

COMPAGNIE MINIÈRE IOC

STABILISATION DE SEGMENTS DE BERGE DE LA RIVIÈRE NIPISSIS AUX POINTS MILLIAIRES 36 ET 52 DU CHEMIN DE FER QNS&L

**DEMANDE DE DÉCRET POUR LA SOUSTRACTION D'UN
PROJET À LA PROCÉDURE D'ÉVALUATION ET D'EXAMEN DES
IMPACTS SUR L'ENVIRONNEMENT**

RÉF. WSP : 171-14031-00

DATE : FÉVRIER 2018





COMPAGNIE MINIÈRE IOC

**STABILISATION DE SEGMENTS DE
BERGE DE LA RIVIERE NIPISSIS AUX
POINTS MILLIAIRES 36 ET 52 DU
CHEMIN DE FER QNS&L**

**DEMANDE DE DÉCRET POUR LA
SOUSTRACTION D'UN PROJET À LA
PROCÉDURE D'ÉVALUATION ET D'EXAMEN
DES IMPACTS SUR L'ENVIRONNEMENT**

RÉF. WSP : 171-14031-00
DATE : FÉVRIER 2018

VERSION FINALE

WSP CANADA INC.
1890, AVENUE CHARLES-NORMAND
BAIE-COMEAU (QUÉBEC) G4Z 0A8

TÉLÉPHONE : +1 418-589-8911
TÉLÉCOPIEUR : +1 418-589-2339

WSP.COM

SIGNATURES

PRÉPARÉ PAR



Cynthia Thibault, biologiste, M. Sc.



Vincent Cormier, ingénieur, M. Sc.



Céline Boittin, ingénieure junior

RÉVISÉ PAR



Annie Bérubé, biologiste, B. Sc.

Le présent rapport a été préparé par WSP pour le compte de la Compagnie minière IOC conformément à l'entente de services professionnels. La divulgation de tout renseignement faisant partie du présent rapport incombe uniquement au destinataire prévu. Son contenu reflète le meilleur jugement de WSP à la lumière des informations disponibles au moment de la préparation du rapport. Toute utilisation que pourrait en faire une tierce partie ou toute référence ou toutes décisions en découlant sont l'entière responsabilité de ladite tierce partie. WSP n'accepte aucune responsabilité quant aux dommages, s'il en était, que pourrait subir une tierce partie à la suite d'une décision ou d'un geste basé sur le présent rapport. Cet énoncé de limitation fait partie du présent rapport.

L'original du document technologique que nous vous transmettons a été authentifié et sera conservé par WSP pour une période minimale de 10 ans. Étant donné que le fichier transmis n'est plus sous le contrôle de WSP et que son intégrité n'est pas assurée, aucune garantie n'est donnée sur les modifications ultérieures qui peuvent y être apportées.

ÉQUIPE DE RÉALISATION

COMPAGNIE MINIÈRE IOC

Chargé de projet	Marc Lévesque
Ingénieurs de projet	Yvon Chouinard Dominique Sirois
Conseiller principal en environnement	Nelson Da Rosa

WSP CANADA INC.

Chargé de projet	Vincent Cormier, ingénieur, M. Sc.
Ingénieur hydraulique	Céline Boittin, ingénieure jr Simon Nolin, ingénieur Pierre Pelletier, ingénieur sr
Rédaction	Cynthia Thibault, biologiste, M. Sc. Isabelle Simard, biologiste Annie Bérubé, biologiste Émilie D'Astous, biologiste, M. Sc. François Gagnon, conseiller en environnement
Travaux terrain	Vincent Cormier Alexandre Paradis, technicien en hydrométrie Stéphane Geissel, technicien de la faune
Cartographie	Martine Leclair Valérie Venne
Secrétariat	Nancy Imbeault

Référence à citer :

WSP. 2018. *Stabilisation de segments de berge de la rivière Nipissis aux points milliaires 36 et 52 de la voie ferrée QNS&L. Demande de décret pour la soustraction d'un projet à la procédure d'évaluation et d'examen des impacts environnementaux.* Rapport produit pour la Compagnie minière IOC. 52 p. et annexes.

TABLE DES MATIÈRES

1	INTRODUCTION.....	1
1.1	Mise en contexte	1
1.2	Zone d'étude	2
2	DESCRIPTION DES COMPOSANTES ENVIRONNEMENTALES	5
2.1	Milieu physique.....	5
2.1.1	Climatologie.....	5
2.1.2	Régime hydrologique et hydraulique.....	5
2.1.3	Dynamique de l'érosion.....	6
2.1.4	Dépôts de surface	7
2.1.5	Qualité des sols et de l'eau de surface	7
2.2	Milieu biologique	7
2.2.1	Végétation	7
2.2.2	Faune aquatique.....	8
2.2.3	Faune aviaire.....	15
2.2.4	Herpétofaune.....	16
2.2.5	Faune terrestre	17
2.2.6	Espèces à statut particulier	18
2.3	Milieu humain.....	18
2.3.1	Tenure, affectation du territoire et aires protégées.....	18
2.3.2	Caractéristiques socio-économiques	19
2.3.3	Utilisation du territoire.....	19
2.3.4	Villégiature et attraits récréotouristiques	20
2.3.5	Sites archéologiques	20
3	DESCRIPTION DU PROJET	23
3.1	Évaluation des solutions de stabilisation.....	23
3.1.1	Étude de solutions alternatives	23
3.1.2	Option d'aménagement retenue au PM 36	23
3.1.3	Option d'aménagement retenue au PM 52	24
3.2	Description des ouvrages	24
3.2.1	Aménagement projeté au PM 36	24
3.2.2	Aménagement projeté au PM 52	25
3.3	Description détaillée des travaux	29
3.3.1	Mobilisation et installation du chantier	29
3.3.2	Construction des ouvrages.....	29



3.3.3	Points singuliers	31
3.3.4	Remise en état du site et suivi	31
3.4	Calendrier de réalisation des travaux	31
4	ÉVALUATION DES IMPACTS.....	33
4.1	Impacts sur le milieu biophysique	33
4.1.1	Phase de construction.....	33
4.1.2	Phase d'exploitation	36
4.2	Impacts sur le milieu humain.....	40
4.2.1	Phase de construction.....	40
4.2.2	Phase d'exploitation	40
4.3	Mesure d'atténuation	40
5	PROGRAMME DE SURVEILLANCE	49
5.1	Préparation des plans et devis	49
5.2	Phase de Construction	49
5.3	Suivi	49
6	RÉFÉRENCES.....	51

TABLEAUX

TABLEAU 1.	ESPÈCES DE POISSONS RÉPERTORIÉES DANS LE BASSIN HYDROGRAPHIQUE DE LA RIVIÈRE MOISIE	13
TABLEAU 2.	ESPÈCES D'OISEAUX POTENTIELLEMENT PRÉSENTES DANS LA ZONE D'ÉTUDE.....	15
TABLEAU 3.	Liste des espèces potentiellement présentes dans la zone d'étude.....	17
TABLEAU 4.	Liste des espèces de mammifères terrestres susceptibles d'être rencontrées	17
TABLEAU 5.	Matrice des interrelations entre les activités du projet (sources d'impact) et les composantes du milieu.....	33
TABLEAU 6.	Empiètement de l'ouvrage de protection dans l'habitat du poisson.....	35
TABLEAU 7.	Liste des mesures d'atténuation courantes	41

FIGURES

FIGURE 1.	Coupe type de l'aménagement proposé au PM 36.....	27
FIGURE 2.	Coupe type de l'aménagement proposé au PM 52.....	28
FIGURE 3.	Profils longitudinaux en conditions actuelles et futures au PM 36 calculés avec le modèle HEC-RAS 2D pour les crues de récurrence 2 ans, 25 ans, 50 ans et 100 ans.....	38
FIGURE 4.	Profils longitudinaux en conditions actuelles et futures au PM 52 calculés avec le modèle HEC-RAS 2D pour les crues de récurrence 2 ans, 25 ans, 50 ans et 100 ans.....	39

CARTES

CARTE 1.	LOCALISATION DES SITES À STABILISER	3
CARTE 2.	CARACTÉRISTIQUES BIOLOGIQUES AU SITE DU PM 36	9
CARTE 3.	CARACTÉRISTIQUES BIOLOGIQUES AU SITE DU PM 52	11
CARTE 4.	SYNTHÈSE DES COMPOSANTES DU MILIEU HUMAIN.....	21

ANNEXES

A	ARGUMENTAIRE JUSTIFIANT L'URGENCE DES TRAVAUX
B	DÉCLARATION DU DEMANDEUR
C	PLANS DU SITE AU PM 36
D	PLANS DU SITE AU PM 52
E	DOSSIER PHOTOGRAPHIQUE
F	INDEX DES CODES EN ÉCOFORESTERIE

1 INTRODUCTION

1.1 MISE EN CONTEXTE

La Compagnie minière IOC (Iron Ore Canada) est l'un des principaux fournisseurs canadiens de boulettes et de concentré de minerai de fer pour des clients du monde entier. IOC opère une mine, un concentrateur et une usine de bouletage à Labrador City (Terre-Neuve-et-Labrador) ainsi que des installations portuaires situées à Sept-Îles (Québec). Elle exploite également le chemin de fer *Quebec North Shore and Labrador* (QNS&L), long de 418 km, qui relie la mine au port de Sept-Îles. L'entièreté du minerai produit à Labrador City est acheminée par transport ferroviaire jusqu'au port de Sept-Îles. Notons également que ce chemin de fer est emprunté par l'entreprise Tata Steel Minerals Canada (TSMC) pour acheminer son minerai à Sept-Îles ainsi que par Tshiuetin Railway Transportation (TRT) pour le transport de particuliers entre Sept-Îles et Schefferville. Finalement, ce chemin de fer est également utilisé pour le transport de marchandises vers Schefferville.

L'axe ferroviaire emprunte la vallée de la rivière Moisie et de l'un de ses affluents, la rivière Nipissis. Certains tronçons de la voie ferrée sont situés en bordure de la berge de ces deux rivières. Le remblai du chemin de fer est donc localement exposé à des problématiques d'érosion de berges. On observe donc des glissements de terrain, des chutes de roches et des foyers d'érosion le long du talus ferroviaire.

À la suite d'un glissement de roc survenu en novembre 2014, ayant causé le déraillement d'un train et la mort tragique du conducteur de la locomotive, IOC a mis sur pied, conjointement avec la firme BGC Engineering Inc. (BGC), un système d'évaluation de risque permettant d'établir le niveau de risque du chemin de fer face aux différents aléas naturels. Ce système permet d'établir les sites particulièrement vulnérables et pour lesquels le niveau de risque justifie une intervention afin d'éviter un événement catastrophique d'un point de vue environnemental, économique et social.

Ainsi, deux sites présentant une problématique d'érosion des berges ont atteint un niveau de risque élevé et IOC doit mettre en œuvre des travaux de stabilisation de berges le plus rapidement possible afin de sécuriser le chemin de fer et de se prémunir contre une éventuelle catastrophe. En effet, pour ces deux sites, la progression récente de l'érosion menace la stabilité du chemin de fer et une partie de la voie ferrée pourrait être emportée dans la rivière. La fermeture d'une portion de ce chemin de fer génère rapidement d'importantes conséquences économiques. Si un tel événement se produisait lors du passage d'un train, cela pourrait engendrer le déraillement de ce dernier, ce qui aurait de graves conséquences environnementales, sociales en plus des conséquences économiques.

Le premier site ciblé par ces interventions est situé entre les points milliaires (PM) 36,69 et 36,8 (site nommé PM 36) alors que le second est situé entre les PM 52,69 et 52,86 (site nommé PM 52) (carte 1). La longueur cumulative des interventions prévues en rivière aux deux sites est d'environ 550 m linéaires.

La note technique présentée à l'annexe A, et transmise à la Direction de l'évaluation environnementale des projets hydriques et industriels du ministère du Développement durable, de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques (MDDELCC) le 31 janvier 2018, décrit les raisons pour lesquelles il est urgent de stabiliser le talus ferroviaire à ces deux sites. En somme, les résultats des différentes analyses hydrodynamiques confirment qu'il y a érosion active des berges dans ces deux secteurs. Il y a donc un risque élevé d'instabilité des talus pouvant compromettre la pérennité et la sécurité des activités ferroviaires.

Compte tenu que l'intervention s'étend sur une distance linéaire totale de plus de 300 m à l'intérieur de la limite d'inondation de la crue de récurrence 2 ans, ce projet est assujéti au Règlement sur l'évaluation et l'examen des impacts sur l'environnement (Loi sur la qualité de l'environnement [LQE], Q-2, r.23) et nécessite

l'émission d'un décret provincial pour être autorisé. Les données et les analyses disponibles révèlent toutefois que le talus du chemin de fer est fortement érodé et que la stabilité de ce dernier est précaire. Il y a donc urgence d'intervenir à court terme et c'est pourquoi IOC souhaite se soustraire à cette procédure d'évaluation et d'examen des impacts sur l'environnement en vertu de l'article 31.6 de la LQE afin d'intervenir en 2018 sur ces deux sites.

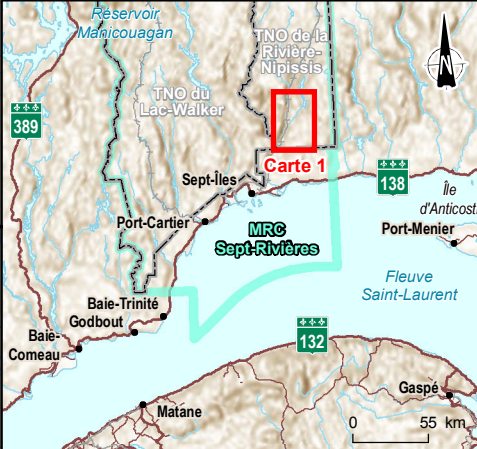
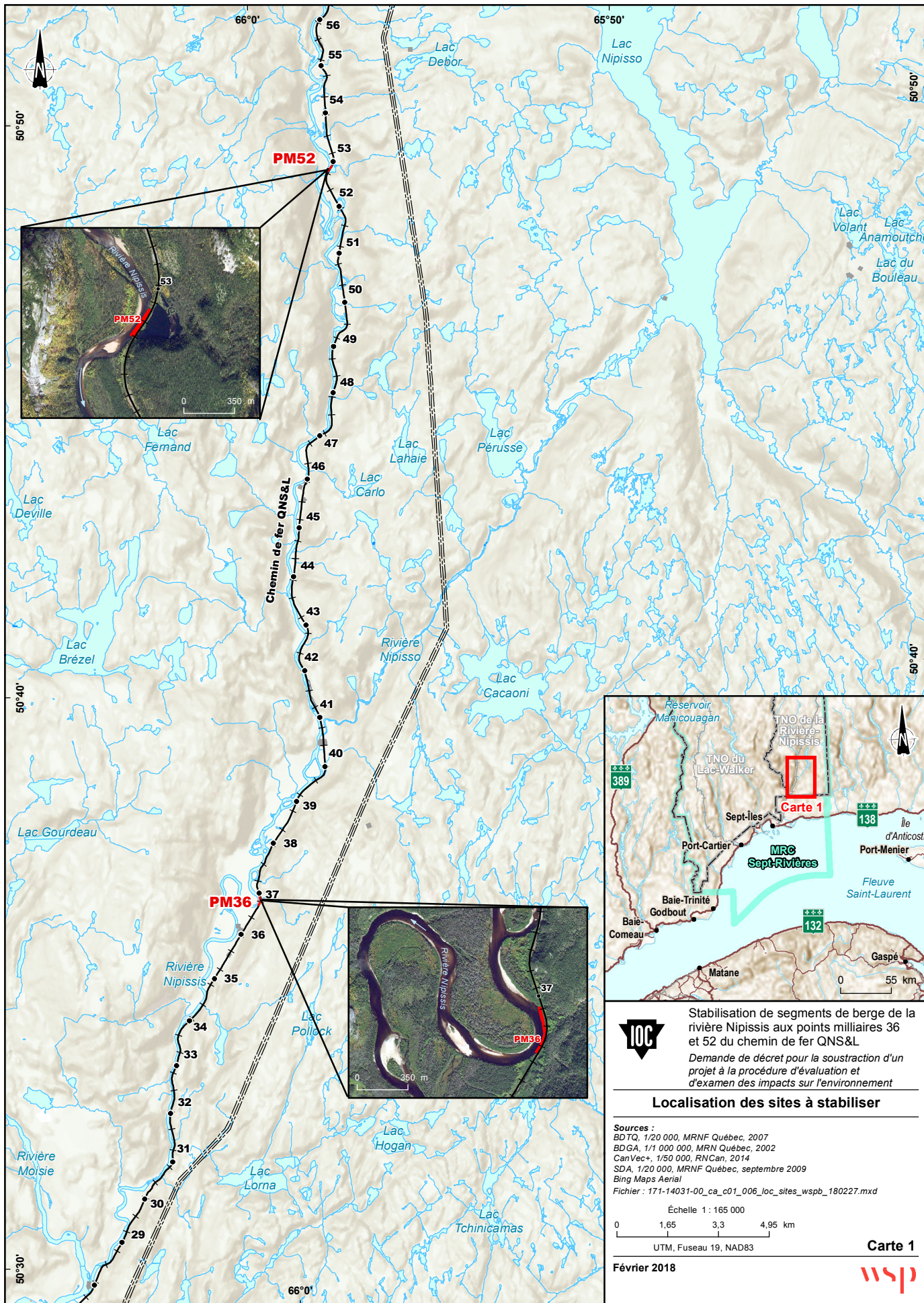
Compte tenu de ces informations, le présent document constitue la demande de décret d'urgence pour soustraire ce projet de la procédure d'évaluation et d'examen des impacts sur l'environnement. La déclaration du demandeur est fournie à l'annexe B.

1.2 ZONE D'ÉTUDE

Les deux sites à l'étude sont situés en berge de la rivière Nipississ, un affluent de la rivière Moisie sur la Côte-Nord (carte 1). La confluence entre les rivières Nipississ et Moisie est située au PM 28 du chemin de fer QNS&L. Le site aval est situé aux environs du PM 36 (entre les PM 36,69 et 36,8) alors que le site amont est situé au PM 52 (entre les PM 52,69 et 52,86).

Pour les besoins de la demande de décret, deux zones d'étude ont été établies, soit une zone d'étude restreinte et une zone d'étude élargie. La zone d'étude restreinte est celle où les composantes du milieu sont les plus susceptibles de subir les effets du projet. Elle a été définie de manière à englober deux sections de la rivière Nipississ, soit celles aux PM 36 et 52 de la voie ferrée d'IOC (carte 1). Elles comprennent le secteur de la rivière adjacent aux sites à stabiliser jusqu'à 1 km en aval, incluant la bande riveraine.

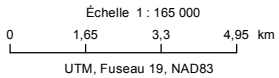
La zone d'étude élargie a été définie pour tenir compte des effets du projet sur quelques composantes spécifiques du milieu biologique ainsi que le milieu humain (carte 1). Cette zone s'étend à la municipalité régionale de comté (MRC) de Sept-Rivières. Cette MRC inclut deux territoires non organisés (TNO), dont le TNO Rivière-Nipississ dans lequel la zone d'étude élargie est entièrement comprise.



Stabilisation de segments de berge de la rivière Nipissis aux points milliaires 36 et 52 du chemin de fer QNS&L
 Demande de décret pour la soustraction d'un projet à la procédure d'évaluation et d'examen des impacts sur l'environnement

Localisation des sites à stabiliser

Sources :
 BDTQ, 1/20 000, MRNF Québec, 2007
 BDGA, 1/1 000 000, MRN Québec, 2002
 CanVec+, 1/50 000, RNCAN, 2014
 SDA, 1/20 000, MRNF Québec, septembre 2009
 Bing Maps Aerial
 Fichier : 171-14031-00_ca_c01_006_loc_sites_wsp_180227.mxd



Carte 1

Février 2018



2 DESCRIPTION DES COMPOSANTES ENVIRONNEMENTALES

2.1 MILIEU PHYSIQUE

2.1.1 CLIMATOLOGIE

Le secteur de la rivière Nipissis possède un climat subarctique où les précipitations sont régulières tout au long de l'année. Selon les données météorologiques enregistrées à la station climatologique n° 7047914, la température moyenne annuelle est de 1,5 °C et les précipitations sont en moyenne de 1 019,3 mm (Gouvernement du Canada 2018). Des précipitations moyennes de 43,5 mm font du mois de février le plus sec, alors qu'en octobre les précipitations sont plus importantes avec une moyenne de 133,2 mm. Toujours selon Environnement et Changement climatique Canada (2018), le mois de juillet est le plus chaud de l'année avec une température moyenne de 15,5 °C. Quant au mois le plus froid, il s'agit de janvier avec en moyenne -12,7 °C. Le record de chaleur enregistré remonte au 16 juillet 2013 avec une température de 31 °C et le record de froid était de -36 °C le 22 janvier 2008.

Les précipitations varient de 89,7 mm entre le mois le plus sec et le mois le plus humide. L'amplitude des températures tout au long de l'année est de 28,2 °C.

2.1.2 RÉGIME HYDROLOGIQUE ET HYDRAULIQUE

La rivière Nipissis s'écoule sur la rive nord du Saint-Laurent dans la région de la Côte-Nord. Son axe d'écoulement principal est orienté nord-sud. Le talweg de la rivière Nipissis est relativement encaissé sur l'ensemble de son parcours. Le bassin versant de la rivière Nipissis couvre une superficie totale de 4 151 km². Au niveau du PM 36, sa superficie est de 4 031 km² alors qu'elle est de 3 025 km² au niveau du PM 52. Le bassin versant de la rivière Nipissis est majoritairement boisé et il est recouvert de lacs sur 11 % de sa superficie.

Les données topographiques et bathymétriques sont issues du relevé LiDAR, réalisé par McElhanney Consulting Services Ltd en juin 2015, du modèle numérique de terrain à l'échelle 1 : 20 000 du ministère de l'Énergie et des Ressources naturelles et des relevés bathymétriques et topographiques complémentaires réalisés par WSP en décembre 2016 et novembre 2017 au droit des sites à l'étude.

Les feuillets 1 de 3 fournis aux annexes C et D présentent respectivement la topographie et la bathymétrie des sites au PM 36 et au PM 52 ainsi que l'état actuel des deux sites. La hauteur entre le pied de berge et le haut de talus (crête du remblai de la voie ferrée) varie entre 7 m et 9 m au PM 36 et entre 6 m et 9 m au PM 52. Les profondeurs en eau les plus importantes se situent au niveau des fosses d'érosion observées à chacun des deux sites. Ces fosses atteignent environ 3 m de profondeur par rapport au niveau d'eau estival.

Des informations complémentaires relativement à la bathymétrie, les niveaux d'eau et les vitesses d'écoulement sont fournies à l'annexe A.

2.1.3 DYNAMIQUE DE L'ÉROSION

SITE DU PM 36

La berge en rive gauche de la rivière Nipissis au PM 36, qui se confond avec le remblai de la voie ferrée, présente de fortes marques d'érosion : fosse d'affouillement en pied de berge et fond du lit, glissement ou décrochement des talus de berge. Le tronçon de 50 m à l'extrémité sud du site PM 36 est particulièrement instable de par la présence d'une fosse d'affouillement très marquée à proximité du pied de berge. Par ailleurs, des pentes de 1H : 1V sont observées par endroits, notamment où des décrochements et des glissements de terrain ont déjà eu lieu.

La problématique d'érosion au PM 36 est un phénomène naturel se produisant en extrados de méandre, où les contraintes hydrauliques sont normalement plus importantes. Ce phénomène est accentué par la présence d'une charge en crête de berge. En effet, le remblai du chemin de fer est en contact direct avec la berge de la rivière sur 350 m environ; le talus est ainsi fortement sollicité lors du passage d'un train compte tenu de la charge importante appliquée sur le remblai. Les travaux de recharge en matériaux, inégaux le long de la berge érodée, ont également contribué à l'accentuation des processus érosifs ces dernières années au niveau des zones non renforcées.

L'érosion en rive gauche est susceptible de progresser rapidement en période de crue du fait de l'absence de mesures de protection contre l'érosion, de l'érodabilité des matériaux de remblai en place (gravier, sable et sable silteux) et de l'exposition importante aux contraintes hydrauliques et de glace. L'érosion du pied de talus accentuera progressivement la pente du talus de sorte que sa résistance aux glissements de terrain sera diminuée.

SITE DU PM 52

Le remblai du chemin de fer est situé directement dans la rivière Nipissis sur une longueur d'environ 250 m. Ce remblai joue un rôle de structure de rétention d'eau puisqu'il contribue à la formation d'un étang dans un ancien bras de la rivière à l'est du chemin de fer qui est alimenté par un petit cours d'eau sans nom. Ce remblai a une hauteur variant de 6 à 9 m et présente une pente latérale relativement forte d'environ 1,4H : 1V.

La construction du remblai du chemin de fer au PM 52 a résulté en une perturbation de la dynamique naturelle de la rivière Nipissis. En effet, la largeur du bras « vif » y est resserrée (38 m de largeur le long du remblai contre 80 m de largeur à l'amont et à l'aval), ayant pour conséquence une augmentation des vitesses d'écoulement le long du remblai. L'augmentation des vitesses d'écoulement est donc responsable de l'accentuation de l'érosion de la berge et du lit de la rivière (fosse d'affouillement en pied de remblai). Les fosses d'affouillement peuvent progresser très rapidement même en dehors de période de crue en fonction de la nature des matériaux composant le substrat.

Bien que des protections contre l'érosion aient été mises en place localement et que ces interventions aient permis d'augmenter le dégagement entre le rail et le haut de talus et de stabiliser temporairement le remblai, le diamètre des pierres constituant l'enrochement (200-300 mm) est insuffisant pour résister aux sollicitations de la rivière Nipissis et à l'effet érosif des glaces. De plus, la section de talus non protégé, constitué de sable et gravier d'origine alluvionnaire, demeure particulièrement vulnérable à l'érosion. L'érosion du talus ouest est susceptible de progresser rapidement en période de crue en raison de la présence d'une protection inadéquate ou inexistante ainsi qu'en raison de l'érodabilité des matériaux de remblai en place et de l'exposition du talus aux contraintes hydrauliques et aux glaces. Ce site a d'ailleurs déjà subi, en décembre 2010, une série de glissements de terrain superficiels (Journeaux & Associés 2011).

2.1.4 DÉPÔTS DE SURFACE

Peu d'informations régionales sont disponibles concernant la nature des dépôts de surface. Selon la carte de compilation géologique du feuillet 22J09 (MRNF 2010), le secteur à l'étude serait situé au sein d'un dépôt de till d'âge quaternaire généralement constitué de sable et gravier. Toutefois, la topographie du secteur, la présence de la rivière Nipissis ainsi que la présence d'anciens méandres permettent de croire que les matériaux naturels de surface correspondent plutôt à des dépôts fluvio-glaciaires ou fluviaux.

Aucune étude géotechnique n'a été réalisée spécifiquement dans les secteurs des PM 36 et 52. Une campagne d'investigation géotechnique est toutefois en cours de préparation afin de confirmer la stratigraphie des sols ainsi que pour déterminer les paramètres géotechniques de ceux-ci.

Les visites de site au PM 36 ont permis de confirmer que le remblai est majoritairement constitué en surface de sable et de gravier d'origine alluvionnaire. Des horizons de sable avec un peu de silt à sable silteux ont également été observés à certains endroits. Le talus est déboisé et les sols sont à nu à plusieurs endroits. À ce jour, aucune mesure de protection contre l'érosion n'a été mise en place.

Au PM 52, le remblai du chemin de fer coupe un ancien méandre de la rivière Nipissis, séparant le bras « vif » de la rivière (à l'ouest) d'un bras « mort » (à l'est) qui constitue désormais une étendue d'eau stagnante alimentée par un petit tributaire sans nom et connectée à la rivière Nipissis par deux ponceaux. En surface, le remblai est constitué de matériaux graveleux et sableux et de blocs provenant d'une ancienne carrière avoisinante. Le talus du côté est (bras mort) ne présente pas de protection contre l'érosion, hormis un revêtement végétal. Le talus côté ouest (lit vif) est composé de trois types de recouvrement différents. La première zone, d'une longueur de 50 m environ, est recouverte d'une couche de pierre granitique de carrière (forme angulaire) d'un diamètre de 200 à 300 mm sur une épaisseur d'environ 500 mm. La seconde zone, d'une longueur d'environ 20 m, est recouverte de sable et de gravier parsemés de pierre de rivière d'un diamètre maximal de 200 mm. Le restant du remblai est partiellement végétalisé, avec quelques zones totalement déboisées où les sols sont à nu.

2.1.5 QUALITÉ DES SOLS ET DE L'EAU DE SURFACE

Il n'y a aucune donnée disponible concernant la qualité des sols aux deux sites à stabiliser.

En ce qui a trait à la qualité de l'eau de surface, il y a peu de sources de contaminants dans la zone d'étude. Outre l'érosion des berges qui peut causer des augmentations des concentrations de matières en suspension, l'eau de la rivière Nipissis est présumée être de bonne qualité puisqu'il n'y a qu'une voie ferrée et quelques installations d'hébergement le long de ses berges.

2.2 MILIEU BIOLOGIQUE

Les caractéristiques du milieu biologique sont résumées aux cartes 2 et 3. Des photographies du milieu aux environs des PM 36 et 52 sont fournies à l'annexe A ainsi qu'en complément à l'annexe E.

2.2.1 VÉGÉTATION

Selon les cartes écoforestières disponibles sur le site Internet d'Infrastructure géomatique ouverte (IGO 2018), la rivière Nipissis est entourée de forêt boréale continue composée de peuplement résineux et mélangés majoritairement âgé de plus de 80 ans. Les espèces dominantes sont le sapin baumier (*Abies balsamea*), l'épinette noire (*Picea mariana*) et le bouleau blanc (*Betula papyrifera*), accompagnées d'épinette blanche (*Picea glauca*), de peuplier faux-tremble (*Populus tremuloides*) et de pin gris (*Pinus banksiana*). Les peuplements forestiers sont illustrés aux cartes 2 et 3 et l'index des codes utilisés est fourni à l'annexe F.

SITE DU PM 36

Dans le secteur du PM 36, des peuplements résineux composés de sapin baumier et d'épinette noire ainsi qu'un peuplement mélangé composé de sapin baumier et de bouleau blanc sont présents en rive gauche, à l'est du chemin de fer (carte 2). En rive droite de la rivière, on retrouve des peuplements résineux composés uniquement de sapin baumier et d'épinette noire. Au niveau de la berge à stabiliser, la végétation riveraine de part et d'autre de l'enrochement existant est principalement composée d'aulne (*Alnus sp.*), de sapin baumier et de cornouiller (*Cornus sp.*).

SITE DU PM 52

Peu de données écoforestières pour le secteur du PM 52 sont disponibles. Les peuplements résineux composés d'épinette noire et de sapin baumier dominant dans le fond de la vallée. Les talus d'éboulis aux pieds des falaises sont davantage colonisés par des peuplements mixtes, avec la présence de bouleau blanc et de peuplier faux-tremble (carte 3). Au niveau de la berge à stabiliser, la végétation riveraine de chaque côté de l'enrochement existant est principalement composée d'aulne, de sapin baumier, d'épinette noire et de bouleau blanc. L'enrochement existant est pratiquement dépourvu de végétation.

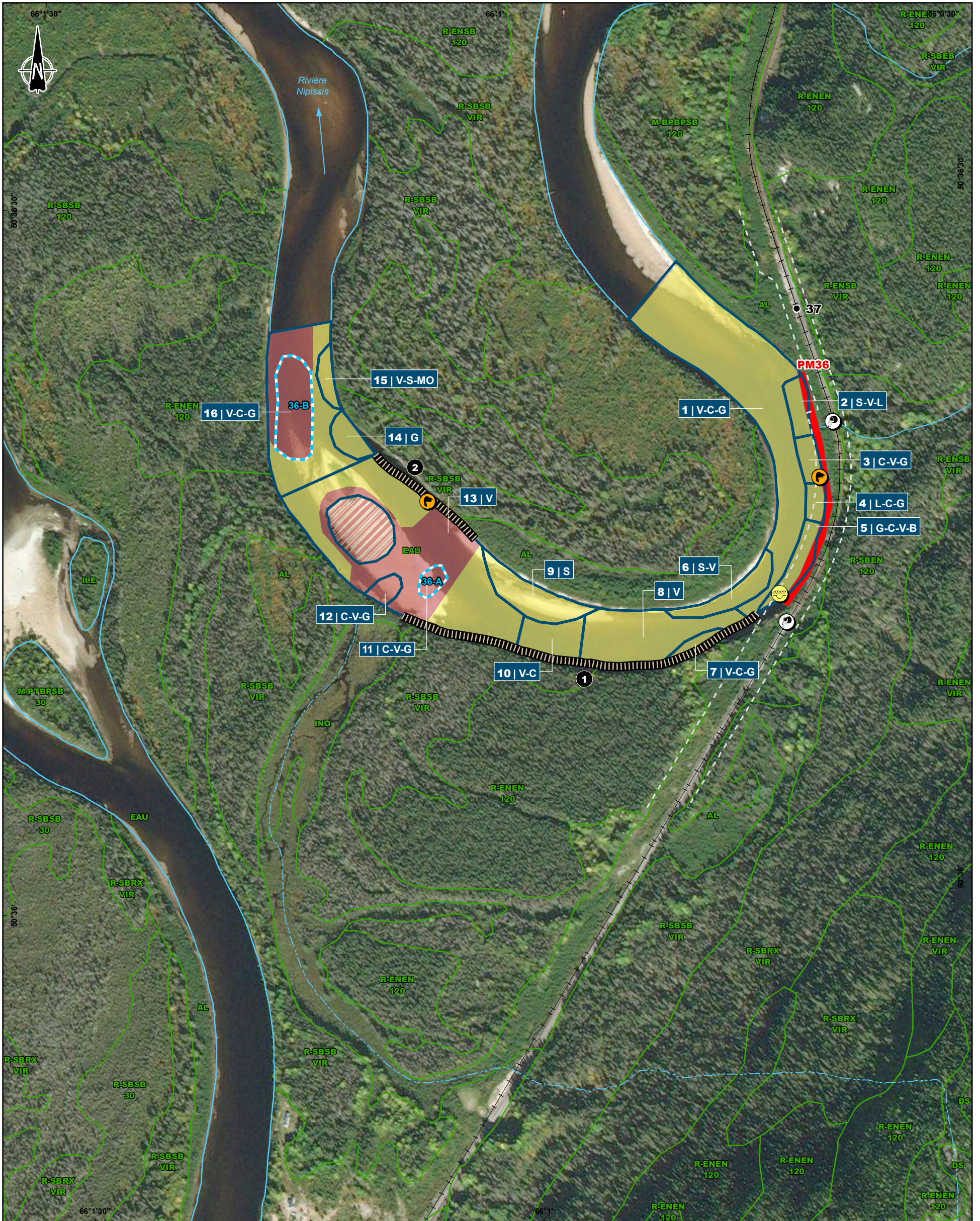
2.2.2 FAUNE AQUATIQUE

Le bassin hydrographique de la rivière Moisie abrite une vingtaine d'espèces de poissons (tableau 1; Argus 1992; Démosthène Blasi, MFFP, comm. pers. 2018). La présence du saumon atlantique est confirmée dans la zone d'étude. Parmi les autres espèces susceptibles de se retrouver dans la rivière Nipissis, mentionnons l'anguille d'Amérique, l'omble de fontaine, le grand brochet, les meuniers noir et rouge, le chabot et le naseux des rapides.

Le potentiel salmonicole théorique de cette rivière a été évalué à 4 396 saumons par année (Naturam 1993). Toutefois, compte tenu de la faible montaison et de la montaison tardive en raison de la présence de la chute McDonald (à 5,5 km de la confluence des rivières Nipissis et Moisie), le potentiel salmonicole réel est estimé à quelques centaines de saumons par année, au mieux un peu plus de 1 000 individus (Cégertec et Naturam Environnement 1998). Lors d'une évaluation de la montaison du saumon dans la rivière Nipissis en 1999, le nombre de saumons interceptés par une barrière de comptage dans la zone du PM 36 était de 388 (86,9 % de rédibermatins et 12,8 % de madeleineaux) durant la période du 11 juillet au 15 septembre (Naturam 1999).

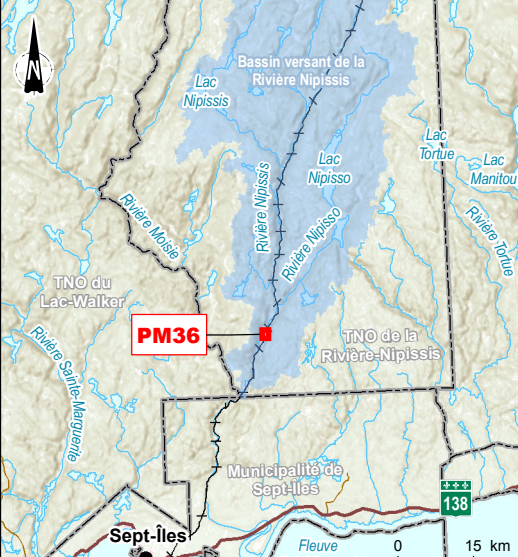
Le responsable de la pourvoirie Moisie-Nipissis confirme la présence du saumon atlantique, de l'omble de fontaine et de l'anguille d'Amérique dans la rivière Nipissis et rapporte la présence du grand brochet (Charles Langlois, comm. pers. 16 janvier 2018). Selon des données récentes de pêche colligées par la pourvoirie, les pêcheurs capturent et remettent à l'eau entre 40 et 50 saumons annuellement dans la rivière Nipissis. La montaison se déroule habituellement à partir du 10 juin jusqu'à la mi-août, mais elle est plus intense aux alentours du 20 juin jusqu'à la fin juillet (Charles Langlois, comm. pers. 16 janvier 2018).

En 1999, un inventaire des frayères saumon atlantique a été effectué par Naturam Environnement (2000). L'inventaire a été effectué de la chute McDonald située à 5,5 km en amont de l'embouchure jusqu'à la chute Keshkoukn située à 75 km en amont de l'embouchure. L'inventaire couvrait également le premier kilomètre de la rivière Nipisso, un affluent de la Nipissis, qui est accessible au saumon. Les frayères potentielles ont d'abord été identifiées lors d'un survol hélicopté (19 octobre 1999) qui a permis d'identifier toutes les zones où le substrat était composé de cailloux, de galets, de gravier et de sable. Le dénombrement des nids a été fait par la suite du 21 au 24 octobre 1999 par deux équipes d'apnéistes. L'inventaire a permis de dénombrer 215 nids principalement entre les kilomètres 21 et 68 de la rivière Nipissis et dans le 1^{er} kilomètre de la rivière Nipisso. Aucun des sites de fraie confirmée lors de cet inventaire ne se trouve à proximité des sites à stabiliser.



- Caractéristique de l'habitat**
- Hutte de castor
 - Fosse d'affouillement
 - Foyer d'érosion
 - Site de fraie potentiel (saumon atlantique)
- Hydrographie**
- Cours d'eau permanent
 - Cours d'eau intermittent
- Faciès d'écoulement**
- Chenal
 - Seuil
 - Seuil haut-fond
- Végétation**
- Peuplement écoforestier (voir l'annexe F pour l'index des codes)

- Segmentation**
- Limite des segments homogènes
- Substrat**
- | | |
|-------------------------------|-------------------------------|
| B Bloc (> 250 mm) | S Sable (0,125 à 5 mm) |
| G Galet (80 à 250 mm) | L Limon (< 0,125 mm) |
| C Caillou (40 à 80 mm) | MO Matière organique |
| V Gravier (5 à 40 mm) | |
- Travaux**
- Berge à stabiliser
- Infrastructure**
- Point milliaire du chemin de fer QNS&L
 - Ponceau
 - Chemin de fer QNS&L
 - Emprise du chemin de fer



IOG

Stabilisation de segments de berge de la rivière Nipissis aux points milliaires 36 et 52 du chemin de fer QNS&L

Demande de décret pour la soustraction d'un projet à la procédure d'évaluation et d'examen des impacts sur l'environnement

Caractéristiques biologiques au site du PM36

Sources :
 BDTQ, 1/20 000, MRNF Québec, 2007
 BDGA, 1/1 000 000, MRN Québec, 2002
 CanVec+, 1/50 000, RNCAN, 2014
 CEHQ, 1/50 000, MDDELCC, 2017
 SDA, 1/20 000, MRNF Québec, septembre 2009
 Bing Maps, septembre 2016

Fichier : 171-14031-00_ca_c02_004_caract_fa_pm36_wspb_180227.mxd

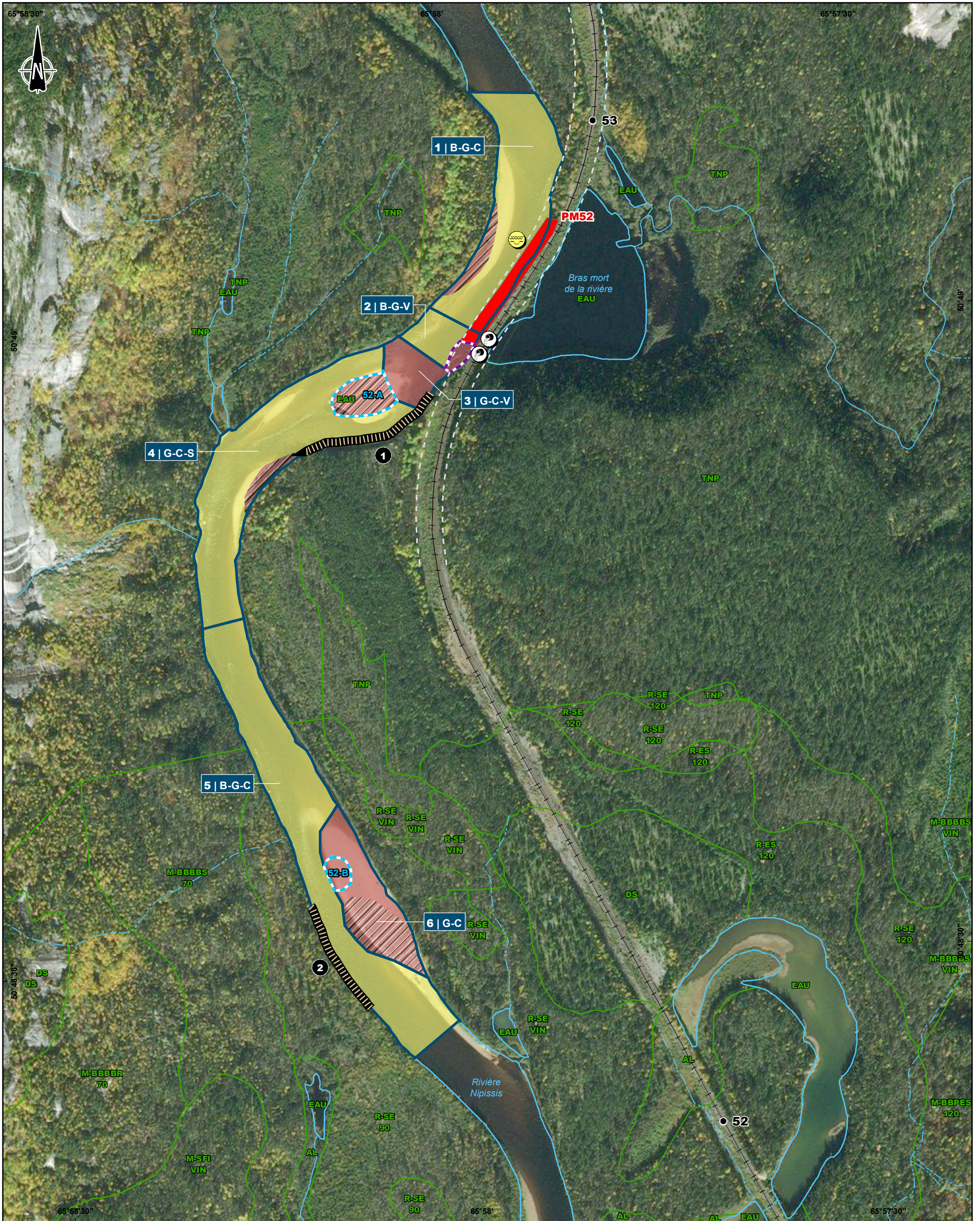
Échelle 1 : 5 000

0 50 100 150 m

UTM, Fuseau 19, NAD83

Février 2018

Carte 2



- Caractéristique de l'habitat**
- Fosse d'affouillement
 - Foyer d'érosion
 - Site de fraie potentiel (saumon atlantique)
 - Aire d'alevinage potentielle (saumon atlantique)

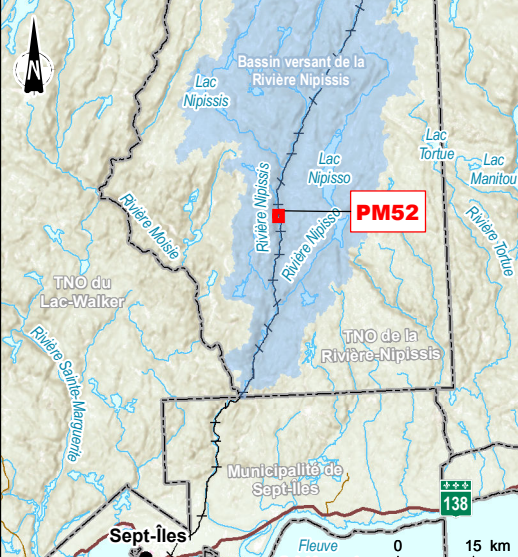
- Hydrographie**
- Cours d'eau permanent
 - Cours d'eau intermittent
- Faciès d'écoulement**
- Chenal
 - Seuil
 - Seuil haut-fond

- Végétation**
- Peuplement écoforestier (voir l'annexe F pour l'index des codes)

- Segmentation**
- Limite des segments homogènes
- Substrat**
- | | |
|-------------------------------|-------------------------------|
| B Bloc (> 250 mm) | S Sable (0,125 à 5 mm) |
| G Galet (80 à 250 mm) | L Limon (< 0,125 mm) |
| C Caillou (40 à 80 mm) | MO Matière organique |
| V Gravier (5 à 40 mm) | |

- Travaux**
- Berge à stabiliser

- Infrastructure**
- Point milliaire du chemin de fer QNS&L
 - Ponceau
 - Chemin de fer QNS&L
 - Emprise du chemin de fer



IOG

Stabilisation de segments de berge de la rivière Nipissis aux points milliaires 36 et 52 du chemin de fer QNS&L

Demande de décret pour la soustraction d'un projet à la procédure d'évaluation et d'examen des impacts sur l'environnement

Caractéristiques biologiques au site du PM52

Sources :
 BDTQ, 1/20 000, MRNF Québec, 2007
 BDGA, 1/1 000 000, MRN Québec, 2002
 CanVec+, 1/50 000, RNCAN, 2014
 CEHQ, 1/50 000, MDDELCC, 2017
 SDA, 1/20 000, MRNF Québec, septembre 2009
 Bing Maps, septembre 2016

Fichier : 171-14031-00_ca_c03_005_caract_fa_pm52_wspb_180227.mxd

Échelle 1 : 5 500

0 55 110 165 m

UTM, Fuseau 19, NAD83

Carte 3

Février 2018

CARACTÉRISTIQUES D'HABITAT PRÈS DU PM 36

Une caractérisation de l'habitat du poisson a été réalisée par WSP le 9 novembre 2017 dans le secteur de la rivière Nipissis à proximité du PM 36. Un secteur s'étendant sur environ 1 km en aval du site des travaux prévus a été visité. Cette caractérisation visait à documenter les caractéristiques de l'habitat du poisson, notamment pour l'omble de fontaine et le saumon atlantique afin de déterminer s'il y avait des frayères potentielles ou confirmées à proximité des sites à stabiliser, des aires d'alevinage ou encore des fosses de repos. Toute observation faunique a également été notée. En raison de la saison tardive, la composition floristique des bandes riveraines a été décrite partiellement. La visite de terrain a été effectuée en même temps que les relevés hydrauliques (annexe A). Il n'a pas été possible de documenter la composition et l'état du substrat en apnée pour des raisons de sécurité. Le travail a donc été effectué à bord d'une embarcation, à l'aide d'une caméra d'action couplée à une tablette par un technicien de la faune ayant plusieurs années d'expérience dans la caractérisation de l'habitat du saumon et de l'omble de fontaine et ayant effectué de nombreux décomptes de nids de salmonidés. Il a ainsi pu décrire la composition et la qualité du substrat. Sur la base de ces informations, combinées à la profondeur d'eau et aux vitesses d'écoulement, il a évalué le potentiel d'utilisation pour la fraie pour les deux espèces visées.

Tableau 1. Espèces de poissons répertoriées dans le bassin hydrographique de la rivière Moisie

Nom français	Nom latin
Anguille d'Amérique	<i>Anguilla rostrata</i>
Chabot tacheté	<i>Cottus bairdi</i>
Chabot visqueux	<i>Cottus cognatus</i>
Épinoche à trois épines	<i>Gasterosteus aculeatus</i>
Épinoche à neuf épines	<i>Pungitius pungitius</i>
Gaspereau	<i>Alosa pseudoharengus</i>
Grand brochet	<i>Esox lucius</i>
Lamproie marine	<i>Petromyzon marinus</i>
Lotte	<i>Lota lota</i>
Méné du lac	<i>Couesius plumbeus</i>
Ménomini rond	<i>Prosopium cylindraceum</i>
Meunier noir	<i>Catostomus commersoni</i>
Meunier rouge	<i>Catostomus catostomus</i>
Naseux des rapides	<i>Rhinichthys cataractae</i>
Naseux noir ¹	<i>Rhinichthys atratulus</i>
Omble chevalier	<i>Salvelinus alpinus</i>
Omble de fontaine	<i>Salvelinus fontinalis</i>
Saumon atlantique	<i>Salmo salar</i>
Touladi	<i>Salvelinus namaychus</i>
Alose savoureuse ²	<i>Alosa sapidissima</i>

Sources : Argus (1992) et MFFP, comm. pers. 2018.

¹ La présence de cette espèce dans le bassin versant de la rivière Moisie devrait être validée.

² Une mention (capture dans un filet).

Lors de la caractérisation, deux frayères potentielles pour le saumon ont été identifiées en aval du site des travaux et sont illustrées sur la carte 2. Elles couvrent des superficies approximatives de 1 029 m² et 5 887 m².

Le substrat de la frayère potentielle 36-A est composé de cailloux, de gravier et de galets, alors que celui de la frayère potentielle 36-B est principalement constitué de gravier, de cailloux et de galets. Ces deux frayères potentielles ne montraient aucun signe d'ensablement ni présence d'algue. Elles sont situées à 460 m et 750 m en aval du site à stabiliser.

Le reste de la section caractérisée a été subdivisée en 15 zones dont la composition granulométrique et le faciès d'écoulement diffèrent d'une zone à l'autre (carte 2). La zone 1, en amont et sur la rive opposée à la berge à stabiliser, est composée principalement de gravier avec des cailloux et des galets. Les zones 2 à 5 sont localisées au pied de la berge à stabiliser et correspondent aux zones qui seront directement touchées par les travaux (carte 6). La zone 2 a un substrat plutôt fin constitué de sable, de gravier et de limon recouvert de périphyton. La zone 3 est constituée d'un substrat beaucoup plus grossier comportant principalement des cailloux, du gravier et des galets, alors que le substrat de la zone 4 comprend des galets et des cailloux très colmatés par de l'argile. La zone 5 affiche un substrat très grossier avec une majorité de galets, de cailloux, de gravier et d'un peu de blocs, le tout étant peu poreux. Les caractéristiques du substrat et de l'écoulement sur ces zones ne sont pas favorables à la fraie du saumon ni de l'omble de fontaine.

La quasi-totalité du secteur caractérisé affichait un faciès d'écoulement chenal et ce secteur est compris dans un long méandre de la rivière (carte 2).

Il n'y a aucune fosse de pêche connue ni potentielle à proximité du site du PM 36 (Naturam 1993). La fosse de repos potentielle la plus proche du site se trouve à 900 m en aval alors que la fosse confirmée la plus proche est à environ 2 km en aval.

CARACTÉRISTIQUES D'HABITAT PRÈS DU PM 52

La rivière Nipissis, dans le secteur du PM 52, a également été caractérisée sur une distance d'environ 1 km en aval des travaux prévus (carte 3).

Deux frayères potentielles et une aire d'alevinage pour le saumon ont été identifiées en aval du site des travaux (carte 3). Les frayères potentielles couvrent des superficies approximatives de 4 230 m² et 1 380 m². L'une des aires de fraie potentielle est située à proximité d'une aire d'alevinage. Le substrat de la frayère potentielle 52-A était composé de galets, de cailloux et de gravier, alors que celui de la frayère potentielle 52-B était principalement constitué de galets et de cailloux, ce qui est idéal pour la fraie du saumon. Ces deux sites de fraie potentiels ne montraient aucun signe d'ensablement ni de présence d'algue. Les frayères potentielles sont situées à 150 m et 950 m en aval du site à stabiliser alors que l'aire d'alevinage est située à quelques mètres en aval du talus à stabiliser.

Le reste de la section caractérisée a été subdivisée en six zones dont la composition granulométrique et le faciès d'écoulement diffèrent d'une zone à l'autre (carte 3). La zone 1 dans laquelle se retrouve la berge à stabiliser est composée principalement de blocs, de galets et de cailloux, avec la présence d'une forte densité de périphyton. Son faciès d'écoulement est majoritairement de type chenal avec un banc de gravier situé à l'intérieur de la courbe en rive droite. Les zones 2 et 3 sont localisées en aval de la berge à stabiliser entre le premier et le troisième haut fond (carte 3). La zone 2 possède un substrat constitué de blocs, de cailloux et de gravier et a un faciès de type chenal, à l'exception de l'aire d'alevinage qui se retrouve sur une zone moins profonde au courant plus rapide.

Deux ponceaux font le lien entre la rivière Nipissis et le bras mort de la rivière situé à l'est du chemin de fer. Quoiqu'exondés au moment de la visite, les relevés ont permis de définir que la base de ceux-ci se trouve en dessous de la ligne de récurrence 0-2 ans. Ils sont donc franchissables par le poisson en période de crue.

Il n'y a aucune fosse de pêche connue ni potentielle à proximité du site du PM 52 (Naturam 1993). La fosse potentielle la plus proche du site se trouve à 2,3 km en aval.

2.2.3 FAUNE AVIAIRE

Aucun inventaire visant la faune aviaire n'a été réalisé dans le cadre de ce projet. Toutefois, les données du second Atlas des oiseaux nicheurs du Québec ont été consultées (AONQ 2018a). Pour ce faire, 33 parcelles couvrant la rivière Nipissis et les environs ont été sélectionnées. Un total de 38 espèces appartenant à 16 familles a ainsi été répertorié dans les environs du projet (tableau 2). Il s'agit toutefois d'un inventaire non exhaustif et d'autres espèces pourraient se trouver dans la zone d'étude. En effet, selon le registre de l'Atlas des oiseaux nicheurs du Québec, 149 espèces d'oiseaux ont été recensées dans la MRC de Sept-Rivières, en période de nidification (AONQ 2018a). Mentionnons toutefois que plusieurs de ces espèces sont associées aux écosystèmes fluviaux et, par conséquent, ne fréquenteraient pas la zone d'étude.

Tableau 2. Espèces d'oiseaux potentiellement présentes dans la zone d'étude

Famille	Espèce	Nom latin	Statut de nidification ¹
Gaviidés	Plongeon huard	<i>Gavia immer</i>	PROB
	Bernache du Canada	<i>Branta canadensis</i>	CONF
	Canard noir	<i>Anas rubripes</i>	PROB
Anatidés	Fuligule à collier	<i>Aythya collaris</i>	PROB
	Garrot à œil d'or	<i>Bucephala clangula</i>	PROB
	Garrot d'Islande	<i>Bucephala islandica</i>	PROB
	Grand harle	<i>Mergus merganser</i>	POSS
	Macreuse à front blanc	<i>Melanitta perspicillata</i>	PROB
Falconidés	Crécerelle d'Amérique	<i>Falco sparverius</i>	POSS
Scolopacidés	Chevalier grivelé	<i>Actitis macularia</i>	PROB
Caprimulgidés	Engoulevent d'Amérique	<i>Chordeiles minor</i>	POSS
Tyrannidés	Moucherolle à ventre jaune	<i>Empidonax flaviventris</i>	POSS
	Moucherolle des aulnes	<i>Empidonax alnorum</i>	POSS
	Moucherolle tchébec	<i>Empidonax minimus</i>	POSS
Viréonidés	Viréo aux yeux rouges	<i>Vireo olivaceus</i>	POSS
	Viréo de Philadelphie	<i>Vireo philadelphicus</i>	POSS
Corvidés	Mésangeai du Canada	<i>Perisoreus canadensis</i>	POSS
Hirundinidés	Hirondelle bicolore	<i>Tachycineta bicolor</i>	PROB
Troglodytidés	Troglodyte mignon	<i>Troglodytes hyemalis</i>	POSS
Régulidés	Roitelet à couronne dorée	<i>Regulus satrapa</i>	POSS
	Roitelet à couronne rubis	<i>Regulus calendula</i>	POSS
Turdidés	Grive à dos olive	<i>Catharus ustulatus</i>	POSS
	Merle d'Amérique	<i>Turdus migratorius</i>	POSS
Bombycillidés	Jaseur d'Amérique	<i>Bombycilla cedrorum</i>	POSS

Famille	Espèce	Nom latin	Statut de nidification ¹
Parulidés	Paruline à calotte noire	<i>Cardellina pusilla</i>	POSS
	Paruline à gorge noire	<i>Setophaga virens</i>	POSS
	Paruline à poitrine baie	<i>Dendroica castanea</i>	POSS
	Paruline à tête cendrée	<i>Dendroica magnolia</i>	POSS
	Paruline des ruisseaux	<i>Parkesia noveboracensis</i>	POSS
	Paruline flamboyante	<i>Setophaga ruticilla</i>	POSS
	Paruline jaune	<i>Dendroica petechia</i>	POSS
	Paruline obscure	<i>Oreothlypis peregrina</i>	POSS
	Paruline tigrée	<i>Dendroica tigrina</i>	POSS
Embérizidés	Bruant à gorge blanche	<i>Setophaga fusca</i>	POSS
	Bruant fauve	<i>Passerella iliaca</i>	POSS
Passéridés	Junco ardoisé	<i>Junco hyemalis</i>	POSS
Fringillidés	Roselin pourpré	<i>Haemorhous purpureus</i>	POSS
	Tarin des pins	<i>Spinus pinus</i>	POSS

¹Statut de nidification (AONQ 2018b) : POSS : possible; PROB : probable; CONF : confirmé

Note : Parmi les 33 parcelles consultées, 18 ne détenaient aucune donnée.

Les espèces en gras sont des espèces à statut particulier.

En considérant que le site PM 52 se situe à proximité d'un plan d'eau (bras mort de la rivière), il est possible que des oiseaux aquatiques se retrouvent dans le secteur. La base de données de l'Atlas des oiseaux nicheurs du Québec rapporte la présence du plongeon huard, de la bernache du Canada, du canard noir, du fuligule à collier, du garrot à œil d'or, du grand harle et de la macreuse à front blanc (tableau 2). Notons également la présence du garrot d'Islande, qui est sur la liste des espèces vulnérables au Québec (MFFP 2018). Il est toutefois important de mentionner que les observations de garrots d'Islande étaient situées dans des parcelles ne couvrant pas la rivière Nipissis, mais plutôt localisées à des altitudes plus élevées. Même si sa présence n'est pas exclue, il serait surprenant de retrouver cette espèce à proximité des sites à stabiliser. Certaines espèces d'oiseaux de rivage, comme le chevalier grivelé, pourraient également fréquenter le littoral de la rivière.

Les autres espèces figurant au tableau 2 sont des espèces d'oiseaux forestiers pouvant se trouver en bordure de la zone des travaux. Notons la présence de l'engoulevent d'Amérique, qui est sur la liste des espèces susceptibles d'être désignées comme menacées ou vulnérables au Québec (MFFP 2018). Cette dernière est associée aux habitats ouverts dépourvus de végétation comme les dunes, brûlis, plage, zone déboisée, affleurement rocheux, terrain plat dénudé (Brigham *et al.* 2011). De tels milieux sont présents dans le secteur, mais pas dans la zone immédiate des travaux.

2.2.4 HERPÉTOFAUNE

Aucun inventaire spécifique à l'herpétofaune n'a été réalisé dans le cadre de ce projet. Toutefois, une revue des données disponibles a été effectuée afin de documenter les communautés de l'herpétofaune pouvant utiliser le territoire à l'étude (AARQ 2018; Desroches et Rodrigue 2004). Ainsi, basées sur leurs aires de répartition connues, 12 espèces de l'herpétofaune (5 urodèles, 6 anoures et 1 squamate) sont susceptibles de fréquenter la zone d'étude (tableau 3). Aucune ne figure sur la liste des espèces à statut particulier.

Plusieurs espèces pourraient être présentes dans la portion du bras mort de la rivière localisée au PM 52. En effet, la section d'eau stagnante pourrait permettre l'établissement des espèces d'anoures. En ce qui concerne la couleuvre rayée, elle pourrait utiliser le milieu forestier, en bordure de la rivière. Pour ce qui est des

salamandres, elles utilisent à la fois les milieux secs et humides, selon le stade de leur cycle vital (Desroches et Rodrigue 2004).

Tableau 3. Liste des espèces potentiellement présentes dans la zone d'étude

Ordre	Nom français	Nom latin
Urodèle	Salamandre à deux lignes	<i>Eurycea bislineata</i>
	Salamandre à points bleus	<i>Ambystoma laterale</i>
	Salamandre cendrée	<i>Plethodon cinereus</i>
	Salamandre maculée	<i>Ambystoma maculatum</i>
	Triton vert	<i>Notophthalmus viridescens</i>
Anoure	Crapaud d'Amérique	<i>Anaxyrus americanus</i>
	Rainette crucifère	<i>Pseudacris crucifer crucifer</i>
	Grenouille des bois	<i>Lithobates sylvaticus</i>
	Grenouille léopard	<i>Lithobates pipiens</i>
	Grenouille verte	<i>Lithobates clamitans melanota</i>
	Grenouille du Nord	<i>Lithobates septentrionalis</i>
Squamate	Couleuvre rayée	<i>Thamnophis sirtalis</i>

2.2.5 FAUNE TERRESTRE

Le territoire abrite une faune représentative de la forêt boréale. Bien qu'aucune donnée d'inventaire de faune terrestre ne soit disponible spécifiquement pour les secteurs du PM 36 et du PM 52, les statistiques de chasse de 2017 (MFFP 2017) et de piégeage de 2015-2016 d'animaux à fourrure confirment la présence de plusieurs espèces sur le territoire de la Côte-Nord et qui sont susceptibles d'être rencontrées dans les secteurs à l'étude (tableau 4). D'autres espèces qui ne sont pas exploitées apparaissant au tableau 4, car elles sont aussi susceptibles d'être rencontrées dans la zone d'étude en se basant sur la distribution des mammifères du Québec et de l'Est du Canada (2013).

Les espèces couramment observées à partir du chemin de fer sont : l'orignal, le loup gris, l'ours noir, le renard roux, le lièvre d'Amérique et le castor. Une hutte de castor a d'ailleurs été observée à proximité du PM 36.

Tableau 4. Liste des espèces de mammifères terrestres susceptible d'être rencontrées

Espèces (nom latin)	
Belette pygmée (<i>Mustela nivalis</i>)	Marmotte commune (<i>Marmotta monax</i>)
Campagnol-à-dos-roux de Gapper (<i>Myodes gapperi</i>)	Martre d'Amérique (<i>Martes americana</i>)
Campagnol des bruyères (<i>Phenacomys ungava</i>)	Mouffette rayée (<i>Mephitis mephitis</i>)
Campagnol des champs (<i>Microtus pennsylvanicus</i>)	Musaraigne cendrée (<i>Sorex cinereus</i>)
Campagnol des rochers (<i>Microtus chrotorrhinus</i>)	Musaraigne palustre (<i>Sorex palustris</i>)
Campagnol-lemming boréal (<i>Synaptomys borealis</i>)	Musaraigne pygmée (<i>Otisorex hoyi</i>)
Caribou des bois (<i>Rangifer tarandus caribou</i>)	Ours noir (<i>Ursus americanus</i>)
Castor du Canada (<i>Castor canadensis</i>)	Pékan (<i>Martes pennanti</i>)
Condylure à nez étoilé (<i>Condylura cristata</i>)	Porc-épic d'Amérique (<i>Erethizon dorsatum</i>)
Écureuil roux (<i>Tamiasciurus hudsonicus</i>)	Rat musqué commun (<i>Ondatra zibethicus</i>)
Orignal (<i>Alces americanus</i>)	Renard roux (<i>Vulpes vulpes</i>)

Espèces (nom latin)

Grand polatouche (<i>Glaucomys sabrinus</i>)	Souris-sauteuse des bois (<i>Napaeozapus insignis</i>)
Hermine (<i>Mustela erminea</i>)	Souris-sauteuse des champs (<i>Zapus hudsonius</i>)
Lièvre d'Amérique (<i>Lepus americanus</i>)	Souris sylvestre (<i>Peromyscus maniculatus</i>)
Loup gris (<i>Canis lupus</i>)	Tamia rayé (<i>Tamias striatus</i>)
Loutre de rivière (<i>Lontra canadensis</i>)	Vison d'Amérique (<i>Neovison vison</i>)
Lynx du Canada (<i>Lynx canadensis</i>)	

Note : Les espèces en caractère gras sont celles présentes dans le registre des statistiques de chasse et de piégeage du territoire de la Côte-Nord.

Source : Prescott et Richard (2013).

2.2.6 ESPÈCES À STATUT PARTICULIER

Selon les informations transmises par le Centre de données sur le patrimoine naturel du Québec (CDPNQ), il n'y aurait aucune mention d'espèce floristique susceptible d'être désignée menacée ou vulnérable à proximité des sites à stabiliser (Michel Levasseur, MDDELCC, comm. pers. 1^{er} juin 2017). Aucune mention d'espèce faunique menacée, vulnérable ou susceptible d'être ainsi désignée à proximité des sites du PM 36 et du PM 52 n'a été signalée (Stéphane Guérin, MFFP, comm. pers. 18 décembre 2017).

Le saumon atlantique ne porte aucun statut au niveau provincial. Bien qu'il ne possède pas de statut en vertu de la Loi sur les espèces en péril (LEP) du Canada, il s'agit d'une espèce considérée préoccupante par le Comité sur la situation des espèces en péril au Canada (COSEPAC 2018). Parmi les autres espèces de poissons fréquentant la rivière Nipissis, l'anguille d'Amérique est considérée comme susceptible d'être désignée menacée ou vulnérable au niveau provincial (MFFP 2018), ne porte aucun statut au fédéral selon la liste des espèces en péril, mais est considérée menacée selon le COSEPAC (2012).

Au niveau de la faune aviaire, deux espèces susceptibles d'être retrouvées dans la zone d'étude ont un statut particulier. Il s'agit du garrot d'Islande et de l'engoulevent d'Amérique. Le garrot d'Islande a le statut d'espèce préoccupante au COSEPAC (COSEPAC 2000) et est susceptible d'être désigné menacé ou vulnérable au niveau provincial (MFFP 2018). L'engoulevent d'Amérique est désigné menacé au Canada en vertu de la Loi sur les espèces en péril (Environnement Canada 2016) et est susceptible d'être désigné menacé ou vulnérable au Québec (MFFP 2018).

Le caribou des bois (écotype forestier) possède le statut d'espèce vulnérable au Québec (MFFP 2018) et est considéré menacé au Canada (COSEPAC 2018 et Gouvernement du Canada 2018). Le campagnol des rochers, qui lui est susceptible d'être désigné menacé ou vulnérable au Québec (MFFP 2018), est une espèce préoccupante selon le COSEPAC, mais ne porte aucun statut à la LEP.

2.3 MILIEU HUMAIN

2.3.1 TENURE, AFFECTATION DU TERRITOIRE ET AIRES PROTÉGÉES

La zone d'étude restreinte est comprise dans le TNO de Rivière-Nipissis. Selon le schéma d'aménagement de la MRC de Sept-Rivières, ce TNO est un territoire à tenure publique et l'affectation de celui-ci est de type récréoforestière.

Bien qu'elle soit en dehors de la future réserve aquatique de la rivière Moisie et de la réserve écologique projetée de la Matamec (carte 4), les bandes riveraines de la rivière Nipissis font partie de la liste des aires protégées, selon leur désignation québécoise (MDDELCC 2017).

Au Québec, il existe 162 rivières, auxquelles s'ajoute une trentaine de lacs et de ruisseaux, qui ont été désignés rivières à saumon en vertu du Règlement de pêche du Québec (1990). La rivière Nipississ fait partie de ces rivières. Ce statut s'applique à la portion de rivière ou de ses tributaires accessibles au saumon, soit jusqu'à un obstacle infranchissable connu. L'exploitation de cette ressource fait l'objet d'un contrôle et d'un suivi par le ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs (MFFP) (MDDELCC 2017).

2.3.2 CARACTÉRISTIQUES SOCIO-ÉCONOMIQUES

La population de la MRC de Sept-Rivières s'élevait à plus de 32 179 habitants en 2017 répartis, dans sa presque totalité, entre Port-Cartier et Sept-Îles, les deux seules municipalités comprises dans son territoire (MRC de Sept-Rivières 2002). Elle comprend également deux TNO, soit ceux du Lac-Walker et de la Rivière-Nipississ, qui occupent plus de 90 % de la partie terrestre du territoire de la MRC. S'intégrant au territoire de la MRC, les réserves de la communauté Uashat Mak Mani-Utenam abritent une population innue de plus de 3 000 habitants. La zone d'étude est comprise entièrement dans le TNO Rivière-Nipississ, couvrant la partie est de la MRC, au nord de la ville de Sept-Îles. Sa superficie est de 11 036,03 km².

La MRC de Sept-Rivières, d'une superficie de 38 754 km², se situe au cœur de la Côte-Nord à environ 600 km à l'est de Québec par voie routière. Une vaste partie du territoire est vouée à l'exploitation des ressources forestières, hydroélectriques, fauniques et minières. En effet, la MRC de Sept-Rivières est une région de première transformation (industries reliées à l'exploitation des ressources) avec une proportion de 11 % des emplois, comparativement à la moyenne de la province qui est de 4 % (MRC de Sept-Rivières 2002). C'est l'importance du secteur tertiaire (industries des services) de la ville de Sept-Îles qui dilue le secteur primaire. Beaucoup d'entreprises de services se sont créées afin de répondre au besoin du secteur primaire, de même que la présence d'établissements gouvernementaux et sociaux à desserte régionale tels que l'hôpital, les ministères, le cégep, etc.

La MRC occupe une place économique stratégique le long de la voie maritime du Saint-Laurent. Les installations portuaires de Sept-Îles et Port-Cartier servent principalement au transbordement des matières premières, soit le minerai de fer, l'aluminium et le bois. L'existence d'infrastructures aéroportuaires, ferroviaires, énergétiques et de communications confère à la région un potentiel de développement élevé.

2.3.3 UTILISATION DU TERRITOIRE

INFRASTRUCTURE DE TRANSPORT

Filiale en propriété exclusive d'IOC, le chemin de fer QNS&L est le plus long de la Côte-Nord avec ses 580 km, de Sept-Îles à Schefferville. La voie ferrée traverse du sud au nord le territoire de la MRC de Sept-Rivières sur une longueur de 240 km, en longeant tour à tour les rivières Moisie, Nipississ (rive gauche) et Wacouno. La fonction première de la voie ferrée est le transport du concentré et des boulettes de fer provenant de mines de Wabush, Labrador City et Schefferville. La voie ferrée est l'unique accès terrestre aux sites du PM 36 et du PM 52. Depuis 2005, TRT, qui détient plus de 200 km de voie ferrée reliant Emeril Jonction, au Labrador, et Schefferville, opère aussi le service de voyageurs et de marchandise de Sept-Îles à Schefferville en utilisant la voie ferrée QNS&L.

FORÊT ET RESSOURCES NATURELLES

Le TNO de Rivière-Nipississ est presque entièrement compris à l'intérieur de l'unité d'aménagement 09451. Le territoire est caractérisé par la dominance des activités reliées à la forêt, telles que le prélèvement de la matière ligneuse, la chasse et la pêche, les activités récréatives, la villégiature, etc. L'unité d'aménagement forestier (UAF) 09451 couvre 17 292 km² et occupe une grande partie du TNO Rivière-Nipississ (carte 4). Cependant, afin de préserver la qualité de l'habitat, les bandes riveraines des rivières à saumon sont exclues de

l'exploitation forestière sur une largeur de 60 m de chaque côté de la rivière (MFFP 2012). Une grande partie de cette affectation est également en territoire libre de gestion. Les usages qui sont compatibles avec cette affectation sont ceux reliés à l'exploitation de la forêt (y compris les camps forestiers), aux activités récréatives extérieures (pêche, canot-kayak, escalade), aux industries extractives (mines, carrières, sablières), aux résidences, secondaires (chalets de villégiature, camps de chasse), ainsi qu'à certaines utilités publiques (entre autres les lignes de transport d'énergie).

Le territoire couvert par la voie ferrée d'IOC est compris dans le Nitassinan (territoire ancestral) de la communauté d'Uashat mak Mani-Utenam. Plusieurs campements de trappe d'utilisation exclusive aux Premières Nations y sont recensés (carte 4). Le chemin de fer traverse également deux unités de piégeage entre les PM 36 et 52, soit les unités 59-B et 60 (carte 4). Des activités de chasse et de pêche informelles sont également pratiquées tandis que l'hiver, le territoire est parcouru par des sentiers locaux informels de motoneige.

La pourvoirie Moisie-Nipissis inc. se trouve au confluent des rivières Moisie et Nipissis, à environ 20 km au nord de Sept-Îles. Elle détient un bail de droits exclusifs pour la pêche sportive au saumon atlantique, qui couvre la partie entre la jonction de la rivière Nipissis et la rivière Moisie et un point situé à environ 300 m en amont de la chute McDonald à la hauteur du PM 30,5 du chemin de fer QNS&L, soit 4 km de la rivière Nipissis et 36 km de la rivière Moisie.

La pourvoirie du Camp Messnak couvre le secteur de la rivière Nipissis sur une longueur de 71,5 km qui débute à 2 km en amont de la chute McDonald (Naturam Environnement 2000). Les sites du PM 36 et du PM 52 sont donc situés à l'intérieur de ces limites (carte 4).

AUTRE UTILISATION DU TERRITOIRE

Une partie des lignes de transport électrique à 735 kV d'Hydro-Québec, reliant les postes Arnaud (Sept-Îles) et Montagnais, passe également le long de la rivière Nipissis.

2.3.4 VILLÉGIATURE ET ATTRAITS RÉCRÉOTOURISTIQUES

Les bâtiments de la pourvoirie du camp Messnak sont situés le long de la voie ferrée (carte 4). On retrouve trois agglomérations, soit un groupe de bâtiments près du PM 36 en aval du site à stabiliser, un autre groupe entre les PM 40 et 41 et un dernier entre les PM 45 et 46. Il n'y a pas de bâtiment dans le secteur immédiat des travaux.

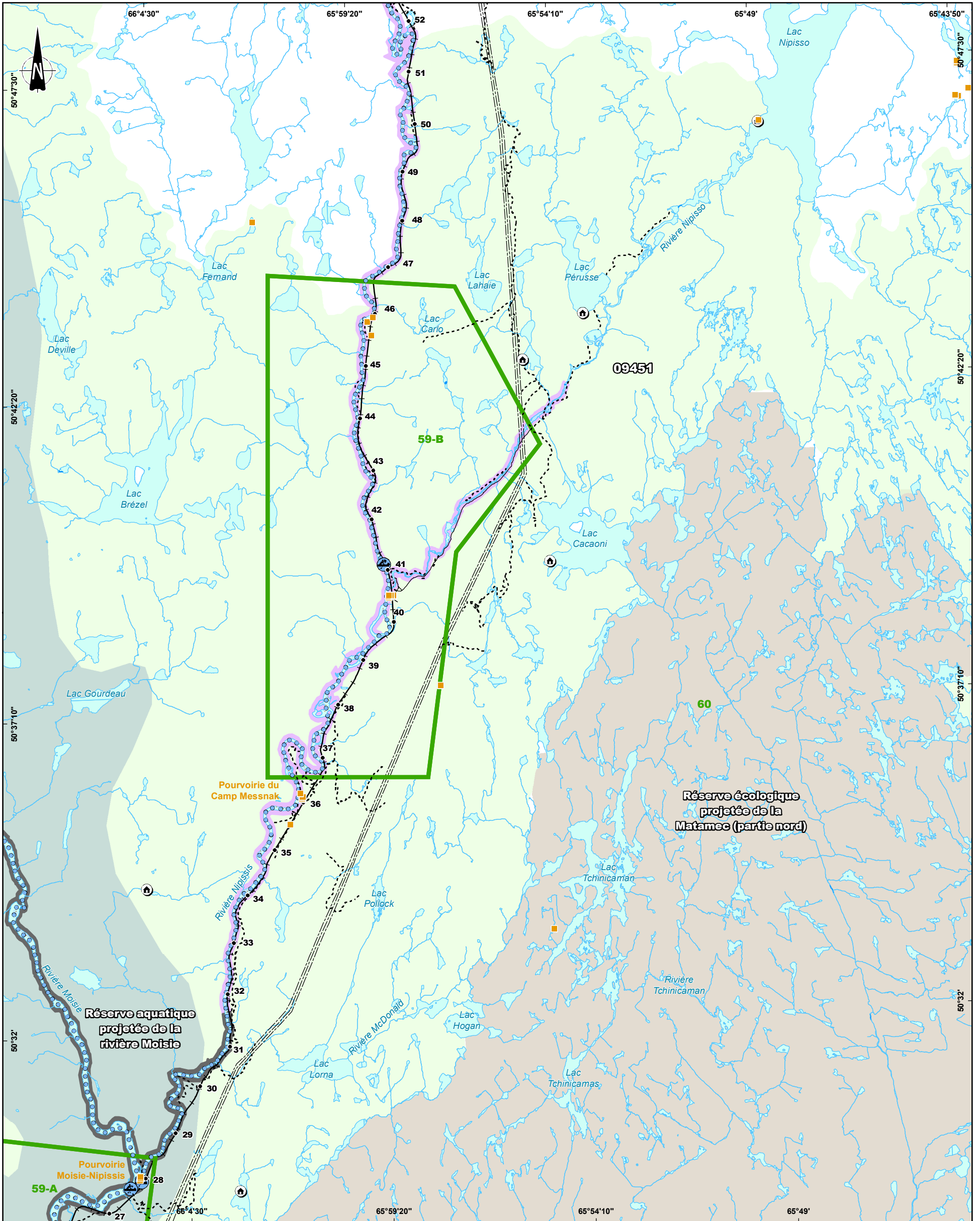
La pourvoirie à droits exclusifs Moisie-Nipissis inc. compte cinq unités d'hébergement, toutes localisées à la confluence des rivières Moisie et Nipissis, soit à environ 14 km au sud-est du PM 36.

Près de 11 baux de villégiature se trouvent dans les environs de la rivières Nipissis, dont 5 baux de villégiature reconnus se trouvant dans les alentours des lacs Cacaoni, Pérusse et Nipisso (carte 4).

Aucun attrait récréotouristique n'est présent à proximité de la zone d'étude restreinte. Les sites à stabiliser se trouvent à l'extérieur des limites de la pourvoirie Moisie-Nipissis.

2.3.5 SITES ARCHÉOLOGIQUES

Une demande d'information a été envoyée le 29 janvier 2018 au ministère de la Culture et des Communications afin de déterminer s'il y a des sites archéologiques répertoriés dans la zone d'étude restreinte, notamment dans le secteur immédiat des travaux prévus. Au moment de produire le présent document, la réponse n'a toujours pas été obtenue.



Hydrographie

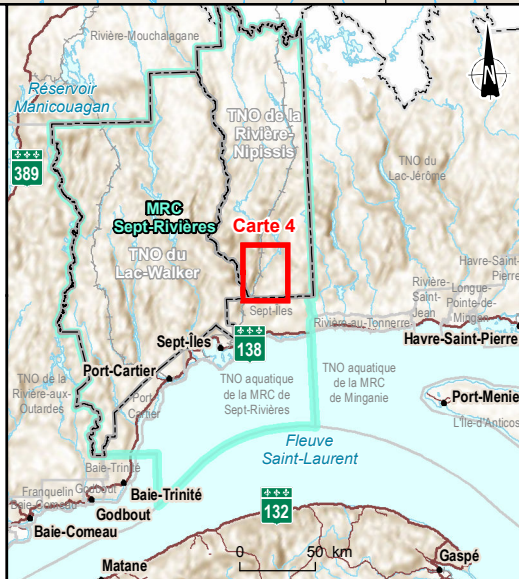
- Cours d'eau
- Plan d'eau

Infrastructure

- Point milliaire du chemin de fer QNS&L
- Chemin de fer QNS&L
- Chemin carrossable non pavé
- Chemin non carrossable
- Ligne de transport électrique

Milieu humain

- Bâtiment
- Bail de villégiature
- Parcours de canot-kayak
- Unité d'aménagement forestier (UAF)
- Réserve aquatique projetée
- Réserve écologique projetée
- Pourvoirie du Camp Messnak
- Pourvoirie Moisie-Nipissis inc.
- Unité de piégeage



Stabilisation de segments de berge de la rivière Nipissis aux points milliaires 36 et 52 du chemin de fer QNS&L
 Demande de décret pour la soustraction d'un projet à la procédure d'évaluation et d'examen des impacts sur l'environnement

Synthèse des composantes du milieu humain

Sources :
 BDTQ, 1/20 000, MRNF Québec, 2007
 BDGA, 1/1 000 000, MRN Québec, 2002
 SDA, 1/20 000, MRNF Québec, septembre 2009
 Baux de villégiature, MRNF Québec, janvier 2018

Fichier : 171-14031-00_ca_c04_007_mil_hum_wspb_180227.mxd

Échelle 1 : 115 000
 0 1,15 2,3 3,45 km
 UTM, Fuseau 19, NAD83

Février 2018

Carte 4



3 DESCRIPTION DU PROJET

La présente section décrit les diverses composantes du projet de stabilisation des deux portions de berges de la rivière Nipississ aux sites du PM 36 et du PM 52. Un résumé sommaire de l'évaluation des solutions de stabilisation est tout d'abord présenté. Une description des ouvrages de stabilisation projetés est ensuite présentée et, enfin, le déroulement des travaux en termes de séquençage, d'échéancier et de méthodes de travail est décrit. Les activités qui seront réalisées durant la phase d'exploitation du projet sont également décrites.

3.1 ÉVALUATION DES SOLUTIONS DE STABILISATION

3.1.1 ÉTUDE DE SOLUTIONS ALTERNATIVES

Pour les deux sites à l'étude, il n'existe aucune solution d'intervention alternative pour éviter les travaux à l'intérieur de la limite d'inondation de récurrence de 2 ans, tel que démontré à la section 3.1.2.

Au PM 36, le chemin de fer est situé immédiatement au pied d'une montagne située à l'est de celui-ci, tel qu'illustré sur la figure 1. L'aménagement d'une voie de contournement ou le déplacement du chemin de fer n'est donc pas possible. Au PM 52, le chemin de fer est situé directement dans la rivière et tout type d'intervention nécessite des travaux en milieu hydrique.

3.1.2 OPTION D'AMÉNAGEMENT RETENUE AU PM 36

Compte tenu des enjeux ainsi que des désordres observés et leurs causes potentielles, une stabilisation pérenne, mais relativement souple du talus, est recherchée. Afin d'identifier les solutions de stabilisation possibles pour le site à l'étude, une revue des solutions de stabilisation connues en milieu riverain et une analyse comparative de ces solutions a été effectuée. Les critères de comparaison suivants ont été considérés :

- efficacité technique/pertinence;
- pérennité de l'aménagement;
- mise en œuvre/construction;
- impacts écologiques;
- emprise de l'ouvrage;
- entretien et surveillance.

Les options d'aménagement permettant le maintien des échanges entre la rivière et les nappes avoisinantes ont été privilégiées. Ainsi, les protections imperméables et rigides mises en place sur toute la hauteur du talus et qui ne présentent pas une efficacité technique supérieure ont été écartées. À noter également que la stabilisation du bas de talus est nécessaire pour toutes les options considérées et l'ampleur de l'empiètement en rivière est donc comparable pour les options considérées.

L'analyse comparative de toutes les solutions a permis de sélectionner les deux options de stabilisation suivantes : la protection en enrochement et le rideau de palplanche. Ces deux options ont été jugées les plus adéquates et les plus adaptées aux différents enjeux et contraintes du site à l'étude. Après une analyse plus détaillée de ces deux solutions, l'option d'enrochement semble être la solution la plus pertinente au vu des critères techniques, économiques, d'échéancier et environnementaux. Cette option s'avère efficace, pérenne, relativement simple de mise en œuvre et présente un impact écologique moindre. La principale difficulté liée

à la mise en œuvre de cette option réside dans la gestion des matériaux compte tenu du grand volume d'enrochement requis. La solution de rideau de palplanches, quant à elle, nécessiterait la réalisation de sondages géotechniques complémentaires afin d'établir la faisabilité de cette option et une expertise plus poussée pour sa mise en œuvre. Cette solution résulterait également en une artificialisation et une imperméabilisation de la berge; elle n'est donc pas retenue.

3.1.3 OPTION D'AMÉNAGEMENT RETENUE AU PM 52

Compte tenu des enjeux ainsi que des désordres observés et leurs causes potentielles, une stabilisation pérenne, relativement souple, et permettant de maintenir les échanges entre le lit vif de la rivière et le bras mort, est recherchée. Afin d'identifier les solutions de stabilisation qui seront analysées pour le site à l'étude, une analyse critique de solutions de stabilisation de berge en rivière a été menée.

Il faut noter que les nombreuses contraintes au PM 52 limitent fortement les solutions d'aménagement envisageables. Tout d'abord, compte tenu de la configuration de la rivière et du remblai de la voie ferrée, qui vient couper deux milieux hydriques (le lit « vif » et le « bras mort »), les solutions d'écrans étanches (béton projeté, palplanche, mur caissons, mur béton, etc.) sont à proscrire, pour des raisons environnementales et hydrauliques. Par ailleurs, les solutions de stabilisation au moyen de grillage ou de treillis (tapis de béton sur géogrille, gabions, treillis métallique, etc.) ne sont pas adaptées aux enjeux et aux contraintes hydrauliques et de glace au droit du site du PM 52. Ces solutions ne sont donc pas retenues, principalement pour des raisons d'efficacité technique et de pérennité. Finalement, les options de déplacement du remblai de la voie ferrée vers l'est, bien que bénéfiques sur l'équilibre morphologique de la rivière, résulteraient en une destruction d'habitats et un important empiètement dans le bras mort de la rivière.

Ainsi, l'option de stabilisation du remblai existant au moyen d'enrochement semble être la solution la plus adéquate et appropriée compte tenu des enjeux et des contraintes au PM 52, notamment la nécessité d'intervenir à court terme. Cette solution permet de maintenir les échanges entre la rivière et la nappe avoisinante et a un faible impact écologique. L'empiètement en rivière de cet aménagement affectera toutefois les processus d'érosion en vigueur dans la rivière. Il est donc indispensable d'accorder une attention particulière aux extrémités de l'aménagement afin de limiter les « effets de bout ». L'équipement et les matériaux nécessaires pour cette intervention sont relativement faciles à mobiliser. La difficulté durant les travaux sera principalement au niveau de la planification de l'approvisionnement des matériaux qui ne pourront pas être entreposés sur le site ainsi qu'au niveau de la mise en place de la berme au pied du talus où il y a des profondeurs d'eau de l'ordre de 4 m.

3.2 DESCRIPTION DES OUVRAGES

3.2.1 AMÉNAGEMENT PROJETÉ AU PM 36

Les analyses hydrauliques effectuées indiquent que le niveau d'eau atteint lors du passage de la crue de récurrence 50 ans atteint 60,6 m (annexe A). L'élévation minimale du rail du chemin de fer est d'environ 61,3 m, soit seulement 0,7 m au-dessus du niveau atteint durant cette crue. Considérant le régime de glace du secteur, il est préconisé de protéger la berge jusqu'en haut du talus afin d'avoir une revanche minimale de 0,7 m au-dessus du niveau d'eau atteint lors du passage d'une crue de récurrence 50 ans. Cette revanche fournit une sécurité supplémentaire pour éviter des dommages au haut de talus qui pourraient être causés par des débris, de la glace ou par un rehaussement du niveau d'eau si un embâcle de glace devait se former à l'aval du site.

Dans le cas du site d'étude au PM 36, l'épaisseur de glace est le facteur déterminant dans le dimensionnement de l'enrochement. De manière générale, le calibre de la pierre retenue correspond à un diamètre passant de

50 % (D50) qui est égal ou supérieur à l'épaisseur de glace en rivière pour une récurrence 1 : 2 ans, et ce, jusqu'à l'élévation extrême des glaces. Ainsi, pour le site à l'étude, le diamètre D50 minimum recommandé pour l'enrochement de protection est de 700 mm. De plus, en l'absence d'observation et de mesure du niveau extrême des glaces au site du PM 36, il est recommandé de conserver ce D50 sur toute la hauteur du talus.

Ainsi, l'enrochement de protection devra être composé de pierre dynamitée finement appareillée d'un diamètre de 500 à 1 000 mm avec un D50 minimal de 700 mm. La pierre sera placée selon une pente de 2H : 1V et la couche d'enrochement devra avoir une épaisseur minimale de 1,5 m. La cote supérieure des enrochements est fixée au niveau de la crête de talus, soit à une cote d'environ 61,5 m. Notons toutefois que l'élévation du haut de talus varie entre 61,3 et 61,7 m. Une clé d'ancrage sera aménagée au pied de la berge (1,5 m de large et 1,5 m de profondeur environ) afin de résister à un abaissement futur du lit du cours d'eau et ainsi éviter de nouveaux glissements de terrain. La vue en plan de l'aménagement projeté est présentée au feuillet 2 de 3 de l'annexe C.

Le volume d'enrochement requis, calculé à l'aide du logiciel civil 3D, est estimé à ce stade-ci à environ 8 500 m³ et la quantité de déblais est estimée à 3 350 m³. L'empiètement à l'intérieur de la limite d'inondation de récurrence 2 ans est illustré au feuillet 3 de 3 de l'annexe C. L'empiètement de l'ouvrage sous la ligne naturelle des hautes eaux (récurrence de 2 ans) est évalué à 3 690 m² à ce stade-ci du projet. La coupe type de l'aménagement est présentée sur la figure 1.

Une membrane géotextile non tissée synthétique, ou un filtre granulaire, sera mise en place sous l'ouvrage afin d'éviter l'enfoncement des blocs et le lessivage des particules fines du substrat de la berge. Préalablement à la pose de la membrane géotextile et de la pierre, la berge sera profilée en déblai/remblai selon une pente de 2H : 1V. Dans la mesure du possible, le reprofilage de berge en déblai sera favorisé afin de diminuer les faiblesses de l'aménagement (se rapprocher de l'équilibre naturel de la rivière) et limiter le remblayage dans le lit mineur de la rivière.

Sur la partie haute du talus, des végétaux en pochette seront plantés dans les interstices des blocs. Le système racinaire des végétaux permettra d'amoinrir l'effet « minéral » de l'aménagement et jouera un rôle structurant entre les blocs. Ces plantations permettront notamment de limiter les effets de bout aux extrémités de l'ouvrage.

3.2.2 AMÉNAGEMENT PROJETÉ AU PM 52

Les analyses hydrauliques effectuées indiquent que le niveau d'eau atteint lors du passage de la crue de récurrence 100 ans peut atteindre 90,9 m le long du chemin de fer en conditions actuelles (annexe A). L'élévation du rail du chemin de fer varie entre 92,8 et 93,6 m. Considérant le régime de glace en vigueur dans le secteur, il est recommandé de protéger le talus jusqu'à 1 m au-dessus du niveau d'eau maximal atteint lors de la crue de récurrence 100 ans. Cette revanche fournit une sécurité supplémentaire pour éviter des dommages au haut de talus qui pourraient être causés par des débris, de la glace ou par un rehaussement du niveau d'eau si un embâcle de glace devait se former à l'aval du site.

Les résultats des modélisations indiquent que les vitesses d'écoulement maximales sont de l'ordre de 3,6 m/s dans ce tronçon de la rivière. Ces vitesses sont suffisantes pour éroder le talus dans son état actuel et l'ouvrage de protection doit pouvoir résister à ces vitesses d'écoulement. L'enrochement existant, d'un calibre de 200 à 300 mm, mis en place sur une portion d'environ 40 m du talus, n'est pas suffisamment gros pour résister aux vitesses d'écoulement qui surviennent lors d'importantes crues.

La vitesse d'écoulement est donc le facteur déterminant dans le dimensionnement de l'enrochement au site du PM 52. Les calculs de dimensionnement de l'enrochement de protection (annexe A) indiquent que le D50 requis est de 730 mm. Par conséquent, un diamètre D50 minimum de 750 mm est donc recommandé pour la construction de l'ouvrage de protection.

L'enrochement de protection devra être composé de pierre dynamitée d'un diamètre de 500 à 1 000 mm, avec un D50 de 750 mm. Les pierres seront placées selon une pente maximale de 2H : 1V et la couche d'enrochement devra avoir une épaisseur minimale de 1,5 m. En raison de la pente et de la profondeur d'eau au pied du talus, il n'est pas possible d'aménager une clé à la base de l'ouvrage. En effet, les profondeurs d'eau en période estivale peuvent atteindre 5,5 m par endroits et une clé ne pourrait pas être aménagée convenablement. De plus, l'excavation de celle-ci en bas de talus pourrait constituer une source potentielle d'instabilité du remblai si elle n'est pas convenablement réalisée. Ainsi, il est plutôt proposé d'installer une berme en enrochement de 6 m de long et 1,5 m d'épaisseur afin d'éviter que le pied de l'ouvrage s'érode. Le dimensionnement de celle-ci est présenté en annexe de la note technique fournie à l'annexe A. La cote supérieure des enrochements est fixée 1 m au-dessus du niveau de la crue de récurrence de 100 ans. Ce type de protection entraîne toutefois une diminution de la section d'écoulement, ce qui se traduit en un rehaussement des niveaux d'eau.

Comme présenté à la section 4.1, le niveau maximal obtenu lors du passage de la crue 100 ans le long du remblai du chemin de fer, en considérant l'aménagement proposé, sera donc de 91,2 m. Pour cette raison, la protection en enrochement de la berge doit donc atteindre une élévation de 92,2 m. La vue en plan de l'aménagement projeté est présentée au feuillet 2 de 3 de l'annexe D et la coupe type de l'aménagement est présentée sur la figure 2.

La partie supérieure du talus sera végétalisée à l'aide d'un mélange grainier et de plantes adaptées au site. Les végétaux seront plantés dans une terre végétale recouverte d'un treillis biodégradable en fibre de coco. Ceci permettra de stabiliser les sols mis à nu et d'éviter le ravinement. Sur la partie haute du talus, des végétaux en pochette seront plantés dans les interstices des blocs. Le système racinaire des végétaux permettra d'amoinrir l'effet « minéral » de l'aménagement et jouera un rôle structurant entre les blocs. Ces plantations permettront notamment de limiter les effets de bout aux extrémités de l'ouvrage.

Le volume d'enrochement total est estimé à 8 250 m³ alors que les déblais sont estimés à 700 m³. L'empiètement à l'intérieur de la limite d'inondation de récurrence 2 ans est illustré au feuillet 3 de 3 de l'annexe D. L'empiètement est évalué à 4825 m² à ce stade-ci du projet.

Une membrane géotextile non tissée synthétique, ou un filtre granulaire, sera mise en place sous l'ouvrage afin d'éviter l'enfoncement des blocs et le lessivage des particules fines du substrat de la berge. Préalablement à la pose de la membrane géotextile et de la pierre, la berge sera profilée en déblai/remblai selon une pente de 2H : 1V. Dans la mesure du possible, le reprofilage de berge en déblai sera favorisé afin de diminuer les faiblesses de l'aménagement (se rapprocher de l'équilibre naturel de la rivière) et limiter le remblayage dans le lit mineur de la rivière.

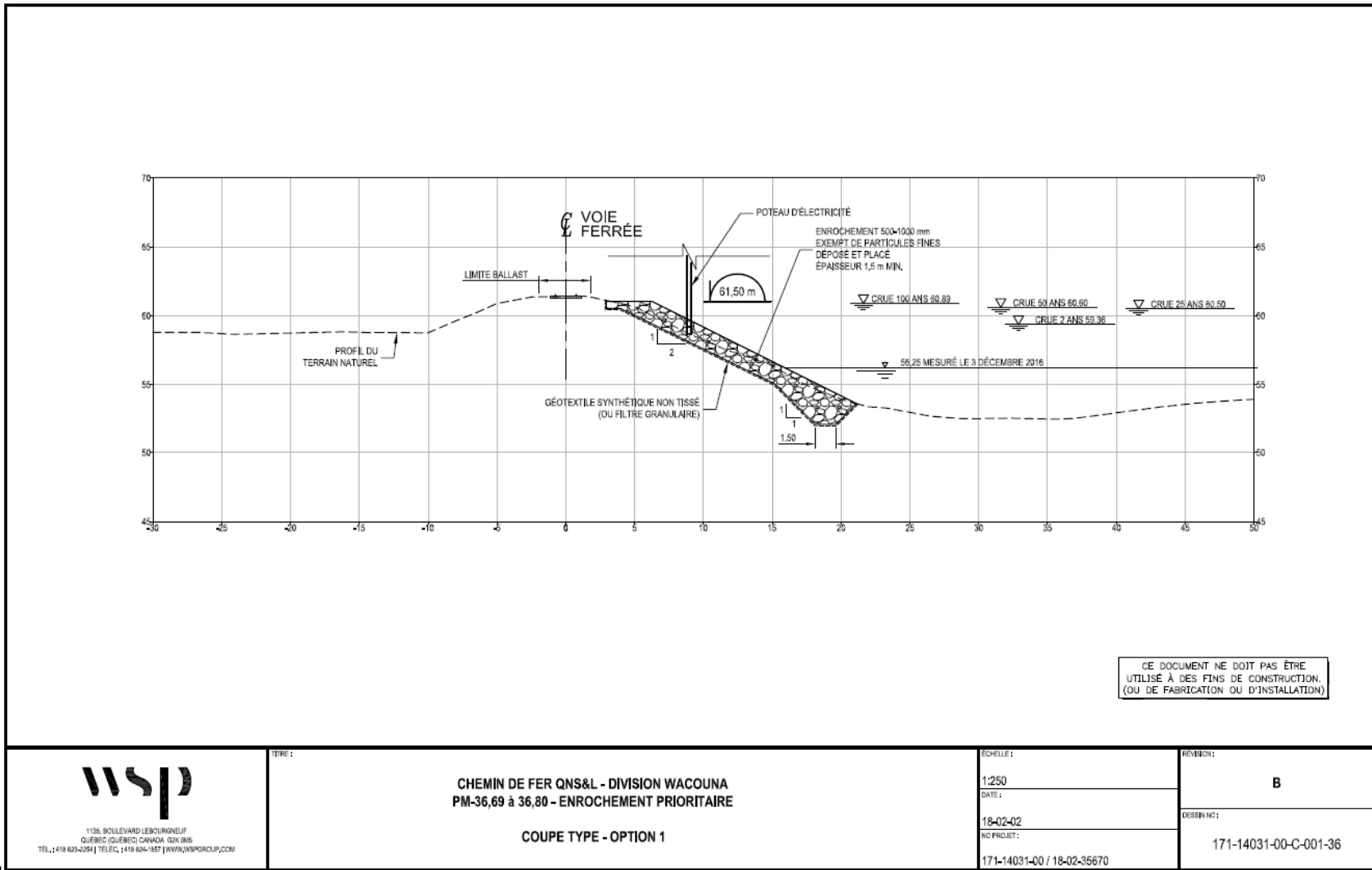


Figure 1. Coupe type de l'aménagement proposé au PM 36

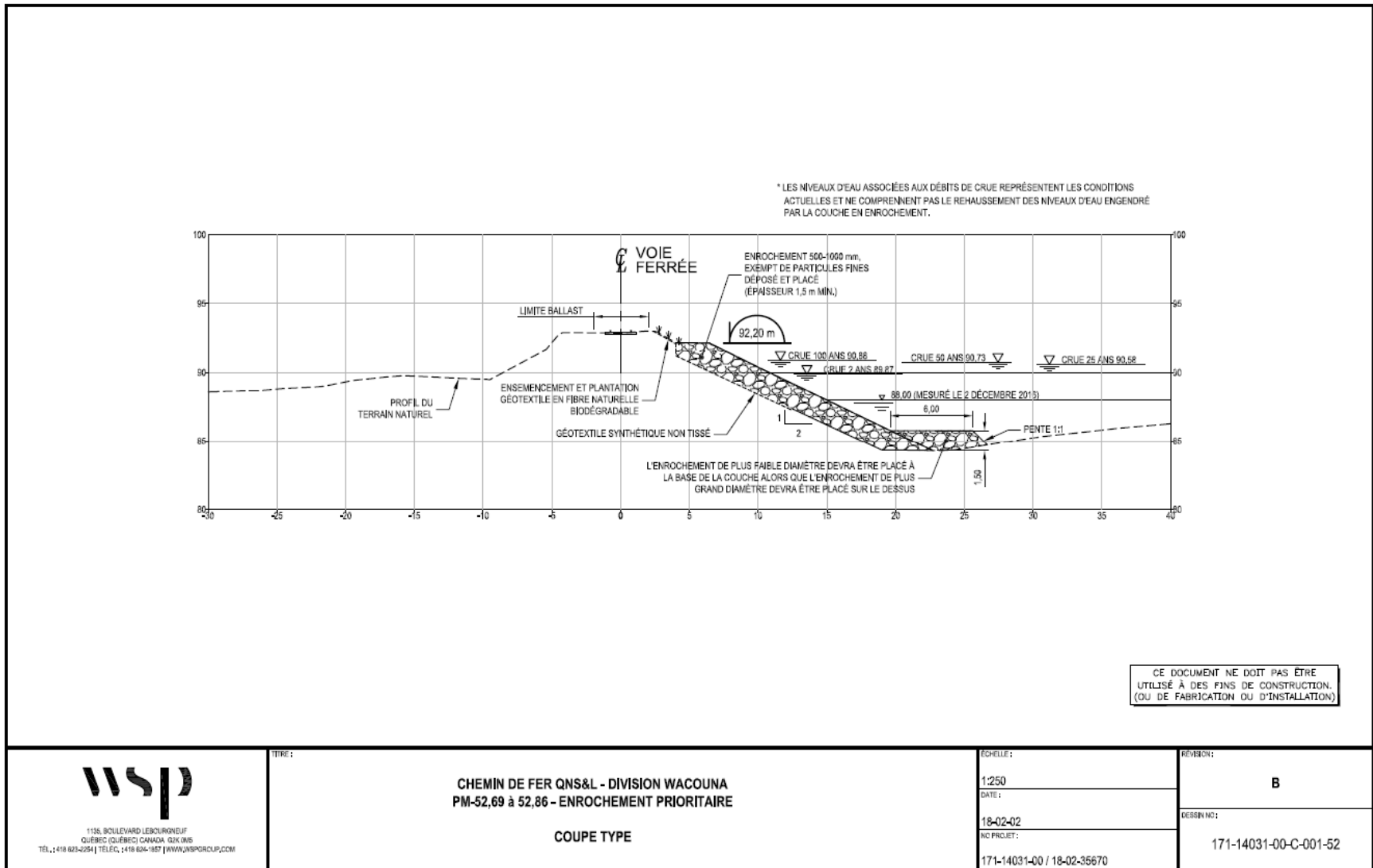


Figure 2. Coupe type de l'aménagement proposé au PM 52

3.3 DESCRIPTION DÉTAILLÉE DES TRAVAUX

3.3.1 MOBILISATION ET INSTALLATION DU CHANTIER

L'ensemble de la machinerie et des matériaux seront acheminés par la voie ferrée en provenance de Sept-Îles. La méthode d'approvisionnement des matériaux privilégiée est celle par wagon de type « air side dumper ». Ce type de wagon peut basculer et permet le déversement latéral des matériaux directement à partir du rail. Le talus à proximité des rails devra toutefois être excavé afin que la pierre puisse être déversée sans entrave. La pierre sera ensuite récupérée et mise en place sur la berge. Une partie de la pierre pourra être mise en réserve à proximité de la zone d'intervention au site du PM 36, dans des espaces d'entreposage qui devront être établis avant le début des travaux.

De la machinerie dédiée à la gestion des matériaux sur place devra être mobilisée. Au site du PM 36, une aire dédiée à l'entreposage des équipements sera désignée avant la réalisation des travaux. Toutefois, pour le site du PM 52, il est possible que les équipements doivent être mobilisés au site à chaque jour de travail en raison du manque d'espace en bordure de la voie ferrée.

Les aires d'entreposage de matériaux et d'équipement pourraient nécessiter du déboisement ou minimalement le débroussaillage. La localisation de ces aires et leur superficie n'est pas encore déterminée. Un effort sera consenti pour trouver des emplacements nécessitant le moins de déboisement possible.

3.3.2 CONSTRUCTION DES OUVRAGES

Les étapes suivantes présentent la séquence des travaux :

- implantation de la zone des travaux, soit l'arpentage et la délimitation des aires de travail à l'aide de piquets;
- déboisement et débroussaillage;
- installation de rideaux de turbidité, dans la mesure du possible;
- excavation des sols et des débris végétaux à l'aide d'une pelle hydraulique à partir de la rive;
- chargement des sols et débris végétaux vers un lieu d'élimination de matériaux secs, ou entreposage pour réutilisation (si possible);
- profilage du talus;
- aménagement d'une clé en bas de talus pour le PM 36, dans le lit de la rivière;
- mise en place de la membrane géotextile;
- empierrement de talus;
- démantèlement des rideaux de turbidité;
- restauration des aires de travail par la mise en place de végétation sur le haut de talus;
- remise en état des lieux, incluant la végétalisation des aires d'entreposage ayant été déboisées.

Les aires nécessitant un déboisement ou un débroussaillage seront clairement identifiées afin de limiter la coupe au minimum. De plus, les chemins d'accès temporaires seront balisés de sorte que les équipements ne circuleront pas en dehors des corridors établis. Comme les travaux se dérouleront dans l'emprise de la voie ferrée, la majorité des sols sont déjà à nu et la voie ferrée constituera le principal chemin d'accès. Il n'y a que

les aires d'entreposage qui pourraient supporter une végétation plus dense. Dans la mesure du possible, ces aires seront installées dans l'emprise de la voie ferrée, réduisant la distance à parcourir pour atteindre la zone des travaux. Notons que l'emprise de la voie ferrée fait l'objet d'un contrôle de la végétation régulièrement et qu'elle se trouve donc peu végétalisée (principalement une strate arbustive).

Les travaux seront réalisés sur une courte distance à la fois (environ 20 m) pour ne pas exposer des zones à nu du remblai à l'écoulement sur une période prolongée. À la fin de chaque jour de travail, toute excavation aura été remblayée et stabilisée.

Actuellement, deux méthodes de construction sont considérées aux sites du PM 36 et du PM 52, soit la mise en place d'une plateforme de travail ou l'utilisation d'une barge. Dans tous les cas, les travaux se déroulent de l'aval vers l'amont et les déblais seront chargés directement dans des wagons et transportés vers des zones de dépôts autorisés.

PLATEFORME DE TRAVAIL

L'utilisation d'une plateforme de travail est la méthode qui devrait être retenue. Ainsi, la pierre déboulée au pied du talus sera aménagée pour former la plateforme de travail sur laquelle la pelle hydraulique circulera. Les matériaux de remblais seront ensuite déposés sur cette plateforme. La plateforme devra empiéter dans le lit de la rivière. L'ensemble des matériaux granulaires qui serviront à construire la plateforme ainsi que la protection en enrochement seront propres et exempts de particules fines. Le rideau de turbidité sera installé en aval de cette plateforme de manière à capter les particules qui seront remises en suspension lors de l'excavation de la clé (PM 36). Notons que la plateforme créera une zone de sédimentation à son aval immédiat, réduisant ainsi la propagation de particules fines vers l'aval de la rivière. À mesure que les travaux progresseront, la plateforme sera déplacée vers l'amont et le rideau repositionné ou remplacé au besoin.

Cette plateforme aura environ 7 m de largeur et aura une élévation approximative de 58 m et 90 m respectivement aux sites du PM 36 et du PM 52. La pierre pourra donc être manipulée avec soin à l'aide de la pelle excavatrice afin d'éviter la mise en suspension de particules fines. Cette méthode nécessite toutefois un plus grand volume de pierres et plus de manipulation des matériaux.

BARGE

La seconde méthode envisagée consiste à effectuer une partie des travaux à l'aide d'une excavatrice montée sur une barge. La barge sera composée d'un assemblage de caissons transportés en pièces détachées et assemblées sur le site. L'excavatrice sur barge pourra aisément excaver la clé et placer l'enrochement sur une majeure partie du talus. La section en haut de talus inatteignable à partir de la barge peut être complétée à partir du haut de talus. L'aménagement en haut de talus à partir du rail et en bas de talus à partir d'une barge pourrait être réalisé simultanément afin d'accélérer la mise en œuvre de cette option d'intervention. Cette méthode a pour inconvénient que les matériaux devront être déchargés directement dans le talus sans aucune mesure pour retenir la pierre. Une partie de la pierre pourrait donc débouler dans la rivière, notamment aux endroits où la pente est plus abrupte et où la distance entre le rail et le lit de la rivière est faible. Cette manœuvre est donc susceptible de générer des matières en suspension. Un rideau de turbidité sera installé, dans la mesure du possible, un peu en aval de l'aire de travail.

GESTION DES MATIÈRES RÉSIDUELLES ET DANGEREUSES

Il est strictement interdit de rejeter des matières résiduelles dans l'environnement. Ainsi, tout au long des travaux, l'entrepreneur devra procéder régulièrement au nettoyage des aires de chantier afin qu'elles soient libres de déchets en tout temps. Les matières résiduelles devront être acheminées dans un lieu autorisé par le MDDELCC pour leur gestion (traitement, entreposage, valorisation ou élimination).

Les matières dangereuses résiduelles seront, quant à elles, gérées conformément au Règlement sur les matières dangereuses (L.R.Q., c. Q-2, r.32). Ces déchets seront séparés par type (contenants vides, sols contaminés, huiles usées, etc.), tous déposés dans des contenants étanches et identifiés. Ces contenants seront entreposés temporairement dans un abri identifié à cet effet, installé à une distance minimale de 30 m de la rive ou d'un fossé de drainage.

3.3.3 POINTS SINGULIERS

Trois poteaux électriques sont présents le long de la berge à stabiliser au site du PM 36. Une attention particulière devra être portée à ces structures lors de la mise en place de l'ouvrage. Il pourrait être requis de déplacer une section de la ligne électrique ou de protéger les poteaux électriques durant la période de construction.

Deux ponceaux sont présents sur la portion aval de la berge à stabiliser au site du PM 52. Une méthode de construction spécifique sera à prévoir aux environs de ces deux ponceaux pour ne pas endommager ces ouvrages. Les enrochements seront disposés autour des ponceaux, qui devront chacun être prolongé pour s'adapter à la nouvelle altimétrie du talus. Notons que l'un de ces ponceaux était infranchissable au moment des relevés, mais qu'ils permettent le passage du poisson en crue puisque leur radier se trouve sous la ligne naturelle des hautes eaux. Le passage du poisson devra être maintenu notamment en période de crue.

3.3.4 REMISE EN ÉTAT DU SITE ET SUIVI

À l'achèvement des travaux, l'entrepreneur procédera à la démobilisation de l'ensemble des installations du chantier, du matériel et des équipements et de tous matériaux résiduels. L'ensemble des surfaces perturbées pendant la phase des travaux sera remis en état par des travaux de nivellement et d'ensemencement de végétaux.

Un suivi des ouvrages, sous forme d'inspection visuelle annuelle, est préconisé afin d'évaluer la stabilité générale des ouvrages ainsi que celle de leurs composantes.

3.4 CALENDRIER DE RÉALISATION DES TRAVAUX

Pour la Côte-Nord, la période de réalisation de travaux dans l'habitat du poisson (saumon atlantique) permise par le ministère de Pêches et Océans Canada est du 1^{er} juillet au 15 septembre (MPO 2018). Compte tenu de l'ampleur des travaux, le temps requis pour la mise en œuvre des travaux de stabilisation est estimé à 2,5 mois, incluant les périodes de mobilisation et de démobilisation. Les travaux seront donc réalisés en parallèle sur les deux sites du 1^{er} juillet au 15 septembre.

4 ÉVALUATION DES IMPACTS

La description et l'évaluation des impacts sont présentées en fonction des trois grands types de milieux, à savoir les milieux physique, biologique et humain. Le tableau 5 dresse la liste des sources d'impact associées à la réalisation du projet. Pour chaque source d'impact, la ou les composantes du milieu susceptibles d'être impactées sont identifiées. La description des impacts est présentée dans les sections qui suivent.

Tableau 5. Matrice des interrelations entre les activités du projet (sources d'impact) et les composantes du milieu

	Milieu biophysique								Milieu humain						
	Climatologie	Régime hydrologique et hydraulique	Dynamique de l'érosion	Dépôt de surface	Qualité des sols et de l'eau de surface	Végétation riveraine	Faune aquatique	Faune aviaire	Herpétofaune	Faune terrestre	Tenure, affectation du territoire et aires protégées	Aspects socioéconomiques	Utilisation du territoire	Villégiature et attraits touristiques	Patrimoine et archéologie
Phase de construction															
Mobilisation et installation du chantier					X	X									
Construction de l'ouvrage		X			X		X						X		
Gestion des déblais					X		X								
Utilisation de la machinerie					X		X								
Phase d'exploitation															
Présence des ouvrages		X	X				X						X		

4.1 IMPACTS SUR LE MILIEU BIOPHYSIQUE

4.1.1 PHASE DE CONSTRUCTION

4.1.1.1 MOBILISATION ET INSTALLATION DU CHANTIER

Cette activité comprend la mobilisation des équipements et des matériaux aux sites des travaux, l'arpentage et la délimitation des aires de travail ainsi que le déboisement ou le débroussaillage des aires d'entreposage.

Les zones de berge à stabiliser étant accessibles via le chemin de fer, aucun chemin d'accès à la zone de travaux ne devra être aménagé; il n'y a donc pas de source d'érosion supplémentaire. Seules les pistes temporaires le long de la zone d'intervention et pour l'accès aux zones d'entreposage sont à considérer; l'impact sur les sols et la qualité de l'eau de surface sera donc mineur en phase de construction.

L'aménagement des aires d'entreposage du site du PM 36 aura un impact de faible intensité puisque les aires à déboiser potentielles les plus denses sont situées à l'est du chemin de fer et donc suffisamment distancées de la berge pour ne pas influencer sa stabilité, ni entraîner un apport de matières en suspension dans l'eau. De plus, les aires de travail en bord de rive sont peu végétalisées, voire dénudées, les travaux de déboisement y seront donc restreints. Un séquençage des travaux permettant un approvisionnement graduel des matériaux sera préconisé pour réduire la superficie des aires d'entreposage et ainsi l'impact du déboisement sur le milieu physique. L'impact sera donc également minimisé au niveau de la végétation. De plus, toutes les aires déboisées seront végétalisées à la fin des travaux.

Le déboisement peut également avoir un impact sur la faune terrestre fréquentant le secteur puisqu'il s'agit d'une perturbation de l'habitat. Il n'y a toutefois pas d'habitat rare ni exceptionnel en bordure de la voie ferrée au droit des deux sites à stabiliser. Par conséquent, l'impact du déboisement sur la faune terrestre devrait être mineur, voire négligeable. Soulignons qu'il s'agit d'un milieu fortement perturbé en raison du passage quotidien du train et que les espèces fauniques sensibles au dérangement évitent probablement ces sites.

4.1.1.2 CONSTRUCTION DE L'OUVRAGE

Cette étape comprend tout ce qui entoure la mise en place des protections en enrochement, soit l'acheminement de la pierre en bordure de la rivière, la construction de la plateforme de travail, l'excavation de la clé (PM 36), la mise en place de la berme de protection (PM 52), le reprofilage du talus et la mise en place de l'empierrement de protection. Les composantes du milieu touchées par ces activités sont le régime hydrologique et hydraulique, la qualité des sols et de l'eau de surface et la faune aquatique et la villégiature.

RÉGIME HYDROLOGIE ET HYDRAULIQUE

L'utilisation d'une plateforme de travail modifiera localement et temporairement l'écoulement de l'eau à proximité de la berge visée par les travaux. Comme mentionné à la section 3, un ralentissement des vitesses d'écoulement tout juste en aval de la plateforme favorisera la sédimentation des particules fines qui pourraient être mises en suspension pendant les travaux. Outre ce ralentissement, l'effet de la construction de l'ouvrage sur le régime hydrologique et hydraulique sera mineur.

QUALITÉ DES SOLS ET DE L'EAU

Les travaux en eau, soit la mise en place de la plateforme, l'excavation de la clé à la base de l'empierrement de même que la mise en place de la berme de protection, peuvent occasionner une mise en suspension de particules fines dans la rivière. Pour contrôler l'émission de matières en suspension dans l'eau, une série de mesures d'atténuation sera mise en œuvre tout au long des travaux (comme la pose d'un rideau de turbidité), mais la méthode de travail sera aussi ajustée. Ainsi, la pierre utilisée sera exempte de particules fines et le responsable du chantier veillera à ce qu'elle demeure propre jusqu'à son utilisation. Ainsi, on évitera de déposer la pierre sur des sols meubles, fraîchement remaniés, susceptibles d'être très boueux en cas de pluie. Les pierres seront placées sur le lit de la rivière à l'aide du godet de l'excavatrice afin de réduire la force de l'impact sur le lit de la rivière. La réalisation des travaux de l'aval vers l'amont permettra de réduire la dispersion des particules fines puisqu'elles sédimenteront à quelques mètres en aval de la plateforme de travail. Enfin, le rideau de turbidité captera une bonne partie des particules fines. Notons toutefois qu'au site du PM 52, la fosse d'affouillement présente dans la partie aval du site à stabiliser réduira l'efficacité de cette mesure d'atténuation. Il est probable que des matières en suspension s'échappent sous le rideau qui ne pourra descendre jusqu'au fond de la fosse. Considérant que les talus sont principalement composés de gravier et de sable, il est probable que les concentrations de matières en suspension demeureront somme toute assez faibles et que la qualité de l'eau sera peu impactée.

FAUNE AQUATIQUE

Outre une légère perturbation du milieu par le bruit causé lors des travaux et la possibilité d'émettre des matières en suspension, le principal impact sur la faune aquatique est l'empiètement de l'ouvrage de protection dans l'habitat du poisson. Il est estimé que l'ouvrage au site du PM 36 empiètera sous la ligne naturelle des hautes eaux sur une superficie de 3 690 m² alors que l'empiètement de l'ouvrage au site du PM 52 sera de 4 825 m² (tableau 6; annexes C et D). Notons qu'aucun habitat de reproduction pour l'omble de fontaine ou le saumon atlantique n'a été observé au pied des talus à stabiliser. Seule une aire affichant des caractéristiques propices pour l'alevinage des saumons juvéniles a été observée en aval du site du PM 52, là où il y a présence d'une fosse d'affouillement. En raison de l'instabilité de cette fosse et du talus, l'aire d'alevinage constitue un habitat peu favorable où la qualité de l'eau peut être altérée lorsqu'il y a de fortes pluies ou lorsque la berge et le lit de la rivière se font éroder par l'action du courant ou des glaces. L'habitat salmonicole au pied des talus est donc de faible qualité. En considérant un niveau d'eau de récurrence 2 ans, la superficie d'habitat rendue non disponible (détruite) pour le poisson s'élève à seulement 898 m² au PM 36 et à 874 m² au PM 52 puisque le reste de la superficie sera accessible, mais sera fortement modifiée par la présence d'un empierrement. Il s'agit d'une modification de l'habitat du poisson sur 2 792 m² au PM 36 et sur 3 951 m² au PM 52.

En ce qui a trait au saumon adulte qui pourrait fréquenter la rivière au droit des sites à stabiliser, notons que les frayères confirmées et potentielles sont situées beaucoup plus en aval ou en amont. Les sites à l'étude correspondent donc à des corridors migratoires ou encore à des fosses de repos. Le saumon adulte étant principalement présent en été, la perte d'habitat pour cette espèce a été évaluée selon le niveau d'eau qui prévaut durant cette période ($Q_{\text{moyen été}}$). Par rapport au niveau d'eau moyen estival, c'est une superficie de 629 m² qui sera détruite au PM 36 et une superficie de 1 064 m² qui subira une modification au niveau de la composition du substrat (pierre dynamitée) pour un total de 1 693 m². Pour le site du PM 52, la destruction d'habitat par rapport au niveau d'eau moyen estival est de 855 m² et la superficie qui subira une modification est de 2 911 m², pour un total impacté de 3 766 m². Malgré la destruction d'habitat, il est peu probable que la productivité piscicole de cette espèce soit affectée. Pour ce qui est de la zone qui subira une modification, la présence de blocs tend à créer de petites zones de repos en rive pour le poisson. La présence d'empierrement tend toutefois à favoriser un réchauffement de l'eau en été qui peut être nuisible aux salmonidés. Cependant, considérant la région et la courte section d'empierrement, cet impact sera probablement mineur.

Tableau 6. Empiètement de l'ouvrage de protection dans l'habitat du poisson

Site	Empiètement total sous la LNHE (m ²)	Habitat impacté au niveau d'eau correspondant à la LNHE (m ²)		Habitat impacté en été ($Q_{\text{moyen juillet}}$) (m ²)	
		Destruction	Modification	Destruction	Modification
PM 36	3 690	898	2 792	629	1 064
PM 52	4 825	874	3 951	855	2 911

FAUNE AVIAIRE, HERPÉTOFAUNE ET FAUNE TERRESTRE

Une digue de castor est située dans le talus du PM 36 et elle devra être démantelée préalablement à la réalisation des travaux. Un permis de gestion de la faune devra être obtenu pour capturer le ou les castors avant cette intervention. Il s'agit somme toute d'un impact assez faible puisque cette espèce est abondante et répandue dans la région de la Côte-Nord.

La période de construction des ouvrages constitue une source de dérangement sonore pour la faune terrestre fréquentant le secteur de travaux. Toutefois, cet impact est jugé faible puisque ce sont des zones où le bruit des activités anthropiques est présent à l'année en raison des activités liées au chemin de fer.

4.1.1.3 GESTION DES DÉBLAIS

Les matériaux de déblais seront en partie utilisés pour le reprofilage des talus. L'excédent de déblais devra être évacué et transporté par la voie ferrée vers un lieu de disposition autorisé. Les déblais ne seront pas entreposés dans la bande riveraine ni le milieu aquatique, de sorte qu'il n'y aura pas d'impact sur la qualité du milieu, ni sur la faune aquatique.

4.1.1.4 UTILISATION DE LA MACHINERIE

L'utilisation de la machinerie peut avoir un impact sur la qualité des sols et de l'eau de surface ainsi qu'indirectement sur la faune aquatique.

Sur un chantier, l'utilisation de camions et de machinerie représente toujours un risque potentiel de contamination du milieu naturel par les hydrocarbures pétroliers. Cette contamination peut provenir soit de déversements accidentels lors des opérations de ravitaillement et d'entretien ou lors des bris mécaniques majeurs, ou encore de fuites au niveau des joints mécaniques des équipements ou de souillures d'hydrocarbures accumulées sur les pièces mécaniques. Afin de prévenir de telles situations, les camions et la machinerie qui travailleront pour la construction des ouvrages de protection le long de la rivière seront soigneusement inspectés avant le début et tout au long des travaux. Les fuites éventuelles seront réparées et les souillures nettoyées. La procédure de ravitaillement prévoit que ces opérations se dérouleront à une distance horizontale minimale de 15 m par rapport au niveau de la ligne des hautes eaux alors que pour les travaux légers d'entretien, ceux-ci seront réalisés en haut de talus à une distance horizontale d'au moins 60 m. Les lubrifiants nécessaires aux engins de chantier, les outils d'entretien et les équipements légers du chantier seront entreposés dans un véhicule. Par ailleurs, le site des travaux sera muni d'une trousse d'urgence afin de pouvoir réagir rapidement en cas de déversement accidentel.

Enfin, un système de gestion des matières résiduelles adapté au chantier permettra de gérer adéquatement les matières dangereuses générées sur le site. Comme la contamination du milieu lors de travaux de construction constitue une situation rare, voire exceptionnelle, et que, de plus, l'ampleur et l'étendue d'une telle contamination ne peuvent être anticipées, l'intensité de cet impact potentiel ne peut être précisée. Toutefois, un tel événement, s'il survient, sera considéré avec sérieux par le promoteur et fera l'objet d'une réhabilitation du milieu conforme aux lois et règlements provinciaux en vigueur. Les unités d'urgence des autorités responsables seront avisées sans délai (Environnement et Changement climatique Canada [1-866-283-2333] et MDDELCC [1-866-694-5454]). Quoiqu'il en soit, les mesures d'atténuation proposées devraient permettre de limiter le plus possible l'occurrence d'un tel événement.

4.1.2 PHASE D'EXPLOITATION

En phase d'exploitation, la présence de l'ouvrage de protection constitue la seule source d'impact. L'ouvrage représente un impact qui est positif puisqu'il assure la stabilité de la voie ferrée et la sécurité des usagers, mais il est également négatif par rapport à certaines composantes du milieu.

Afin d'évaluer l'impact des aménagements proposés sur les conditions hydrauliques de la rivière Nipississ, ceux-ci ont été intégrés aux modèles hydrodynamiques et différents scénarios ont été analysés. Les niveaux d'eau et les vitesses d'écoulement obtenus ont ensuite été comparés aux conditions actuelles afin d'établir les impacts des aménagements. Les résultats de cette comparaison sont présentés dans les sections suivantes.

4.1.2.1 SITE DU PM 36

La figure 3 présente les profils en long en période de crue en conditions actuelles et en conditions futures, prenant en compte la couche en enrochement. Ces résultats démontrent qu'en conditions futures, les niveaux

d'eau sont les mêmes qu'en conditions actuelles, et ce, pour tous les scénarios de crue modélisés. L'ajout de la protection en enrochement projetée n'a donc pas d'influence sur les niveaux d'eau.

Les vitesses d'écoulement restent inchangées sur la majeure partie de la zone à l'étude. La couche en enrochement crée une zone de contre-courant à l'aval de l'ouvrage ce qui se traduit en une diminution locale des vitesses d'écoulement par rapport aux conditions actuelles. Sur le reste du domaine modélisé, la variation des vitesses d'écoulement est négligeable et l'impact de l'ouvrage sur les risques d'érosion est jugé négligeable.

4.1.2.2 SITE DU PM 52

La figure 4 présente les profils en long en période de crue en conditions actuelles et en conditions futures, incluant la couche en enrochement. Le débit journalier moyen annuel a été considéré en plus des débits de crue. Ces résultats indiquent que l'ajout de la couche de protection en enrochement induit un rehaussement des niveaux d'eau pouvant atteindre 0,3 m pour la crue de récurrence 100 ans. Pour le débit moyen annuel, le rehaussement maximal est de 0,16 m. Le niveau maximal atteint le long du chemin de fer pour la crue 100 ans est de 92,2 m avec l'ajout de l'enrochement.

Les simulations effectuées indiquent également une augmentation des vitesses d'écoulement pouvant atteindre 0,7 m/s. L'augmentation des vitesses d'écoulement est principalement localisée dans le centre du lit d'écoulement et en rive droite de la rivière. Les rives de ce secteur de la rivière possèdent toutefois un couvert végétal très dense pouvant résister à des augmentations de vitesses plus importantes. Une érosion du lit de la rivière pourrait cependant être observée dans le lit mineur du cours d'eau et en rive droite, particulièrement le long de la plage d'accrétion située en rive droite vis-à-vis la portion amont de l'aménagement.

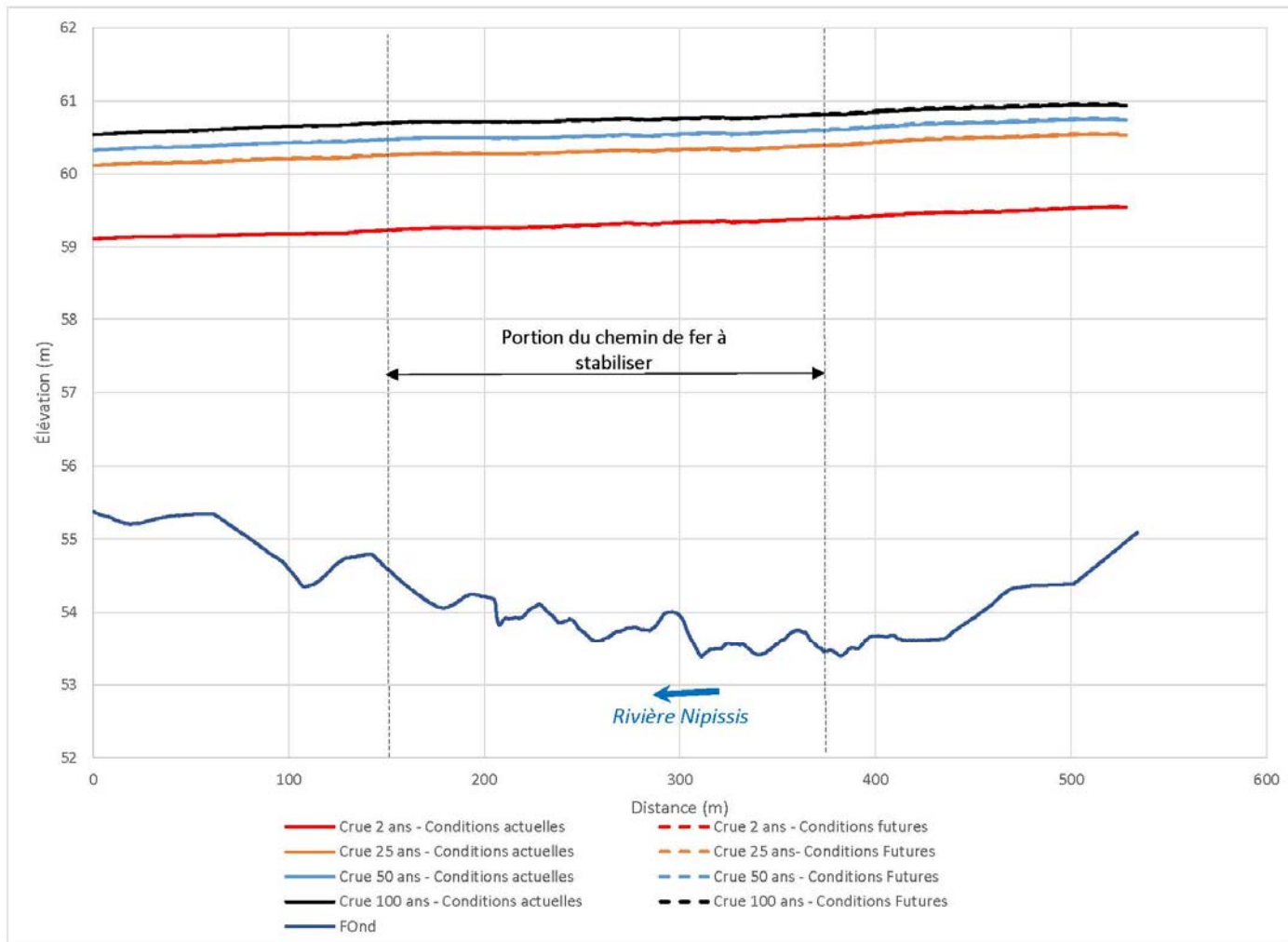


Figure 3. Profils longitudinaux en conditions actuelles et futures au PM 36 calculés avec le modèle HEC-RAS 2D pour les crues de récurrence 2 ans, 25 ans, 50 ans et 100 ans

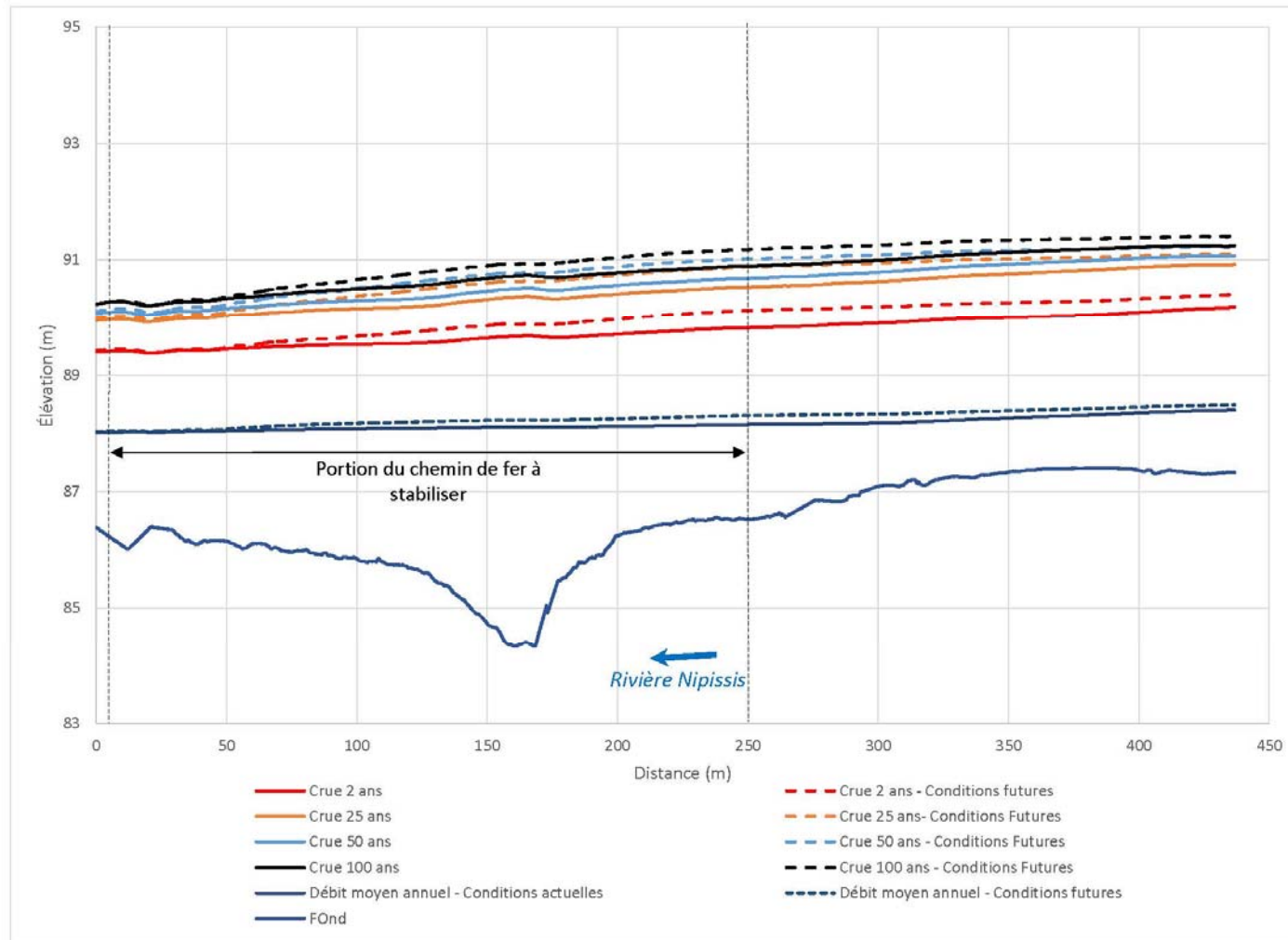


Figure 4. Profils longitudinaux en conditions actuelles et futures au PM 52 calculés avec le modèle HEC-RAS 2D pour les crues de récurrence 2 ans, 25 ans, 50 ans et 100 ans

4.2 IMPACTS SUR LE MILIEU HUMAIN

4.2.1 PHASE DE CONSTRUCTION

4.2.1.1 VOIES D'ACCÈS ET INSTALLATION DE CHANTIER

Comme mentionné précédemment, cette étape comprend tout ce qui entoure la mise en place des protections en enrochement, soit l'acheminement de la pierre en bordure de la rivière, la construction de la plateforme de travail, l'excavation de la clé (PM 36), la mise en place de la berme de protection (PM 52), le reprofilage du talus et la mise en place de l'empierrement de protection. La composante du milieu touché par ces activités est la villégiature.

Comme les travaux seront effectués au cours de la saison de pêche, d'autres utilisateurs de la rivière, comme les pêcheurs, sont susceptibles d'être impactés par la réalisation des travaux. Cet impact devrait tout de même être relativement faible puisque les sites à stabiliser ont une faible longueur. De plus, ils se trouvent en amont du secteur de la pourvoirie Moisie-Nipissis.

De plus, l'émission de matières en suspension pourrait altérer la qualité esthétique de l'eau. Toutefois, considérant les mesures d'atténuation et la nature des sols, le panache de turbidité devrait s'étendre sur une courte distance. L'impact sur les villégiateurs, s'il a lieu, devrait être faible.

4.2.2 PHASE D'EXPLOITATION

La présence des ouvrages occasionnera un impact global positif sur le milieu humain puisque cette intervention permettra d'assurer la stabilité de la voie ferrée et la sécurité des usagers.

Au niveau des villégiateurs, l'impact visuel de la présence de l'ouvrage sera négligeable. En effet, les talus actuels sont déjà en bonne partie dénudés puisqu'il s'agit des talus ferroviaires.

4.3 MESURE D'ATTÉNUATION

Les mesures d'atténuation qui seront mises en place dans le cadre de ce projet sont listées au tableau 7.

Tableau 7. Liste des mesures d'atténuation courantes

N°	Description de la mesure
<i>Généralités</i>	
G1	Dix jours ouvrables avant le début des travaux, l'entrepreneur doit remettre au surveillant, pour approbation, le plan d'action qu'il entend appliquer pour protéger l'environnement. L'entrepreneur doit démontrer dans ce plan d'action de quelle façon il prévoit appliquer les prescriptions pour éviter tout dommage à l'environnement.
G2	Ce plan d'action doit respecter les exigences relatives à la protection de l'environnement, notamment celles relevant de la LQE et des règlements afférents.
G3	L'entrepreneur doit désigner un responsable de l'environnement sur le chantier. Cette personne doit être affectée à cette tâche de façon continue; elle doit être présente à temps plein sur le chantier, joignable en tout temps durant les heures de chantier, disposée à se déplacer pour toute problématique environnementale, être sur place lors de la mise en place et lors de l'entretien des mesures d'atténuation et faire un suivi régulier de leur efficacité. Cette personne doit assurer le suivi de l'application du plan d'action pour la protection de l'environnement en étroite collaboration avec le surveillant, et ce, tout au long des travaux.
G4	L'entrepreneur doit informer son personnel de son plan d'action et doit également faire la preuve qu'il les maîtrise et que les procédures et méthodes sont efficaces et suffisantes pendant toute la durée des travaux. Il doit s'assurer que son personnel et tous les sous-traitants respectent les lois et les règlements en vigueur ainsi que les exigences environnementales contractuelles. Au tout début des travaux, une réunion de chantier devra être organisée avec le personnel affecté au projet afin de l'informer des exigences contractuelles en matière d'environnement et de sécurité. L'entrepreneur est aussi tenu d'informer tout nouvel employé, entre autres les sous-traitants, qui se joindraient à son personnel au fur et à mesure de l'avancement des travaux.
G5	La Compagnie minière IOC détiendra les autorisations environnementales pour les activités prévues au contrat dans les limites des travaux. Cependant, pour toutes activités et travaux envisagés hors de ces limites, qui sont assujettis à un ou des règlements relevant d'un organisme public, il revient à l'entrepreneur d'obtenir auprès de ces organismes les certificats d'autorisation et permis nécessaires pour réaliser lesdits travaux. L'entrepreneur doit également obtenir l'accord du propriétaire ou du gestionnaire foncier privé ou public.
G6	Aucune autorisation de débiter les travaux (incluant le déboisement) n'est délivrée avant que l'entrepreneur présente et fasse approuver par le surveillant son plan d'action pour la protection de l'environnement. Certains éléments du plan d'action sont inconnus avant le début du chantier, ils doivent donc être présentés au surveillant pour approbation au fur et à mesure de l'avancement des travaux. Ce plan d'action doit être présenté sous forme de croquis à l'aide des plans de construction de format réduit (ou tout autre document équivalent) montrant la localisation et la nature des méthodes de protection de l'environnement proposées.
G7	Le plan d'action doit contenir au minimum les éléments suivants : <ul style="list-style-type: none"> • indication du responsable en environnement de l'entrepreneur; • organigramme de communication du chantier sur le plan de l'environnement; • programme de surveillance météorologique, incluant le protocole à suivre à l'annonce de pluie abondante; • détermination et localisation sur plan des sites nécessitant la délimitation physique (ruban, clôture, etc.) des sections de bandes riveraines où le couvert végétal doit être conservé le plus longtemps possible avant la réalisation des travaux; • plan d'aménagement des bureaux de chantier, aires de stationnement, aires d'entreposage, aires de rebuts ou autres sites nécessaires aux travaux (volume de matériaux projetés, superficies utilisées, qualité des sols sous-jacents, localisation des cours d'eau et des lacs, protection des arbres, etc.);

N°	Description de la mesure
	<ul style="list-style-type: none"> • localisation des voies d'accès; • méthodes et séquence de démolition des ouvrages en milieu hydrique; • plan des ouvrages temporaires (barges, berme, etc.) associés à la méthode de construction de l'entrepreneur et indirectement à la protection de l'environnement; • phases de gestion des travaux liés au cours d'eau, notamment pour tout travail à l'intérieur du lit d'un cours d'eau; • matériaux utilisés pour les ouvrages temporaires en milieu hydrique; • localisation des ouvrages de contrôle de l'érosion et des sédiments, tels que membranes géotextiles, membranes imperméables, bassins de sédimentation, barrières à sédiments, bermes filtrantes et trappes à sédiments, tranchées, fossés de crête, filtres en ballots de paille, revêtements de protection et estacades flottantes; • mesures proposées pour limiter l'émission de sédiments, soit : <ul style="list-style-type: none"> - la séquence des travaux de terrassement; - la détermination des sols devant être dénudés et à recouvrir sans délai avec des membranes de protection ou des ensemencements et la planification des travaux de restauration du couvert végétal prévus au contrat; - les procédés de concassage et de tamisage des matériaux de déblai provenant de l'emprise; - la planification et prévision des zones à engazonner.
<i>Déboisement</i>	
V1	Lorsque réalisable, l'entrepreneur doit conserver un périmètre de protection en bordure de la rivière Nipissis et des milieux humides.
V2	La végétation en place à conserver doit être identifiée avant le début des travaux. Une clôture de protection doit être installée pour délimiter un périmètre de protection autour de cette végétation. La clôture de protection doit être maintenue en place et en bon état pendant toute la durée des travaux. Chaque plante conservée doit être dans un état de santé lui permettant de continuer à vivre et à croître normalement après les travaux de construction. Elle doit être exempte de maladies graves, de caries, de chancres ou de lésions graves.
V3	Pour conserver la végétation en place à l'intérieur d'une emprise, il est nécessaire de prévoir un dégagement suffisant permettant les divers mouvements de la machinerie employée, de façon à ce que cette dernière ne cause pas de dommages aux troncs des arbres et des arbustes ni à leurs branches. Le dégagement requis doit être adapté à chaque situation et à chaque arbre ou arbuste. Les traitements arboricoles nécessaires à ce dégagement sont prévus avant les travaux de construction. Il en est ainsi pour tous les arbres ou arbustes qui sont à l'extérieur de l'emprise, mais qui se trouvent à proximité et dont le tronc ou des branches sont également susceptibles d'être endommagés par la machinerie. Dans un tel cas, il est nécessaire d'obtenir l'autorisation de leur propriétaire avant de les élaguer.
V4	Lorsque des travaux d'élagage sont requis à la suite de dommages accidentels causés aux arbres par les travaux de l'entrepreneur, celui-ci doit toujours garder le tiers de la cime des arbres vivante. Si cela n'est pas possible, il faut, à la fin des travaux, faire effectuer une inspection et une évaluation de ces dommages par un spécialiste en arboriculture. Ce dernier doit alors indiquer les divers travaux et traitements arboricoles nécessaires pour réparer, corriger ou compenser ces dommages.

Tableau 7. Liste des mesures d'atténuation courantes (suite)

N°	Description de la mesure
<i>Déboisement</i>	
V5	L'entrepreneur doit laisser intact le système racinaire des arbres et arbustes dans la bande riveraine et dans les approches de traversée de cours d'eau. Il est interdit de compacter le sol, de remblayer ou d'entreposer du matériel lourd à l'intérieur de la projection de la couronne des arbres (la couronne est formée de l'ensemble des branches et des feuilles). Si des travaux nécessitent le rehaussement ou l'abaissement du niveau du sol, l'entrepreneur doit respecter une distance minimale de 3 m au-delà de la projection de la couronne des arbres.
V6	L'entrepreneur doit délimiter clairement les aires à déboiser indiquées au contrat, à l'aide de repères, et il doit obtenir l'autorisation du représentant de la Compagnie minière IOC avant d'entreprendre l'abattage des arbres. Avant d'entreprendre le déboisement, l'entrepreneur doit également localiser les clôtures, les protéger et installer, si requis, des barrières temporaires aux endroits où des brèches ont été pratiquées.
V7	L'abattage des arbres doit se faire de façon à ne pas endommager la lisière du boisé et à éviter la chute des arbres à l'intérieur du cours d'eau. Le cas échéant, l'entrepreneur est tenu de nettoyer le cours d'eau et de retirer les résidus provenant de la coupe à l'extérieur de la bande riveraine.
<i>Installations de chantier et chemins d'accès</i>	
A1	Les bureaux de chantier, leurs dépendances, ainsi que tout autre site temporaire nécessaire aux travaux notamment les aires de rebuts, doivent être installés ou aménagés à l'extérieur de la rive d'un cours d'eau.
A2	Lorsque l'entrepreneur doit aménager un chemin pour donner accès à tout autre site nécessaire à l'exécution des travaux, il doit minimiser l'emprise des chemins.
A3	Les chemins d'accès temporaires doivent être démantelés et restaurés à la fin des travaux à moins d'indications contraires du surveillant.
A4	Les chemins d'accès en rivière, la berme, les jetées d'accès ou tout autre ouvrage temporaire dans le littoral de la rivière doivent être construits avec de la pierre d'un minimum de 50 mm.
A5	Les chemins d'accès temporaires d'entrepreneur doivent être sur fond granulaire grossier et la surface de roulement doit être constamment nettoyée et rechargée.
<i>Circulation et entretien de la machinerie</i>	
M1	La machinerie requise pour la réalisation des travaux doit être choisie en tenant compte des particularités du milieu (type de sol, période de l'année, sensibilité environnementale, etc.) de façon à limiter l'impact sur le milieu.
M2	La circulation de la machinerie et des camions sera limitée à l'emprise des chemins d'accès et des aires de travail.
M3	Lorsqu'il y aura circulation en bordure de la rivière Nipissis, les ornières causées par la machinerie doivent être bloquées ou détournées pour éviter le transport de sédiments vers la rivière.
M4	L'entrepreneur doit maintenir ses équipements en parfait état de fonctionnement. Cette clause s'applique également à tous les sous-traitants. Tous les jours, il est tenu de vérifier la présence de fuite de contaminants sur ses équipements, qu'il doit réparer immédiatement, le cas échéant. Le fonctionnement de tout engin de chantier non utilisé durant un certain laps de temps devra être interrompu, sauf en période hivernale pour la machinerie fonctionnant au diesel. Le surveillant de chantier s'assurera du bon entretien de l'équipement bruyant et verra au bon état des silencieux et des catalyseurs de la machinerie (système antipollution).
M5	L'entretien et le nettoyage de la machinerie doivent être effectués à l'intérieur d'aires délimitées à cette fin, à une distance d'au moins 60 m de la rivière Nipissis. Le ravitaillement doit se faire à au moins 15 m de la ligne naturelle des hautes eaux.

N°	Description de la mesure
M6	Aucun réservoir ou contenant d'essence ou d'huile ne doit être laissé sans surveillance à moins de 30 m de la rivière Nipissis et des milieux humides.
M7	Afin de minimiser l'impact d'une fuite accidentelle de produits pétroliers dans la rivière Nipissis, les pelles et autres équipements hydrauliques situés dans l'emprise de la rivière devront être remplis d'huile hydraulique biodégradable durant toute la durée des travaux d'excavation.
M8	De plus, aucune machinerie ou équipement à essence ne doit demeurer sur un batardeau, une jetée ou sur la bande riveraine de la rivière ou des milieux humides pendant les heures de fermeture du chantier. Dans l'impossibilité de respecter cette prescription, des mesures de protection de l'environnement doivent être appliquées (surveillance ou autre).
M9	Des trousse d'urgence de récupération des produits pétroliers et des matières dangereuses complètes, et facilement accessibles en tout temps, doivent être placées sur le chantier. Elles doivent comprendre une provision suffisante de matières absorbantes ainsi que des récipients étanches bien identifiés, destinés à recevoir les résidus pétroliers et autres matières résiduelles dangereuses. Chaque engin de chantier doit également contenir une quantité suffisante d'absorbants afin de pouvoir intervenir rapidement. Les sols souillés, résidus pétroliers et autres matières résiduelles dangereuses doivent être éliminés conformément aux lois et règlements en vigueur.
M10	Tout déversement accidentel doit être rapporté immédiatement au responsable du plan d'urgence du projet, qui aura été élaboré et approuvé préalablement aux travaux. La zone touchée doit être immédiatement circonscrite et nettoyée sans délai. Le sol contaminé doit être retiré et éliminé dans un lieu autorisé et une caractérisation doit être effectuée selon les modalités de la Politique de protection des sols et de réhabilitation des terrains contaminés du MDDELCC. Advenant un déversement d'hydrocarbures ou de toute autre substance nocive, le réseau d'alerte d'Environnement et Changement climatique Canada (1 866-283-2333), le MDDELCC (1 866-694-5454) et IOC devront être avisés sans délai.
M11	Le représentant de la Compagnie minière IOC remettra le Guide d'intervention en cas de déversement accidentel d'huile à l'entrepreneur. Celui-ci doit le mettre à la disposition de ses employés et s'en servir pour les sensibiliser aux mesures d'urgence, à leurs responsabilités et à l'importance d'une intervention rapide.
M13	Lorsque la phase de construction sera terminée, toute trace d'hydrocarbures sera nettoyée, si jamais il devait en rester malgré les mesures appliquées durant les travaux.
<i>Excavation et terrassement</i>	
E1	Afin d'éviter l'ensablement et l'envasement dans la rivière, l'entrepreneur doit conserver le couvert végétal de la bande riveraine jusqu'au tout début des travaux de terrassement prévus aux abords de la rivière.
E2	Au cours de travaux, l'entrepreneur doit respecter le drainage naturel du milieu et prendre toutes les mesures appropriées pour permettre l'écoulement normal des eaux et éviter la formation d'étangs.
E3	Limiter au strict minimum le décapage, le déblaiement, l'excavation, le remblayage et le nivellement des aires de travail afin de respecter la topographie naturelle et de prévenir l'érosion.
E4	Au fur et à mesure de l'achèvement des travaux, tous les endroits remaniés doivent être stabilisés immédiatement de façon permanente par un enrochement ou un ensemencement. Si un délai est nécessaire, les moyens de contrôle de l'érosion doivent demeurer en place afin de capter tout matériau érodé. Une longueur maximale de 20 m de berge excavée et non stabilisée devra être respectée en phase travaux. Les matériaux accumulés doivent être excavés et disposés dans un site à cet effet.

Tableau 7. Liste des mesures d'atténuation courantes (suite)

N°	Description de la mesure
E5	L'entrepreneur doit aménager des bermes filtrantes et trappes à sédiments durant les travaux de terrassement, de manière à éviter l'apport de sédiments dans la rivière Nipissis. Lorsqu'une trappe à sédiments est remplie à 50 %, les sédiments retenus doivent être enlevés et, lorsque nécessaire, le matériau filtrant doit être nettoyé ou remplacé. De plus, un dernier nettoyage doit être réalisé à la fermeture temporaire prolongée du chantier ainsi qu'à la fermeture permanente. Un nettoyage préventif doit également être réalisé lors d'une alerte météorologique annonçant de fortes pluies. La berme filtrante doit être construite avec un matériau d'empierrement de calibre 20-300 mm ne contenant pas plus de 5 % de matières fines passant le tamis de 80 µm.
E6	L'entrepreneur doit installer des filtres en ballots de paille entre les secteurs de terrassement et la rivière ou les placer en travers dans les fossés de manière à éviter l'apport de sédiments dans la rivière. Les ballots doivent être solidement ancrés et tout ballot détérioré doit être remplacé dans les 24 heures.
E7	L'entrepreneur doit installer des barrières géotextiles durant les travaux de terrassement, de manière à éviter l'apport de sédiments dans la rivière Nipissis.
E8	Lorsque les méthodes de contrôle de l'érosion prescrites dans le présent document sont insuffisantes, une membrane géotextile doit être utilisée comme matériau de recouvrement des sols pour la stabilisation temporaire des talus ou des fossés.
E9	Toute suspension des travaux dans un secteur particulier ou sur l'ensemble du chantier (fin de semaine, conditions climatiques) doit être précédée de travaux préventifs de stabilisation du sol. Aucun travail d'excavation ou de terrassement ne sera réalisé près des cours d'eau en période de crue ou lors de fortes pluies.
E10	L'entrepreneur doit assurer quotidiennement l'entretien et le maintien en bon état de tous les ouvrages de protection de l'environnement afin qu'ils soient efficaces en tout temps.
E11	Lorsque le drainage de surface risque d'entraîner des sédiments dans la rivière, l'entrepreneur est tenu d'appliquer des mesures pour contenir les sédiments (rideau de turbidité) ou les détourner afin qu'ils n'atteignent pas la rivière.
E12	L'entrepreneur doit filtrer, décanter, traiter ou utiliser toute autre méthode en vue de contrôler la qualité des eaux de ruissellement.
<i>Gestion des déchets et des matières résiduelles</i>	
MR1	L'entrepreneur doit disposer des matériaux naturels de rebuts conformément à LQE et à la Politique de protection des rives, du littoral et des plaines inondables.
MR2	Le chantier doit être libre en tout temps de déchets. L'entrepreneur devra disposer des matières résiduelles dans des contenants prévus à cette fin. Le surveillant veillera à ce que les résidus soient récupérés et déposés dans des sites autorisés.
MR3	Confiner les résidus secs ou humides dans des contenants étanches et recouvrir les conteneurs afin de prévenir toute émission de résidus dans l'air.
MR5	Conformément à l'article 20 de la LQE, il est interdit de jeter des débris de toutes sortes dans un cours d'eau et dans l'environnement y compris tous les arbres ou parties d'arbres qui tombent dans un cours d'eau. De plus, il est interdit de disposer de tout matériau naturel de rebuts dans les milieux humides tels étang, marais, marécage et tourbière.
MR6	L'entrepreneur doit disposer à ses frais des débris ligneux dans un site autorisé par la Compagnie minière IOC
MR7	Le brûlage des débris ligneux est interdit.
MR8	La mise en copeaux des débris ligneux sur le site des travaux est interdite.

N°	Description de la mesure
MR9	Les matériaux de rebuts provenant de la démolition et les déchets solides générés sur le site doivent être éliminés conformément au Règlement sur les déchets solides (R.R.Q., chap. Q-2, r. 3.2) et disposés sur les sites autorisés par la Compagnie minière IOC.
MR10	Les rebuts provenant du nettoyage préalable des aires de travail doivent être disposés dans des conteneurs prévus à cette fin et transportés dans un site d'enfouissement autorisé.
MR11	Les matériaux excédentaires doivent être transportés vers un lieu de disposition autorisé.
MR12	Une gestion séparée des diverses catégories de matières résiduelles impliquant une récupération et un transport quotidien des matières résiduelles domestiques doit être réalisée par les travailleurs du chantier ainsi qu'une gestion adéquate des matières dangereuses par l'entrepreneur qui en disposera selon les normes en vigueur.
<i>Gestion des matières dangereuses</i>	
MD1	Les matières dangereuses doivent être gérées conformément au Règlement sur les matières dangereuses (L.R.Q., c. Q-2, r. 15.2).
MD2	Il est interdit d'émettre, déposer, dégager ou rejeter une matière dangereuse dans l'environnement.
MD3	Toutes les matières dangereuses doivent être entreposées dans un lieu désigné à cet effet. Le lieu d'entreposage des matières dangereuses doit être éloigné de la circulation des véhicules et situé à une distance raisonnable des fossés de drainage ainsi que de tout autre élément sensible.
MD4	Les matières dangereuses résiduelles doivent être entreposées dans une zone de récupération délimitée et identifiée. Les matières dangereuses résiduelles doivent être protégées des intempéries par une bâche étanche, en attente de leur chargement et de leur transport. En hiver, il est suggéré de déposer les contenants sur des palettes ou des tables d'entreposage. Si le temps de rétention est supérieur à 30 jours, la zone aménagée doit comprendre un abri étanche possédant au moins trois côtés, un toit et un plancher étanche formant une cuvette dont la capacité de rétention doit répondre au plus élevé des volumes suivants : 125 % du plus gros contenant ou 25 % du volume total de tous les contenants pleins de liquides.
MD5	Lors du transport des matières dangereuses, respecter le Règlement sur le transport des marchandises dangereuses.
<i>Ouvrages temporaires dans les cours d'eau</i>	
PO1	Les travaux relatifs aux ouvrages temporaires dans la rivière Nipissis, notamment la berme, doivent être exempts de matières fines.
PO2	Ces ouvrages doivent être protégés contre l'érosion par de la stabilisation notamment à l'aide d'une membrane géotextile ou d'un empierrement. À moins d'une autorisation de la Compagnie minière IOC, les matériaux d'emprunt utilisés pour la construction de ces ouvrages ne doivent pas provenir des parties non remaniées de la rivière Nipissis ou de ses rives.
PO3	Les matériaux granulaires du lit de toute section de cours d'eau remaniée doivent, dans la mesure du possible, être récupérés, le cas échéant, pour les besoins de restauration du nouveau lit, s'ils sont appropriés.
PO4	Lors de l'implantation de tout ouvrage temporaire, l'entrepreneur doit utiliser un matériau non contaminé. Il est tenu d'appliquer des techniques de confinement de matériaux fins, en vue d'éviter l'augmentation du niveau de matières en suspension dans l'eau et de préserver la qualité de l'eau.
PO5	À la fin des travaux, tout ouvrage temporaire doit être démantelé et les matériaux doivent être retirés de la rivière Nipissis et de ses rives. Les surfaces doivent être nettoyées de tous sédiments et remises dans leur état original. L'entrepreneur doit prendre en tout temps des mesures afin d'empêcher la chute de débris solides dans le plan d'eau et, le cas échéant, il doit les récupérer et les éliminer.

Tableau 7. Liste des mesures d'atténuation courantes (suite)

N°	Description de la mesure
<i>Restauration du milieu</i>	
R1	À la fin des travaux, l'entrepreneur doit retirer du site des travaux tous les équipements, la machinerie, les matériaux, les installations provisoires, les rebuts et les déblais provenant des travaux.
R2	Avant la fin des travaux, l'entrepreneur doit procéder à la restauration de tous les sites temporaires utilisés à l'extérieur de l'emprise des travaux. L'entrepreneur doit niveler le terrain de façon à lui redonner sa forme d'origine ou une forme s'harmonisant avec le milieu environnant.

5 PROGRAMME DE SURVEILLANCE

Un programme de surveillance environnementale sera mis en œuvre et élaboré en deux phases, soit lors de la préparation des plans et devis définitifs et pendant les travaux de construction. L'objectif du programme de surveillance est la protection de l'environnement.

5.1 PRÉPARATION DES PLANS ET DEVIS

Le programme de surveillance se planifie dès la phase de préparation des plans et devis du projet. Cette étape vise à intégrer aux plans et devis et aux autres documents contractuels les mesures d'atténuation proposées dans le présent document, ainsi que les conditions prescrites par les autorisations environnementales, ou encore les exigences particulières du décret, s'il y a lieu. Le devis « Protection de l'environnement » est préparé à cette étape.

5.2 PHASE DE CONSTRUCTION

Les normes, les directives et les mesures environnementales inscrites aux plans et devis (clauses contractuelles) seront mises en application lors des travaux de construction assurant ainsi le respect des mesures d'atténuation décrites dans la demande de décret et de certificat d'autorisation. Un surveillant en environnement sera désigné et devra informer l'entrepreneur et les sous-traitants éventuels des points à respecter en matière de protection de l'environnement, et ce, avant le début des travaux de construction. L'entrepreneur préparera un plan d'action pour la protection de l'environnement qui devra être approuvé par le surveillant. Ce plan d'action devra exposer les mesures envisagées, notamment pour limiter l'apport de sédiments dans la rivière causé par les activités de chantier. Au cours des travaux, le surveillant aura la responsabilité de s'assurer que toutes les clauses environnementales contenues dans le contrat d'exécution seront rigoureusement respectées afin que l'entrepreneur et les sous-traitants demeurent bien au fait des conditions à respecter dans le domaine environnemental. Au besoin, le surveillant pourra être représenté par du personnel technique spécialisé qui visitera le chantier quotidiennement.

Des rapports de surveillance seront produits pour faire état des observations sur le terrain. Le contrôle du transport sédimentaire en provenance de la zone en construction, les travaux dans l'habitat du poisson et la gestion de la machinerie et des équipements utilisant des hydrocarbures sont au nombre des éléments qui feront l'objet d'une attention particulière. Un journal de chantier consignera les observations du surveillant en environnement, les modifications proposées pour corriger les anomalies (non-conformité) et les mesures correctives appliquées par l'entrepreneur. Des photos seront jointes afin de faciliter la compréhension des observations et des actions correctives apportées.

5.3 SUIVI

Le suivi vise à documenter l'évolution de certaines composantes du milieu récepteur après la fin des travaux de construction. Le suivi des sites aux PM 36 et 52 sera inclus au Protocole d'inspection des géorisques d'IOC afin de s'assurer de la stabilité des ouvrages. Lors de ce suivi, l'effet de bout, s'il a lieu, sera documenté afin que des correctifs soient apportés au besoin.

6 RÉFÉRENCES

- ARGUS GROUPE-CONSEIL INC. 1992. *Plan de mise en valeur de la ZEC de pêche au saumon Moisie*. Rapport présenté à l'Association de Protection de la Rivière Moisie dans le cadre du Programme de développement économique du saumon. 117 p. + annexes.
- ATLAS DES AMPHIBIENS ET REPTILES DU QUÉBEC (AARQ). 2018. *Atlas des amphibiens et des reptiles du Québec*. Site Internet : <http://www.atlasamphibiensreptiles.qc.ca/>.
- ATLAS DES OISEAUX NICHEURS DU QUÉBEC (AONQ). 2018a. Résultats de l'Atlas (tableaux). Site Internet: <http://www.atlas-oiseaux.qc.ca/donneesqc>.
- ATLAS DES OISEAUX NICHEURS DU QUÉBEC (AONQ). 2018b. Indices de nidification (explications). Site Internet: http://www.atlas-oiseaux.qc.ca/explications_indices_fr.jsp.
- BRIGHAM, R.M, J. NG, R.G. POULIN et S.D. GRINDAL. 2011. *Common Nighthawk (Chordeiles minor), version 2.0*. In *The Birds of North America* (P.G. Rodewald, éditeur). Cornell Lab of Ornithology, Ithaca, New York, USA.
- CEGERTEC et NATURAM ENVIRONNEMENT. 1998. *Étude de faisabilité pour la réflexion des passes migratoires de la chute McDonald sur la rivière Nipissis*. Rapport présenté à SOTRAC (Sainte-Marguerite) et Pourvoirie Messnak. 46 p. + annexes.
- COSEPAC. 2000. *Évaluation et Rapport de situation du COSEPAC sur le Garrot d'Islande (Bucephala islandica) au Canada*. Comité sur la situation des espèces en péril au Canada, Ottawa. vii + 70 p. (www.registrelep.gc.ca/Status/Status_f.cfm)
- COSEPAC. 2012. *Évaluation et Rapport de situation du COSEPAC sur l'anguille d'Amérique (Anguilla rostrata) au Canada*. Comité sur la situation des espèces en péril au Canada. Ottawa. xiii + 127 p. (www.registrelep-sararegistry.gc.ca/default_f.cfm).
- DESROCHES, J-F et D. RODRIGUE. 2004. *Amphibiens et reptiles du Québec et des maritimes*. Éditions Michel Qutin. 288 p.
- ENVIRONNEMENT CANADA. 2016. *Programme de rétablissement de l'Engoulevent d'Amérique (Chordeiles minor) au Canada*. Série de Programmes de rétablissement de la Loi sur les espèces en péril, Environnement Canada, Ottawa. viii + 54 p.
- ENVIRONNEMENT ET CHANGEMENT CLIMATIQUE CANADA. 2018. Information météo, archives, données historiques. En ligne : http://climat.meteo.gc.ca/historical_data/search_historic_data_f.html, consulté le 19 janvier 2018.
- GOUVERNEMENT DU CANADA. 2018. *Registre public des espèces en péril (LEP)*. En ligne : http://www.registrelep-sararegistry.gc.ca/species/schedules_f.cfm?id=1, consulté le 19 janvier 2018.
- INFRASTRUCTURE GÉOMATIQUE OUVERTE (IGO). 2018. Données écoforestières. En ligne : <https://geoegl.msp.gouv.qc.ca/igo/mffpecofor/>, consulté le 18 janvier 2018.
- JOURNEAUX ET ASSOCIÉS. 2011. *Rapport pour la correction des dommages subis au chemin de fer QNS&L du Mile 17.5 au Mile 59.1*. Rapport L-11-1424, novembre 2011.
- MINISTÈRE DU DÉVELOPPEMENT DURABLE, DE L'ENVIRONNEMENT ET DE LA LUTTE CONTRE LES CHANGEMENTS CLIMATIQUES (MDDELCC). 2017. Répertoire des aires protégées et des aires de conservation gérées au Québec: Rivière à saumon (bande riveraine), en ligne : http://www.mddelcc.gouv.qc.ca/biodiversite/aires_protegees/repertoire/partie2.htm#saumon, consulté le 13 décembre 2017.

- MINISTÈRE DES FORÊTS, DE LA FAUNE ET DES PARCS (MFFP). 2017. Statistiques de chasse et de piégeage, en ligne : <http://mffp.gouv.qc.ca/la-faune/statistiques/statistiques-de-chasse-de-piegeage/>, consulté le 18 janvier 2018.
- MINISTÈRE DES FORÊTS DE LA FAUNE ET DES PARCS (MFFP). 2018. Liste des espèces désignées comme menacées ou vulnérables au Québec. Site Internet : <http://www3.mffp.gouv.qc.ca/faune/especes/menacees/liste.asp>
- MINISTÈRE DES FORÊTS, DE LA FAUNE ET DES PARCS (MFFP). 2012. *Plan d'aménagement forestier intégré tactique (PAFIT) 2013-2018 de l'unité d'aménagement 09451*. Côte-Nord, mis à jour le 30 janvier 2017.
- MINISTÈRE DE PÊCHE ET OCÉAN CANADA (MPO). 2018. *Périodes pour la réalisation de travaux dans l'habitat du poisson selon les régions administratives du Québec*. En ligne : <http://www.dfo-mpo.gc.ca/pnw-ppe/timing-periodes/qc-fra.html>, consulté le 10 février 2018.
- MINISTÈRE DE RESSOURCES NATURELLES ET DE LA FAUNE (MRNF). 2010. Feuilles numériques 22J09, Cartes topographiques numériques à l'échelle 1 : 20 000.
- MRC DE SEPT-RIVIÈRES. 2002. *Premier projet de schéma d'aménagement révisé*. 253 p.
- NATURAM ENVIRONNEMENT. 1993. *Pourvoirie Kashipetaukash. Potentiel d'exploitation sportive du saumon atlantique : Caractérisation préliminaire*. Rapport présenté à Société de développement économique Uashat-Maliothenam. 20 p. + annexes.
- NATURAM ENVIRONNEMENT. 1999. *Rapport d'opération barrière de comptage rivière Nipissis*. Rapport présenté à SOTRAC (Sainte-Marguerite). 24 p. + annexes.
- PRESCOTT, J. et RICHARD, P. 2013. *Mammifères du Québec et de l'est du Canada, 3^e édition*. Québec, 479 p.
- RÈGLEMENT DE PÊCHE DU QUÉBEC. 1990. En ligne : <http://lawslois.justice.gc.ca/fra/reglements/DORS-90-214/page-1.html>, consulté le 20 janvier 2018.

ANNEXE

A

ARGUMENTAIRE
JUSTIFIANT L'URGENCE
DES TRAVAUX



NOTE TECHNIQUE

DESTINATAIRES : M. Yvon Chouinard, Compagnie minière IOC
M. Marc Lévesque, Compagnie minière IOC
M. Dominique Sirois, Compagnie minière IOC
M. Nelson Da Rosa, Compagnie minière IOC

EXPÉDITEUR : M. Vincent Cormier, WSP Canada Inc.

COPIES : M. Christophe M. Lambert, WSP Canada Inc.
M. Simon Nolin, WSP Canada Inc.
M. Pierre Pelletier, WSP Canada Inc.

DATE : 29/01/2018

OBJET : **Problématiques d'érosion de berges sur la rivière Nipissis le long du chemin de fer QNS&L – Justification de travaux d'urgence**
Réf. WSP : 171-14031-00
Réf. IOC : 18-02-35670

1.0 MISE EN CONTEXTE ET OBJECTIF

La Compagnie minière IOC (Iron Ore Canada) est l'un des principaux fournisseurs canadiens de boulettes et de concentré de minerai de fer pour des clients du monde entier. IOC dirige une mine, un concentrateur et une usine de bouletage à Labrador City (Terre-Neuve-et-Labrador) ainsi que des installations portuaires situées à Sept-Îles (Québec). Elle exploite également le chemin de fer Quebec North Shore and Labrador (QNS&L), long de 418 km, qui relie la mine au port de Sept-Îles. L'entièreté du minerai produit à Labrador City est acheminée par transport ferroviaire jusqu'au port de Sept-Îles. Notons également que ce chemin de fer est emprunté par l'entreprise Tata Steel Minerals Canada (TSMC) pour acheminer son minerai à Sept-Îles ainsi que par Tshiuetin Railway Transportation (TRT) pour le transport de particuliers entre Sept-Îles et Schefferville. Finalement, ce chemin de fer est également utilisé pour le transport de marchandises vers Schefferville.

L'axe ferroviaire emprunte la vallée de la rivière Moisie et de son affluent la rivière Nipissis. Certains tronçons de la voie ferrée bordent la berge de ces deux rivières. Le remblai du chemin de fer est donc localement exposé à ces rivières et des problématiques d'érosion de berges y sont observables. Le chemin de fer est exposé à une multitude d'aléas naturels, tels que les glissements de terrain, la chute de roche et l'érosion des berges.

À la suite du glissement de roc survenu en novembre 2014, ayant causé le déraillement d'un train et la mort tragique du conducteur de la locomotive, IOC a mis sur pied, conjointement avec la firme BGC Engineering Inc. (BGC), un système d'évaluation de risque permettant d'établir le niveau de risque du chemin de fer face aux différents aléas naturels. Ce système permet

d'établir les sites particulièrement vulnérables et pour lesquels le niveau de risque est tel qu'une intervention est nécessaire afin d'éviter un événement catastrophique d'un point de vue environnemental, économique et social.

Ainsi, deux sites présentant une problématique d'érosion des berges ont atteint un niveau de risque tel qu'IOC doit mettre en œuvre des travaux de stabilisation de berges le plus rapidement possible afin de sécuriser le chemin de fer et de se prémunir contre une éventuelle catastrophe. En effet, pour ces deux sites, la progression des processus d'érosion risque de déstabiliser le chemin de fer et entraîner une portion de celui-ci dans la rivière. La fermeture d'une portion de ce chemin de fer génère rapidement d'importantes conséquences économiques. Si un tel événement se produisait lors du passage d'un train, cela pourrait engendrer le déraillement de ce dernier ce qui aurait de graves conséquences environnementales, sociales en plus des conséquences économiques.

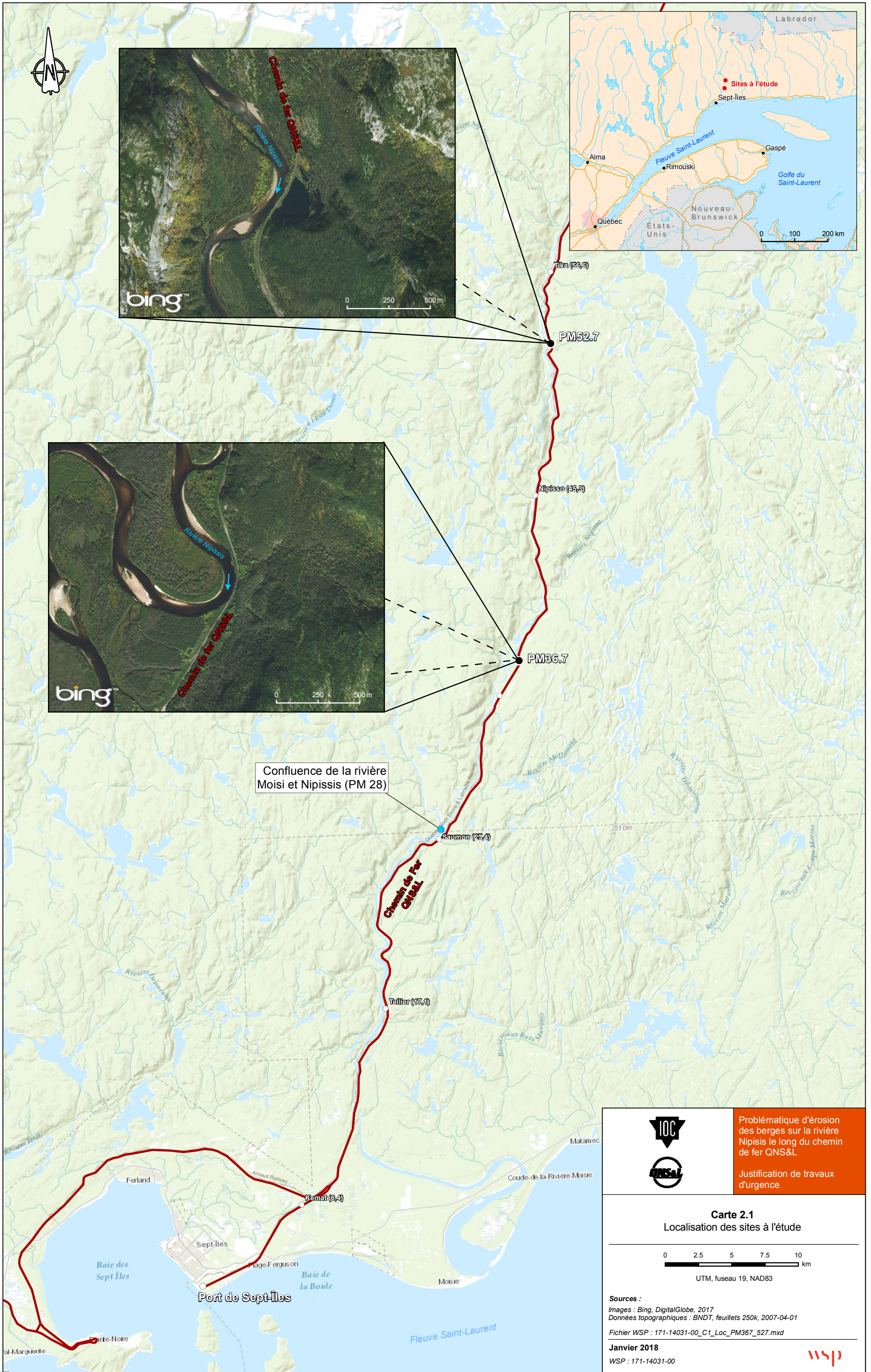
Le premier site ciblé par ces interventions est situé entre les points milliaires 36,69 et 36,8 alors que le second est situé entre les points milliaires 52,69 et 52,86. La longueur cumulative des interventions prévues en rivière aux deux sites est de l'ordre de 600 m.



Compte tenu que le linéaire d'intervention total prévu à l'intérieur de la limite d'inondation de la crue de récurrence 2 ans dépasse 300 m, ce projet est assujéti au *Règlement sur l'évaluation et l'examen des impacts sur l'environnement* (LEQ, Q-2, r.23). Les données et les analyses disponibles révèlent toutefois que le chemin de fer est fortement érodé et que la stabilité de ce dernier est précaire. Il y a donc urgence d'intervenir à court terme et c'est pourquoi IOC souhaite se soustraire à cette procédure en vertu de l'article 31.6 de la *Loi sur la qualité de l'environnement* (LQE) afin d'intervenir en 2018 sur ces deux sites.

Dans ce contexte, l'objectif de la présente note technique est de décrire les raisons pour lesquelles il est urgent de stabiliser le chemin de fer aux deux sites à l'étude au cours de l'année 2018. Dans le cas où la Direction de l'évaluation environnementale des projets hydriques et industriels juge que l'état actuel de la situation justifie une demande de soustraction à la procédure d'évaluation et d'examen des impacts sur l'environnement, les démarches seront amorcées afin d'effectuer une demande officielle de soustraction.

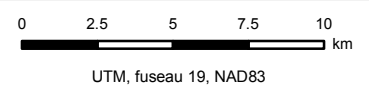
2.0 LOCALISATION ET DESCRIPTION DES SITES À L'ÉTUDE

Les deux sites à l'étude sont situés en berge de la rivière Nipissis. Tel qu'illustré sur la Carte 2.1 suivante, le premier site est situé entre les points milliaires 36,69 et 36,8 (PM36) alors que le second est situé entre les points milliaires 52,69 et 52,86 (PM52). La confluence entre la rivière Nipissis et la rivière Moisie est située au point milliaire 28 du chemin de fer QNS&L.



 	Problématique d'érosion des berges sur la rivière Nipissis le long du chemin de fer QNS&L
	Justification de travaux d'urgence

Carte 2.1
Localisation des sites à l'étude



Sources :
 Images : Bing, DigitalGlobe, 2017
 Données topographiques : BNDT, feuillets 250k, 2007-04-01
 Fichier WSP : 171-14031-00_C1_Loc_PM367_527.mxd

Janvier 2018
 WSP : 171-14031-00



2.1 Description du site entre les points milliaires 36,69 et 36,8 (PM36)

Le premier site à l'étude se situe entre les points milliaires 36,69 et 36,8. L'appellation « PM36 » sera utilisée pour référer à ce site. Cette berge se trouve en extrados de méandre, où les contraintes hydrauliques sont plus importantes en rive gauche qu'en rive droite. Le remblai de la voie ferrée est, à cet endroit, sur environ 430 m, en contact direct avec la berge de la rivière. Les principales caractéristiques du site sont les suivantes :

- le remblai du chemin de fer a une hauteur maximale d'environ 9,0 m au-dessus du fond de la rivière et présente une pente latérale variant entre 1H : 1V et 4H : 1V;
- la distance entre le rail du côté rivière et la ligne d'érosion du talus varie entre 3,9 m et 9,8 m;
- le remblai du chemin de fer est en contact avec la rivière Nipissis sur une distance d'environ 430 m;
- le talus est déboisé et les sols sont à nu à plusieurs endroits;
- des traces importantes d'érosion sont visibles.

Le talus du chemin de fer, en rive gauche de la rivière Nipissis, présente, par endroits, de fortes marques d'érosion : fosse d'affouillement en pied de berge et fond du lit, glissement ou décrochement des talus de berge. À ce jour, aucune mesure de protection contre l'érosion n'a été mise en œuvre.

Le remblai est majoritairement constitué en surface de sable et gravier d'origine alluvionnaire. Des horizons de sable avec un peu de silt à sable silteux ont également été observés à certains endroits.

Sur les 430 m du chemin de fer longeant la rivière, un tronçon d'environ 175 m présente des marques importantes d'érosion et un plus faible dégagement horizontal entre le haut de talus et le chemin de fer. Tel qu'illustré sur la Figure 2.1 suivante et sur les photos 6 à 10 de l'annexe A, un tronçon d'environ 50 m, situé sur la portion sud du site, est fortement érodé et présente une pente plus abrupte. En pied de talus de ce tronçon, les relevés bathymétriques effectués par WSP en 2016 indiquent la présence d'une fosse d'affouillement, tel qu'illustré sur la Carte 1 présentée à l'annexe B de la présente note technique.



Figure 2.1 Localisation de la portion du chemin de fer au PM36 présentant des signes importants d'érosion

2.2 Description du site entre les points milliaires 52,69 et 52,86 (PM52)

Le second site à l'étude se situe entre les points milliaires 52,69 et 52,86. L'appellation « PM52 » sera utilisée pour y référer. Pour ce site, le remblai du chemin de fer coupe un ancien méandre de la rivière Nipissis, séparant ainsi le bras « vif » de la rivière (à l'ouest) d'un bras « mort » (à l'est) qui constitue désormais une étendue d'eau stagnante alimentée par un petit tributaire sans nom et connectée à la rivière Nipissis par deux ponceaux. L'emprise du remblai du chemin de fer est située directement dans la rivière Nipissis, ce remblai joue le rôle de structure de rétention, retenant les eaux provenant du tributaire s'écoulant vers la rivière Nipissis. La continuité hydraulique entre le tributaire et la rivière Nipissis est assurée par deux ponceaux. La largeur du bras « vif » y est resserrée à cet endroit, accentuant les contraintes hydrauliques et par conséquent, le phénomène d'érosion. Les relevés bathymétriques effectués par WSP en 2016 indiquent la présence d'une fosse d'érosion, particulièrement marquée le long du linéaire où le lit vif de la rivière est étroit.

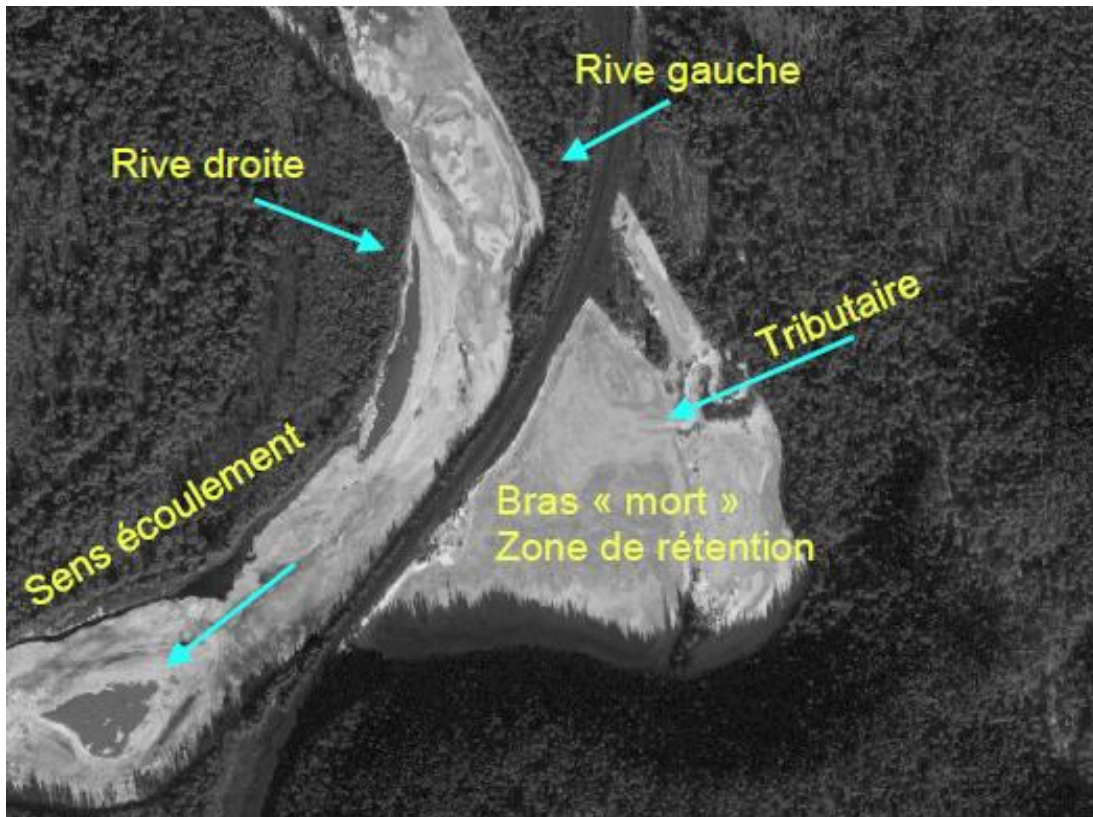


Figure 2.2 Description du site entre les points milliaires 52,69 et 52,86

En surface, le remblai est constitué de matériaux graveleux et sableux ainsi que de blocs. Le talus côté est (côté bras mort) ne présente pas de protection contre l'érosion, hormis un revêtement végétal. Le talus côté ouest (côté lit vif) est composé de trois types de recouvrement différents. La première zone (zone A sur la Figure 2.3), d'une longueur de 50 m environ, est recouverte d'une couche de pierre granitique de carrière (forme angulaire) de calibre 200-300 mm sur une épaisseur d'environ 500 mm. La portion amont (environ 9 m) de cette zone est composée de sable fin en surface. La seconde zone (zone B sur la Figure 2.3), d'une longueur de 20 m environ, est recouverte de sable et de gravier parsemé de pierres de rivière de diamètre maximal de 200 mm. Le restant du remblai est partiellement végétalisé, certains linéaires étant totalement déboisés et les sols se retrouvent à nu. Il est à noter qu'aucun géotextile ne semble avoir été mis en œuvre sous les protections en enrochement.



Figure 2.3 Vue aérienne du chemin de fer au PM52

En résumé, les caractéristiques principales du site PM52 sont les suivantes :

- le remblai du chemin de fer a une hauteur d'environ 8,0 m et présente une pente latérale relativement forte d'environ 1,4H : 1V;
- le remblai du chemin de fer est en contact avec la rivière Nipissis sur une distance d'environ 250 m;
- le remblai est fortement sollicité par les contraintes hydrauliques et les glaces compte tenu du rétrécissement du bief d'écoulement induit par ce dernier;
- des mesures de protection contre l'érosion ont été mises en œuvre de manière ponctuelle le long du linéaire étudié;
- le dégagement horizontal minimal entre le rail et le haut de talus côté lit vif est de 2,3 m environ;
- la rive gauche de la rivière Nipissis, en amont du remblai du chemin de fer, présente des signes d'érosion;
- le remblai est majoritairement constitué en surface de sable et de gravier d'origine alluvionnaire;
- deux ponceaux traversant le remblai assurent la continuité hydraulique entre le lac à l'est du remblai et la rivière Nipissis.

3.0 MÉTHODOLOGIE UTILISÉE POUR ÉTABLIR LE NIVEAU DE RISQUE ET DE VULNÉRABILITÉ DU CHEMIN DE FER

L'évaluation du risque le long du chemin de fer QNS&L est basée sur la méthodologie d'analyse des risques semi-quantitative mise sur pied par BGC (BGC, 2015). La méthode d'évaluation est répétable et comparable entre tous les types de risques (chute de roche, glissement de terrain, lessivage de la voie, érosion de la structure de la voie, chute de glace, etc.). Dans un premier temps, le risque que l'évènement se produise et atteigne la voie ferrée est évalué sous forme de probabilité d'occurrence. Dans un deuxième temps, les conséquences liées à l'occurrence de cet évènement sont évaluées.

Les géorisques ainsi évalués ne sont pas statiques; leur probabilité d'occurrence et, par le fait même, le risque pour la voie ferrée, peut évoluer graduellement, ou ponctuellement à la suite d'autres événements (crues ou précipitations très abondantes compromettant la stabilité de la rive d'un cours d'eau ou d'un site vulnérable aux glissements de terrain, par exemple). Le résultat final de l'évaluation obtenu en combinant la probabilité d'occurrence et le niveau de conséquence donne un niveau de risque sur une échelle de 1 à 7. Les niveaux 6 et 7 sont considérés comme des risques critiques pour la sécurité des activités du chemin de fer.

Afin de repérer tout changement susceptible d'augmenter l'exposition de la voie ferrée aux risques propres aux sites, un protocole d'inspection des sites a été mis sur pied. La fréquence des inspections aux différents sites dépend du niveau de risque de chacun. En fonction de l'évolution de certaines problématiques, le niveau de risque est ajusté à la suite de la réalisation de ces inspections. Les sites présentant un niveau de risque de 6 et 7 sont inspectés annuellement.

3.1 Niveau de risque au PM36

L'inspection annuelle à ce site pour l'année 2017 a été réalisée par BGC le 21 mai 2017 (BGC, 2017). Cette inspection a révélé la progression marquée de l'érosion d'une portion du talus depuis l'inspection annuelle de 2016. Il a également été observé que le niveau de la Nipissis était élevé et que le dégagement vertical entre le chemin de fer et le niveau d'eau était relativement faible. Le débit de crue de la rivière Nipissis, au moment de l'inspection, correspondait approximativement à une crue de récurrence 2 ans et ne constituait donc pas un évènement exceptionnel. Le niveau de risque pour ce site est donc passé de 6 à 7 à la suite de l'inspection annuelle en raison de l'évolution de l'érosion d'une portion du talus et de la faible revanche disponible entre le chemin de fer et le niveau des hautes eaux de la rivière Nipissis.

3.2 Niveau de risque au PM52

Tel que mentionné précédemment, la pente du remblai ferroviaire est d'environ 35° (1,4H :1V) et est construite à partir de sable et de gravier. Le talus présente une zone d'environ 41 m de long recouverte d'enrochement de calibre 200-300 mm et une zone de 9 m de long dénudée de toute végétation et composée de sable fin. Des fissures de tension horizontales ont été observées par BGC en haut de talus lors de l'inspection du 22 mai 2017 (Figure 3.1). Il y a également une section de 20 m de sol à nu composée de sable et de gravier. Le reste du talus est végétalisé et des marques d'érosion sont visibles. BGC évalue le niveau de risque à 6 pour ce site puisque les zones du talus dénudé et composé de sable de même que l'enrochement de 200-300 mm sont considérés sensibles à l'érosion.



Figure 3.1 Fissures de tension en haut de talus le long de la section composée de sable fin (BGC, 22 mai 2017)

3.3 Stratégie d'intervention d'IOC

La direction de la mine IOC a établi comme objectif de corriger tous les sites présentant un niveau de risque 6 et 7 en priorisant les interventions sur les sites présentant un niveau de risque de 7. En 2018, IOC voudrait intervenir sur le seul site de niveau de risque de 7, soit la stabilisation de berge entre les points milliaires 36.69 et 36.80, ainsi que sur les sites de niveau de risque 6. Ce faisant, le niveau de risque maximal le long du chemin de fer tomberait à 5, réduisant la précarité de ce dernier face aux aléas naturels.

4.0 ALTERNATIVES AUX INTERVENTIONS EN MILIEU HYDRIQUE

Pour les deux sites à l'étude, il n'existe aucune solution d'intervention alternative pour éviter les travaux à l'intérieur de la limite d'inondation de récurrence de 2 ans. En effet, au PM36, le chemin de fer est situé immédiatement au pied d'une montagne située à l'est de celui-ci, tel qu'illustré à la Figure 4.1. L'aménagement d'une voie de contournement ou le déplacement du chemin de fer n'est donc pas possible.

Au PM52, le chemin de fer est situé directement dans la rivière et tout type d'intervention nécessite des travaux en milieu hydrique.

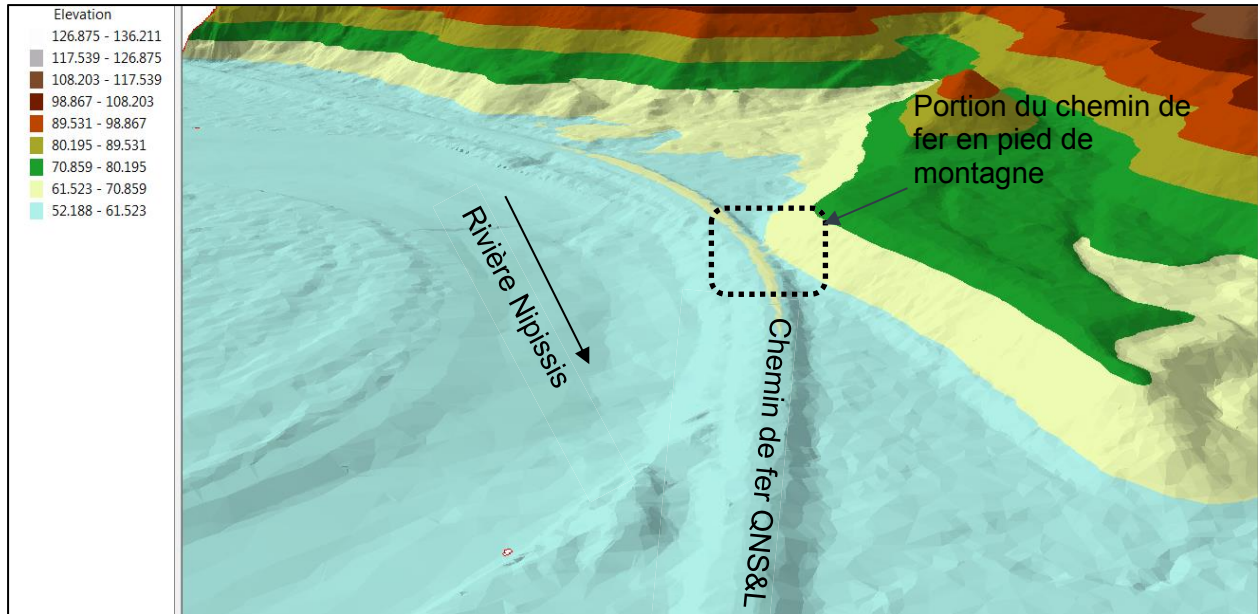


Figure 4.1 Vue isométrique du site au PM36

5.0 RÉGIME HYDRODYNAMIQUE ET RÉGIME DE GLACE EN CONDITIONS ACTUELLES

5.1 PM36

L'analyse hydrodynamique de la rivière Nipissis pour ce site, présentée à l'annexe C de la présente note technique, a permis d'établir les conditions d'écoulement ainsi que le régime de glace en vigueur pour ce site. Les résultats issus des modélisations bidimensionnelles ont permis d'établir les niveaux d'eau atteints et les vitesses d'écoulement lors du passage de crue de différentes récurrences. Les niveaux d'eau maximaux et les vitesses d'écoulement maximales atteintes le long du remblai ferroviaire sont synthétisés au Tableau 5.1 suivant.

Tableau 5.1 Caractéristiques hydrauliques de la rivière Nipissis au PM36

PÉRIODE DE RETOUR (année)	DÉBIT DE POINTE (m ³ /s)	NIVEAU MAXIMAL ATTEINT ENTRE LES POINTS MILLIAIRES 36,69 ET 36,80 ¹ (m)	DÉGAGEMENT VERTICAL ENTRE LE NIVEAU D'EAU ET LE CHEMIN DE FER (m) ²	VITESSE PRÈS DE LA BERGE EN RIVE GAUCHE (m/s)
2	536	59,4	2,1	2,1
25	847	60,5	1	2,1
50	923	60,6	0,9	2,4
100	1 000	60,9	0,6	2,5

1 Le référentiel vertical utilisé correspond au CGVD2013.

2 L'élévation moyenne du chemin de fer est de 61,5 m

Ces résultats indiquent d'abord que le dégagement vertical entre le sommet du chemin de fer et les niveaux d'eau atteints en période de crue est faible. En effet, pour des crues de récurrence 50 ans ou plus, la revanche disponible est inférieure à 1 m. Ainsi, la majeure partie du remblai ferroviaire dans ce secteur est exposée à l'écoulement. Les vitesses dans ce secteur de la rivière peuvent atteindre 2,5 m/s pour la crue de récurrence 100 ans. Compte tenu de la granulométrie du remblai (sable-sable fin), les vitesses d'écoulement en période de crue dans ce secteur sont considérées suffisamment élevées pour éroder le talus, et ce, même pour la crue de récurrence 2 ans.

L'analyse du régime de glace dans ce secteur a également permis d'établir que la rivière est habituellement complètement couverte de glace en hiver. L'épaisseur du couvert de glace de récurrence 1 :2 ans calculée est de 0,67 m. La configuration de la rivière dans ce secteur étant propice à la génération d'embâcle, la glace peut potentiellement atteindre et éroder des niveaux plus élevés sur les berges qu'en conditions hivernales normales. De plus, au printemps, les radeaux de glace flottant sur la surface de l'eau peuvent entrer en contact avec la berge. Dans un contexte de changement climatique, les débâcles hivernales seront plus fréquentes augmentant le risque que les glaces en mouvement exercent une force excessive sur les berges et accentuent le processus d'érosion.

Finalement, cette note technique présente également les calculs de dimensionnement de l'enrochement requis pour résister aux conditions d'écoulement et à la glace de rivière. Ainsi, la berge devrait être protégée avec de l'enrochement de calibre 500-1 000 mm afin de résister aux sollicitations des glaces.

En somme, les principales conclusions de cette étude sont les suivantes :

- les vitesses d'écoulement et le régime de glace en vigueur sont suffisamment sévères pour poursuivre l'érosion des berges déjà amorcée;
- la granulométrie de la berge est trop fine pour résister aux sollicitations hydrauliques et à la dynamique des glaces;
- la revanche pour ce site est très faible et la majeure partie du remblai est exposée à l'écoulement et aux forces érosives de la rivière Nipissis.

5.2 PM52

L'analyse hydrodynamique de la rivière Nipissis pour ce site, présentée à l'annexe D de la présente note technique, a permis d'établir les conditions d'écoulement ainsi que le régime de glace en vigueur pour ce site. Les résultats obtenus par modélisation bidimensionnelle ont permis d'établir les niveaux d'eau atteints et les vitesses d'écoulement lors du passage de crue de différentes récurrences. Les niveaux d'eau maximaux et les vitesses d'écoulement atteintes le long du remblai ferroviaire sont synthétisés au Tableau 5.2 suivant.

Tableau 5.2 Résultats des simulations hydrauliques 2D

PÉRIODE DE RETOUR (année)	DÉBIT DE POINTE (m ³ /s)	NIVEAU MAXIMAL ATTEINT ENTRE LES POINTS MILLIAIRES 52,69 ET 52,86 ¹ (m)	DÉGAGEMENT VERTICAL ENTRE LE NIVEAU D'EAU ET LE CHEMIN DE FER (m) ²	VITESSE PRÈS DE LA BERGE EN RIVE GAUCHE (m/s)
2	414	89,9	3,2	2,7
25	654	90,6	2,5	3,3
50	713	90,7	2,4	3,5
100	772	90,9	2,2	3,6

1 Le référentiel vertical utilisé correspond au CGVD2013.

2 L'élévation moyenne du chemin de fer est de 91,1 m.

Ces résultats indiquent d'abord que le dégagement vertical entre le sommet du chemin de fer et les niveaux d'eau atteints varie entre 2,2 m et 3,2 m pour des crues de récurrence de 2 ans à 100 ans. Ainsi, la majeure partie du remblai ferroviaire dans ce secteur est exposée à l'écoulement. Les vitesses d'écoulement obtenues par simulation le long du remblai atteignent 3,6 m/s pour la crue de récurrence 100 ans et demeurent très élevées à la crue 2 ans (2,7 m/s). Les vitesses d'écoulement sont plus élevées pour ce site en raison du rétrécissement du bief d'écoulement induit par la présence du remblai du chemin de fer.

L'analyse du régime des glaces indique qu'un couvert de glace complet se développe habituellement en hiver. L'épaisseur du couvert de glace de récurrence 1 :2 ans calculée pour ce site est de 0,67 m. La configuration de la rivière dans ce secteur étant aussi propice à la génération d'embâcle, la glace peut potentiellement atteindre et éroder des niveaux plus élevés sur les berges. De plus, au printemps, les radeaux de glace flottant sur la surface de l'eau peuvent entrer en contact avec la berge.

Finalement, cette note technique présente également les calculs de dimensionnement de l'enrochement requis pour ce site. Ainsi, la berge devrait être protégée avec de l'enrochement de calibre 500-1 000 mm afin de résister aux sollicitations des glaces et aux vitesses d'écoulement.

En somme, les principales conclusions de cette étude sont les suivantes :

- la majeure partie du remblai est exposée à l'écoulement et aux forces érosives de la rivière Nipississ;
- les vitesses d'écoulement sont très élevées le long de la berge;
- les conditions hydrauliques du régime de glace en vigueur sont suffisamment sévères pour éroder le remblai;
- la granulométrie des matériaux de la berge, y compris l'enrochement 200-300 mm, est trop fine pour résister aux vitesses d'écoulement en période de crue.

6.0 STABILITÉ ACTUELLE DU REMBLAI

6.1 PM36

Tel que mentionné précédemment, la pente maximale du talus peut atteindre 1H :1V. Le remblai est composé de sable et des décrochements superficiels du talus ont été observés récemment indiquant une stabilité précaire du remblai et l'érosion active de celui-ci. L'érosion de la berge déstabilise le talus et engendre des décrochements et des glissements de terrain superficiels. La distance minimale actuelle entre le rail et le haut de talus est d'environ 2,5 m. Compte tenu de ce faible dégagement, les décrochements et les glissements de terrain risquent d'affecter le chemin de fer et de compromettre la sécurité de ses usagers. Ce risque est encore plus important lors du passage d'un train compte tenu de la charge importante appliquée sur le remblai qui réduit la stabilité du talus. Le tronçon de 50 m situé au sud du site à l'étude est particulièrement à risque. Rappelons également que les relevés bathymétriques effectués montrent la présence d'une fosse d'affouillement à cet endroit indiquant une source d'instabilité en pied talus de ce même tronçon. L'érosion du pied de talus accentue progressivement la pente du talus ce qui diminue sa résistance au glissement de terrain engendrant de nouveaux glissements de terrain. La stabilité du talus est alors d'autant plus précaire.

6.2 PM52

Pour ce site, la pente du talus est d'environ 1,4H :1V et la hauteur de talus peut atteindre jusqu'à 10 m par rapport au fond de la rivière. Les relevés bathymétriques indiquent la présence d'une fosse d'affouillement prononcée dans la rivière Nipissis au pied du remblai du chemin de fer. D'après notre expérience récente sur des rivières comparables, les fosses d'affouillement peuvent progresser très rapidement même en dehors de période de crue en fonction de la nature des matériaux composant le substrat. D'autant plus que la géométrie de cette section de la rivière Nipissis est particulièrement propice à l'érosion due au rétrécissement marqué du bief d'écoulement dans le secteur du remblai.

En décembre 2010, une série de glissements de terrain superficiels sur le côté ouest du remblai du chemin de fer s'est produite (Journeaux Assoc., 2011). Ces glissements de terrain sont illustrés sur la Figure 6.1. La fosse d'affouillement est située au pied de cette section du remblai.

Ainsi, compte tenu de l'historique de glissements de terrain sur ce site, de la forte pente du remblai et de sa forte hauteur, il est considéré que la stabilité du remblai du chemin de fer est précaire et que l'évolution du processus d'érosion risque de déstabiliser le remblai et de compromettre la sécurité du chemin de fer. D'autant plus qu'une fosse d'affouillement est présente en pied de talus indiquant une source d'instabilité importante pour le remblai.



Figure 6.1 Glissement de terrain entre les points milliaires 52.69 et 52.86 en décembre 2010 (Journeaux et Assoc., 2011)

7.0 SYNTHÈSE ET CONCLUSION

Cette note technique a présenté, dans un premier temps, la méthodologie utilisée afin d'évaluer les niveaux de risque auxquels était exposé chacun des sites face aux processus d'érosion des berges. Suivant cette méthodologie, le niveau de risque établi, sur une échelle de 1 à 7, est de 7 au PM36 et de 6 au PM52. Ces deux sites sont donc une priorité critique pour IOC qui souhaite stabiliser tous les sites présentant un niveau de risque de 6 et de 7 en 2018 afin d'assurer la sécurité du transport ferroviaire et la protection de l'environnement.

À la suite de l'analyse des données disponibles et aux analyses hydrodynamiques effectuées pour les deux sites à l'étude, les conclusions suivantes sont ressorties :

- les vitesses d'écoulement en période de crue sont très élevées;
- les niveaux d'eau atteints en période de crue sont très élevés;
- des fosses d'affouillement sont observables en pied de talus des remblais ferroviaires;
- les berges sont composées de matériaux fins et friables;

- le diamètre de l’enrochement de protection requis pour résister aux glaces et à l’écoulement est de 500-1 000 mm;
- des décrochements et des glissements de terrain ont été observés dans les dernières années aux deux sites;
- la configuration de la rivière est propice à la formation d’embâcle;
- la rivière est généralement complètement recouverte de glace en hiver;
- la distance entre le rail du chemin de fer et le haut de talus est, par endroits, très faible.

Ces conclusions confirment qu’il y a érosion active des berges dans ces deux secteurs. Il y a donc un risque d’instabilité de talus élevé compromettant la pérennité et la sécurité des activités ferroviaires. La progression de l’érosion attendue sur ces deux sites pourrait avoir un coût environnemental, social et économique très important dans le cas d’un déraillement de train. C’est pourquoi il est capital de procéder le plus rapidement possible à la stabilisation de ces deux sites au cours de l’année 2018.

8.0 RÉFÉRENCES

- BGC. 2015. *IOC Railway Geohazard Management System: Risk Assessment System*. Report Issued by BGC Engineering Inc. To Iron Ore Company of Canada on November 25, 2015.
- BGC. 2017. May 2017. *Geohazard Inspection and updated ratings*, 31 July 2017.
- JOURNEAUX ET ASSOCIÉS. 2011. *Rapport pour la correction des dommages subis au chemin de fer QNS&L du Mile 17.5 au Mile 59.1*. Rapport L-11-1424, novembre 2011.

Préparée par :

Vincent Cormier, ing., M. Sc.
N° OIQ : 5059748

Vérifiée par :

Pierre Pelletier, ing., M. Sc.
N° OIQ : 104363

p. j. Annexes A à D

ANNEXE A

Annexe photographique

PROBLÉMATIQUES D'ÉROSION DE BERGES SUR LA RIVIÈRE NIPISSIS LE LONG DU CHEMIN DE FER QNS&L – JUSTIFICATION DE TRAVAUX D'URGENCE

Annexe photographique



Photo 1

Rivière Nipissis entre les points milliaires 36,69 et 36,80 - Vue vers l'amont, le 2 décembre 2016



Photo 2

Rivière Nipissis entre les points milliaires 36,69 et 36,80 - Vue vers l'aval, le 2 décembre 2016

PROBLÉMATIQUES D'ÉROSION DE BERGES SUR LA RIVIÈRE NIPISSIS LE LONG
DU CHEMIN DE FER QNS&L – JUSTIFICATION DE TRAVAUX D'URGENCE

Annexe photographique



Photo 3

Rivière Nipissis entre les points milliaires 36,69 et 36,80 - Vue vers l'amont, le 3 décembre 2016



Photo 4

Rivière Nipissis entre les points milliaires 36,69 et 36,80 - Vue vers l'aval, le 3 décembre 2016

PROBLÉMATIQUES D'ÉROSION DE BERGES SUR LA RIVIÈRE NIPISSIS LE LONG DU CHEMIN DE FER QNS&L – JUSTIFICATION DE TRAVAUX D'URGENCE

Annexe photographique



Photo 5

Rivière Nipissis entre les points milliaires 36,69 et 36,80 - Matériaux de remblai en surface de la voie ferrée



Photo 6

Rivière Nipissis entre les points milliaires 36,69 et 36,80 - Érosion du talus à proximité d'un poteau électrique, le 3 décembre 2016

PROBLÉMATIQUES D'ÉROSION DE BERGES SUR LA RIVIÈRE NIPISSIS LE LONG
DU CHEMIN DE FER QNS&L – JUSTIFICATION DE TRAVAUX D'URGENCE

Annexe photographique



Photo 7

Rivière Nipissis entre les points milliaires 36,69 et 36,80 - Érosion du talus sur la portion sud du site, le 3 décembre 2016



Photo 8

Rivière Nipissis entre les points milliaires 36,69 et 36,80 - Érosion significative du talus sur la portion sud du site, le 3 décembre 2016

PROBLÉMATIQUES D'ÉROSION DE BERGES SUR LA RIVIÈRE NIPISSIS LE LONG DU CHEMIN DE FER QNS&L – JUSTIFICATION DE TRAVAUX D'URGENCE

Annexe photographique



Photo 9

Rivière Nipissis entre les points milliaires 36,69 et 36,80 - Érosion significative du talus, le 3 décembre 2016



Photo 10

Rivière Nipissis entre les points milliaires 36,69 et 36,80 - Érosion significative du talus, le 9 novembre 2017

PROBLÉMATIQUES D'ÉROSION DE BERGES SUR LA RIVIÈRE NIPISSIS LE LONG DU CHEMIN DE FER QNS&L – JUSTIFICATION DE TRAVAUX D'URGENCE

Annexe photographique



Photo 11

Rivière Nipissis entre les points milliaires 52,69 et 52,86 - Vue vers l'amont, le 2 décembre 2016



Photo 12

Rivière Nipissis entre les points milliaires 52,69 et 52,86 - Vue vers l'aval, le 2 décembre 2016

PROBLÉMATIQUES D'ÉROSION DE BERGES SUR LA RIVIÈRE NIPISSIS LE LONG
DU CHEMIN DE FER QNS&L – JUSTIFICATION DE TRAVAUX D'URGENCE

Annexe photographique



Photo 13

Rivière Nipissis entre les points milliaires 52,69 et 52,86 - Vue vers l'amont du côté est de la voie ferrée



Photo 14

Rivière Nipissis entre les points milliaires 52,69 et 52,86 - Vue vers l'aval du côté est de la voie ferrée

PROBLÉMATIQUES D'ÉROSION DE BERGES SUR LA RIVIÈRE NIPISSIS LE LONG
DU CHEMIN DE FER QNS&L – JUSTIFICATION DE TRAVAUX D'URGENCE

Annexe photographique



Photo 15

Rivière Nipissis entre les points milliaires 52,69 et 52,86 - Sortie aval du ponceau n° 1 traversant le remblai



Photo 16

Rivière Nipissis entre les points milliaires 52,69 et 52,86 - Sortie aval du ponceau n° 2 traversant le remblai

PROBLÉMATIQUES D'ÉROSION DE BERGES SUR LA RIVIÈRE NIPISSIS LE LONG
DU CHEMIN DE FER QNS&L – JUSTIFICATION DE TRAVAUX D'URGENCE

Annexe photographique



Photo 17

Rivière Nipissis entre les points milliaires 52,69 et 52,86 - Protection en enrochement (calibre de 200-300 mm) d'une portion de 50 m du remblai du côté ouest



Photo 18

Rivière Nipissis entre les points milliaires 52,69 et 52,86 - Protection en enrochement (calibre de 200-300 mm) d'une portion de 50 m du remblai du côté ouest

PROBLÉMATIQUES D'ÉROSION DE BERGES SUR LA RIVIÈRE NIPISSIS LE LONG
DU CHEMIN DE FER QNS&L – JUSTIFICATION DE TRAVAUX D'URGENCE

Annexe photographique



Photo 19

Rivière Nipissis entre les points milliaires 52,69 et 52,86 - Portion végétalisée du talus du côté ouest du remblai



Photo 20

Rivière Nipissis entre les points milliaires 52,69 et 52,86 - Portion végétalisée du talus du côté ouest du remblai

PROBLÉMATIQUES D'ÉROSION DE BERGES SUR LA RIVIÈRE NIPISSIS LE LONG
DU CHEMIN DE FER QNS&L – JUSTIFICATION DE TRAVAUX D'URGENCE

Annexe photographique



Photo 21

Rivière Nipissis entre les points milliaires 52,69 et 52,86 - Signe d'érosion en rive gauche de la rivière Nipissis en amont du site

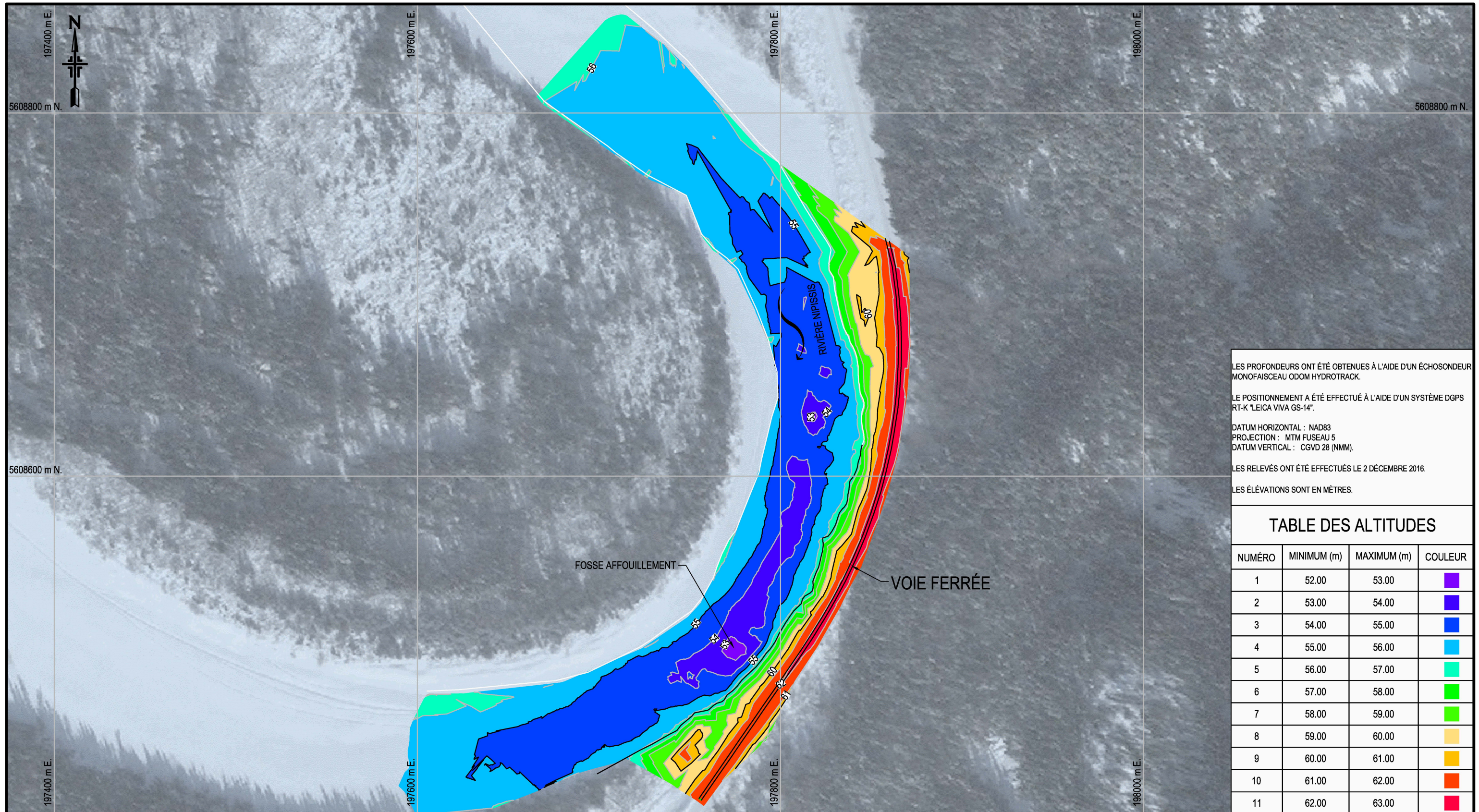


Photo 22

Rivière Nipissis entre les points milliaires 52,69 et 52,86 - Signe d'érosion en rive gauche de la rivière Nipissis en amont du site

ANNEXE B

Cartes des relevés topographiques et bathymétriques



LES PROFONDEURS ONT ÉTÉ OBTENUES À L'AIDE D'UN ÉCHOSONDEUR MONOFAISCEAU ODOM HYDROTRACK.

LE POSITIONNEMENT A ÉTÉ EFFECTUÉ À L'AIDE D'UN SYSTÈME DGPS RT-K "LEICA VIVA GS-14".

DATUM HORIZONTAL : NAD83
 PROJECTION : MTM FUSEAU 5
 DATUM VERTICAL : CGVD 28 (NMM).

LES RELEVÉS ONT ÉTÉ EFFECTUÉS LE 2 DÉCEMBRE 2016.

LES ÉLÉVATIONS SONT EN MÈTRES.

TABLE DES ALTITUDES

NUMÉRO	MINIMUM (m)	MAXIMUM (m)	COULEUR
1	52.00	53.00	■
2	53.00	54.00	■
3	54.00	55.00	■
4	55.00	56.00	■
5	56.00	57.00	■
6	57.00	58.00	■
7	58.00	59.00	■
8	59.00	60.00	■
9	60.00	61.00	■
10	61.00	62.00	■
11	62.00	63.00	■



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

TITRE :

RELEVÉS TOPOGRAPHIQUES ET BATHYMETRIQUES RÉALISÉS ENTRE LES POINTS MILIAIRES 36.69 À 36.80

NO PROJET :

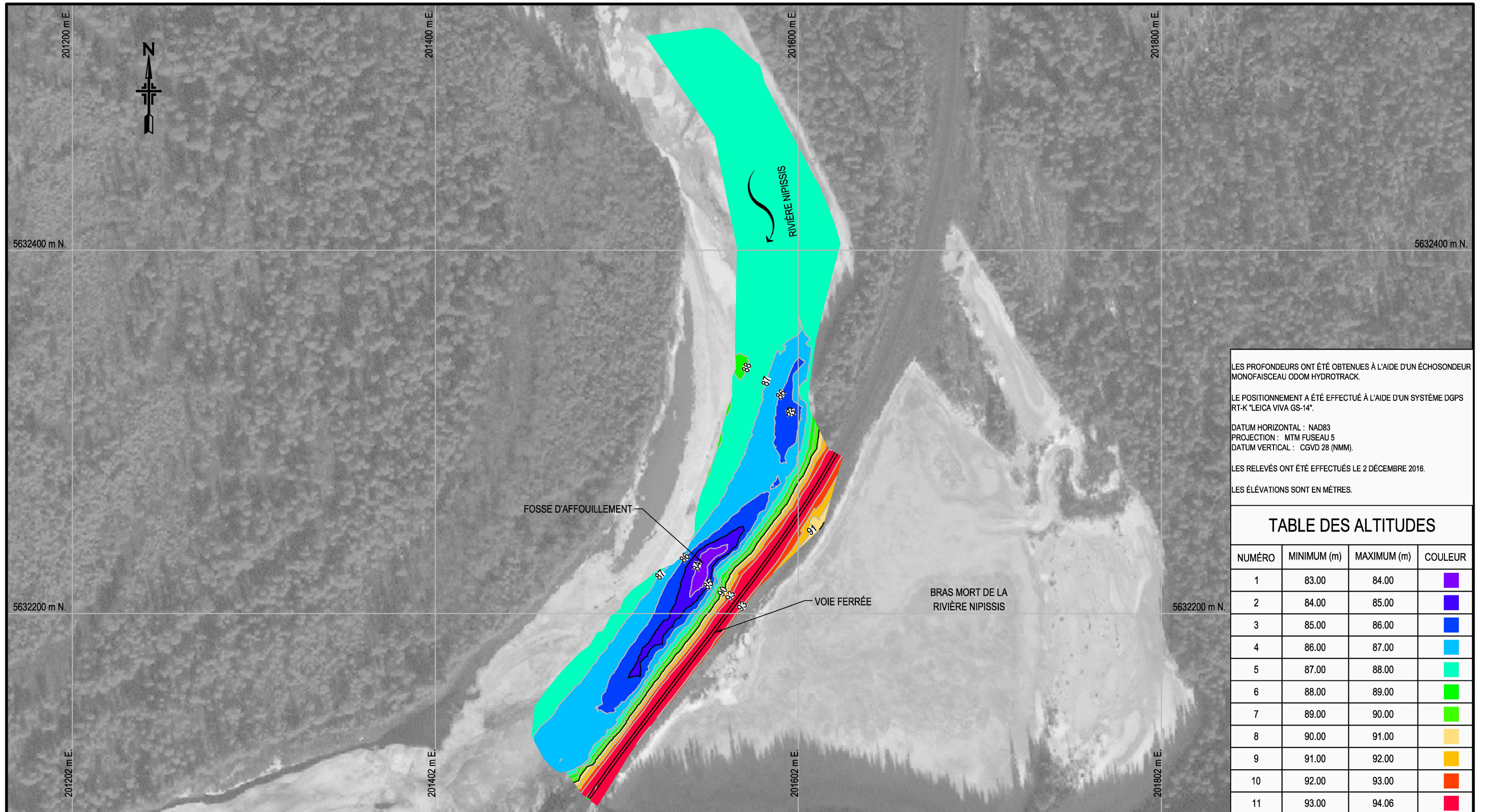
171-14031-00

DATE :

2018-01-23

CARTE NO :

01



LES PROFONDEURS ONT ÉTÉ OBTENUES À L'AIDE D'UN ÉCHOSONDEUR MONOFAISCEAU ODOM HYDROTRACK.

LE POSITIONNEMENT A ÉTÉ EFFECTUÉ À L'AIDE D'UN SYSTÈME DGPS RT-K "LEICA VIVA GS-14".

DATUM HORIZONTAL : NAD83
 PROJECTION : MTM FUSEAU 5
 DATUM VERTICAL : CGVD 28 (NMM).

LES RELEVÉS ONT ÉTÉ EFFECTUÉS LE 2 DÉCEMBRE 2016.

LES ÉLÉVATIONS SONT EN MÈTRES.

TABLE DES ALTITUDES

NUMÉRO	MINIMUM (m)	MAXIMUM (m)	COULEUR
1	83.00	84.00	■
2	84.00	85.00	■
3	85.00	86.00	■
4	86.00	87.00	■
5	87.00	88.00	■
6	88.00	89.00	■
7	89.00	90.00	■
8	90.00	91.00	■
9	91.00	92.00	■
10	92.00	93.00	■
11	93.00	94.06	■



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

TITRE :

RELEVÉS TOPOGRAPHIQUES ET BATHYMETRIQUES RÉALISÉS ENTRE LES POINTS MILIAIRES 52.69 À 52.86

NO PROJET :

171-14031-00

DATE :

2018-01-23

CARTE NO :

02

ANNEXE C

Analyse hydrodynamique de la rivière Nipissis entre
les points milliaires 36,69 et 36,80



NOTE TECHNIQUE

DESTINATAIRES : M. Yvon Chouinard, Compagnie minière IOC (IOC)
M. Marc Lévesque, Compagnie minière IOC (IOC)
M. Dominique Sirois, Compagnie minière IOC (IOC)

EXPÉDITEUR : M. Vincent Cormier, WSP Canada Inc.

COPIE : M. Christophe M. Lambert, WSP Canada Inc.
M. Simon Nolin, WSP Canada Inc.

DATE : 29/01/2018

OBJET : **Analyse hydrodynamique de la rivière Nipissis entre les points milliaires 36,69 et 36,80 du chemin de fer Quebec North Shore & Labrador (QNS&L) – Version finale**
Réf. WSP : 171-14031-00
Réf. IOC : 18-02-35670

1.0 INTRODUCTION

Le chemin de fer Quebec North Shore & Labrador (QNS&L), reliant Labrador City à Sept-Îles, emprunte la vallée de la rivière Moisie et de son affluent, la rivière Nipissis. Entre les points milliaires (PM) 36,69 et 36,80, le chemin de fer est situé en bordure de la rivière Nipissis et une problématique d'érosion y est en vigueur. La Compagnie minière IOC (IOC) souhaite mettre en œuvre des travaux de stabilisation visant à limiter le risque d'érosion dans ce secteur. Pour ce faire, il est nécessaire d'effectuer une étude de pré faisabilité visant à établir les options d'intervention les plus appropriées. Dans le cadre de cette étude, il est primordial d'effectuer une analyse hydrodynamique de la rivière Nipissis afin de déterminer les niveaux d'eau atteints en période de crue ainsi que les vitesses d'écoulement dans ce secteur de la rivière. Ces informations sont essentielles pour développer des options d'intervention adéquates. Ainsi, cette note technique présente la méthodologie utilisée, les résultats obtenus ainsi que les critères de conception recommandés quant à la stabilisation du talus.

2.0 DONNÉES DISPONIBLES

2.1 Campagnes de relevés par WSP

Deux campagnes de relevés bathymétriques et topographiques ont été réalisées par WSP dans ce secteur. La première campagne a été effectuée le 3 décembre 2016 et a permis de récolter les données suivantes :

- la bathymétrie de la rivière Nipissis sur une longueur totale de 560 m;

- la topographie du chemin de fer et de la berge en rive gauche de la rivière sur une longueur de 335 m;
- un profil longitudinal de la ligne d'eau avec jaugeage du débit associé. Le débit jaugé était de 63 m³/s.

La deuxième campagne a été effectuée entre les 11 et 14 novembre 2017 et a permis de récolter les données suivantes :

- la bathymétrie de la rivière Nipissis le long de sections transversales espacées d'environ 80 m sur une longueur d'environ 1,8 km;
- une topographie complémentaire du chemin de fer et de la berge en rive gauche de la rivière sur une longueur de 175 m afin d'évaluer l'évolution de la zone érodée entre les deux campagnes de relevés;
- un profil longitudinal de la ligne d'eau avec jaugeage du débit associé. Le jaugeage a été effectué à 600 m en amont du site à l'étude, le 14 novembre 2017, et le débit jaugé était de 108 m³/s.

2.2 Données topographiques complémentaires

En plus des relevés topographiques réalisés par WSP en 2016 et 2017, le relevé LiDAR, réalisé par McElhanney Consulting Services Ltd en juin 2015, a été utilisé afin de compléter la définition de la topographie de la zone à l'étude.

De plus, un modèle numérique de terrain à l'échelle 1:20 000 (ministère de l'Énergie et des Ressources naturelles (MERN), feuillets 022I-J-O-P et 023A-B) a été utilisé pour délimiter le bassin versant de la rivière Nipissis.

3.0 HYDROLOGIE

3.1 Approche

Les débits de crues de la rivière Nipissis pour différentes périodes de retour ont été évalués en procédant à une analyse de fréquences des crues maximales annuelles, en accomplissant les tâches suivantes :

- définition des caractéristiques du bassin versant;
- choix d'une station hydrométrique de référence;
- extraction d'un échantillon des débits maximums annuels (journaliers);
- analyse de fréquences en choisissant le ou les meilleurs ajustements avec une loi statistique d'extrêmes;
- transposition des débits de crues à la zone d'étude en tenant compte du rapport de la superficie des bassins versants;
- application d'un facteur de pointe pour convertir le débit moyen journalier en valeur instantanée.

3.2 Caractéristiques du bassin versant

La rivière Nipississ s'écoule sur la rive nord du Saint-Laurent dans la région de la Côte-Nord du Québec. Son axe d'écoulement principal est orienté vers le sud. Le bassin versant de la rivière Nipississ, entre les points milliaires 36,69 et 36,80, couvre une superficie de 4 031 km². Ce bassin versant se trouve en région vallonnée majoritairement boisée. La superficie totale des lacs à l'intérieur de ce bassin versant est d'environ 430 km², soit 11 % de la superficie totale du bassin versant. La Carte 3.1 présente la délimitation du bassin versant de la rivière Nipississ au site à l'étude.

3.3 Analyse de fréquences des crues

La rivière Nipississ n'étant pas jaugée, ses débits de pointe ont été calculés à partir d'une analyse statistique de fréquences sur les débits moyens journaliers enregistrés à une station hydrométrique avoisinante. Une transposition de bassin versant a ensuite été effectuée pour ajuster les débits calculés au site à l'étude. Un facteur de pointe a par la suite été appliqué sur les débits obtenus afin d'obtenir les valeurs de débits maximaux instantanés associées à différentes périodes de retour.

Le logiciel HYFRAN, développé par l'Institut national de recherche scientifique (INRS, 2002), a été utilisé pour effectuer l'analyse fréquentielle à partir d'une série hydrologique de crues. Les lois de distribution les plus couramment utilisées pour l'analyse de fréquences d'événements de crues extrêmes, d'après le Conseil national de recherches du Canada (CNRC, 1990), sont : Pearson de type III, Gumbel, Normale et la loi générale des valeurs extrêmes (GEV). Parmi toutes ces distributions, celle présentant le meilleur ajustement à l'échantillon a été retenue pour établir les caractéristiques des crues. C'est la loi de distribution Gumbel qui fut retenue dans le cadre de cette analyse.

La station hydrométrique de référence sélectionnée est la station 072301 du ministère du Développement durable, de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques (MDDELCC) située sur la rivière Moisie à 5,1 km en amont du pont QNS&L. Le bassin versant de la rivière Moisie y est de 19 012 km². Cette station hydrométrique a été sélectionnée puisque son bassin versant présente des caractéristiques semblables au bassin versant de la Nipississ et puisque la rivière Nipississ est un tributaire direct de la rivière Moisie. Le bassin versant de la Nipississ est donc inclus à l'intérieur du bassin versant de la rivière Moisie. Les caractéristiques de cette station hydrométrique sont présentées au Tableau 3.1.

Tableau 3.1 Caractéristiques de la station hydrométrique 072301 du MDDELCC

NOM DE LA STATION	DISTANCE DE LA ZONE D'ÉTUDE (km)	SUPERFICIE DU BASSIN VERSANT (km ²)	TAILLE DE L'ÉCHANTILLON (année)	COORDONNÉES (degrés décimaux)	
				LATITUDE	LONGITUDE
Moisie	31	19 012	53	50.348837°	-66.188218°

3.4 Transposition à la zone d'étude

Il est possible de procéder à une estimation des débits de crues pour des sites situés en amont ou en aval d'une station hydrométrique, en transposant les débits de crues obtenus à la station à l'aide de l'équation suivante :

$$Q_1 = Q_2 \left\{ \frac{A_1}{A_2} \right\}^a$$

Où :

Q_1 : débit de crue au site étudié

Q_2 : débit de crue au site jaugé

A_1 : superficie du bassin versant au site étudié

A_2 : superficie du bassin versant au site jaugé

a : exposant régional

Il est possible de déterminer l'exposant a si on dispose d'un nombre suffisant de données pour 2 stations hydrométriques, ce qui n'est pas le cas pour notre étude. Un exposant se situant entre 0,7 et 0,9 est généralement préconisé. Le 14 novembre 2017, le débit jaugé dans la rivière Nipissis au droit du site à l'étude était de 108 m³/s alors que le débit journalier moyen à la station 072301 était de 482 m³/s. Pour ces débits, l'exposant régional est de 0,96, mais une valeur de 0,9 sera toutefois retenue afin de demeurer conservateur.

Cette équation permet d'évaluer un facteur de transposition des données à la station 072301 vers la zone d'étude de 0,248¹.

3.5 Facteur de pointe

Le facteur de pointe permet de calculer un débit de pointe (débit instantané) à partir d'un débit moyen journalier d'une crue. Le facteur de pointe utilisé dans cette étude est celui de la station 072301 de la rivière Moisie. Une valeur de 1,03 est proposée pour les crues de printemps de cette station par le Centre d'expertise hydrique du Québec (MDDELCC, 2015). Ce facteur a été obtenu à partir de la moyenne des facteurs de pointe calculée en période de crue, pour la période du 21 mars au 21 juin.

3.6 Débits de pointe

Les débits de pointe obtenus par analyse fréquentielle à la station 072301 et au site à l'étude (PM 36,69 à 36,80) sont présentés au Tableau 3.2. Les débits unitaires y sont ajoutés à titre informatif. Ces débits de pointe seront utilisés comme intrant dans le modèle hydrodynamique du secteur afin d'évaluer les niveaux d'eau et les vitesses d'écoulement pour différentes périodes de retour.

Tableau 3.2 Débits de pointe estimés au site à l'étude (PM 36,69 à 36,80)

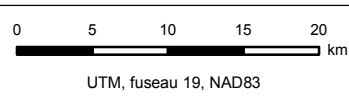
PÉRIODE DE RETOUR (année)	DÉBIT DE POINTE (m ³ /s)		DÉBIT UNITAIRE (l/s/ha)
	STATION 072301 (19 012 km ²)	PM 36,69 À 36,80 (4 031 km ²)	PM 36,69 À 36,80 (4 031 km ²)
2	2 163	536	1,3
10	2 997	742	1,8
25	3 420	847	2,1
50	3 729	923	2,3
100	4 038	1 000	2,5

¹ $(4\ 031\ \text{km}^2 / 19\ 012\ \text{km}^2)^{0,9} = 0,248$.



Analyse hydro-dynamique de la rivière Nipissis entre les points milliaires 36.69 et 36.80

Carte 3.1
 Délimitation du bassin versant de la rivière Nipissis au PM 36.7



Sources :
 Images : Bing, DigitalGlobe, 2017
 Données topographiques : BNDT, feuillets 250k, 2007-04-01
 Fichier WSP : 171-14031-00_C1_BV_PM367.mxd

Décembre 2017
 WSP : 171-14031-00



4.0 HYDRAULIQUE

4.1 Description du modèle hydraulique

Un modèle hydraulique bidimensionnel (2D) a été mis en œuvre afin d'établir les conditions d'écoulement dans la rivière Nipissis entre les PM 36,69 et 36,80. Les niveaux d'eau et les vitesses d'écoulement ont été évalués pour différents débits caractéristiques. Le logiciel HEC-RAS, version 5.0.3 a été utilisé à cette fin. Ce logiciel, développé par le U.S. Army Corps of Engineers, résout les équations de Saint-Venant en deux dimensions, faisant appel à l'approche par volume fini. L'application de HEC-RAS requiert une discrétisation géométrique du domaine de calcul en un maillage sous forme de cellules de forme généralement régulière.

Le domaine modélisé, illustré à la Carte 4.1, est découpé en éléments carrés de 2 m x 2 m. Il en résulte un maillage de densité uniforme, excepté aux frontières du modèle où les cellules peuvent être de forme pentagonale ou hexagonale. Le maillage est composé de 31 505 cellules de 4 m² chacune.

Un modèle numérique de terrain a été créé à partir des données bathymétriques et topographiques disponibles. Les caractéristiques hydrauliques de la rivière sont calculées pour chaque cellule du maillage à partir des caractéristiques du modèle numérique de terrain sous-jacent.

Les conditions imposées aux frontières du modèle numérique sont les suivantes :

- le débit de la rivière Nipissis entrant à la limite amont du modèle;
- un niveau d'eau est imposé à la limite aval du modèle. Une courbe de tarage a été développée à la limite aval du modèle à partir des niveaux d'eau mesurés et des débits jaugés ainsi qu'à partir de la hauteur normale d'écoulement calculée pour la pente d'écoulement.

4.2 Étalonnage et courbe de tarage à la limite aval du modèle

Afin d'établir la courbe de tarage à la limite aval du modèle 2D, un modèle unidimensionnel (1D) a d'abord été créé à l'aide du logiciel HEC-RAS. Le domaine modélisé, illustré à la Carte 4.1, s'étend sur 550 m et 23 sections ont été modélisées. L'étalonnage du modèle HEC-RAS 1D a été effectué à partir des données de terrain recueillies le 3 décembre 2016, le 9 novembre 2017, le 14 novembre 2017 ainsi que les photos de l'inspection de BGC Engineering du 21 mai 2017. Les lignes d'eau relevées ont permis de valider les paramètres du modèle ainsi que la géométrie de la section de contrôle située en aval du PM 36,69. Lors du calage, le débit jaugé est imposé à la condition frontière amont du modèle, alors que le niveau d'eau mesuré à l'aval pour le débit considéré est imposé à l'aval. Pour les débits pour lesquels aucune mesure de niveaux d'eau n'est disponible, la hauteur normale d'écoulement pour une pente de 0,05 % est imposée à l'aval. La Figure 4.1 présente les profils en long du modèle HEC-RAS pour les débits d'étalonnage ainsi que les niveaux d'eau mesurés. Les résultats de cette figure montrent que le modèle est calibré pour les débits jaugés.

La Figure 4.2 illustre la courbe de tarage aval étalonnée.

Légende

— Section du modèle 1D

▭ Limites du modèle 2D

Modèle Numérique d'Élévation (m)

130 - 140

120 - 130

110 - 120

100 - 110

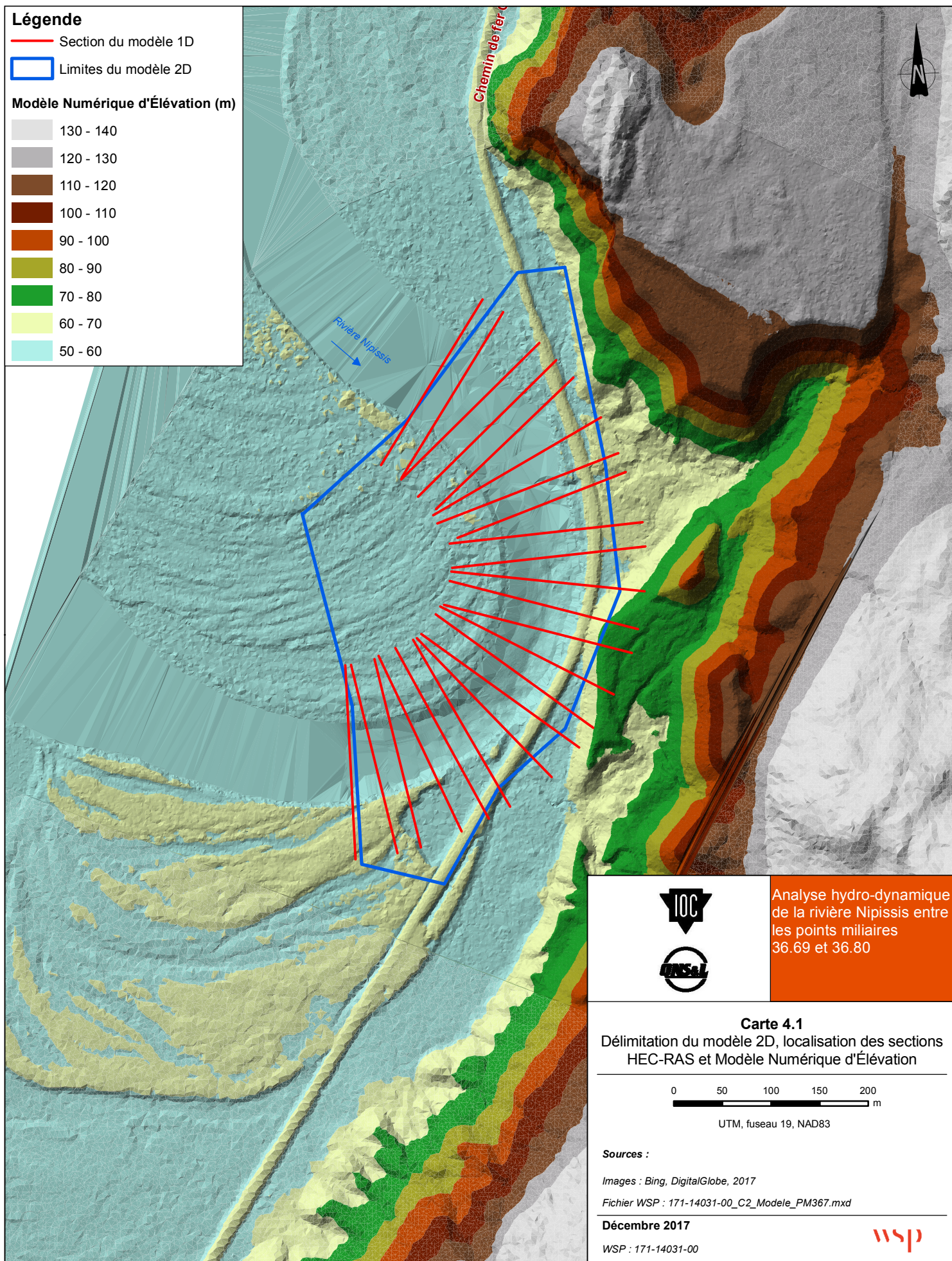
90 - 100

80 - 90

70 - 80

60 - 70

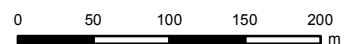
50 - 60



Analyse hydro-dynamique
de la rivière Nipissis entre
les points miliars
36.69 et 36.80

Carte 4.1

Délimitation du modèle 2D, localisation des sections
HEC-RAS et Modèle Numérique d'Élévation



UTM, fuseau 19, NAD83

Sources :

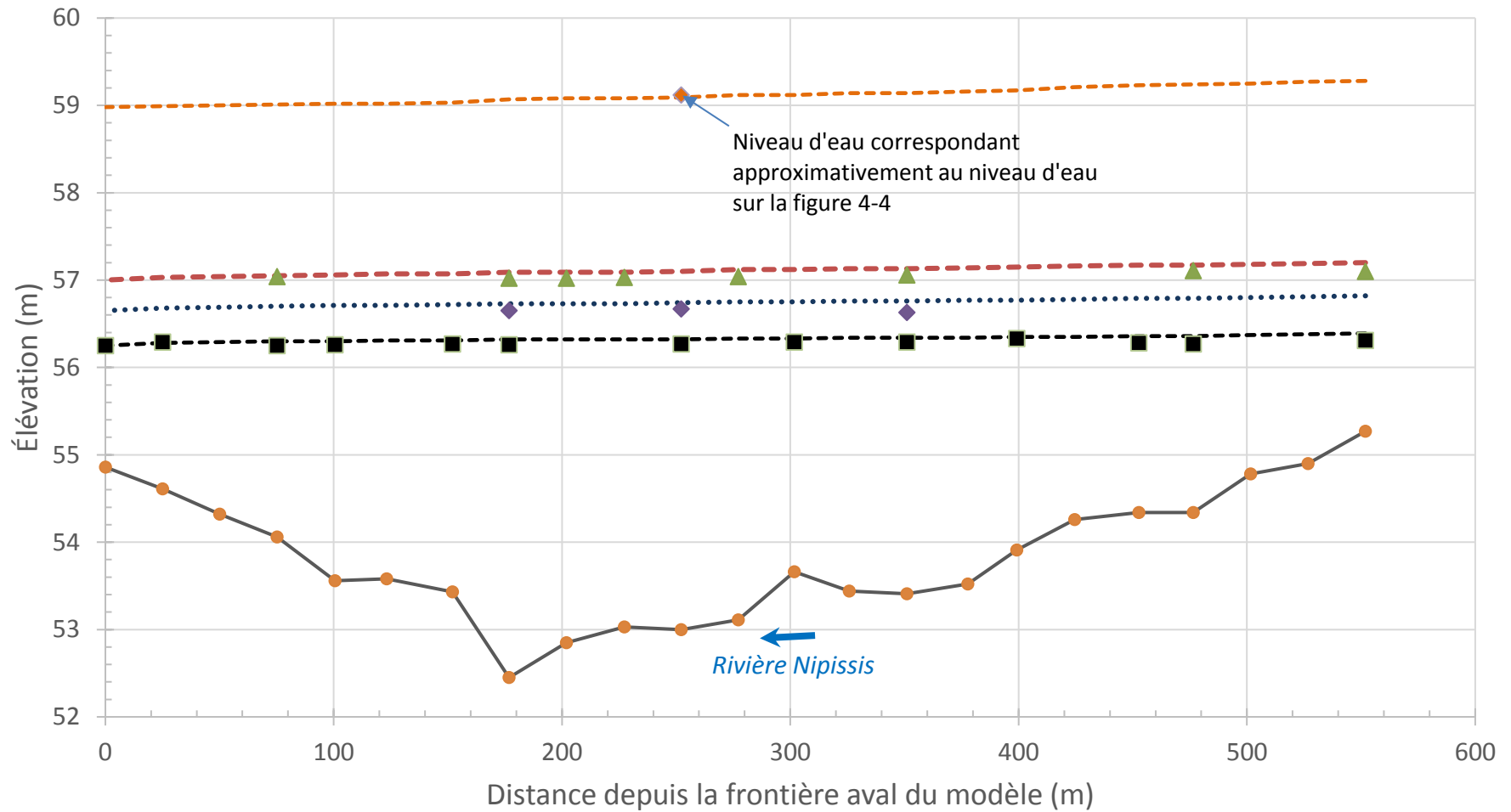
Images : Bing, DigitalGlobe, 2017

Fichier WSP : 171-14031-00_C2_Modele_PM367.mxd

Décembre 2017

WSP : 171-14031-00





- 2017-12-03 : Q=49,8 m³/s
- 2017-05-21 : Q=497,4 m³/s
- Niveau mesuré 02-12-2016
- ◆ Niveau mesuré 14-11-2017
- Fond
- 2017-11-14 : Q=102,1 m³/s
- 9-11-2017 : Q=145,1 m³/s
- ▲ Niveau mesuré le 09-11-2017
- ◆ Niveau approximé 21-05-2017

Figure 4-1 : Profil en long du modèle HEC RAS pour les débits d'étalonnage.

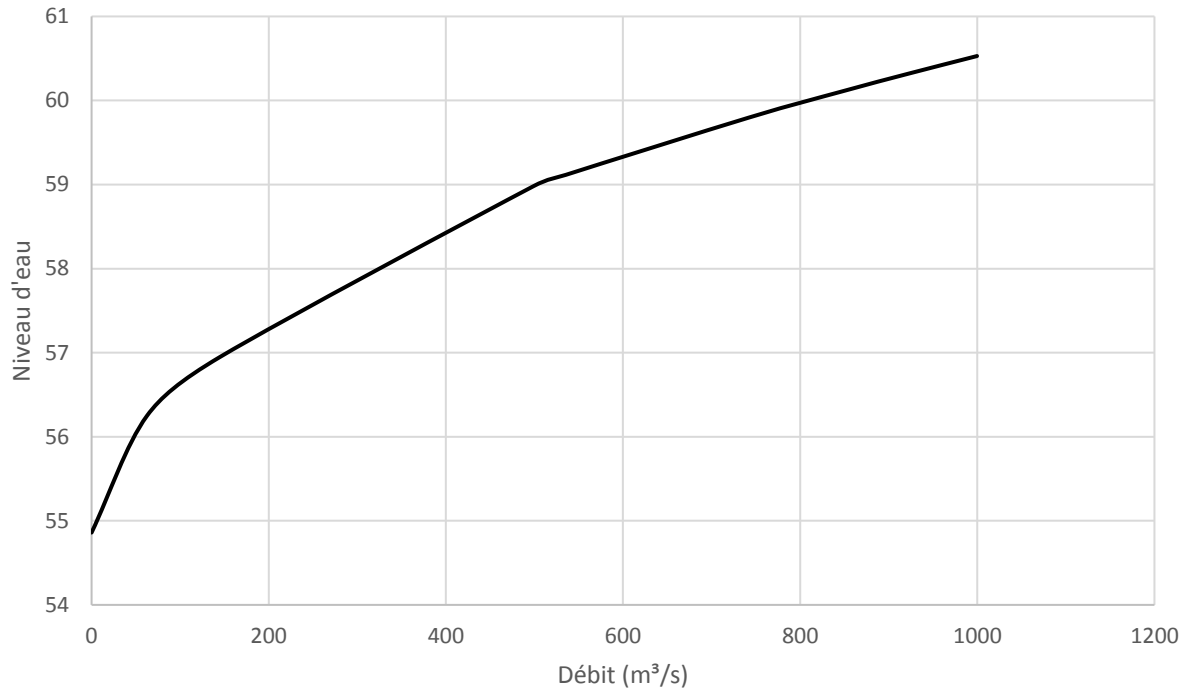


Figure 4.2 Courbe de tarage imposée à la limite aval du modèle 2D

4.3 Validation de la courbe de tarage aval

Les conditions d'écoulement observées le 21 mai 2017 par BGC Engineering ont été utilisées pour valider la courbe de tarage aval (Figure 4.2). Le profil longitudinal de la surface libre pour cet événement est illustré à la Figure 4.1.

Le débit au site le 21 mai 2017 a été estimé par transposition de bassin versant à partir du débit journalier enregistré à la station 072301 sur la rivière Moisie, soit 1 955 m³/s. Le débit de pointe calculé par transposition de bassin versant au site à l'étude, le 21 mai 2017, est donc de 499 m³/s². Ce débit est légèrement inférieur au débit de pointe de récurrence 2 ans (536 m³/s, Tableau 3.2). Puisque le niveau d'eau à l'aval du modèle pour ce débit n'est pas connu, une hauteur normale d'écoulement pour une pente de 0,05 % a été imposée à l'aval du modèle. Le niveau d'eau atteint pour cet événement au droit du poteau électrique, tel qu'illustré sur la Figure 4.3, a été relevé sur le site à l'aide d'un GPS à la suite de l'interprétation de cette photo. Le niveau d'eau atteint lors de la crue du 21 mai 2017 est donc évalué à 59,1 m. Tel qu'illustré à la Figure 4.1, la ligne d'eau simulée donne un niveau d'eau semblable à celui interprété au poteau électrique. Notons également que ce niveau correspond à la ligne des hautes eaux (LHE) déterminée sur le site, qui est généralement associée au débit de pointe de récurrence 2 ans. Le modèle unidimensionnel est donc jugé adéquat afin d'établir la courbe de tarage à la limite aval du modèle 2D.

2 1 955 m³/s * 0,248*1,03 = 484 m³/s.



Figure 4.3 Photo prise par hélicoptère le 21 mai 2017 au PM 36,7 (BGC Engineering, 2017)

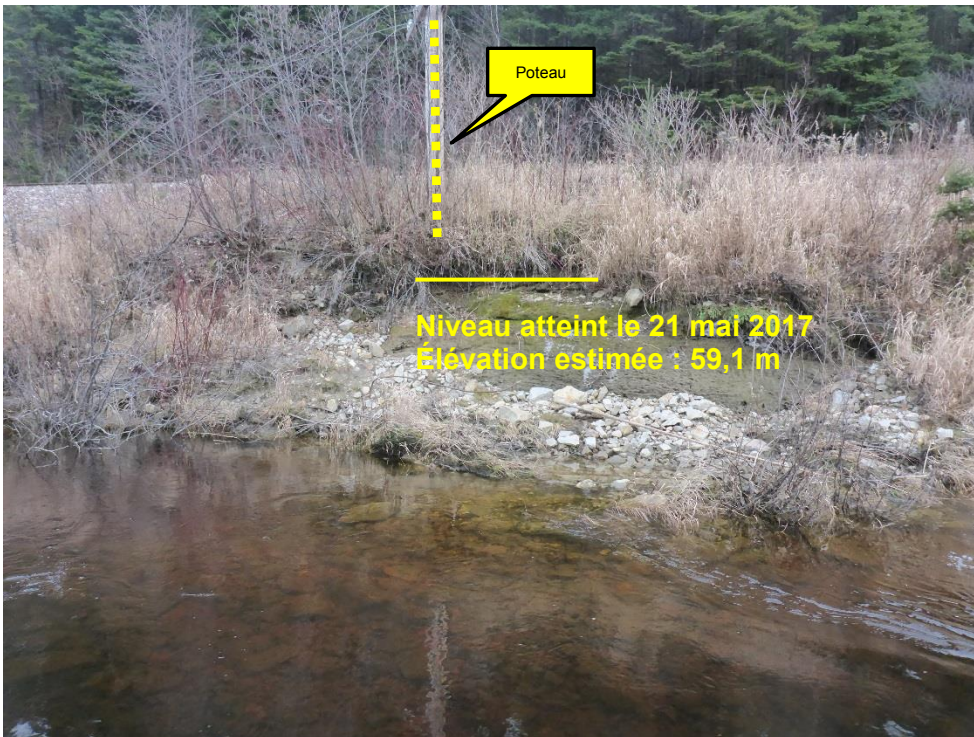


Figure 4.4 Photo prise de la rivière Nipissis par WSP (novembre 2017) présentant le niveau atteint estimé le 21 mai 2017

4.4 Résultats

Les scénarios de crues considérés sont les crues de récurrence 2, 25, 50 et 100 ans. Les niveaux d'eau maximums atteints le long du chemin de fer entre les PM 36,69 et 36,80 ainsi que les vitesses d'écoulement maximal sont présentés au Tableau 4.1. Les lignes d'eau pour ces différents scénarios de crues le long du chemin de fer sont montrées à la Figure 4.5. La Carte 4.2 présente la distribution des vitesses d'écoulement dans le tronçon modélisé lors du passage de la crue 100 ans. Ces résultats indiquent que, en conditions de crues 100 ans, le niveau maximal atteint est de 60,9 m, soit environ 0,4 m sous l'élévation minimale du remblai du rail (61,3 m). Les vitesses maximales atteintes dans ce tronçon de la rivière Nipissis sont de 2,5 m/s.

Tableau 4.1 Résultats des modélisations 2D

PÉRIODE DE RETOUR (année)	DÉBIT DE POINTE (m ³ /s)	NIVEAU MAXIMAL ATTEINT ENTRE LES PM 36,69 ET 36,80 ¹ (m)	VITESSE MAXIMALE (m/s)
2	536	59,4	2,1
25	847	60,5	2,1
50	923	60,6	2,4
100	1 000	60,9	2,5

1 Le référentiel vertical utilisé correspond au CGVD2013.

Le dégagement vertical, entre le sommet du chemin de fer et les niveaux atteints lors du passage des crues 25, 50 et 100 ans, est inférieur à 1 m. Afin d'assurer une protection contre les glaces et les débris pouvant flotter à la surface de l'eau, il est recommandé de protéger la berge du chemin de fer sur toute sa hauteur jusqu'au sommet du remblai, soit jusqu'à une élévation variant entre 61,5 m et 61,3 m. L'ouvrage de protection donnerait donc une revanche variant entre 0,7 m et 0,9 m au-dessus du niveau maximal atteint lors du passage de la crue 50 ans.

Les résultats des modélisations indiquent que les vitesses d'écoulement maximales sont de 2,5 m/s, en crue 100 ans, dans ce tronçon de la rivière. Ces vitesses sont suffisantes pour éroder le talus dans son état actuel et l'option de stabilisation de la berge devra pouvoir résister à ces vitesses d'écoulement. Le calcul de dimensionnement du diamètre d'enrochement requis est fourni à la section 6 de la présente note technique.

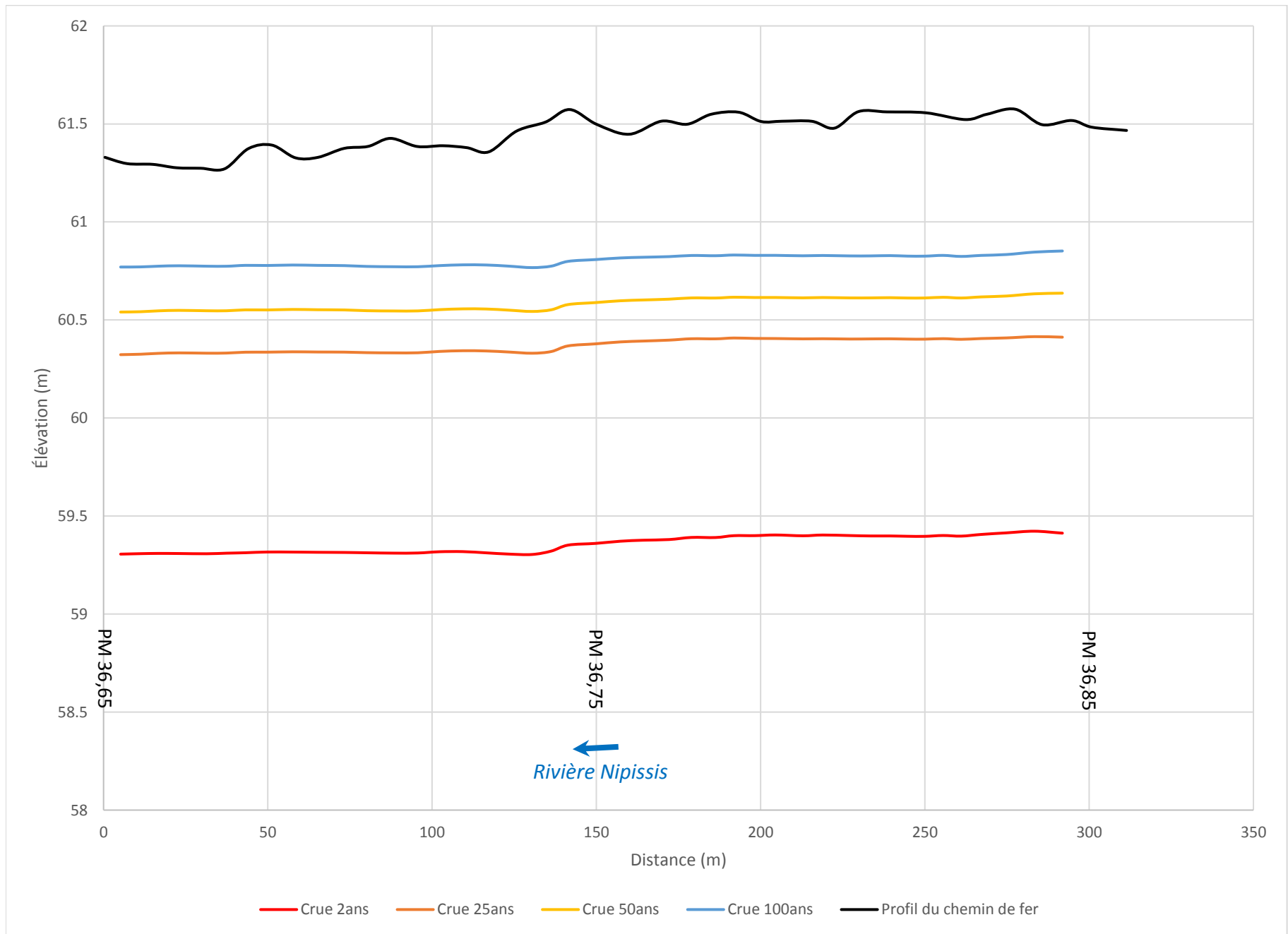
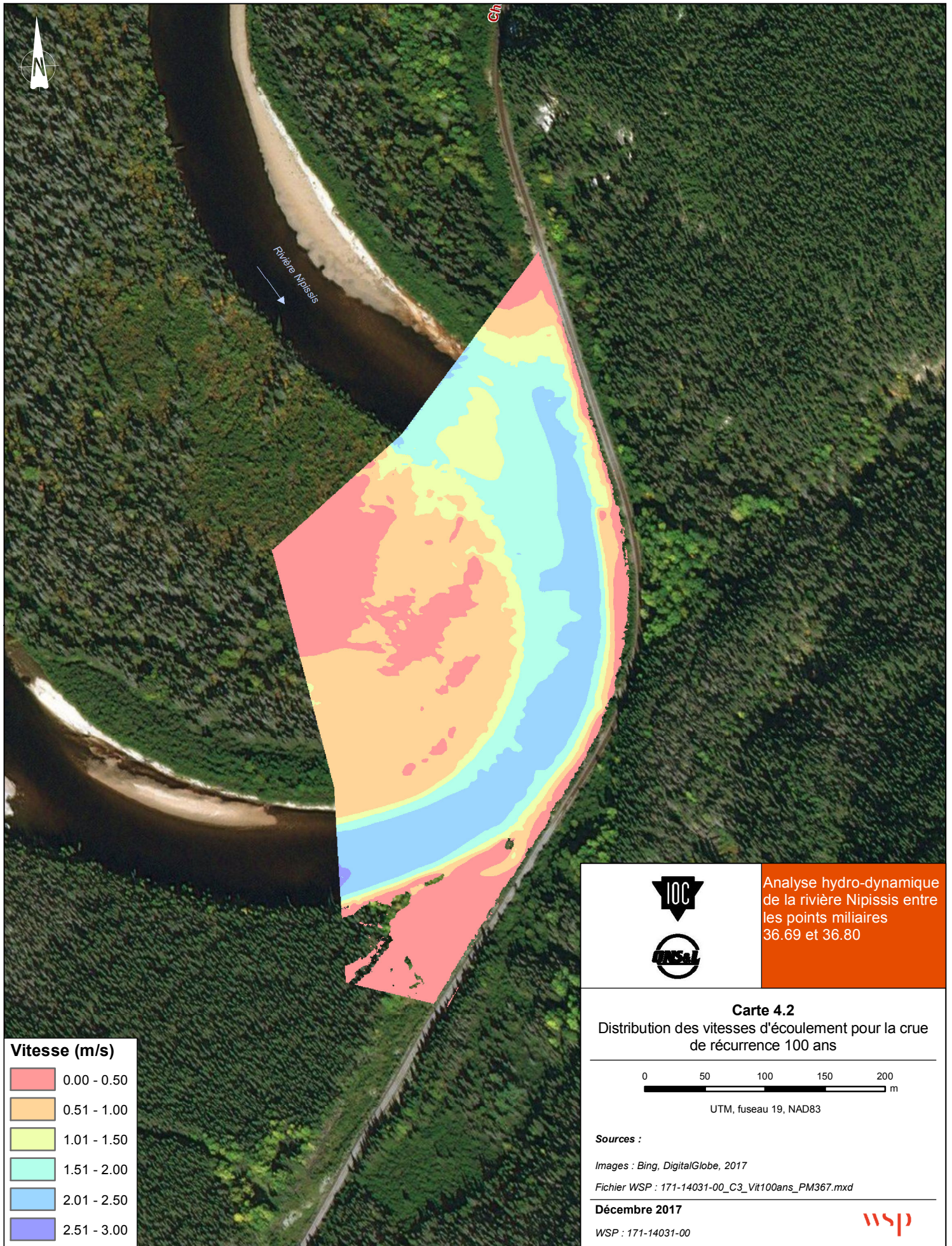




Figure 4-5 : Profils longitudinaux calculés avec le modèle HEC-RAS 2D pour les crues de récurrence 2 ans, 25 ans, 50 ans et 100 ans



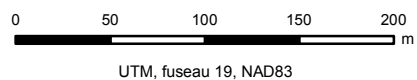
Vitesse (m/s)

	0.00 - 0.50
	0.51 - 1.00
	1.01 - 1.50
	1.51 - 2.00
	2.01 - 2.50
	2.51 - 3.00



Analyse hydro-dynamique de la rivière Nipissis entre les points miliaries 36.69 et 36.80

Carte 4.2
Distribution des vitesses d'écoulement pour la crue de récurrence 100 ans



Sources :
 Images : Bing, DigitalGlobe, 2017
 Fichier WSP : 171-14031-00_C3_Vit100ans_PM367.mxd

Décembre 2017
 WSP : 171-14031-00



5.0 RÉGIME DES GLACES

Le site à l'étude (PM 36,69 à 36,80) est localisé en bordure de la rivière Nipissis dans un secteur où un couvert de glace se forme à chaque année et où des radeaux de glace se déplacent et peuvent entrer en contact avec la berge. Aucune observation sur le terrain ou mesure directe de la dynamique des glaces dans le secteur n'est disponible, dû principalement au fait que le site est en région éloigné.

Dans le secteur à l'étude, la rivière décrit deux méandres prononcés (d'environ 180° chacun) suivis par un îlot central. Ces particularités peuvent favoriser la formation d'embâcle de glace au droit du chemin de fer puisqu'elles représentent des obstacles au libre écoulement des glaces. Un chenal de débordement est situé à l'extrémité aval du premier méandre, ce qui indique que l'eau envahie cette zone en période de crue ou d'embâcle. La formation d'un embâcle dans le secteur peut augmenter les niveaux d'eau au droit du chemin de fer au-delà des cotes maximales qui seraient atteintes pour un même débit, mais sans glace (eau libre).

Les images satellitaires montrent que la rivière est habituellement complètement couverte de glace en hiver (Carte 5.2).

Le sens d'écoulement principal de la rivière Nipissis (du nord vers le sud) ne favorise pas, en règle générale, la formation d'embâcle important puisque, au printemps, la glace a tendance à fondre plus rapidement au sud (aval du bassin versant) qu'au nord (amont du bassin versant). Ainsi, la glace qui se met en mouvement depuis le nord peut ne pas être entravée lors de son parcours, au fur et à mesure où elle atteint des tronçons où la glace est dégradée ou encore déjà partie. Toutefois, il est possible que cette tendance générale de fonte ne soit pas respectée à chaque année et que les autres facteurs favorisant les embâcles (p. ex. méandres prononcés, îlots, pente faible, glissement de terrain, traverse de motoneige) puissent dominer les processus de formation d'embâcle. Dans ce contexte, et en l'absence d'observation de l'écoulement des glaces au site à l'étude, il importe de rester prudent et d'inclure une revanche suffisante à l'ouvrage de protection afin de tenir compte du potentiel d'embâcle et du rehaussement résultant du niveau d'eau.

5.1 Épaisseur de glace

Aucune mesure de l'épaisseur du couvert de glace n'est disponible dans le secteur à l'étude. Dans ce contexte, l'épaisseur de glace au site de récurrence 1:2 ans (h) a été estimée en utilisant l'équation suivante (CRIPE, 1996) :

$$h = \alpha \sqrt{DJGC}$$

où α est le coefficient de croissance de la glace ($m \text{ } ^\circ\text{C}^{-1/2} \text{ d}^{-1/2}$) et DJGC est l'indice de degrés-jours de gel cumulés ($^\circ\text{C-d}$). Le coefficient α considéré dans les calculs est de $0,017 \text{ m } ^\circ\text{C}^{-1/2} \text{ d}^{-1/2}$, ce qui correspond à la limite supérieure pour des conditions de glace en rivière avec couvert de neige.

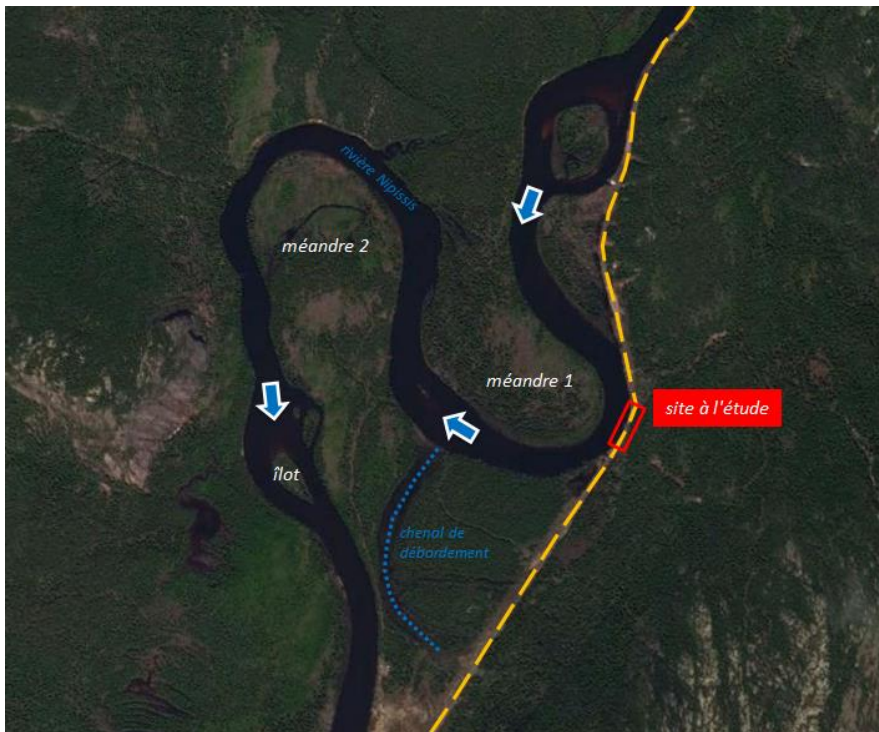
L'indice DJGC de récurrence 1:2 ans a été calculé par WSP à l'aide du logiciel HYFRAN à partir des températures journalières sur la période 1981-2017 aux stations Sept-Îles A (7047910; hivers 1981 à 2001) et Sept-Îles (7047914; hivers 2002 à 2017) d'Environnement Canada. Ces stations sont situées à 46 km au sud du site à l'étude. La loi de distribution retenue dans les

calculs est Log-Pearson type III, méthode des moments. L'indice DJGC de récurrence 1:2 ans obtenu est de 1 550 °C-d. Ainsi, l'épaisseur de glace de récurrence 1:2 ans, calculée en utilisant l'équation ci-dessous, est de 0,67 m³.

5.2 Calibre de l'enrochement de protection

Pour le dimensionnement d'un enrochement de protection sur un tronçon de rivière sujet à la prise et aux poussées des glaces, une règle de pratique courante consiste à utiliser un diamètre de pierre associé au passant 50 % (D50) égal ou supérieur à l'épaisseur de glace en rivière de récurrence 1:2 ans, et ce, jusqu'à l'élévation extrême des glaces. Cette règle a pour objectif d'éviter que 1) la glace entoure ou se fixe à une pierre lors de la prise et la déplace lors de mise en mouvement et 2) lors de la débâcle, la glace en mouvement exerce une force excessive sur l'enrochement et le déstabilise localement.

Ainsi, pour le site à l'étude (PM 36,69 à 36,80), le diamètre D50 minimum recommandé pour l'enrochement de protection est de 700 mm. Également, en l'absence d'observation et de mesure du niveau extrême des glaces, ce D50 est recommandé sur toute la hauteur du talus.



Carte 5.1 Méandres et îlot au droit du site à l'étude (adaptée de Google Earth, image du 20 mai 2011)

3 $0.017 \cdot (1\ 550)^{0.5} = 0,67\text{ m.}$



Carte 5.2 Couvert de glace complet sur la rivière Nipissis le 31 mars 2017 (adaptée de Sentinel2A)

6.0 DIMENSIONNEMENT DE L'ENROCHEMENT DE PROTECTION

La méthode utilisée dans le dimensionnement de l'enrochement de protection est celle décrite dans la référence « Guide to Bridge Hydraulics » (TAC, 2004) et qui est adaptée à partir de la relation proposée par le U.S. Army Corps of Engineer (USACE, 1991). L'équation 5.1 a donc été utilisée afin d'évaluer le diamètre nominal de l'enrochement (30 % passant, D_{30}). Le diamètre associé au passant 50 % (D_{50}) s'approxime en multipliant le D_{30} par 1,25.

$$\frac{D_{30}}{y} = S_f \cdot C_s \cdot C_v \cdot C_T \cdot \left[\frac{V^2}{(s-1)K_1gy} \right]^{1.25} \quad 5.1$$

Où :

- D_{30} : diamètre passant 30 %
- S_f : facteur de sécurité
- y : profondeur de l'écoulement le long de la berge
- C_s : coefficient de stabilité
- C_v : coefficient de distribution de vitesse
- C_T : coefficient d'épaisseur
- V : vitesse moyenne d'écoulement
- K_1 : facteur de pente latérale
- s : densité relative de l'enrochement
- g : accélération gravitationnelle

Les paramètres utilisés pour évaluer le D_{30} requis sont listés au Tableau 6.1.

Tableau 6.1 Paramètres utilisés pour le calcul du diamètre de l'enrochement de protection

PARAMÈTRES	VALEUR
S_f	1,2
y	0,5 m
V	2,5 m/s
C_s	0,3
C_v	1,24
C_T	1
K_1	0,9
s	2,5
g	9,81 m/s ²
D_{30}	0,21 m
D_{50}	0,26 m

L'application de cette formule conduit à un enrochement, dont le D_{50} minimal est de 0,26 m. Ce diamètre est toutefois jugé trop faible pour résister à l'action des glaces et il est recommandé d'augmenter le D_{50} à 700 mm (voir section 5.2). Un enrochement de calibre 500-1 000 mm, d'une épaisseur minimale de 1,5 m, serait donc suffisant pour résister aux vitesses d'écoulement ainsi qu'au passage des glaces et des débris.

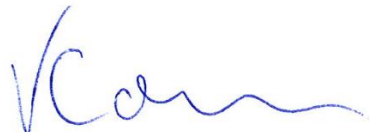
7.0 RECOMMANDATIONS

Les analyses hydrauliques effectuées indiquent que le niveau d'eau atteint lors du passage de la crue 50 ans atteint 60,6 m. L'élévation minimale du rail du chemin de fer est d'environ 61,3 m, soit 0,7 m au-dessus du niveau atteint pour la crue 50 ans. Considérant le régime de glace en vigueur dans le secteur, il est recommandé de protéger la berge jusqu'en haut du talus afin d'avoir une revanche minimale de 0,7 m au-dessus du niveau atteint lors du passage de la crue 50 ans. Cette revanche fournit une sécurité supplémentaire pour faire face aux débris et à la glace ainsi qu'à un potentiel rehaussement des niveaux d'eau dû à un embâcle de glace à l'aval du site. L'enrochement de protection devra être composé d'enrochement dynamité de calibre 500-1 000 mm avec un D_{50} minimal de 700 mm, placé selon une pente de 2H:1V, et la couche d'enrochement devra avoir une épaisseur minimale de 1,5 m.

8.0 RÉFÉRENCES

- CANADIAN COMMITTEE ON RIVER ICE PROCESSES AND THE ENVIRONMENT. 1996. *A Primer on Hydraulics of Ice Covered Rivers*, Environment Citizenship.
- CNRC. 1990. Hydrologie des crues au Canada – Guide de planification et de conception. Conseil national de recherche Canada, Ottawa.
- INRS-ETE. 2002. *Logiciel Hyfran, version 1.1*. Chaire en hydrologie statistique CRSNG/Hydro-Québec/Alcan.
- MDDELCC. 2015. *Calcul des facteurs de pointe à différentes stations hydrométriques sur le territoire québécois*. Rapport technique du Service de l'hydrologie et de l'hydraulique, Direction de l'expertise hydrique, ministère du Développement durable, de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques. Version de septembre 2015.
- RESSOURCES NATURELLES CANADA. 2008. *Feuillets numériques 022I-J-O-P et 023A-B - Cartes topographiques numériques à l'échelle 1 :20 000*.
- RESSOURCES NATURELLES CANADA. 2008. *Réseau hydrographique national, feuillets 02uc001 et 02uc002*.
- TAC. 2004. *Guide to Bridge Hydraulics*. Transportation Association of Canada.
- USACE. 2017. HEC-RAS, version 5.0.3. *Hydrologic Engineering Center's River Analysis System*. U.S. Army Corps of Engineers. <http://www.hec.usace.army.mil/software/hecras/>

Préparée par :



Vincent Cormier, ing., M. Sc.
N° OIQ : 5059748

Vérifiée par :



Simon Nolin, ing., M. Sc.
N° OIQ : 137105

ANNEXE D

Analyse hydrodynamique de la rivière Nipissis entre
les points milliaires 52,69 et 52,86



NOTE TECHNIQUE

DESTINATAIRE : M. Yvon Chouinard, Compagnie minière IOC (IOC)
M. Marc Lévesque, Compagnie minière IOC (IOC)
M. Dominique Sirois, Compagnie minière IOC (IOC)
M. Nelson Da Rosa, Compagnie minière IOC (IOC)

EXPÉDITEUR : M. Vincent Cormier, WSP Canada Inc.

COPIE : M. Pierre Pelletier, WSP Canada Inc.
M. Christophe M. Lambert, WSP Canada Inc.
M. Simon Nolin, WSP Canada Inc.

DATE : 29/01/2018

OBJET : **Analyse hydrodynamique de la rivière Nipissis entre les points milliaires 52,69 et 52,86 du chemin de fer Quebec North Shore & Labrador (QNS&L)**
Réf. WSP : 171-14031-00
Réf. IOC : 18-02-35670

1.0 INTRODUCTION

Le chemin de fer Quebec North Shore & Labrador (QNS&L), reliant Labrador City à Sept-Îles, emprunte la vallée de la rivière Moisie et de son affluent, la rivière Nipissis. Entre les points milliaires (PM) 52,69 et 52,86, le chemin de fer est situé en bordure de la rivière Nipissis et une problématique d'érosion y est en vigueur. La Compagnie minière IOC (IOC) souhaite mettre en œuvre des travaux de stabilisation visant à limiter le risque d'érosion dans ce secteur. Pour ce faire, il est nécessaire d'effectuer une étude de pré faisabilité visant à établir les options d'intervention les plus appropriées. Dans le cadre de cette étude, il est primordial d'effectuer une analyse hydrodynamique de la rivière Nipissis afin de déterminer les niveaux d'eau atteints en période de crue ainsi que les vitesses d'écoulement dans ce secteur de la rivière. Ces informations sont essentielles pour développer des options d'intervention adéquates. Ainsi, cette note technique présente la méthodologie utilisée, les résultats obtenus ainsi que les critères de conception recommandés pour la stabilisation du talus.

2.0 DONNÉES DISPONIBLES

2.1 Campagne de relevés par WSP

Une campagne de relevés bathymétriques et topographiques a été réalisée par WSP dans ce secteur le 2 décembre 2016. Cette campagne de relevés a permis de récolter les données suivantes :

- la bathymétrie de la rivière Nipissis sur une longueur totale de 450 m;

- la topographie du chemin de fer et de la berge en rive gauche de la rivière sur une longueur de 240 m;
- un profil longitudinal de la ligne d'eau avec jaugeage du débit associé. Le débit jaugé était de 50 m³/s.

2.2 Données topographiques complémentaires

En plus des relevés topographiques réalisés par WSP, le relevé LiDAR, réalisé par McElhanney Consulting Services Ltd en juin 2015, a été utilisé afin de compléter la définition de la topographie de la zone à l'étude.

De plus, un modèle numérique de terrain à l'échelle 1:20 000 (ministère de l'Énergie et des Ressources naturelles (MERN), feuillets 022I-J-O-P et 023A-B) a été utilisé pour délimiter le bassin versant de la rivière Nipissis.

3.0 HYDROLOGIE

3.1 Approche

Les débits de crues de la rivière Nipissis pour différentes périodes de retour ont été évalués en procédant à une analyse de fréquences des crues maximales annuelles, en accomplissant les tâches suivantes :

- définition des caractéristiques du bassin versant;
- choix d'une station hydrométrique de référence;
- extraction d'un échantillon des débits maximums annuels (journaliers);
- analyse de fréquences en choisissant le ou les meilleurs ajustements avec une loi statistique d'extrêmes;
- transposition des débits de crues à la zone d'étude en tenant compte du rapport de la superficie des bassins versants;
- application d'un facteur de pointe pour convertir le débit moyen journalier en valeur instantanée.

3.2 Caractéristiques du bassin versant

La rivière Nipissis s'écoule sur la rive nord du Saint-Laurent dans la région de la Côte-Nord du Québec. Son axe d'écoulement principal est orienté vers le sud. Le bassin versant de la rivière Nipissis, entre les PM 52,69 et 52,86, couvre une superficie de 3 025 km². La Carte 3.1 présente la délimitation du bassin versant. Ce bassin versant se trouve en région vallonnée majoritairement boisée. La superficie totale des lacs à l'intérieur de ce bassin versant est d'environ 323 km², soit environ 11 % de la superficie totale du bassin versant. La Carte 3.1 présente la délimitation du bassin versant de la rivière Nipissis au site à l'étude.

3.3 Analyse de fréquences des crues

La rivière Nipissis n'étant pas jaugée, ses débits de pointe ont été calculés à partir d'une analyse statistique de fréquences sur les débits moyens journaliers enregistrés à une station hydrométrique avoisinante. Une transposition de bassin versant a ensuite été effectuée pour ajuster les débits calculés au site à l'étude. Un facteur de pointe a par la suite été appliqué sur les débits obtenus afin d'obtenir les valeurs de débits maximaux instantanés associées à différentes périodes de retour.

Le logiciel HYFRAN, développé par l'Institut national de recherche scientifique (INRS, 2002), a été utilisé pour effectuer l'analyse fréquentielle à partir d'une série hydrologique de crues. Les lois de distribution les plus couramment utilisées pour l'analyse de fréquences d'événements de crues extrêmes, d'après le Conseil national de recherches du Canada (CNRC, 1990), sont : Pearson de type III, Gumbel, Normale et la loi générale des valeurs extrêmes (GEV). Parmi toutes ces distributions, celle présentant le meilleur ajustement à l'échantillon a été retenue pour établir les caractéristiques des crues.

La station hydrométrique de référence sélectionnée est la station 072301 du ministère du Développement durable, de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques (MDELC) située sur la rivière Moisie à 5,1 km en amont du pont QNS&L. Le bassin versant de la rivière Moisie y est de 19 012 km². La rivière Nipissis est un tributaire direct de la rivière Moisie. Les caractéristiques de cette station hydrométrique sont présentées au Tableau 3.1.

Tableau 3.1 Caractéristiques de la station hydrométrique 072301 du MDELC

NOM DE LA STATION	DISTANCE DE LA ZONE D'ÉTUDE (km)	SUPERFICIE DU BASSIN VERSANT (km ²)	TAILLE DE L'ÉCHANTILLON (année)	COORDONNÉES (degrés décimaux)	
				LATITUDE	LONGITUDE
Moisie	54	19 012	53	50.348837°	-66.188218°

3.4 Transposition à la zone d'étude

Il est possible de procéder à une estimation des débits de crues pour des sites situés en amont ou en aval d'une station hydrométrique, en transposant les débits de crues obtenus à la station à l'aide de l'équation suivante :

$$Q_1 = Q_2 \left\{ \frac{A_1}{A_2} \right\}^a$$

Où

Q_1 : débit de crue au site étudié

Q_2 : débit de crue au site jaugé

A_1 : superficie du bassin versant au site étudié

A_2 : superficie du bassin versant au site jaugé

a : exposant régional

Il est possible de déterminer l'exposant a si on dispose d'un nombre suffisant de données pour 2 stations hydrométriques, ce qui n'est pas le cas pour cette étude. Un exposant se situant entre 0,7 et 0,9 est généralement préconisé. Compte tenu de la similitude entre les 2 bassins versants considérés, une valeur de 0,9 est sélectionnée.

Cette équation permet d'évaluer un facteur de transposition des données à la station 072301 vers la zone d'étude de 0,191¹.

3.5 Facteur de pointe

Le facteur de pointe permet de calculer un débit de pointe (débit instantané) à partir d'un débit moyen journalier d'une crue. Le facteur de pointe utilisé dans cette étude est celui de la station 072301 de la rivière Moisie. Une valeur de 1,03 est proposée pour les crues de printemps de cette station par le Centre d'expertise hydrique du Québec (MDDELCC, 2015). Ce facteur a été obtenu à partir de la moyenne des facteurs de pointe calculée en période de crue, pour la période du 21 mars au 21 juin.

3.6 Débits de pointe

Les débits de pointe obtenus par analyse fréquentielle à la station 072301 et au site à l'étude (PM 52,69 à 52,86) sont présentés au Tableau 3.2. Les débits unitaires y sont ajoutés à titre informatif. Ces débits de pointe seront utilisés comme intrant dans le modèle hydrodynamique du secteur afin d'évaluer les niveaux d'eau et les vitesses d'écoulement pour différentes périodes de retour.

Tableau 3.2 Débits de pointe estimés au site à l'étude (PM 52,69 à 52,86)

PÉRIODE DE RETOUR (année)	DÉBIT DE POINTE (m ³ /s)		DÉBIT UNITAIRE (l/s/ha)
	STATION 072301 (19 012 km ²)	PM 52,69 À 52,86 (3 025 km ²)	PM 52,69 À 52,86 (3 025 km ²)
2 ans	2 163	414	1,4
10 ans	2 997	573	1,9
25 ans	3 420	654	2,2
50 ans	3 729	713	2,4
100 ans	4 038	772	2,6

1 $(3\ 025\ \text{km}^2 / 19\ 012\ \text{km}^2)^{0,9} = 0,191$.



4.0 HYDRAULIQUE

4.1 Description du modèle hydraulique bidimensionnel

Un modèle hydraulique bidimensionnel (2D) a été mis en œuvre afin d'établir les conditions d'écoulement dans la rivière Nipissis entre les PM 52,69 et 52,86. Les niveaux d'eau et les vitesses d'écoulement ont été évalués pour différents débits caractéristiques. Le logiciel HEC-RAS, version 5.0.3 a été utilisé à cette fin. Ce logiciel, développé par le U.S. Army Corps of Engineers, résout les équations de Saint-Venant en deux dimensions, faisant appel à l'approche par volume fini. L'application de HEC-RAS requiert une discrétisation géométrique du domaine de calcul en un maillage sous forme de cellules de forme généralement régulière.

Le domaine modélisé, illustré à la Carte 4.1, est découpé en éléments carrés de 3 m x 3 m. Il en résulte un maillage de densité uniforme, excepté aux frontières du modèle où les cellules peuvent être de forme pentagonale ou hexagonale. Le maillage est composé de 8 351 cellules de 9 m² chacune.

Un modèle numérique de terrain est créé à partir des données bathymétriques et topographiques disponibles. Les caractéristiques hydrauliques de la rivière sont calculées pour chaque cellule du maillage à partir des caractéristiques du modèle numérique de terrain sous-jacent.

Les conditions imposées aux frontières du modèle numérique sont les suivantes :

- le débit de la rivière Nipissis entrant à la limite amont du modèle;
- un niveau d'eau est imposé à la limite aval du modèle. Une courbe de tarage a été développée à la limite aval du modèle à partir d'un modèle unidimensionnel (1D) de ce tronçon de la rivière Nipissis.

4.2 Résultat de l'étalonnage du modèle

Afin d'établir la courbe de tarage à la limite aval du modèle 2D, un modèle unidimensionnel (1D) a d'abord été créé à l'aide du logiciel HEC-RAS. Le domaine modélisé s'étend sur 490 m et 21 sections ont été modélisées. L'étalonnage du modèle HEC-RAS 1D a été effectué à partir de données de terrain recueillies le 2 décembre 2016. La ligne d'eau relevée a permis de valider les paramètres du modèle ainsi que la géométrie de la section de contrôle située en aval du PM 52,69. Lors de l'étalonnage, le débit jaugé est imposé à la condition frontière amont du modèle 1D, alors que la hauteur normale d'écoulement pour une pente de 0,2 % est imposée à l'aval. La Figure 4.1 présente le profil en long du modèle HEC-RAS 1D pour le débit d'étalonnage ainsi que les niveaux d'eau mesurés.

La Figure 4.2 illustre la courbe de tarage aval étalonnée.

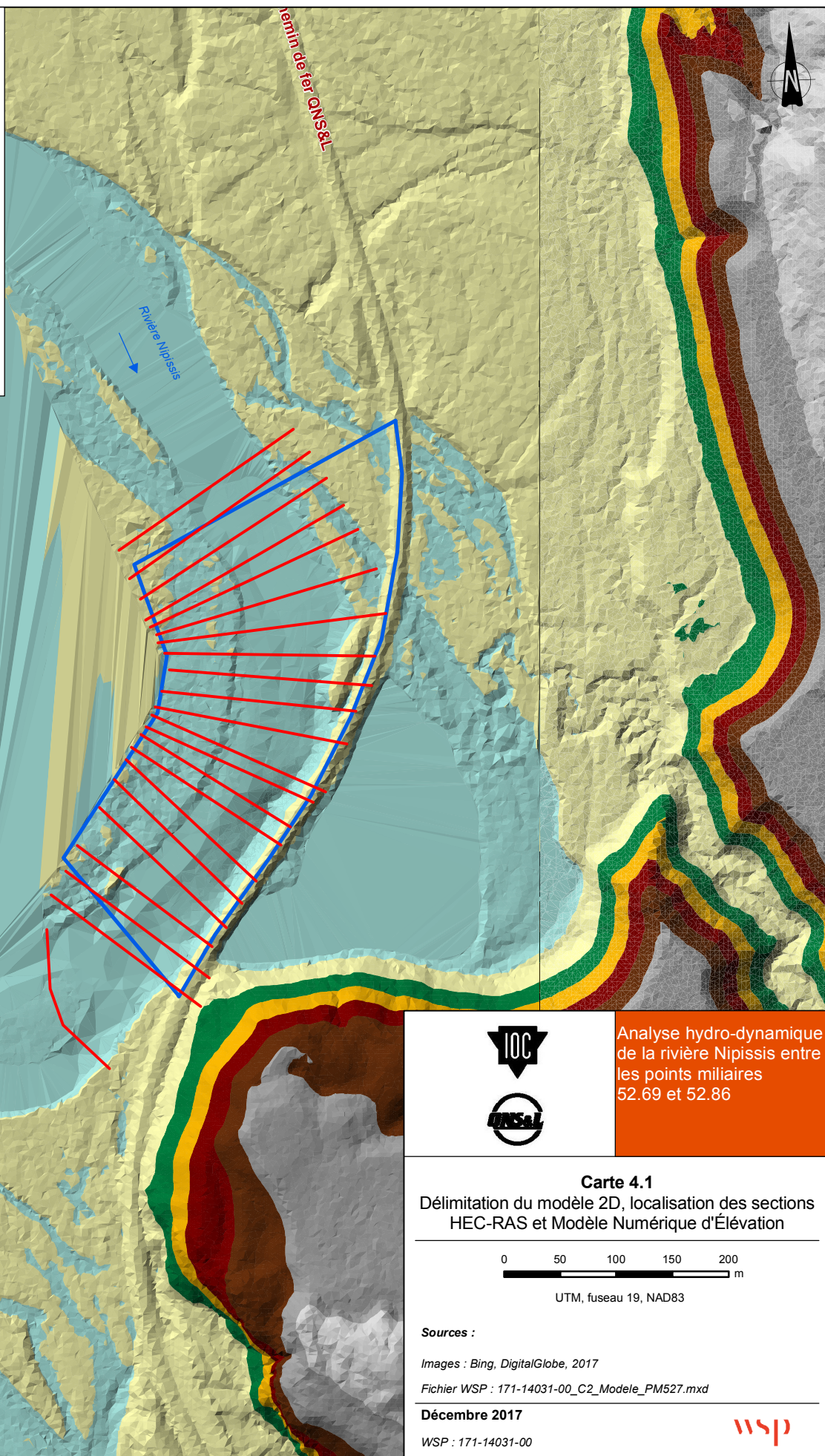
Légende

— Section du modèle 1D

▭ Limites du modèle 2D

Modèle Numérique d'Élévation (m)

- 150 - 160
- 140 - 150
- 130 - 140
- 120 - 130
- 110 - 120
- 100 - 110
- 90 - 100
- 80 - 90



Analyse hydro-dynamique
de la rivière Nipissis entre
les points miliaires
52.69 et 52.86

Carte 4.1

Délimitation du modèle 2D, localisation des sections
HEC-RAS et Modèle Numérique d'Élévation

0 50 100 150 200
m

UTM, fuseau 19, NAD83

Sources :

Images : Bing, DigitalGlobe, 2017

Fichier WSP : 171-14031-00_C2_Modele_PM527.mxd

Décembre 2017

WSP : 171-14031-00



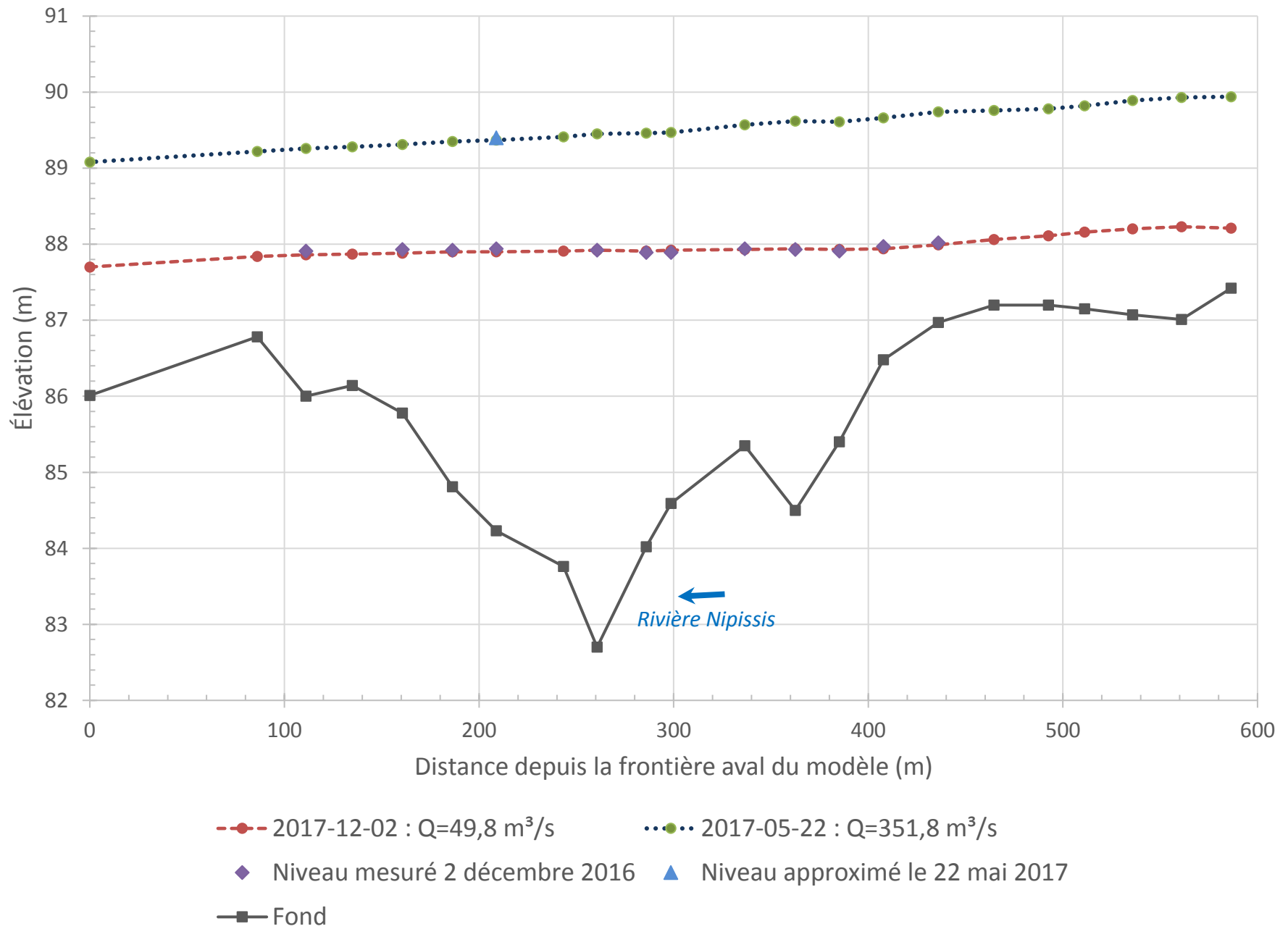


Figure 4-1 : Profil en long du modèle HEC RAS 1D pour les débits d'étalonnage.

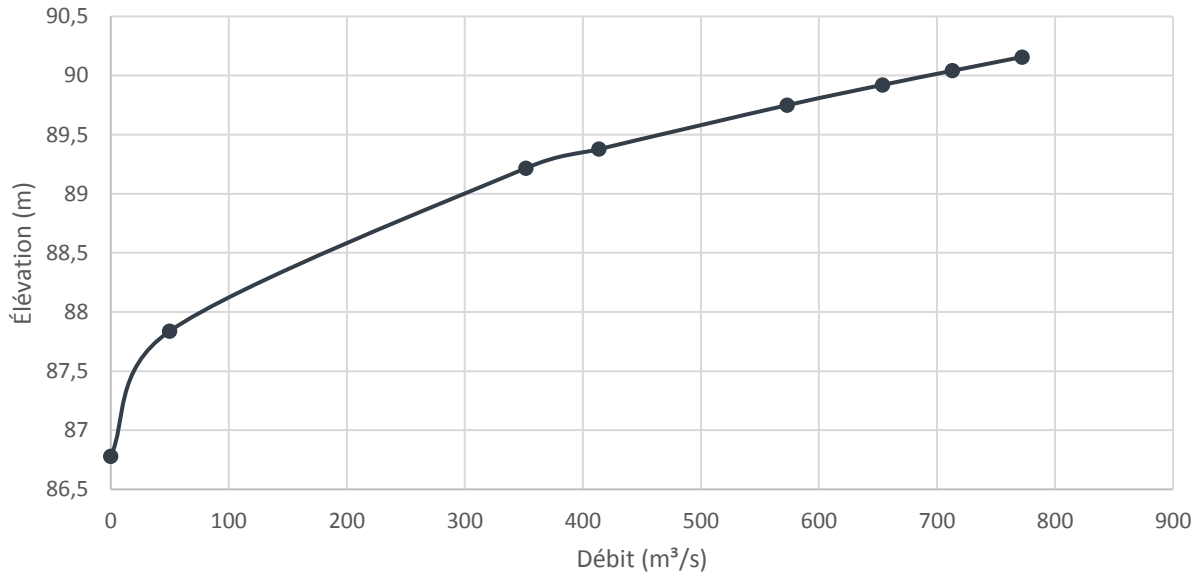


Figure 4.2 Courbe de tarage à la limite aval du modèle 2D

4.3 Validation de la courbe de tarage aval

Les conditions d'écoulement observées le 22 mai 2017 par BGC Engineering ont été utilisées pour valider la courbe de tarage aval (Figure 4.2). Le profil longitudinal de la surface libre pour cet événement est illustré à la Figure 4.1.

Le débit au site le 22 mai 2017 a été estimé par transposition de bassin versant à partir du débit journalier enregistré à la station 072301 sur la rivière Moisie, soit 1 785 m³/s. Le débit de pointe estimé par transposition de bassin versant au site à l'étude, le 21 mai 2017, est donc de 341 m³/s ⁽²⁾. Ce débit est du même ordre de grandeur que le débit de pointe de récurrence 2 ans (414 m³/s). Le niveau atteint au droit de l'arbre dans le talus, d'après la Figure 4.3 et la Figure 4.4, a été approximé à 89,4 m d'après le relevé LiDAR et les relevés topographiques réalisés par WSP dans le secteur. Tel qu'illustré à la Figure 4.1, le niveau d'eau simulé au niveau de l'arbre existant sur le talus est comparable au niveau d'eau atteint le 22 mai 2017. Le modèle 1D est donc jugé adéquat afin d'établir la courbe de tarage à la limite aval du modèle 2D.

2 1 785 m³/s * 0,191 = 341 m³/s.



Figure 4.3 Photo prise par hélicoptère le 22 mai 2017 au PM 52.7 (BGC Engineering, 2017)

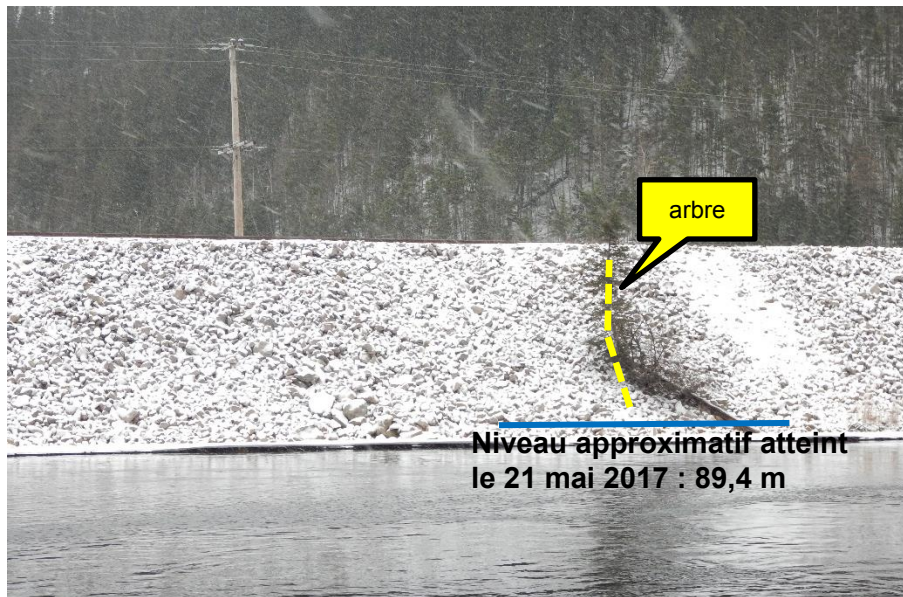


Figure 4.4 Photo de la rive gauche prise à partir de la rivière par WSP le 2 décembre 2017

4.4 Résultats

Les scénarios de crues considérés sont les crues de récurrence 2, 25, 50 et 100 ans. Les niveaux d'eau maximums atteints le long du chemin de fer entre les PM 52,69 et 56,86 ainsi que les vitesses d'écoulement maximal sont présentés au Tableau 4.1. La Figure 4.5 présente les profils en long pour ces différents scénarios de crues ainsi que le profil du chemin de fer. Ces résultats indiquent que, en conditions de crues 100 ans, le niveau maximal atteint est de 90,9 m, soit environ 2,0 m sous l'élévation du rail (92,9 m). Les vitesses maximales atteintes dans ce tronçon de la rivière Nipissis sont de 3,6 m/s. La Carte 4.2 présente la distribution des vitesses d'écoulement dans le tronçon modélisé lors du passage de la crue 100 ans.

Tableau 4.1 Résultats des simulations hydrauliques 2D

PÉRIODE DE RETOUR (année)	DÉBIT DE POINTE (m ³ /s)	NIVEAU MAXIMAL ATTEINT ENTRE LES PM 52,69 ET 52,86 ¹ (m)	VITESSE MAXIMALE (m/s)
2	414	89,9	2,7
25	654	90,6	3,3
50	713	90,7	3,5
100	772	90,9	3,6

1 Le référentiel vertical utilisé correspond au CGVD2013.

Le dégagement vertical, entre le sommet du chemin de fer et le niveau atteint lors du passage de la crue 100 ans, varie entre 2,0 m et 4,3 m. Afin d'assurer une protection contre les glaces et les débris, il est recommandé de protéger la berge du chemin de fer jusqu'à l'élévation 91,7 m, soit 1,0 m au-dessus du niveau maximal atteint lors du passage de la crue 50 ans.

Les résultats des modélisations indiquent que les vitesses d'écoulement maximales sont de l'ordre de 3,6 m/s dans ce tronçon de la rivière. Ces vitesses sont suffisantes pour éroder le talus dans son état actuel et l'option de stabilisation de la berge devra pouvoir résister à ces vitesses d'écoulement. L'enrochement existant, de calibre 200-300 mm, mis en place sur une portion d'environ 40 m du talus n'est pas suffisamment gros afin de résister aux vitesses d'écoulement pour des crues importantes. Le calcul de dimensionnement du calibre d'enrochement requis est fourni à la section 6 de la présente note technique.

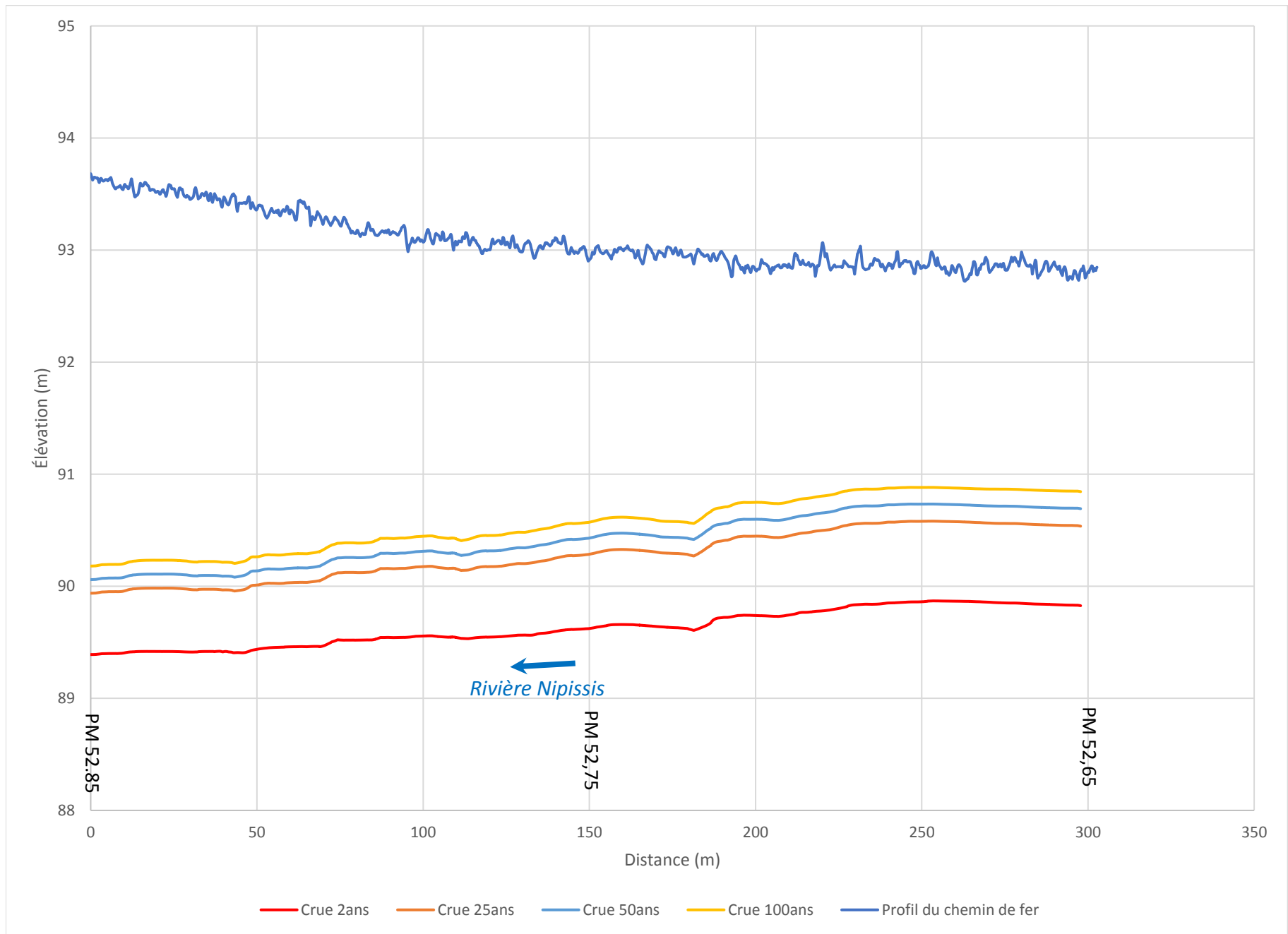
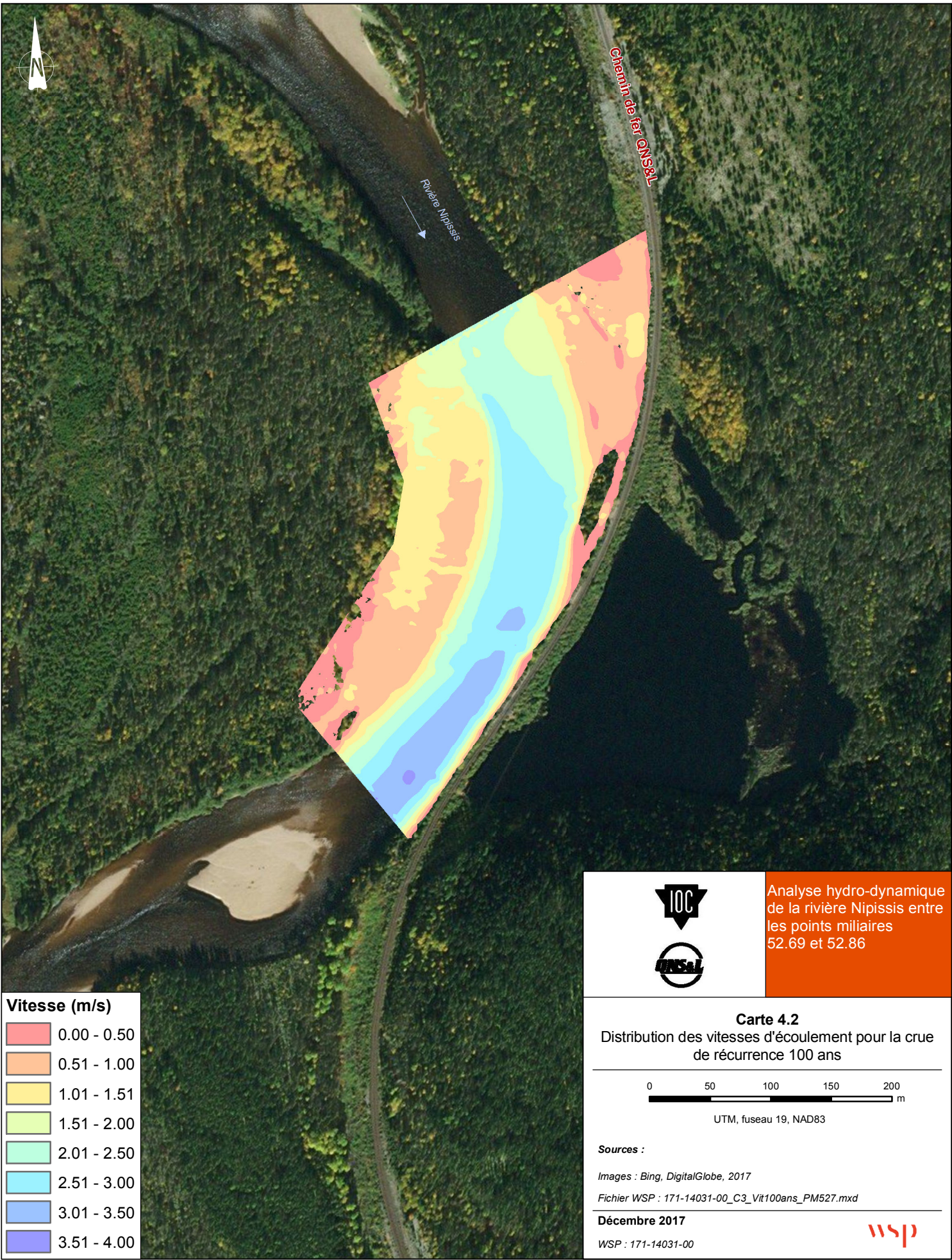










Figure 4-5 : Profils longitudinaux calculés avec le modèle HEC-RAS 2D pour les crues de récurrence 2 ans, 25 ans, 50 ans et 100 ans



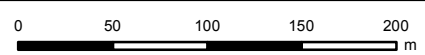
Vitesse (m/s)

	0.00 - 0.50
	0.51 - 1.00
	1.01 - 1.51
	1.51 - 2.00
	2.01 - 2.50
	2.51 - 3.00
	3.01 - 3.50
	3.51 - 4.00



Analyse hydro-dynamique de la rivière Nipissis entre les points miliars 52.69 et 52.86

Carte 4.2
Distribution des vitesses d'écoulement pour la crue de récurrence 100 ans



UTM, fuseau 19, NAD83

Sources :

Images : Bing, DigitalGlobe, 2017
Fichier WSP : 171-14031-00_C3_Vit100ans_PM527.mxd

Décembre 2017

WSP : 171-14031-00



5.0 RÉGIME DES GLACES

Le site à l'étude (PM 52,69 à 56,86) est localisé en bordure de la rivière Nipissis dans un secteur où un couvert de glace se forme à chaque année et où des radeaux de glace se déplacent et peuvent entrer en contact avec la berge. Aucune observation sur le terrain ou mesure directe de la dynamique des glaces dans le secteur n'est disponible, dû principalement au fait que le site est en région éloigné.

Le site à l'étude est situé du côté extérieur d'une courbe de la rivière (Carte 5.1). Plusieurs bancs de sable importants sont présents dans le secteur, notamment en aval de la courbe et le long de son côté intérieur. À 2,5 km en aval du site à l'étude, un îlot est situé au centre du cours d'eau et la rivière décrit 2 méandres prononcés (d'environ 180° chacun). Ces particularités peuvent favoriser la formation d'embâcle de glace au droit du chemin de fer puisqu'elles représentent des obstacles au libre écoulement des glaces. La formation d'un embâcle dans le secteur peut augmenter les niveaux d'eau au droit du chemin de fer au-delà des cotes maximales qui seraient atteintes pour un même débit, mais sans glace (eau libre).

Les images satellitaires montrent que la rivière est habituellement complètement couverte de glace en hiver (Carte 5.2).

Le sens d'écoulement principal de la rivière Nipissis (du nord vers le sud) ne favorise pas, en règle générale, la formation d'embâcle important puisque, au printemps, la glace a tendance à fondre plus rapidement au sud (aval du bassin versant) qu'au nord (amont du bassin versant). Ainsi, la glace qui se met en mouvement depuis le nord peut ne pas être entravée lors de son parcours, au fur et à mesure où elle atteint des tronçons où la glace est dégradée ou encore déjà partie. Toutefois, il est possible que cette tendance générale de fonte ne soit pas respectée à chaque année et que les autres facteurs favorisant les embâcles (p. ex. méandres prononcés, îlots, pente faible, glissement de terrain, traverse de motoneige) puissent dominer les processus de formation d'embâcle. Dans ce contexte, et en l'absence d'observation de l'écoulement des glaces au site à l'étude, il importe de rester prudent et d'inclure une revanche suffisante à l'ouvrage de protection afin de tenir compte du potentiel d'embâcle et du rehaussement résultant du niveau d'eau.

Selon les informations reçues, la glace n'aurait jamais atteint le haut du talus ni envahi les rails du chemin de fer au site à l'étude.

5.1 Épaisseur de glace

Aucune mesure de l'épaisseur du couvert de glace n'est disponible dans le secteur à l'étude. Dans ce contexte, l'épaisseur de glace au site de récurrence 1:2 ans (h) a été estimée en utilisant l'équation suivante (CRIPE, 1996) :

$$h = \alpha \sqrt{DJGC}$$

où α est le coefficient de croissance de la glace ($m \text{ } ^\circ\text{C}^{-1/2} \text{ d}^{-1/2}$) et DJGC est l'indice de degrés-jours de gel cumulés ($^\circ\text{C-d}$). Le coefficient α considéré dans les calculs est de $0,017 \text{ m } ^\circ\text{C}^{-1/2} \text{ d}^{-1/2}$, ce qui correspond à la limite supérieure pour des conditions de glace en rivière avec couvert de neige.

L'indice DJGC de récurrence 1:2 ans a été calculé par WSP à l'aide du logiciel HYFRAN à partir des températures journalières sur la période 1981-2017 aux stations Sept-Îles A (7047910; hivers 1981 à 2001) et Sept-Îles (7047914; hivers 2002 à 2017) d'Environnement Canada. Ces stations sont situées à 46 km au sud du site à l'étude. La loi de distribution retenue dans les calculs est Log-Pearson type III, méthode des moments. L'indice DJGC de récurrence 1:2 ans obtenu est de 1 550 °C-d. Ainsi, l'épaisseur de glace de récurrence 1:2 ans, calculée en utilisant l'équation ci-dessous, est de 0,67 m³.

5.2 Calibre de l'enrochement de protection

Pour le dimensionnement d'un enrochement de protection sur un tronçon de rivière sujet à la prise et aux poussées des glaces, une règle de pratique courante consiste à utiliser un diamètre de pierre associé au passant 50 % (D50) égal ou supérieur à l'épaisseur de glace en rivière de récurrence 1:2 ans, et ce jusqu'à l'élévation extrême des glaces. Cette règle a pour objectif d'éviter que 1) la glace entoure ou se fixe à une pierre lors de la prise et la déplace lors de mise en mouvement et 2) lors de la débâcle, la glace en mouvement exerce une force excessive sur l'enrochement et le déstabilise localement.

Ainsi, pour le site à l'étude (PM 52,69 à 56,86), le diamètre D50 minimum recommandé pour l'enrochement de protection est de 700 mm.



Carte 5.1 Méandres et bancs de sable au droit du site à l'étude (adaptée de Google Earth, image du 20 mai 2011)

3 $0.017 \cdot (1\,550)^{0.5} = 0,67 \text{ m}$.



Carte 5.2 Couvert de glace complet sur la rivière Nipissis le 31 mars 2017 (adaptée de Sentinel2A)

6.0 DIMENSIONNEMENT DE L'ENROCHEMENT DE PROTECTION

La méthode utilisée dans le dimensionnement de l'enrochement de protection est celle décrite dans la référence « Guide to Bridge Hydraulics » (TAC, 2004) qui est adaptée à partir de la relation proposée par le U.S. Army Corps of Engineers (USACE, 1991). L'équation 5.1 a donc été utilisée afin d'évaluer le diamètre nominal de l'enrochement (30 % passant, D_{30}). Le diamètre associé au passant 50 % (D_{50}) s'approxime en multipliant le D_{30} par 1,25.

$$\frac{D_{30}}{y} = S_f \cdot C_s \cdot C_v \cdot C_T \cdot \left[\frac{V^2}{(s-1)K_1 g y} \right]^{1.25} \quad 5.1$$

Où :

- D_{30} : diamètre passant 30 %
- S_f : facteur de sécurité
- y : profondeur de l'écoulement le long de la berge
- C_s : coefficient de stabilité
- C_v : coefficient de distribution de vitesse
- C_T : coefficient d'épaisseur
- V : vitesse moyenne d'écoulement
- K_1 : facteur de pente latérale
- s : densité relative de l'enrochement
- g : accélération gravitationnelle

Les paramètres utilisés pour évaluer le D_{30} requis sont listés au Tableau 6.1.

Tableau 6.1 Paramètres utilisés pour le calcul du diamètre de l'enrochement de protection

PARAMÈTRES	VALEUR
S_f	1,2
y	0,8 m
V	3,6 m/s
C_s	0,3
C_v	1,24
C_T	1
K_1	0,9
s	2,5
g	9,81 m/s ²
D_{30}	0,58 m
D_{50}	0,73 m

Ainsi, l'enrochement de protection à mettre en place le long de la berge entre les PM 52,69 à 56,86 devra avoir un calibre de 500-1 000 mm, avec un D_{50} minimal de 750 mm sur une épaisseur minimale de 1,5 m. Ce calibre respecte aussi le critère de protection contre la glace décrit à la section 5.2.

Pour assurer la stabilité de la carapace en enrochement, il est généralement requis d'ajouter une clé en enrochement à la base de la couche d'enrochement. Compte tenu des conditions hydrauliques en vigueur pour ce site (profondeur d'eau et vitesses d'écoulement), l'excavation de la clé en enrochement et la gestion des matières en suspension seront difficiles. Alternativement, tel que spécifié dans l'ouvrage « Rock Manual : The use of rock in hydraulic engineering, 2^e édition », une berme peut être aménagée directement sur le sol naturel. La berme doit toutefois contenir suffisamment de matériel pour recouvrir la fosse d'affouillement potentiellement générée sur le pourtour de celle-ci. Les dimensions recommandées de la berme sont illustrées à la Figure 6.1. D'après cette référence, la longueur de la berme doit être égale à 3 fois la profondeur d'affouillement anticipée et doit avoir une épaisseur de 2 fois l'épaisseur de la couche d'enrochement. Pour le site à l'étude, la profondeur d'affouillement potentiel est de 2 m. Cette valeur est basée sur la bathymétrie dans la fosse d'affouillement actuellement observable sur le site ainsi que sur des retours d'expérience concernant des problématiques d'érosion en rivière. Pour ce qui est de l'épaisseur de la berme, il est recommandé de maintenir une épaisseur de 1,5 m. Une épaisseur de plus de 1,5 m engendrerait une augmentation significative des vitesses d'écoulement et accentuerait la problématique d'érosion.

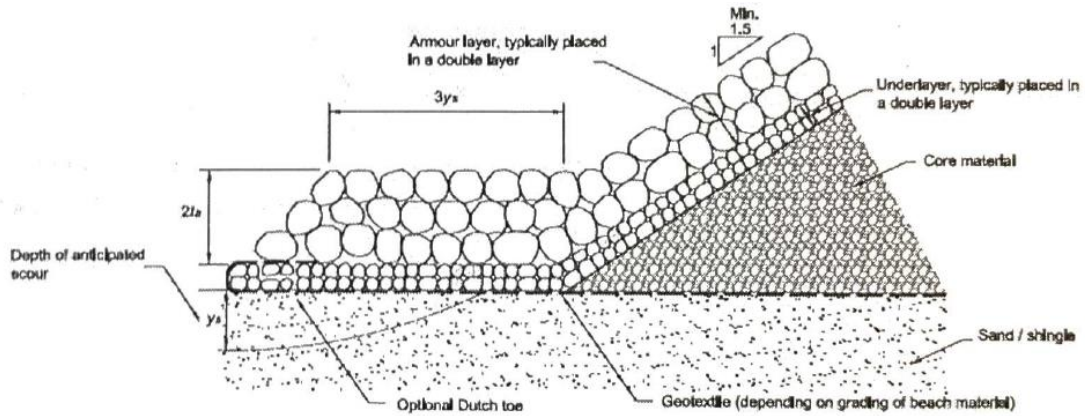


Figure 6.1 Détail du pied de talus d'une protection en enrochement sans excavation (CIRIA, 2007)

7.0 RECOMMANDATIONS

Les analyses hydrauliques effectuées indiquent que le niveau d'eau atteint lors du passage de la crue 50 ans peut atteindre 90,7 m. L'élévation du rail du chemin de fer varie entre 92,8 et 93,6 m. Considérant le régime de glace en vigueur dans le secteur, il est recommandé de protéger le talus jusqu'à 1 m au-dessus du niveau maximal atteint par la crue de récurrence 50 ans, soit jusqu'à l'élévation 91,7 m. Cette revanche fournit une sécurité supplémentaire pour résister au passage des débris et de la glace ainsi qu'à un potentiel rehaussement des niveaux d'eau du à un embâcle de glace à l'aval du site.

L'enrochement de protection devra être composé d'enrochement dynamité de calibre 500-1 000 mm, avec un D50 de 750 mm, placé selon une pente maximale de 2H : 1V, et la couche d'enrochement devra avoir une épaisseur minimale de 1,5 m. Une berme en enrochement en pied de talus de 6 m de longueur et de 1,5 m d'épaisseur devra également être construite.

8.0 RÉFÉRENCES

- CANADIAN COMMITTEE ON RIVER ICE PROCESSES AND THE ENVIRONMENT. 1996. *A Primer on Hydraulics of Ice Covered Rivers*, Environment Citizenship.
- CIRIA, CUR, CETMEF. *The Rock Manual, The use of rock in hydraulic engineering (2nd edition)*, 2007.
- CNRC. 1990. *Hydrologie des crues au Canada – Guide de planification et de conception*. Conseil national de recherche Canada, Ottawa.
- INRS-ETE. 2002. *Logiciel Hyfran, version 1.1*. Chaire en hydrologie statistique CRSNG/Hydro-Québec/Alcan.
- MDDELCC. 2015. *Calcul des facteurs de pointe à différentes stations hydrométriques sur le territoire québécois*. Rapport technique du Service de l'hydrologie et de l'hydraulique, Direction de l'expertise hydrique, ministère du Développement durable, de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques. Version de septembre 2015.
- RESSOURCES NATURELLES CANADA. 2008. *Feuillets numériques 022I-J-O-P et 023A-B - Cartes topographiques numériques à l'échelle 1 :20 000*.
- RESSOURCES NATURELLES CANADA. 2008. *Réseau hydrographique national, feuillets 02uc001 et 02uc002*.
- TAC. 2004. *Guide to Bridge Hydraulics*. Transportation Association of Canada.
- USACE. 2017. HEC-RAS, version 5.0.3. *Hydrologic Engineering Center's River Analysis System*. U.S. Army Corps of Engineers. <http://www.hec.usace.army.mil/software/hecras/>

Préparée par :



Vincent Cormier, ing., M. Sc.
N° OIQ : 5059748

Vérifiée par :



Simon Nolin, ing., M. Sc.
N° OIQ : 137105

ANNEXE

B

DÉCLARATION DU DEMANDEUR

Le registraire a supprimé ces informations en vertu des articles 53 et 54 de la Loi sur l'accès aux documents des organismes publics et sur la protection des renseignements personnels (chapitre A-2.1)

**COMPAGNIE DE CHEMIN DE FER DU LITTORAL NORD DE QUÉBEC ET DU LABRADOR
INC./QUEBEC NORTH SHORE AND LABRADOR RAILWAY COMPANY INC.**

EXTRAIT D'UNE RÉOLUTION DES ADMINISTRATEURS DATÉE DU 15 MARS 2013

AUTORISATION IN RESPECT OF ENVIRONMENTAL MATTERS AND DOCUMENTS

WHEREAS

- A. The Company wishes to appoint and authorise certain persons to represent the Company in respect of environmental matters and to sign documents, provide information or make requests in respect of environmental matters.

NOW THEREFORE BE IT RESOLVED THAT:

1. Any one of the President or a Vice-President of the Company, be and is hereby authorised, on behalf of the Company, to present, conclude, file and certify any request for a permit or authorisation, including certificates of authorisation, depolution attestations, annual or other reports, notices, undertakings, agreements, certificates of conformity, as well as any declarations required pursuant to the *Environment Quality Act*, including the declaration of the applicant or holder pursuant to Section 115.8 of the *Environment Quality Act*, and generally any document required pursuant to any applicable environmental law or regulation, or required by or provided to the Ministère du Développement Durable, de l'Environnement, de la Faune et des Parcs or Environment Canada, or any other Quebec or Federal ministry, agency or authority responsible for the application of any environmental law.
2. Any one of the President or a Vice-President of the Company, be and is hereby authorized and directed to take all such further actions and to do all such things and to execute and deliver all agreements, documents, instruments, statements, forms, certificates and acknowledgements in such form and on such terms as she may consider necessary or desirable for the purpose of giving effect to the foregoing resolution.

CERTIFICAT DE LA SECRÉTAIRE

Je, Marie-Christine Dupont, secrétaire corporative de la Compagnie de Chemin de fer du Littoral Nord de Québec et du Labrador Inc., certifie que l'extrait de résolution ci-haut mentionné est un extrait conforme d'une résolution des administrateurs datée du 15 mars 2013.

De plus, je certifie que cette résolution est toujours en vigueur et qu'elle n'a jamais été modifiée depuis la date de son adoption.

Signé à Montréal ce 24^e jour de janvier 2018.

Marie-Christine Dupont
Secrétaire corporative

**COMPAGNIE DE CHEMIN DE FER DU LITTORAL NORD DE QUÉBEC ET DU LABRADOR INC. /
QUEBEC NORTH SHORE AND LABRADOR RAILWAY COMPANY INC.**

Je, Marie-Christine Dupont, secrétaire corporative de la Compagnie de Chemin de Fer du Littoral Nord de Québec et du Labrador Inc., certifie par les présentes que les personnes mentionnées ci-dessous sont présentement les signataires autorisés de la Compagnie de Chemin de Fer du Littoral Nord de Québec et du Labrador Inc. selon la résolution adoptée par le Conseil d'administration de la Compagnie de Chemin de Fer du Littoral Nord de Québec et du Labrador Inc. en date du 15 mars 2013.

Président et chef de la direction	Clayton Walker
Vice-président – Finance & Stratégie et Trésorier	Maurice McClure
Vice-président – Ressources humaines, Communications et Relations externes	Maxime Savignac
Chef des opérations	Thierry Martel

Signé à Montréal ce 24^e jour de janvier 2018.



Marie-Christine Dupont
Secrétaire corporative

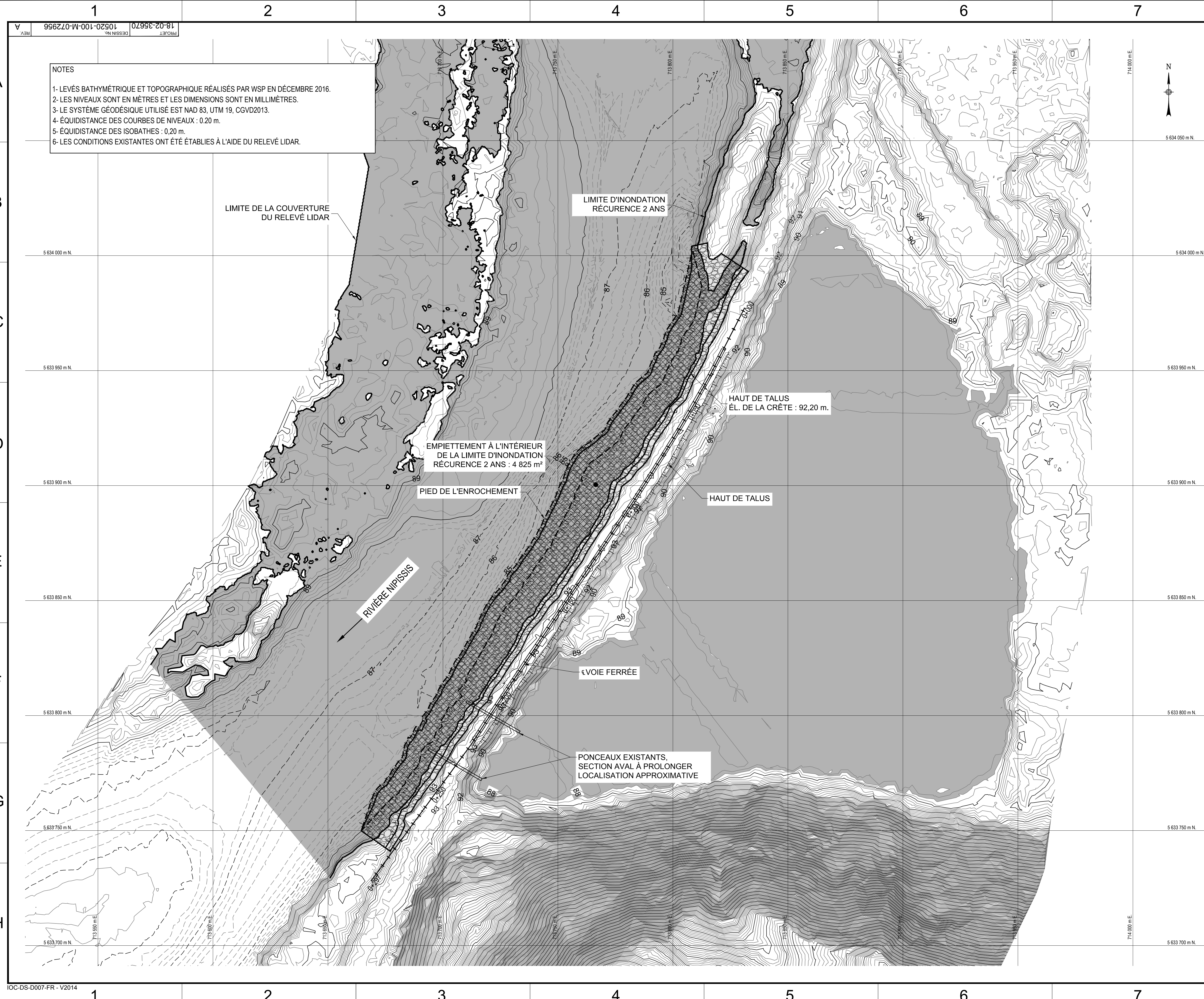
ANNEXE

C PLANS DU SITE AU PM 36

ANNEXE

D

PLANS DU SITE AU PM 52



NOTES

- 1- LEVÉS BATHYMÉTRIQUE ET TOPOGRAPHIQUE RÉALISÉS PAR WSP EN DÉCEMBRE 2016.
- 2- LES NIVEAUX SONT EN MÈTRES ET LES DIMENSIONS SONT EN MILLIMÈTRES.
- 3- LE SYSTÈME GÉODÉSIQUE UTILISÉ EST NAD 83, UTM 19, CGVD2013.
- 4- ÉQUIDISTANCE DES COURBES DE NIVEAUX : 0,20 m.
- 5- ÉQUIDISTANCE DES ISOBATHES : 0,20 m.
- 6- LES CONDITIONS EXISTANTES ONT ÉTÉ ÉTABLIES À L'AIDE DU RELEVÉ LIDAR.

PLAN CLE

LEGÈNDE

DESCRIPTION DESSINS RÉFÉRENCES	NUMÉROS DESSINS

A	18-02-16	DEMANDE DE DÉCRET D'URGENCE	V.C.	C.L.
NO	DATE	RÉVISIONS	PAR	APP

SCEAU

CE DOCUMENT NE DOIT PAS ÊTRE UTILISÉ À DES FINS DE CONSTRUCTION. (OU DE FABRICATION OU D'INSTALLATION)

CE DESSIN ET L'INFORMATION QU'IL CONTIENT EST LA PROPRIÉTÉ DE LA COMPAGNIE MINIÈRE IOC. TOUTE REPRODUCTION OU UTILISATION SANS LE CONSENTEMENT DE LA COMPAGNIE MINIÈRE IOC EST INTERDITE.

DESSINÉ PAR	DATE
CHANTAL DUPÉRÉ	2017-12-22

CONÇU PAR	DATE
VINCENT CORMIER, ING.	2017-12-22

APProuvé PAR	DATE
CHRISTOPHE LAMBERT, ING.	2017-12-22

RESPONSABLE OPÉRATIONS	DATE

ECHELLE	FUJLLET	FICHER
1 : 750	3 DE 3	IOCZY_ENG_DW_072956.DWG

1135, BOULEVARD LÉBOURGNEUF
QUÉBEC (QUÉBEC) CANADA G2K 0M5
TÉL. : 418 623-2254 | TÉLÉC. : 418 624-1857 | WWW.WSPGROUP.COM

No. DESSIN SOUS-CONTRACTANT
171-14031-00

TITRE
CHEMIN DE FER QNS&L
Division WACOUNA - GÉNÉRAL
Érosion PM-52.00 - Enrochement Prioritaire
EMPIÈTTEMENT À L'INTÉRIEUR DE LA LIMITE D'INONDATION RÉCURENCE 2 ANS

PROJET	DESSIN No.	REV.
18-02-35670	10520-100-M-072956	A

NO. DEMANDE DE CHANGEMENT

ANNEXE

E

DOSSIER
PHOTOGRAPHIQUE



Photo 1. Vue vers l'aval de la berge à stabiliser, rivière Nipissis, PM 36, 9 novembre 2017



Photo 2. Végétation riveraine surtout composée d'aulne, de sapin immature, de cornouiller et d'herbacée, rivière Nipissis, PM 36, 9 novembre 2017



Photo 3. Foyer d'érosion n° 1 en aval de la zone des travaux, rive gauche de la rivière Nipissis, PM 36, 9 novembre 2017



Photo 4. Foyer d'érosion n° 2 en aval de la zone des travaux, rive droite de la rivière Nipissis, PM 36, 9 novembre 2017



Photo 5. Foyer d'érosion n° 3 en aval de la zone des travaux, rive gauche de la rivière Nipissis, PM 36, 9 novembre 2017



Photo 6. Hutte de castor active dans la zone des travaux, rivière Nipissis PM 36, 9 novembre 2017



Photo 7. Ponceau simple (franchissable sous réserve) situé dans la partie aval de la zone des travaux, rivière Nipississ, PM 36, 9 novembre 2017



Photo 8. Ponceau triple (infranchissable) situé dans la partie amont de la zone des travaux, rivière Nipississ, PM 36, 9 novembre 2017



Photo 9. Poteau électrique tombé à l'eau, rivière Nipissis PM 36,
9 novembre 2017



Photo 10. Fil électrique tombé sur le long de la berge, rivière Nipissis, PM 36,
9 novembre 2017



Photo 11. Composante de la ligne de transmission électrique au sol, rivière Nipissis, PM 36, 9 novembre 2017



Photo 12. Haut fond à l'extrémité aval du secteur caractérisé (en face du foyer d'érosion n° 2), rivière Nipissis, PM 52, 16 novembre 2017



Photo 13. Vue d'ensemble de la berge à stabiliser, rivière Nipississ, PM 52,
16 novembre 2017



Photo 14. Composition végétale de la bande riveraine, rivière Nipississ ,PM 52,
16 novembre 2017



Photo 15. Foyer d'érosion n° 1 en amont de la zone des travaux, rive gauche de la rivière Nipissis, PM 52, 16 novembre 2017



Photo 16. Foyer d'érosion n° 2 en aval de la zone des travaux, rive gauche de la rivière Nipissis, PM 52, 16 novembre 2017



Photo 17. Foyer d'érosion n° 3 en aval de la zone des travaux, rive droite de la rivière Nipississ, PM 52, 16 novembre 2017



Photo 18. Ponceau n° 2 (franchissable) à l'extrémité aval de la zone des travaux, rivière Nipississ, PM 52, 16 novembre 2017



Photo 19. Ponceau n° 1, infranchissable au moment de la visite, rivière Nipissis, PM 52, 16 novembre 2017



Photo 20. Haut fond en aval de la zone des travaux (en face du foyer d'érosion n° 1), rivière Nipissis, PM 52, 16 novembre 2017

ANNEXE

F

INDEX DES CODES EN
ÉCOFORESTERIE

Annexe F. Index des codes écoforestiers

Type de couvert	
Codes	Signification
R	Résineux
M	Mélangé
Essence	
Codes	Signification
AI	Aulnaie
B, BB, BP	Bouleau à papier
DS	Dénudé sec
E, EN	Épinette noire
Fi	feuillus intolérants
PT	Peuplier faux-tremble
R	Résineux
Rx	Résineux indéterminés
S, SB	Sapin baumier
TNP	Territoire non photo-interprété
Classe d'âge	
Code	Signification
10	0 à 20 ans
30	21 à 40 ans
70	61 à 80 ans
90	81 à 100 ans
120	101 ans et plus
VIR	Vieux peuplements d'origine > 80 ans irrégulier
VIN	Vieux peuplements d'origine > 80 ans régulier