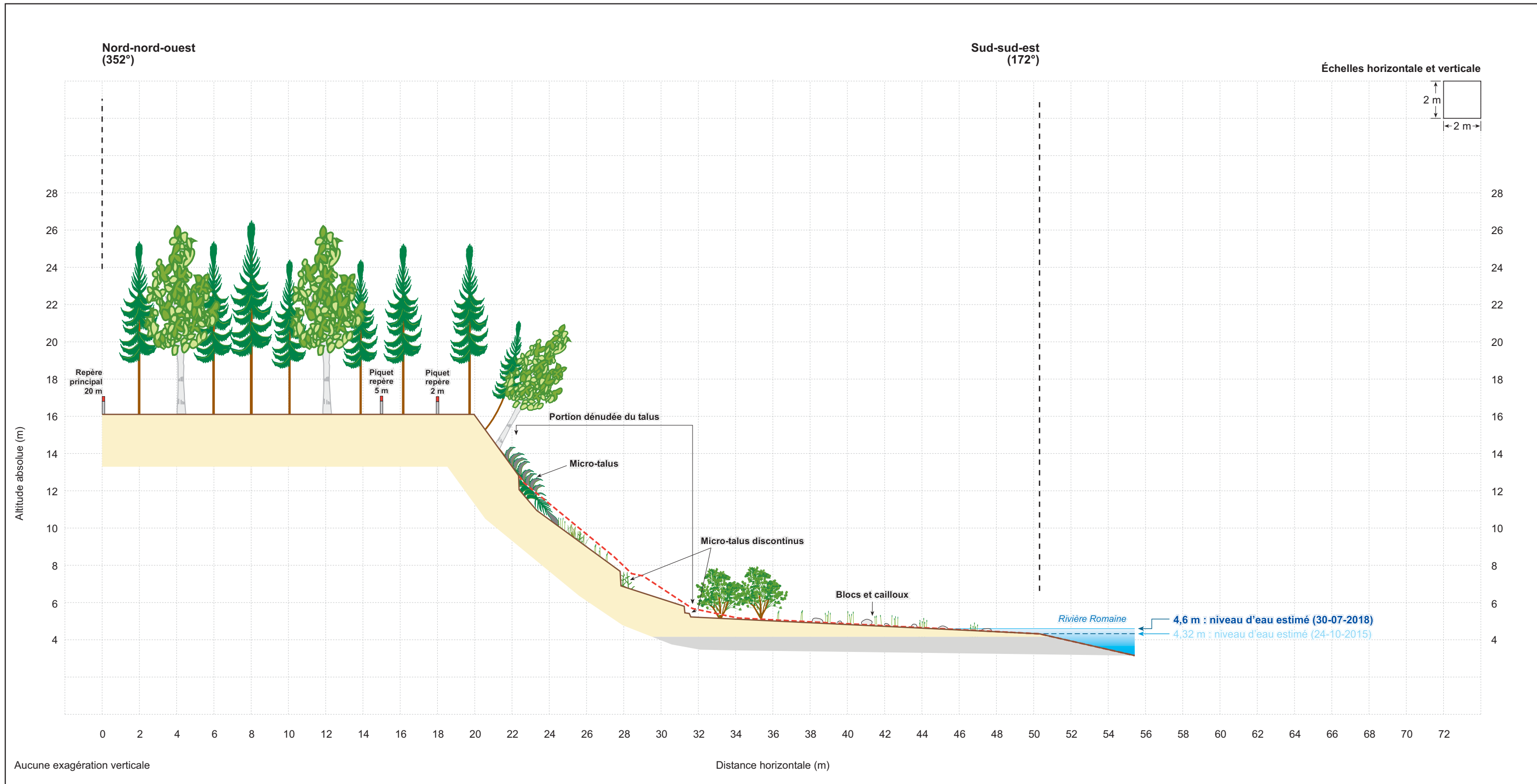
Photo A4-22 à A4-24 : Station témoin 2015-PG-02, rive gauche PK 19. Cette station est installée en bordure d'un talus argileux de près d'une vingtaine de mètres de hauteur, qui était déjà affecté par l'érosion avant 2013. En 2015, un éboulement récent survenu à la base du versant, avait laissé une langue de matériaux et d'arbres basculés dans la Romaine. Depuis 2015, le profil du versant et de la berge semble avoir peu changé vis-à-vis la station, mais de l'érosion récente à proximité (indiquée en rouge sur la photo A4-24) indique que ce rivage demeure très sensible à l'érosion.



Sources :
Inventaires et cartographie : Poly-Géo, 2015 et 2018
Fichier : 00344_suf10_po_175_2015_PG03_200714.flh11

Figure 10

Juillet 2020



2013



2015



2018



Photo A4-25 à A4-27 : Station témoin 2015-PG-03, rive droite PK 6. La station 2015-PG-03 recoupe un talus sableux instable d'environ 10 m de hauteur. Le profil général de la rive ne semble pas avoir changé de façon significative depuis 2015. Les relevés de 2018 révèlent la présence de micro-talus d'érosion à différents niveaux sur la berge qui indiquent que cette rive est toujours active.



Photo A4-28 : Station témoin 2015-PG-03, rive droite PK 6. Le profil du talus de la station 2015-PG-03 a subi de légères modifications depuis 2015. Des micro-talus qui se sont développés à différents niveaux au pied du talus principal résultent probablement de l'attaque des vagues lorsque le niveau de la rivière est élevé (au printemps, en période de crue ou encore pendant les pointes estivales).

ANNEXE 5

TRIBUTAIRES À RISQUE D'ENCAISSEMENT PHOTOS COMPARATIVES



Photo A5- 1 et A5-2 : La configuration du banc situé en rive gauche du bras ouest de la Puyjalon (PK 11) demeure sensiblement la même qu'en 2004. On note un début de revégétalisation dans une petite portion du banc (délimité en bleu sur la photo A5-2).



Photo A5- 3 et A5-4 : La configuration du chenal du bras est de la Puyjalon (PK 13) a peu changé depuis 2004. Par contre, on note que la sédimentation s’est accrue sur le banc de sable en aval de l’embouchure (délimité en vert sur la photo A5-4).

2015



2018

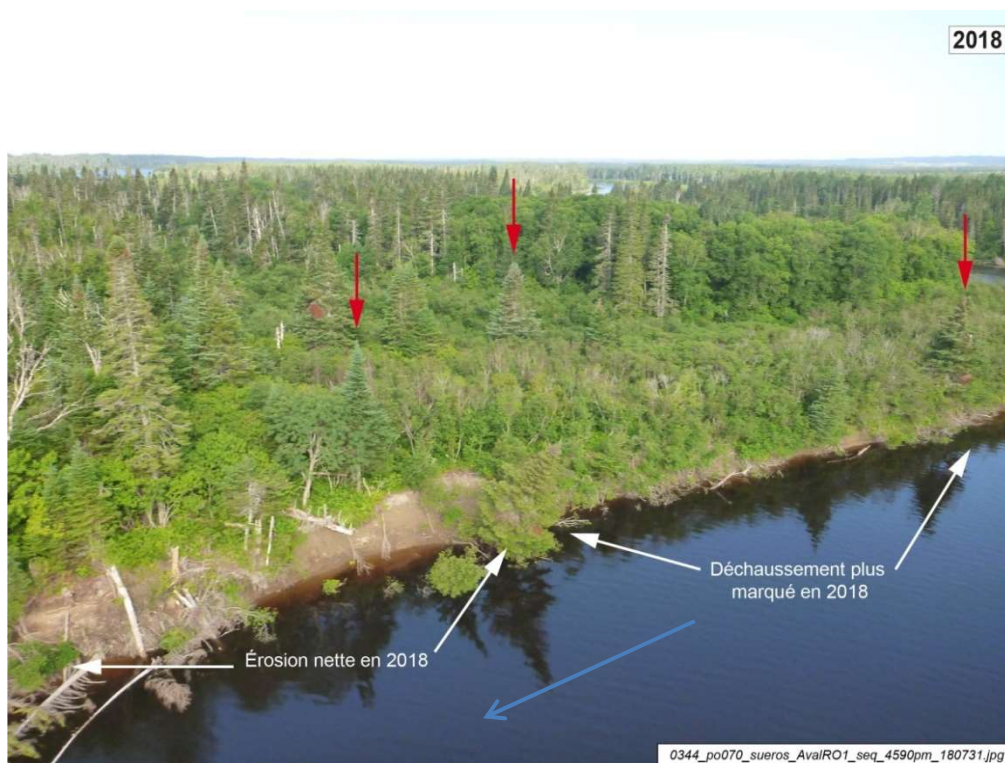


Photo A5-5 et A5-6 : Le survol des rives de l’embouchure du bras est de la Puyjalon indique qu’un segment d’environ 200 m de la rive droite de l’île des Officiers est aujourd’hui en érosion par déchaussement, sapement et petits éboulements.



Photo A5-7 et A5-8 : Aucun changement significatif ne s'est produit entre 2004 et 2018.à l'embouchure du tributaire débouchant sur la rive droite vers le PK 15,4 de la Romaine.

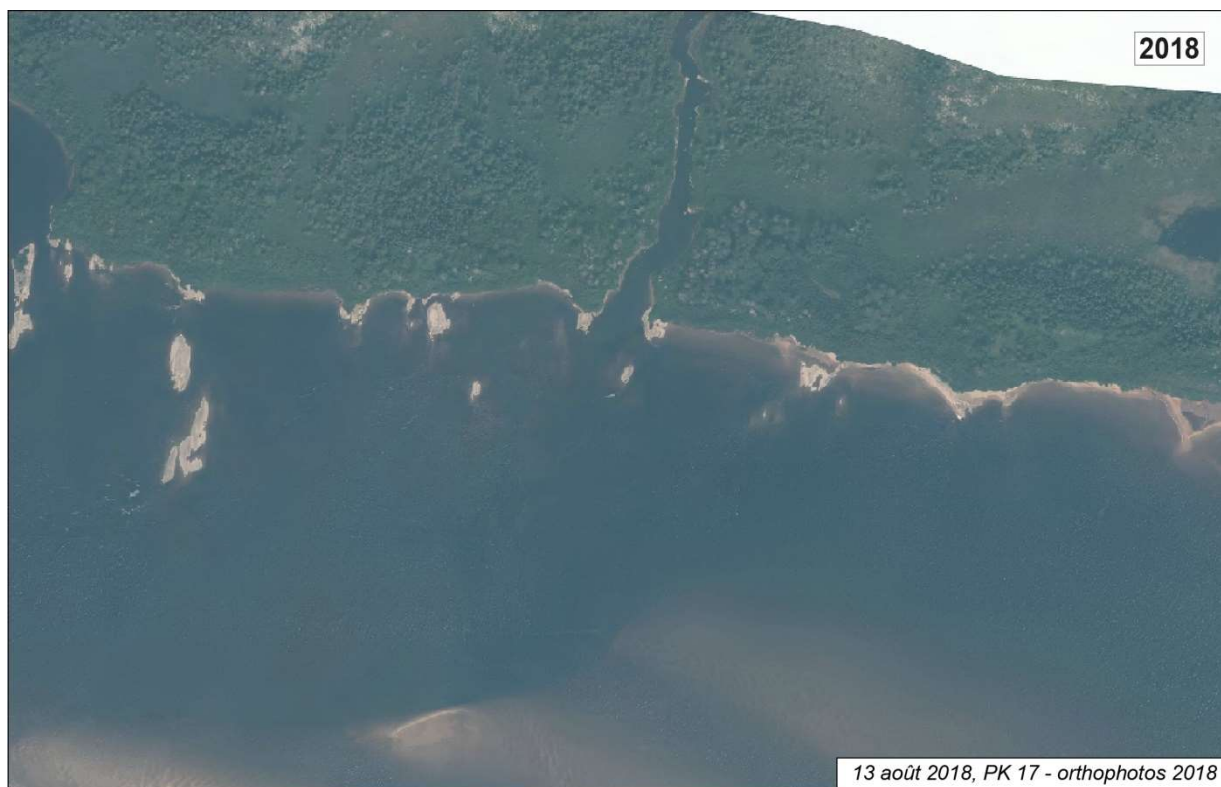


Photo A5-9 et A5-10 : Aucun changement significatif n'est perceptible entre 2004 et 2018 à l'embouchure du tributaire au PK 17 de la Romaine.



Photo A5-11 et A5-12 : La forme générale du vaste banc de sable qui borde la rive droite du tributaire débouchant vers le PK 19 s'est modifiée quelque peu depuis 2004, notamment à l'embouchure du tributaire, où le banc semble avoir progressé légèrement vers l'amont (zone d'accumulation montrée en vert sur la photo A5-12).



Photo A5-13: Depuis 2004, deux barrages avaient été construits par les castors à l’embouchure de ce tributaire. En 2018, le barrage le plus en amont est toujours en place et agit comme seuil principal. Par contre, le barrage aval (montré sur la photo) s’est détérioré progressivement depuis 2013.

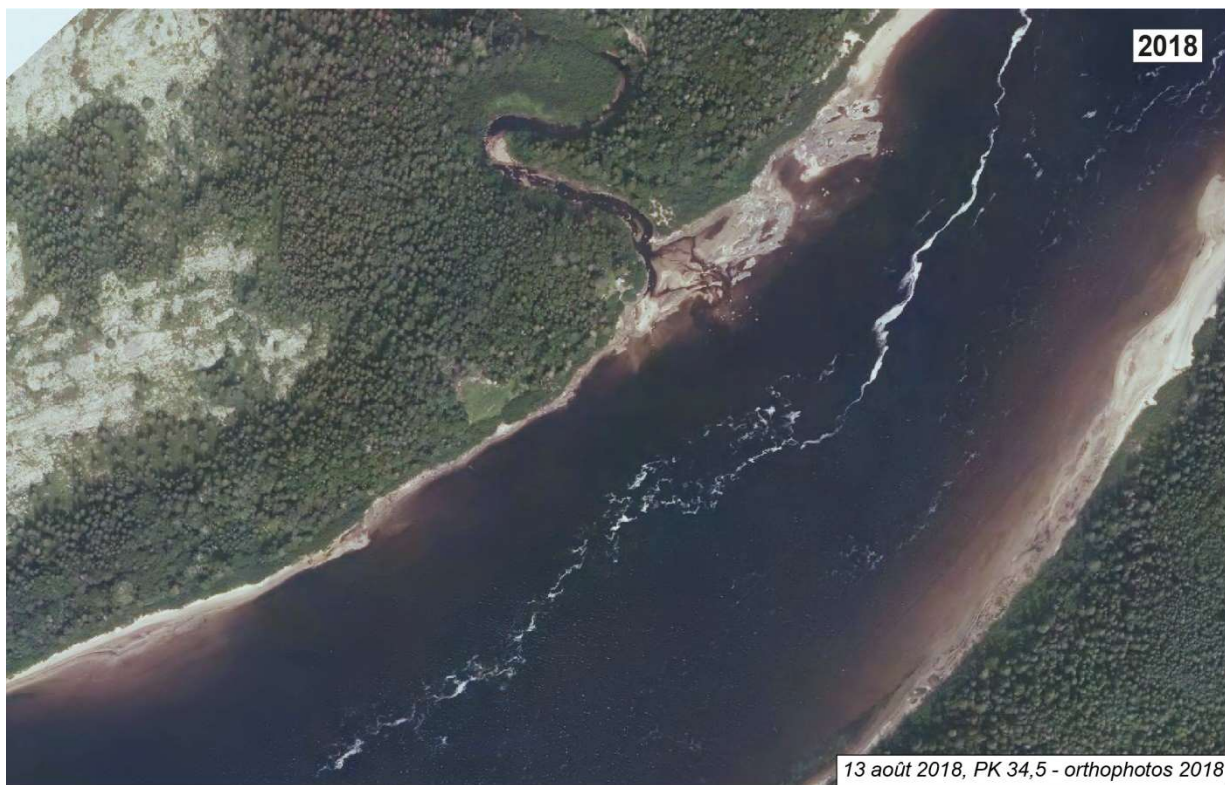


Photo A5-14 et A5-15 : À l'embouchure du tributaire du PK 34,5, le delta et la forme des chenaux se sont légèrement transformés au cours des trois dernières années.



Photo A5-16 et A5-17 : Depuis 2015, des accumulations de sable se sont formées dans l'axe du chenal aval et au centre de l'embouchure du tributaire se jetant vers le PK 34,5 (montrées par les lettres A et B sur la photo A5-17). Ces accumulations ont fait en sorte de dévier l'écoulement entre les aires de roc affleurant et de changer la configuration des chenaux.



Photo A5-18 et A5-19 : Depuis 2004, un delta s’est formé à l’embouchure du tributaire qui se jette en rive gauche de la Romaine, vers le PK 44,4. Au cours des trois dernières années, le delta a continué de progresser vers l’aval (montré par une flèche sur la photo A5-19).

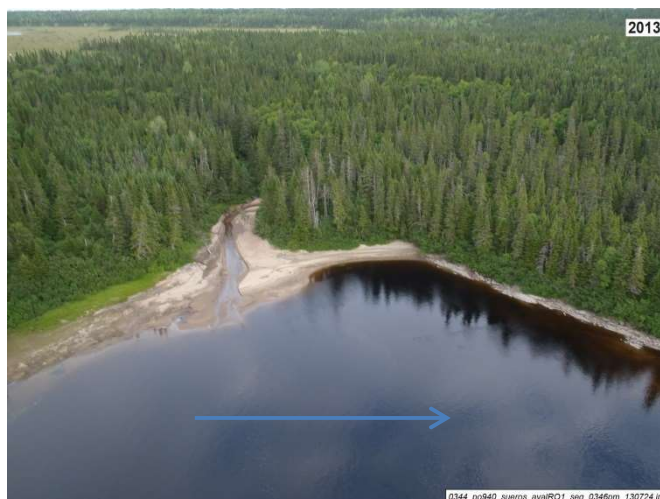


Photo A5-20, A5-21 et A5-22 : L'embouchure du tributaire du PK 44,4 a subi quelques transformations depuis 2013. Le chenal (peu profond en 2013) semblait s'être encaissé légèrement en 2015. Celui-ci ne semble pas s'être approfondi significativement depuis, mais une nouvelle accumulation de sable forme désormais une langue qui s'avance de façon assez nette dans la rivière Romaine (délimitée en rouge sur la photo A5-22). Ces conditions s'apparentent à celles observées en 2013.



Photo A5-23, A5-24 et A5-25: La forme générale du delta de l'embouchure du tributaire débouchant vers le PK 46,2 de la Romaine n'a pas changé significativement au cours des quatorze dernières années.



Photos A5-26 et A5-27: Aucun changement n'est noté à l'embouchure du tributaire se jetant dans la Romaine au PK 51,2.

ANNEXE 6

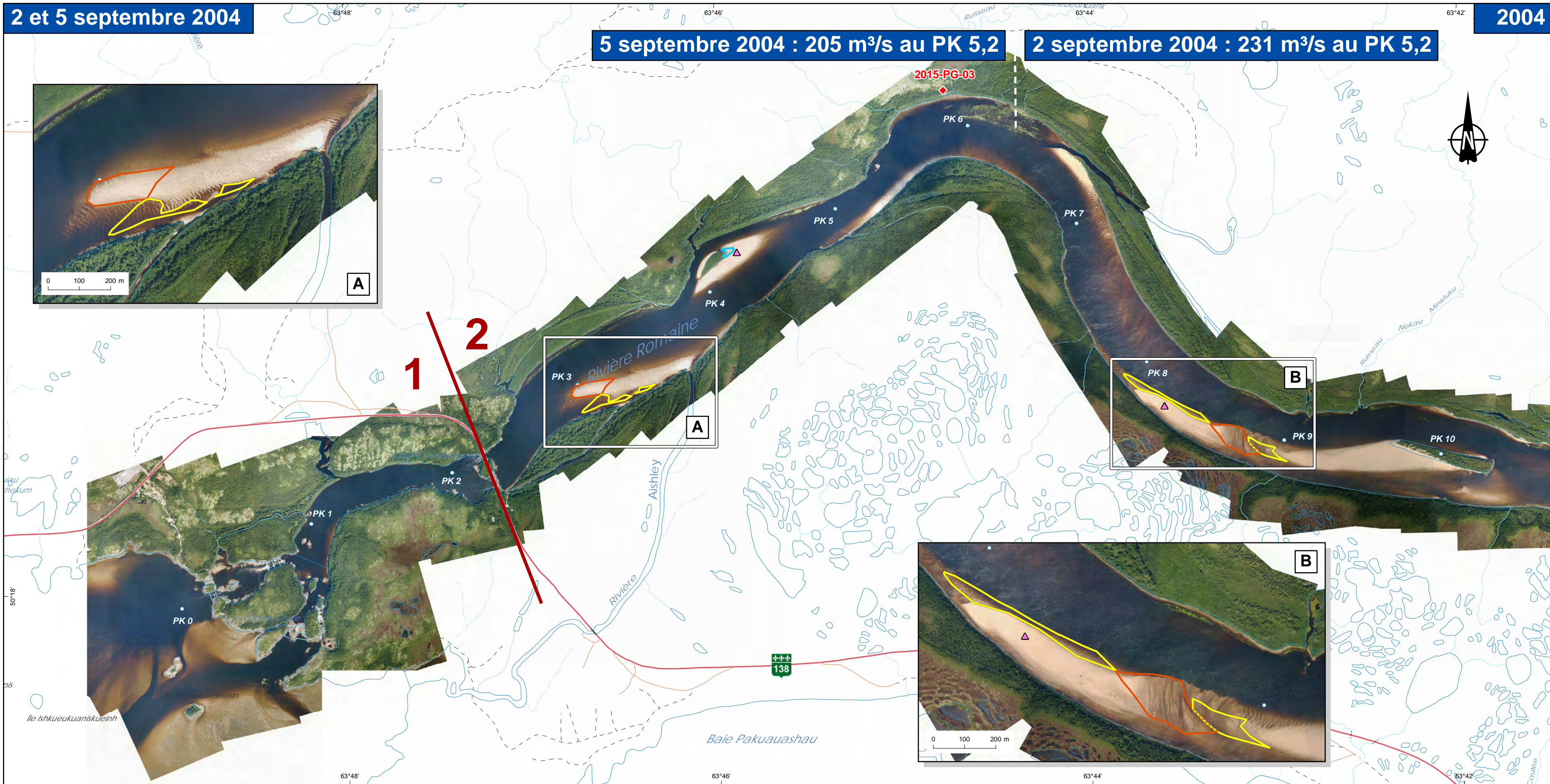
CARTES 3 – FEUILLETS 1 À 5 :
ÉVOLUTION DES BANCS DE
SABLE

2 et 5 septembre 2004

5 septembre 2004 : 205 m³/s au PK 5,2

2 septembre 2004 : 231 m³/s au PK 5,2

2004



Complexe de la Romaine
Suivi environnemental en phase exploitation (2018)

**Dynamique sédimentaire en aval
de la centrale de la Romaine-1**
Évolution des bancs de sable

PK 0 à 10,5

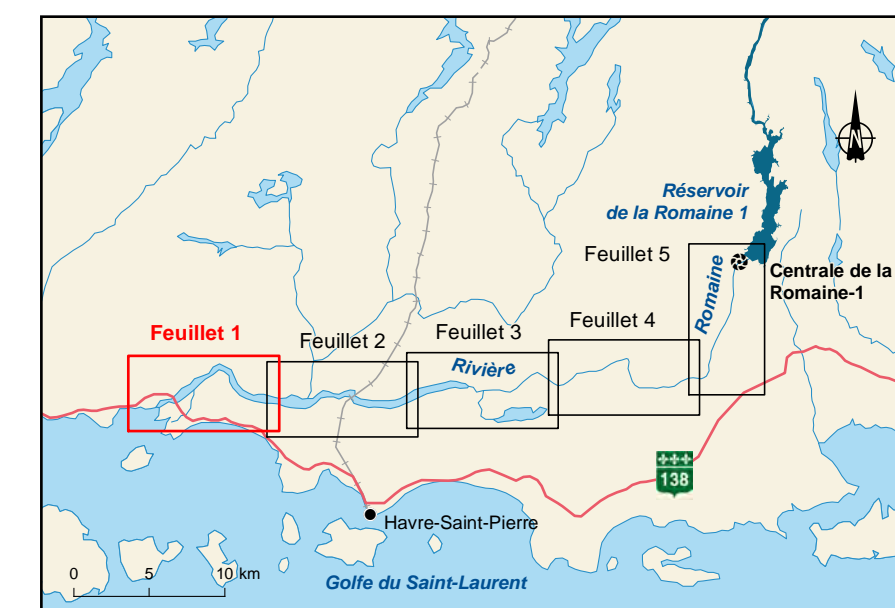
Sources :
Orthophoto, résolution 30 cm, Hydro-Québec, 2004
BDTQ, 1/20 000, MRNF Québec, 2007
BDGA, 1/1 000 000, MRN Québec, 2002
Données de projet, Hydro-Québec,
Points kilométriques, 2008
Centrale et réservoir, 2015
Frayères : GENVIAR Québec, 2012
Inventaires, Poly-Géo, 2015 et 2019

Cartographie : Poly-Géo
Fichier : 0344_suc3f1_po_180_200714.mxd

0 200 400 600 m
MTM, fuseau 5, NAD83 (SCRS)

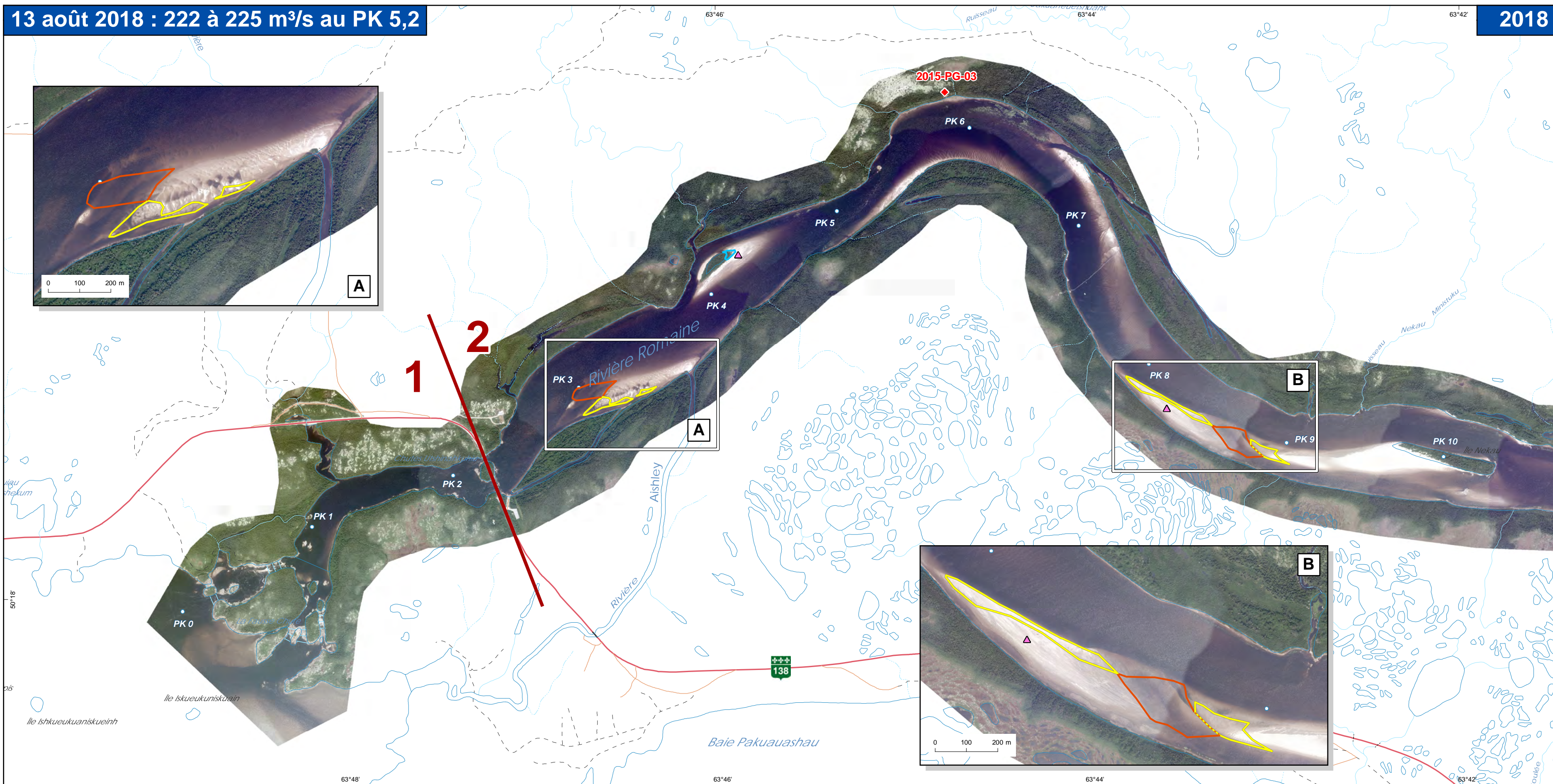
Carte 3
Feuille 1 de 5

Juillet 2020



13 août 2018 : 222 à 225 m³/s au PK 5,2

2018



Principales modifications des bancs de sable depuis 2004

- Zone d'érosion (limite approximative)
- Zone d'accumulation (limite approximative)
- Végétalisation

Station témoin

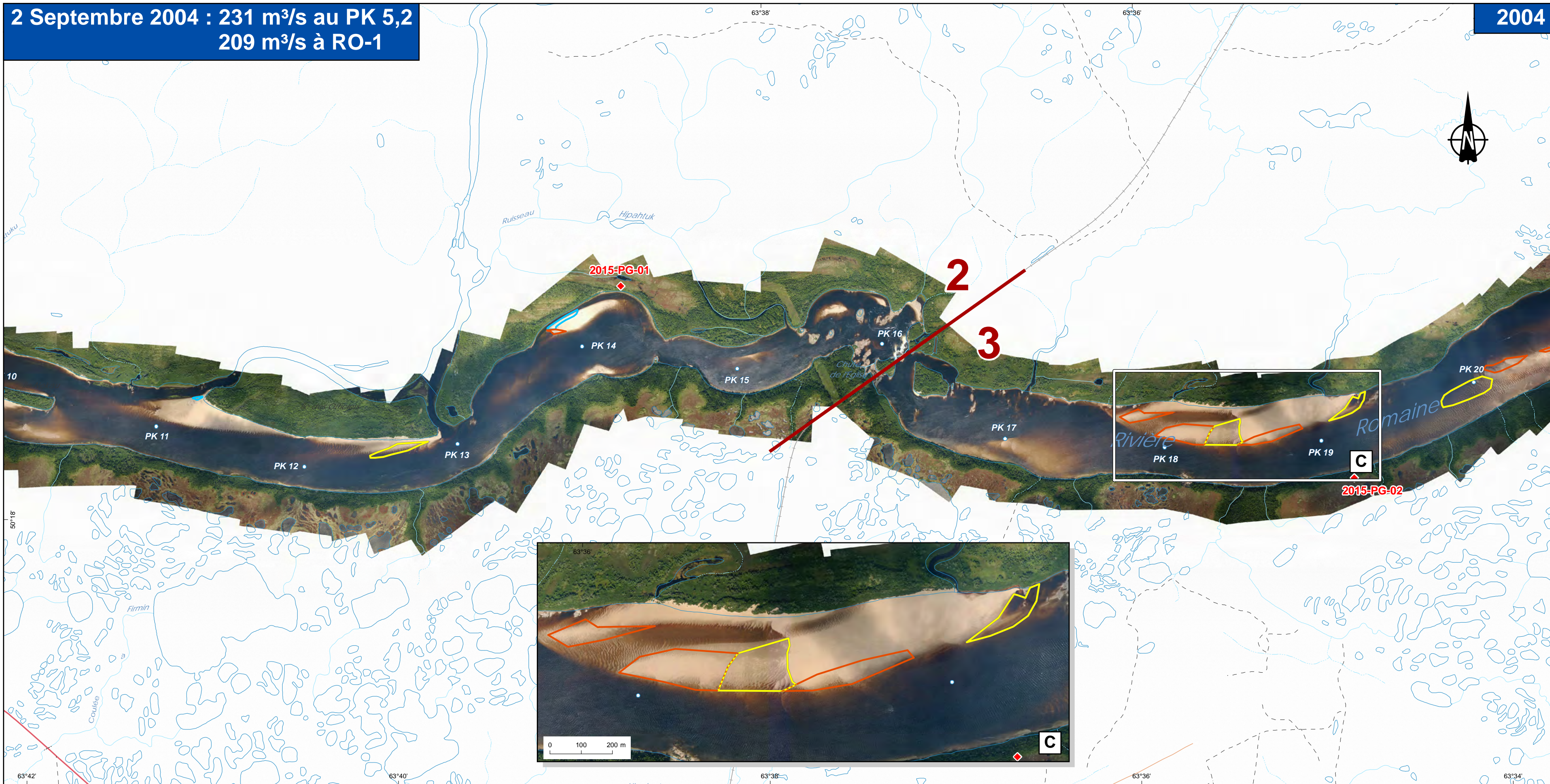
- 2015-PG-03 Station de suivi et identification
- Point de vérification sur les bancs sableux

Composantes de projet

- Frayère naturelle
- Frayère aménagée
- 1 / 2 Limite et numérotation des zones homogènes (Étude Poly-Géo, 2006a)
- PK 10 Point kilométrique de rivière

2 Septembre 2004 : 231 m³/s au PK 5,2
209 m³/s à RO-1

2004



Complexe de la Romaine
Suivi environnemental en phase exploitation (2018)

**Dynamique sédimentaire en aval
de la centrale de la Romaine-1**
Évolution des bancs de sable

PK 10,5 à 20,5

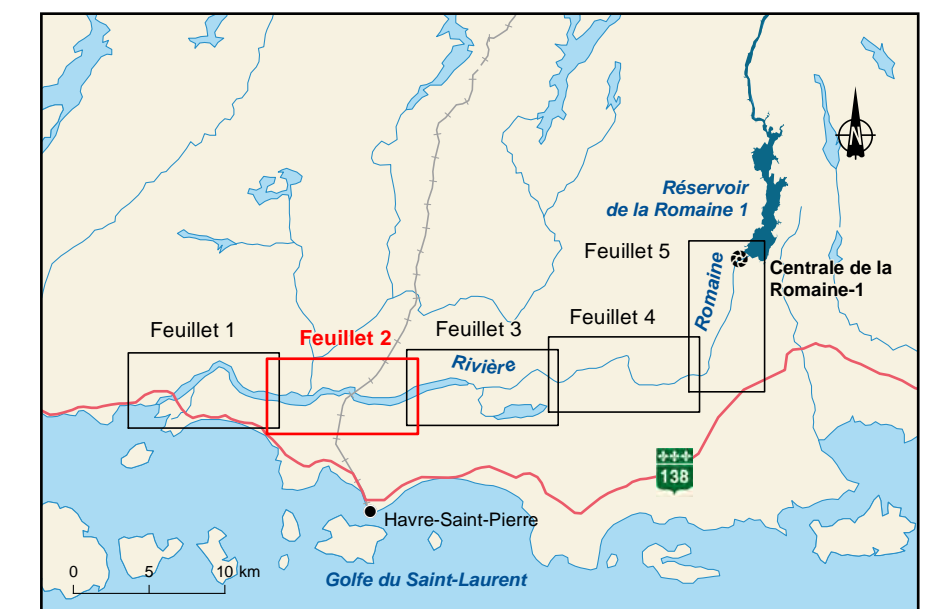
Sources :
Orthophoto, résolution 30 cm, Hydro-Québec, 2004
Orthophoto, résolution 20 cm, Hydro-Québec, 2018
BDTQ, 1/20 000, MRFNF Québec, 2007
BDGA, 1/1 000 000, MRFN Québec, 2002
Données de projet, Hydro-Québec,
Points kilométriques, 2008
Centrale et réservoir, 2015
Frayères : GENVIAR Québec, 2012
Inventaires, Poly-Géo, 2015 et 2019

Cartographie : Poly-Géo
Fichier : 0344_suc32_po_181_200714.mxd

0 200 400 600 m
MTM, fuseau 5, NAD83 (SCRS)

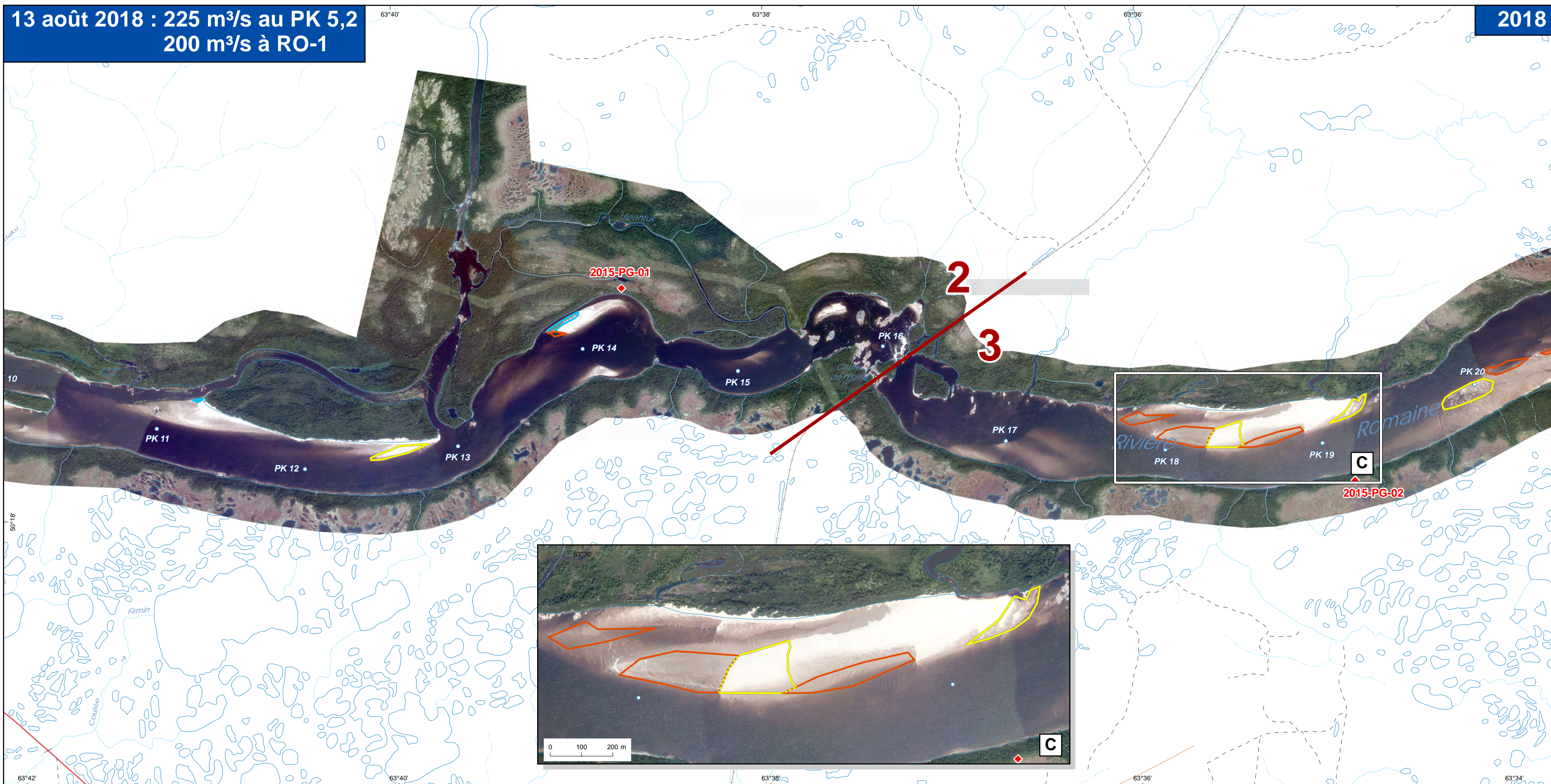
Carte 3
Feuille 2 de 5

Juillet 2020



13 août 2018 : 225 m³/s au PK 5,2
200 m³/s à RO-1

2018



Principales modifications des bancs de sable depuis 2004

- Zone d'érosion (limite approximative)
- Zone d'accumulation (limite approximative)
- Végétalisation

Station témoin

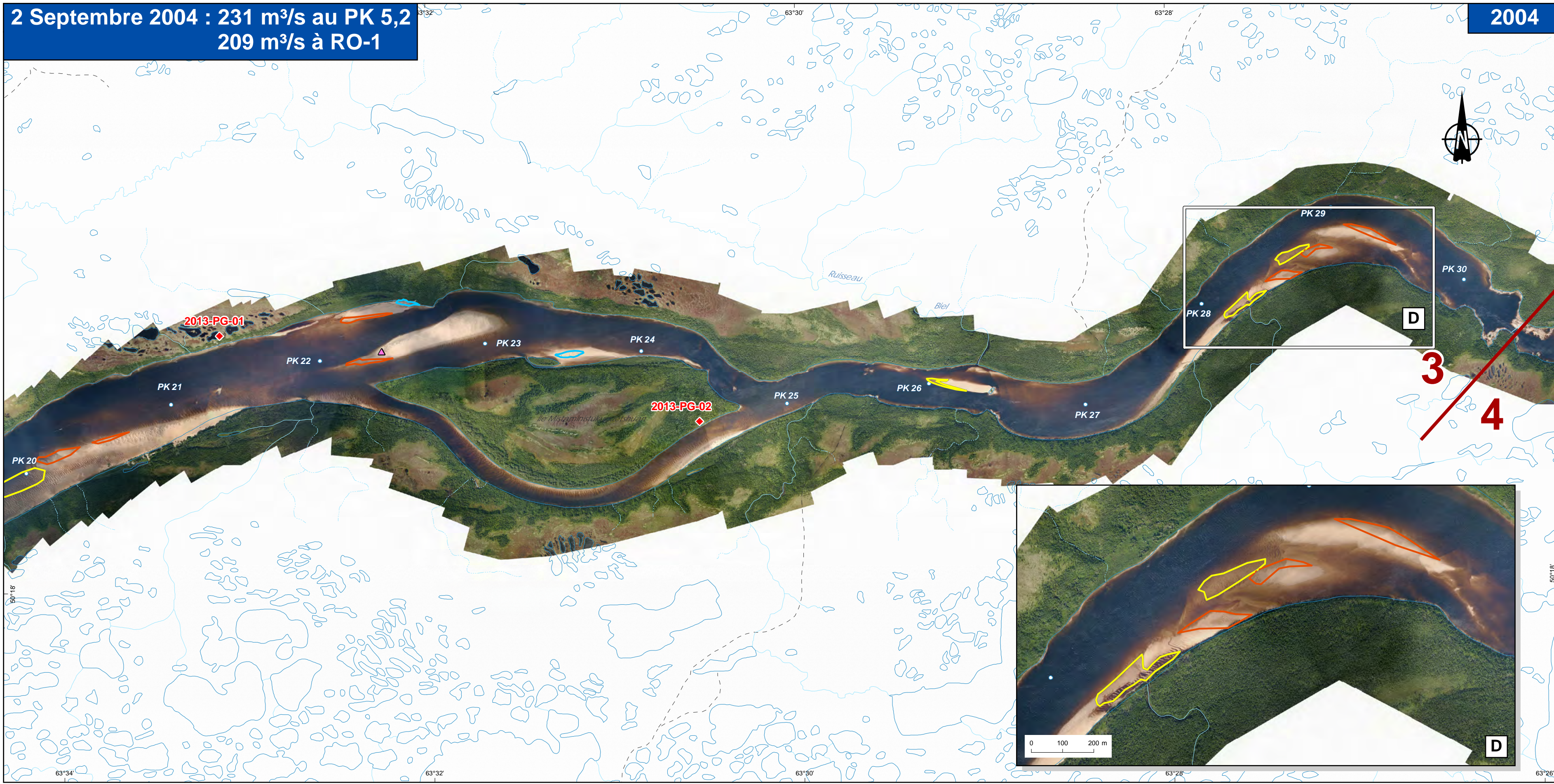
- 2015-PG-01 Station de suivi et identification
- Point de vérification sur les bancs sableux

Composantes de projet

- Frayère naturelle
- Frayère aménagée
- Limite et numérotation des zones homogènes (Étude Poly-Géo, 2006a)
- Point kilométrique de rivière

2 Septembre 2004 : 231 m³/s au PK 5,2
209 m³/s à RO-1

2004



Complexe de la Romaine
Suivi environnemental en phase exploitation (2018)

**Dynamique sédimentaire en aval
de la centrale de la Romaine-1**
Évolution des bancs de sable

PK 20,5 à 30,5

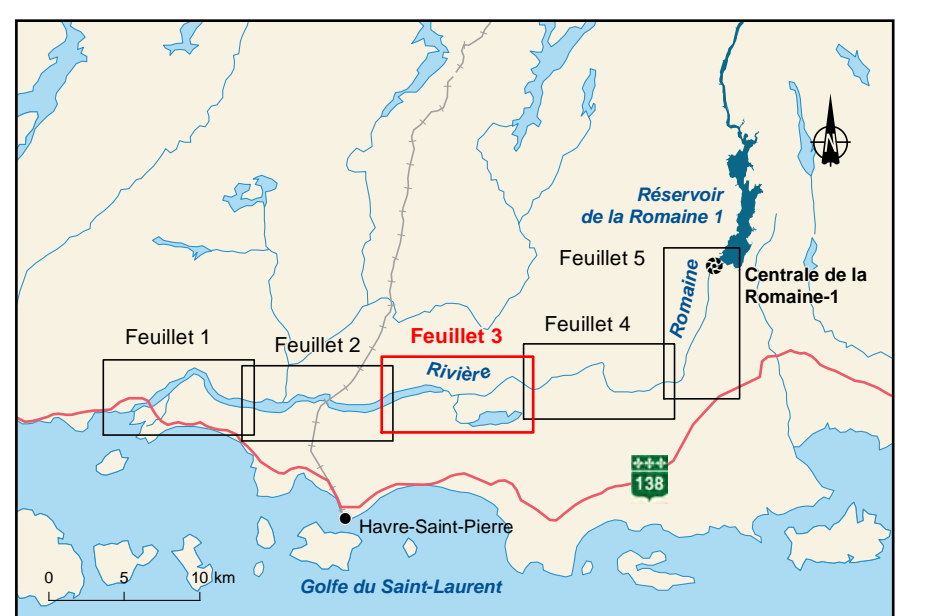
Sources :
Orthophoto, résolution 30 cm, Hydro-Québec, 2004
Orthophoto, résolution 20 cm, Hydro-Québec, 2018
BDTQ, 1/20 000, MRNF Québec, 2007
BDGA, 1/1 000 000, MRN Québec, 2002
Données de projet, Hydro-Québec,
Points kilométriques, 2008
Centrale et réservoir, 2015
Frayères : GENVIAR Québec, 2012
Inventaires, Poly-Géo, 2015 et 2019

Cartographie : Poly-Géo
Fichier : 0344_suc3f3_po_182_200714.mxd

0 200 400 600 m

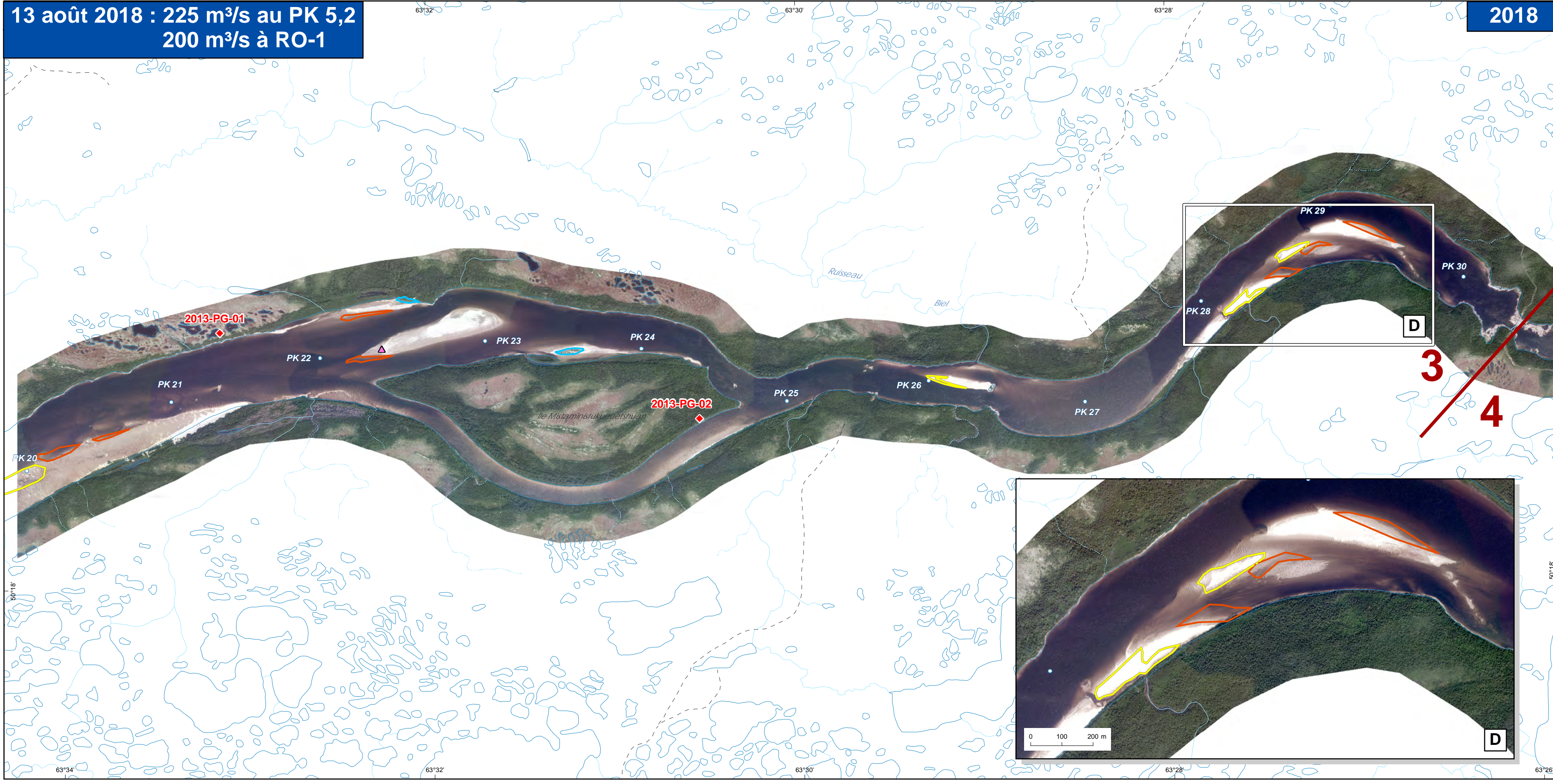
Carte 3
Feuille 3 de 5

Juillet 2020



13 août 2018 : 225 m³/s au PK 5,2
200 m³/s à RO-1

2018



Principales modifications des bancs de sable depuis 2004

- Zone d'érosion (limite approximative)
- Zone d'accumulation (limite approximative)
- Végétalisation

Station témoin

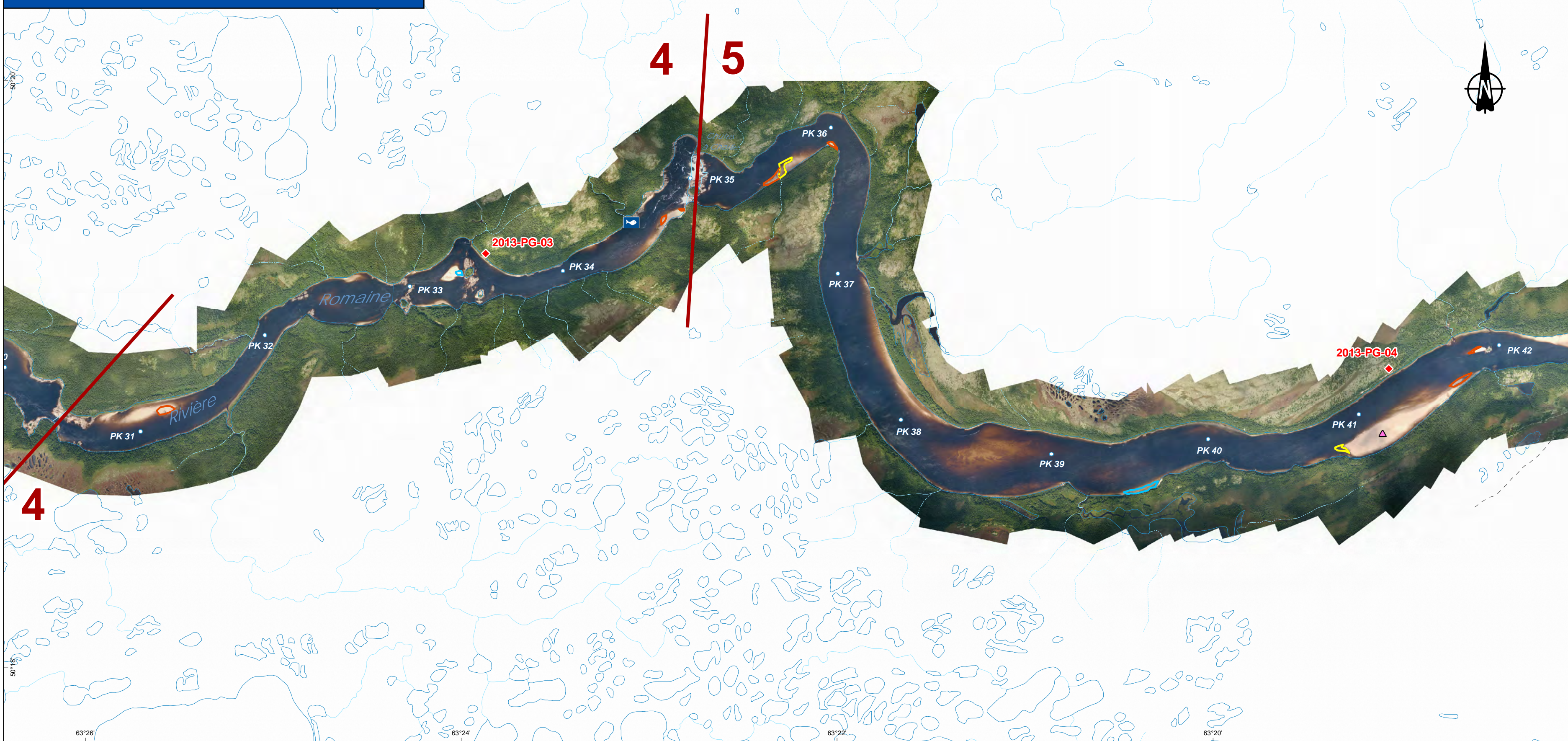
- 2013-PG-02 Station de suivi et identification
- Point de vérification sur les bancs sableux

Composantes de projet

- Frayère naturelle
- Frayère aménagée
- Limite et numérotation des zones homogènes (Étude Poly-Géo, 2006a)
- Point kilométrique de rivière

2 Septembre 2004 : 231 m³/s au PK 5,2
209 m³/s à RO-1

2004



Complexe de la Romaine
Suivi environnemental en phase exploitation (2018)

**Dynamique sédimentaire en aval
de la centrale de la Romaine-1**
Évolution des bancs de sable

PK 30,5 à 42,5

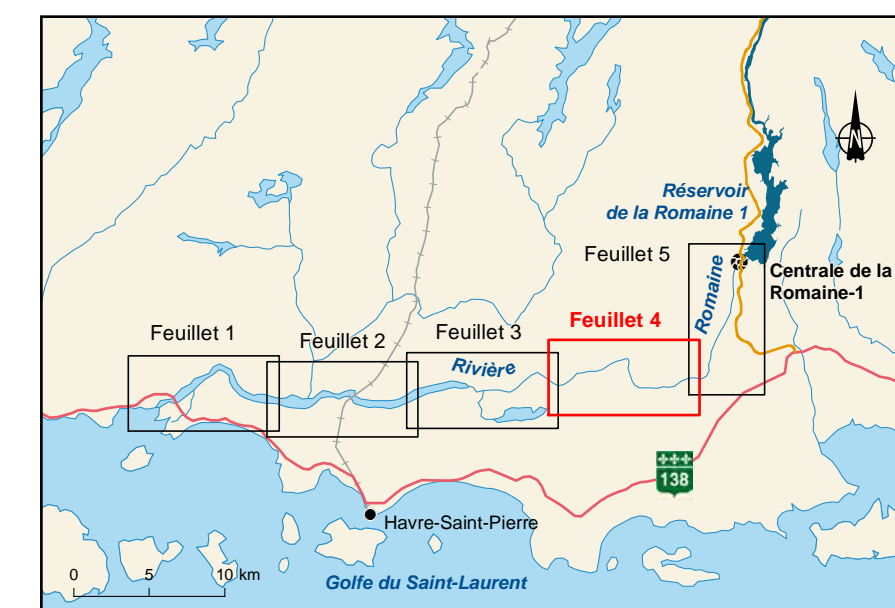
Sources :
Orthophoto, résolution 30 cm, Hydro-Québec, 2004
Orthophoto, résolution 20 cm, Hydro-Québec, 2018
BDTQ, 1/20 000, MRNF Québec, 2007
BDGA, 1/1 000 000, MRN Québec, 2002
Données de projet, Hydro-Québec,
Points kilométriques, 2008
Centrale et réservoir, 2015
Frayères : GENVIAR Québec, 2012
Inventaires, Poly-Géo, 2015 et 2019

Cartographie : Poly-Géo
Fichier : 0344_suc314_po_183_200714.mxd

0 200 400 600 m
MTM, fuseau 5, NAD83 (SCRS)

Carte 3
Feuille 4 de 5

Juillet 2020



13 août 2018 : 225 m³/s au PK 5,2
200 m³/s à RO-1

2018



Principales modifications des bancs de sable depuis 2004

- Zone d'érosion (limite approximative)
- Zone d'accumulation (limite approximative)
- Végétalisation

Station témoin

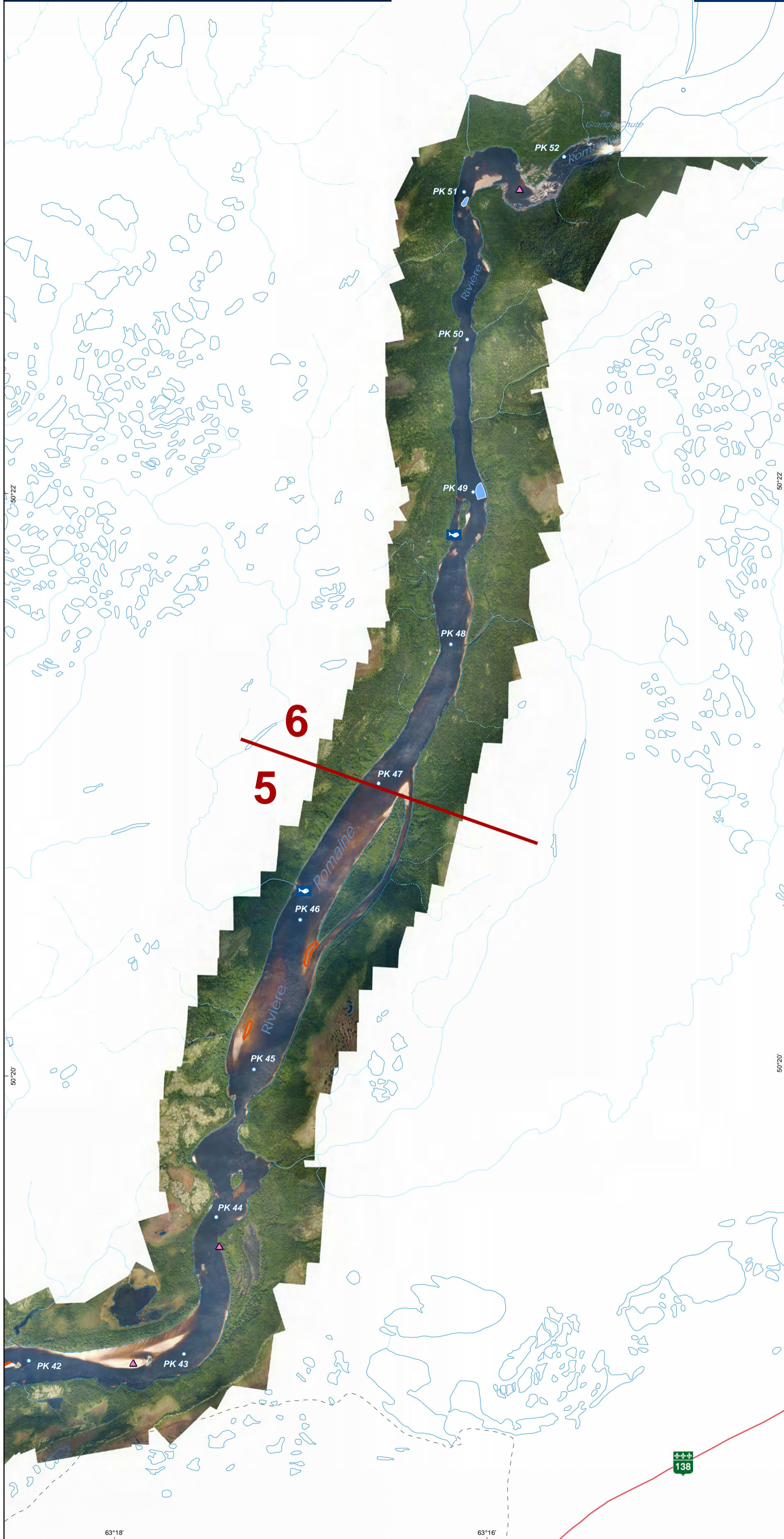
- 2013-PG-03 Station de suivi et identification
- Point de vérification sur les bancs sableux

Composantes de projet

- Frayère naturelle
- Frayère aménagée
- Limite et numérotation des zones homogènes (Étude Poly-Géo, 2006a)
- Point kilométrique de rivière

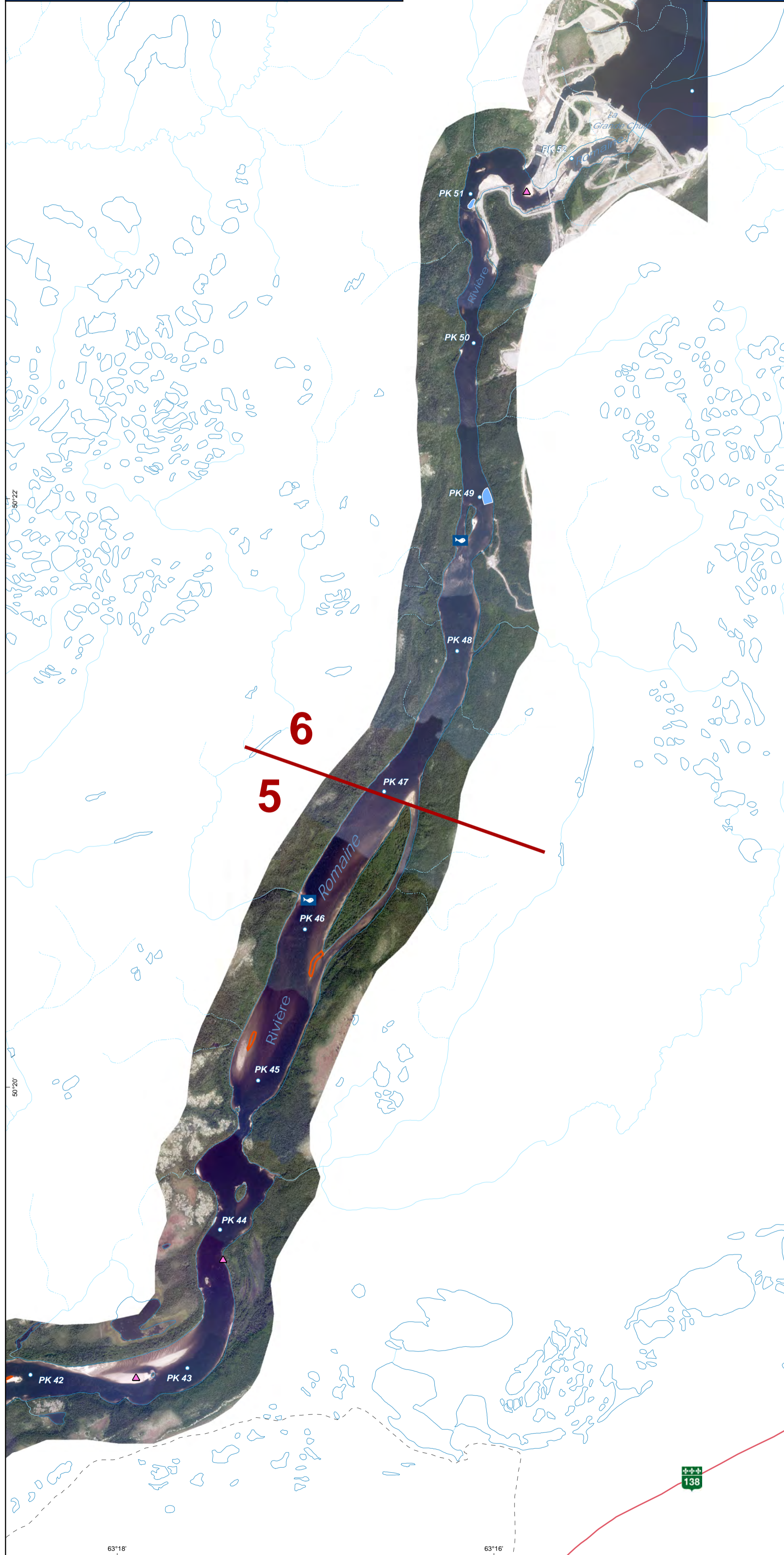
2 Septembre 2004 : 209 m³/s à RO-1

2004



13 août 2018 : 198 à 200 m³/s à RO-1

2018



Complexe de la Romaine
Suivi environnemental en phase exploitation (2018)

Dynamique sédimentaire en aval de la centrale de la Romaine-1 Évolution des bancs de sable

PK 42,5 à 52

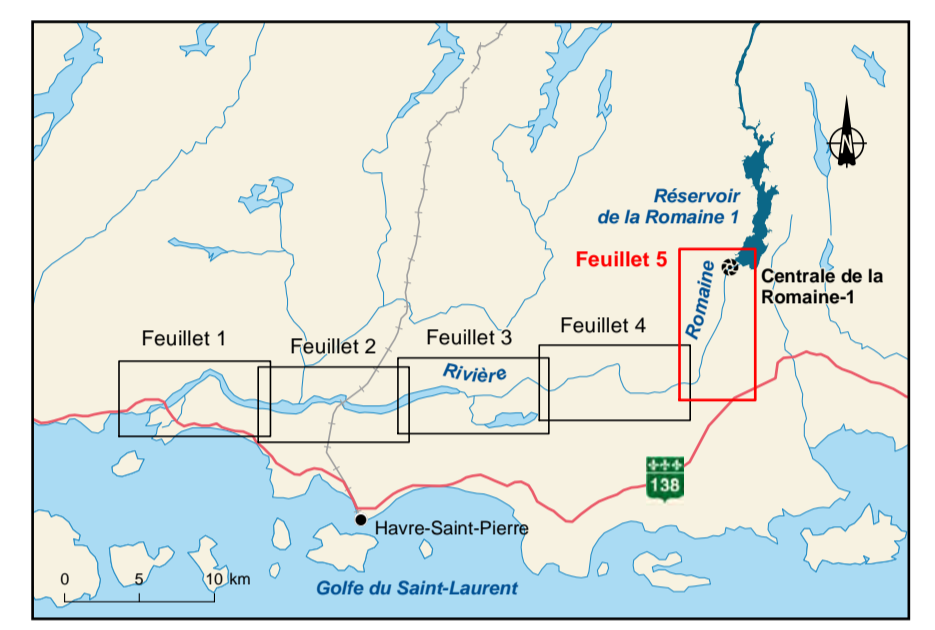
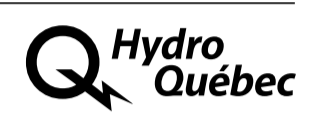
Sources :
 Orthophoto, résolution 30 cm, Hydro-Québec, 2004
 Orthophoto, résolution 20 cm, Hydro-Québec, 2018
 BDTQ, 1/20 000, MRNF Québec, 2007
 BDGA, 1/1 000 000, MRN Québec, 2002
 Données de projet, Hydro-Québec,
 Points kilométriques, 2008
 Centrale et réservoir, 2015
 Frayères : GENIVAR Québec, 2012
 Inventaires, Poly-Géo, 2015 et 2019

Cartographie : Poly-Géo
 Fichier : 0344_suc3f5_po_184_200714.mxd

0 200 400 600 m
 MTM, fuseau 5, NAD83 (SCRS)

Carte 3
Feuillet 5 de 5

Juillet 2020



Principales modifications des bancs de sable depuis 2004

- Zone d'érosion (limite approximative)
- Zone d'accumulation (limite approximative)
- Végétalisation

Station témoin

- 2015-PG-03 Station de suivi et identification
- Point de vérification sur les bancs sableux

Composantes de projet

- Frayère naturelle
- Frayère aménagée
- Limite et numérotation des zones homogènes (Étude Poly-Géo, 2006a)
- Point kilométrique de rivière