



Hydro-Québec – Direction Environnement

Complexe de la Romaine Études environnementales en phase projet

Énoncé d'envergure pour le seuil du tributaire R1929248G (omble de fontaine)

Rapport final

Date : Août 2018

N/Réf. : 046-P-0012812-0-01-001-05-EN-R-0100-00

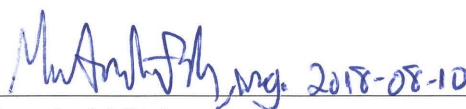


Complexe de la Romaine
Études environnementales en phase projet

Énoncé d'envergure pour le seuil
du tributaire R1929248G (omble de fontaine)

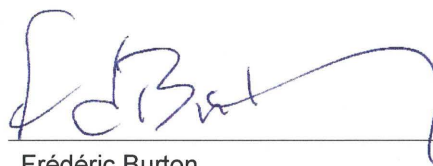
Rapport final I 046-P-0012812-0-01-001-05-EN-R-0100-00

Préparé par :


2018-08-10

Marc-André Blais
Chargé de projet

Approuvé par :



Frédéric Burton
Directeur de projet

Citation :

Englobe. 2018. *Complexe de la Romaine — Études environnementales en phase projet* — Énoncé d'envergure pour le seuil du tributaire R1929248G (omble de fontaine). Rapport préliminaire produit par Blais, M.-A., F. Burton et M.-O. Huard. Présenté à Hydro-Québec – Direction Environnement. 24 p. et 2 annexes.

REGISTRE DES RÉVISIONS ET ÉMISSIONS		
N° de révision	Date	Description de la modification et/ou de l'émission
0A	2017-10-20	Version préliminaire émise pour commentaires du client
0B	2018-02-20	Version préfinale émise pour commentaires du client
00	2018-08-10	Version finale

ÉQUIPE DE RÉALISATION

HYDRO-QUÉBEC – DIRECTION ENVIRONNEMENT

Chargé de projet	Pierre Vaillancourt
Responsable scientifique	Patricia Johnston
Responsable – Cartographie et SIG	Ariane Drouin

ENGLOBE

Direction et coordination

Directeur de projet	Frédéric Burton, biologiste M. Sc.
Gestion du personnel autochtone	David Basile (Uanan Experts-conseils inc.)

Analyse, rédaction et production du rapport

Directeur de projet	Frédéric Burton
Chargé de projet	Marc-André Blais, ing.
Conception	Marc-André Blais, ing. Michel-Olivier Huard, ing., M.Sc.A. (Michel-Olivier Huard – Service d'ingénierie) Nicolas Duchaine, ing.
Infographie / géocartographie	Simon Arseneault, infographiste Johanne Gratton, Dessinatrice CAD Philippe Lemieux, spécialiste en géomatique Gabriel Morency-Parent, technicien en géomatique
Traitement de texte et éditique	Fannie Legault Poisson, trad. a.

Relevés de terrain

Englobe	Nicolas Ouellet, biologiste, B. Sc. Robert Dumont, tech. faune Judith Boulianne, tech. faune
Uanan Experts-Conseils inc.	Jean-Philippe Hervieux, tech. faune

TABLE DES MATIÈRES

ÉQUIPE DE RÉALISATION	III
1 INTRODUCTION	1
1.1 Contexte de l'étude	1
1.1.1 Description du projet	1
1.1.2 Engagements et obligations spécifiques.....	3
1.1.3 Études antérieures	3
1.2 Objectifs	4
1.3 Zone d'étude	4
2 ACQUISITION DES DONNÉES COMPLÉMENTAIRES	7
2.1 Relevés complémentaires 2017	7
2.1.1 Niveau de l'eau et courantométrie	7
2.1.1.1 Méthode.....	7
2.1.1.2 Résultats.....	8
2.1.2 Relevé d'arpentage.....	10
2.1.3 Relevé de drone.....	10
2.2 Estimation du débit maximal	10
2.3 Poussée des glaces	11
2.4 Stratigraphie.....	11
3 CONCEPTION DE L'AMÉNAGEMENT	13
3.1 Critères et contraintes de conception	13
3.2 Localisation de l'aménagement	14
3.3 Concept de l'aménagement	14
4 BORDEREAU DES QUANTITÉS	19
5 CONCLUSION	21
6 RÉFÉRENCES	23



TABLE DES MATIÈRES

Tableau

Tableau 1	Estimation des quantités pour la construction du seuil sur le cours d'eau R1929248G	19
-----------	--	----

Cartes

Carte 1	Situation du projet et zone d'étude	2
Carte 2	Zone d'étude	5

Figures

Figure 1	Variation du niveau de l'eau dans le tributaire R1929248G et précipitations journalières à la station ROMA0968 de juin 2016 à juin 2017	9
Figure 2	Aménagement d'un seuil infranchissable dans le tributaire R1929248G	17

Annexes

Annexe 1	Liste des engagements et des obligations spécifiques à l'omble de fontaine	
Annexe 2	Répertoire photographique	

1 INTRODUCTION

1.1 CONTEXTE DE L'ÉTUDE

1.1.1 Description du projet

Hydro-Québec construit un complexe hydroélectrique de 1 550 MW sur la rivière Romaine, au nord de la municipalité de Havre-Saint-Pierre, sur la Côte-Nord (carte 1). Ce complexe sera composé de quatre aménagements hydroélectriques dont la production énergétique moyenne annuelle s'élèvera à 8,0 TWh par année. Le projet a été approuvé par décret du gouvernement du Québec le 6 mai 2009 (décret n° 530-2009).

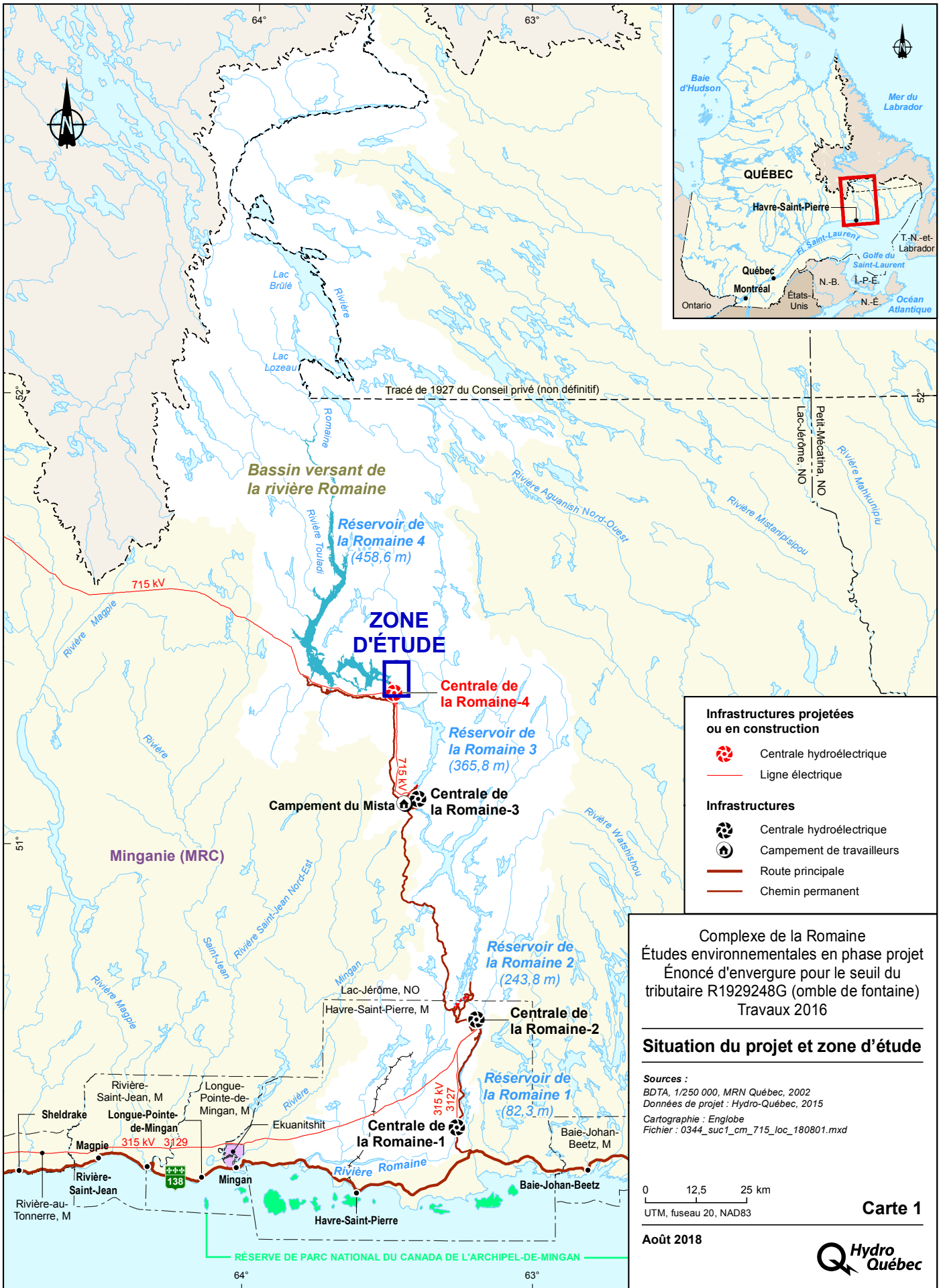
Chacun des aménagements comprendra un barrage en enrochement, une centrale munie de deux groupes de turbines-alternateurs, un évacuateur de crues et une dérivation provisoire permettant de réaliser les travaux à sec. La superficie totale des quatre réservoirs projetés est de 279 km².

L'aménagement de la Romaine-4, situé à la tête du complexe (PK 191,9 de la rivière Romaine), sera mis en service en 2020. Il sera doté d'une centrale en surface de 245 MW munie de deux groupes de turbines-alternateurs. L'aménagement de la Romaine-3 est établi au PK 158,4 de la rivière. La centrale offre une puissance installée de 395 MW et a été mise en service à l'automne 2017. Plus en aval, à la hauteur du PK 90,3, l'aménagement de la Romaine-2 a été construit. Celui-ci a été mis en service en 2014 et produit 640 MW. Enfin, au PK 52,5, on trouve l'aménagement de la Romaine-1, qui a une puissance de 270 MW et qui est exploité depuis 2015.

Le projet consiste également à construire la route de la Romaine, qui reliera la route 138 aux quatre aménagements projetés, couvrant une distance totale de quelque 150 km. Deux campements principaux de travailleurs ont été construits sur la rive droite de la Romaine, dont un est toujours utilisé au kilomètre 118,0 de la route de la Romaine.

Les travaux pour la construction du complexe ont commencé en 2009, et la mise en service du premier aménagement a eu lieu en 2014. La dernière mise en service aura lieu en 2020. Le coût total du projet est évalué à 6,5 milliards de dollars.

Il est prévu que la production du complexe de la Romaine soit intégrée au réseau de transport d'Hydro-Québec TransÉnergie au moyen de 500 km de lignes de transport conçues à 315 kV et à 735 kV, mais toutes exploitées à 315 kV.



1.1.2 Engagements et obligations spécifiques

Plusieurs engagements concernant le suivi environnemental à mettre en place ainsi que les mesures d'atténuation et de compensation sont annoncés dans l'étude d'impact et dans son complément (Hydro-Québec, 2007, 2008). De plus, les conditions associées aux permis qui sont délivrés par les autorités provinciales et fédérales entraînent une série d'obligations complémentaires.

Les activités concernant l'omble de fontaine sont préalables à la réalisation des obligations relatives aux conditions 3.3.1.2, 5.1 et 5.1.11 du MPO (autorisation 2009-012, mod. 2014). Ce protocole répond également à la condition 10 du certificat d'autorisation du MDDEP (n° 530-2009). Toutes les conditions mentionnées précédemment sont détaillées à l'annexe 1.

1.1.3 Études antérieures

À l'été 2015, afin de statuer sur la nécessité d'aménager ou non des obstacles à la migration des poissons visant à protéger des populations allopatriques d'omble de fontaine, l'accessibilité en conditions actuelles et futures ainsi que la composition spécifique de cinq tributaires dans le secteur de la Romaine-4 ont été vérifiées (Englobe, 2016). Selon les résultats obtenus, seuls les tributaires R1929248G et R2131273G renferment vraisemblablement une population allopatrique d'omble de fontaine. Les obstacles présentement infranchissables identifiés sur leur cours respectif, qui empêchent leur colonisation par des espèces compétitrices ou prédatrices de l'omble de fontaine, seront complètement ennoyés à la suite de la mise en eau du réservoir. Puisqu'aucun autre obstacle n'est présent entre la cote maximale du réservoir et les lacs situés en amont de ces tributaires, la construction de nouveaux obstacles à la migration doit être considérée en vertu des exigences des instances gouvernementales.

À l'été 2016, des inventaires complémentaires ont été réalisés afin de déterminer si les lacs de tête des tributaires R1929248G et R2131273G renferment une population d'omble de fontaine allopatrique (Englobe, 2017). Les pêches à l'électricité, au filet maillant et à la bourolle réalisées en juin 2016 dans le tributaire R2131273G et le premier lac en amont ont permis la capture de quatre espèces de poisson (le meunier noir, l'omble de fontaine, le meunier rouge et l'omble chevalier). Puisque des espèces compétitrices de l'omble de fontaine sont déjà présentes dans ce système, la construction dans ce tributaire d'un seuil visant à protéger la population d'omble de fontaine après la mise en eau du réservoir n'est pas justifiée. Toutefois, dans le premier lac en amont du tributaire R1929248G et dans le tributaire de ce lac, seuls des ombles de fontaine ont été capturés aux filets et à la pêche à l'électricité, comme lors des pêches effectuées en 2015 dans la section du tributaire R1929248G comprise entre la cote maximale du futur réservoir et le premier lac en amont. Ces résultats confirment donc la présence d'une population allopatrique d'omble de fontaine dans ce tributaire et les lacs situés à l'amont. Par conséquent, la construction d'un obstacle à la migration doit être envisagée.

Pour permettre l'élaboration du schéma directeur de cet aménagement, un suivi du niveau de l'eau et des vitesses d'écoulement a été effectué. Un relevé d'arpentage, jumelé à un relevé photographique et topographique, a aussi été fait à l'aide d'un drone pour déterminer avec précision l'emplacement le plus propice à l'aménagement de l'obstacle.

Ces données ont permis de produire un schéma directeur (Englobe 2017) qui suggère l'aménagement d'un seuil en enrochement, d'une largeur de 35 m, à environ 36 m en amont du niveau maximal du réservoir et à proximité des travaux liés à l'aménagement du barrage de la Romaine-4. Ce seuil augmenterait le niveau du lac de 0,6 m. Le passage de l'eau serait assuré par un ou plusieurs ponceaux qui sortiraient du seuil pour créer une chute verticale de 1,5 m de hauteur tombant dans un lit de gros blocs concassés. Ce concept a toutefois été revu dans le présent énoncé d'envergure.

La route temporaire R4-18T pour des travaux liés à la construction du barrage de la Romaine-4 passera directement à l'aval du site du seuil prévu. Les plans tels qu'exécutés de cette route seront pris en compte lors de la conception du seuil pour s'assurer qu'il n'y ait pas de conflit entre ces deux ouvrages.

1.2 OBJECTIFS

L'objectif de ce mandat consiste à élaborer un énoncé d'envergure pour l'aménagement d'un seuil visant à empêcher les espèces prédatrices et compétitrices de l'omble de fontaine de coloniser le tributaire R1929248G et les lacs situés à l'amont. Toutefois, quelques informations sont manquantes afin de bien concevoir l'aménagement de ce seuil, dont l'estimation du débit maximal du cours d'eau et la composition du sol au niveau de l'ouvrage proposé. Une validation du concept et des matériaux proposés est aussi nécessaire afin de produire l'énoncé d'envergure.

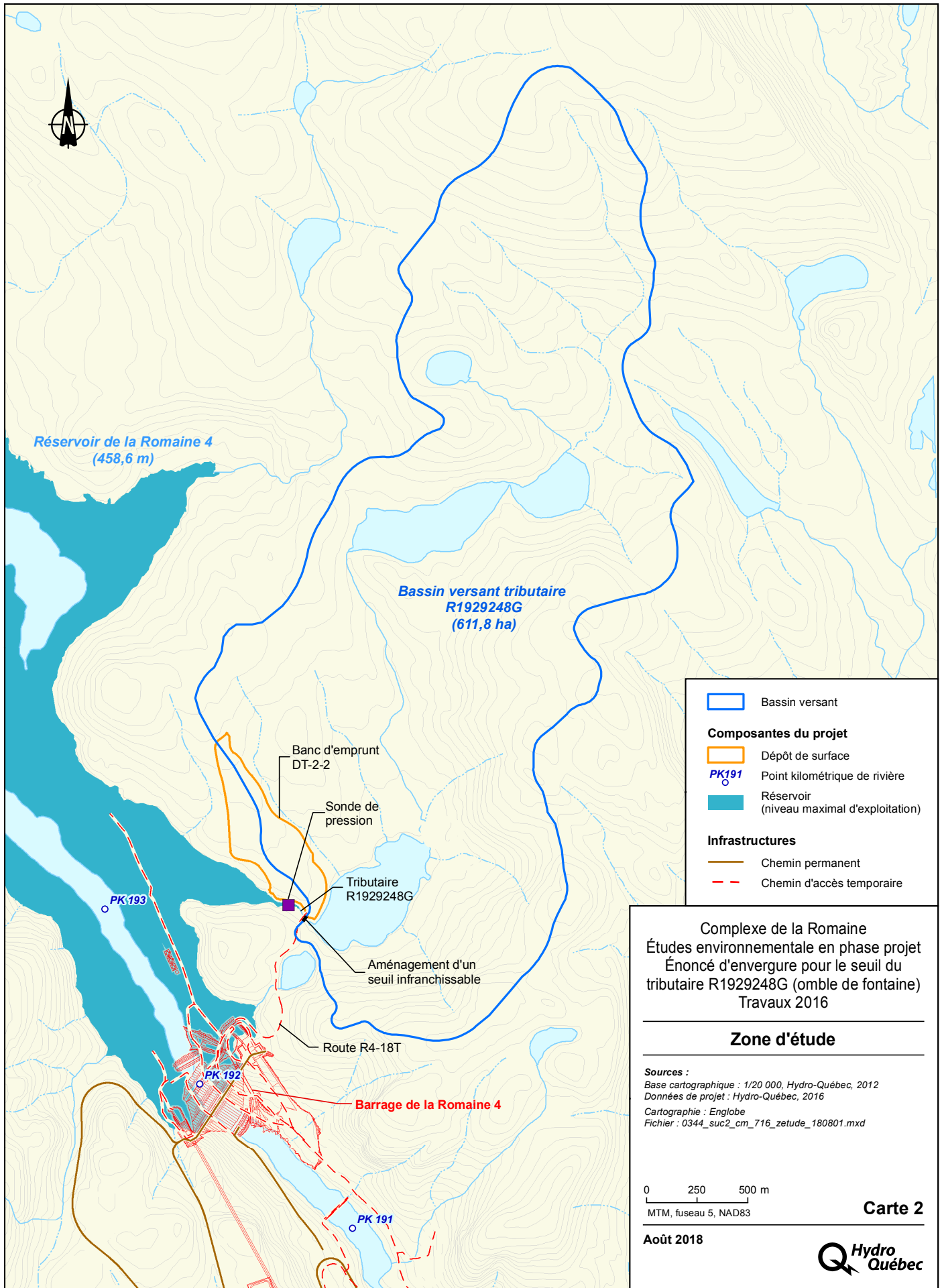
Ainsi, les activités prévues pour la réalisation de ce mandat incluent :

- ▶ l'acquisition des données complémentaires;
- ▶ le traitement, l'analyse des données et la définition des critères de conception;
- ▶ la production des plans d'aménagement et l'évaluation des intrants nécessaires.

Ces activités ont été réalisées conformément aux exigences mentionnées dans le devis d'étude et sont détaillées dans les sections suivantes.

1.3 ZONE D'ÉTUDE

La zone d'étude comprend le tributaire R1929248G et le lac en amont, qui sont situés à proximité du site du barrage de la Romaine-4 (carte 2).



2 ACQUISITION DES DONNÉES COMPLÉMENTAIRES

2.1 RELEVÉS COMPLÉMENTAIRES 2017

Afin de récolter l'ensemble des données nécessaires à l'élaboration de l'énoncé d'envergure d'un obstacle à la migration des poissons dans le tributaire R1929248G, différents travaux de terrain complémentaires à ceux réalisés au cours de l'été 2016 ont été réalisés en 2017. L'annexe 2 présente les photos prises lors de ces relevés ainsi que des photos générales du site (photos 1 à 6).

Les relevés complémentaires de 2017 consistaient à :

- ▶ mesurer le niveau d'eau en continu dans le tributaire;
- ▶ effectuer une mesure de débit;
- ▶ réaliser un relevé complémentaire de la topographie du site.

La méthodologie employée lors de ces travaux, les résultats et le traitement de ceux-ci est présentée dans les sections suivantes.

2.1.1 Niveau de l'eau et courantométrie

2.1.1.1 Méthode

Pour documenter les variations annuelles du niveau de l'eau, une jauge à pression et à température (HOBO, modèle U20-001-01, précision $\pm 0,62$ kPa, $\pm 0,5$ cm, $\pm 0,53$ °C) a été mise en place le 18 juin 2016 dans le tributaire R1929248G, à environ 100 m en aval de son embouchure sur le lac (carte 2). Elle a été placée le plus profondément possible (0,3 m) et à l'abri derrière un bloc pour s'assurer qu'elle demeure en eau libre pendant tout l'hiver et pour éviter qu'elle soit déplacée par les glaces lors de la débâcle printanière. Elle a été récupérée le 30 août 2016 pour effectuer le téléchargement des données enregistrées pendant l'été. Elle a ensuite été remise en place pour l'hiver et relevée le 16 juin 2017. Une correction a été appliquée pour le niveau d'eau au-dessus de la sonde à la suite de la remise à l'eau le 30 août 2016 pour conserver le niveau d'eau de référence du 18 juin 2016. Ainsi, une année complète de données est disponible pour ce site.

Les séries temporelles de la pression absolue et de la température enregistrées par la sonde HOBO ont été converties en séries temporelles de pression hydrostatique et de masse volumique. La pression hydrostatique de l'eau a été obtenue à partir de la série temporelle de pression atmosphérique (provenant de la station météorologique ROMA0968 située aux environs du PK 200 la rivière Romaine; carte 2) selon l'équation suivante :

$$P_{\text{hydrostatique}(t)} = P_{\text{absolue}(t)} - P_{\text{atmosphérique}(t)}$$

La température de l'eau a ensuite été utilisée pour calculer sa masse volumique ($\rho(t)$). Enfin, la pression hydrostatique a été convertie en hauteur d'eau (h) en utilisant l'équation suivante :

$$P_{\text{hydrostatique}(t)} = \rho(t) \times g \times h$$

où la g est la gravité calculée en fonction de la latitude de la sonde.

L'estimation du débit du cours d'eau a été obtenue à 2 reprises, soit le 18 juin 2016 et le 16 juin 2017. En 2017, la profondeur et la vitesse du courant ont été mesurées à 13 points situés à intervalle régulier le long d'un transect de 1,35 m de longueur traversant le tributaire d'une rive à l'autre. La vitesse du courant a été évaluée à l'aide d'un courantomètre Swoffer 2100 (précision < 1 %), à une profondeur équivalente à 0,6 fois la profondeur totale, tandis que la profondeur a été mesurée à l'aide d'une tige graduée (± 1 cm).

2.1.1.2 Résultats

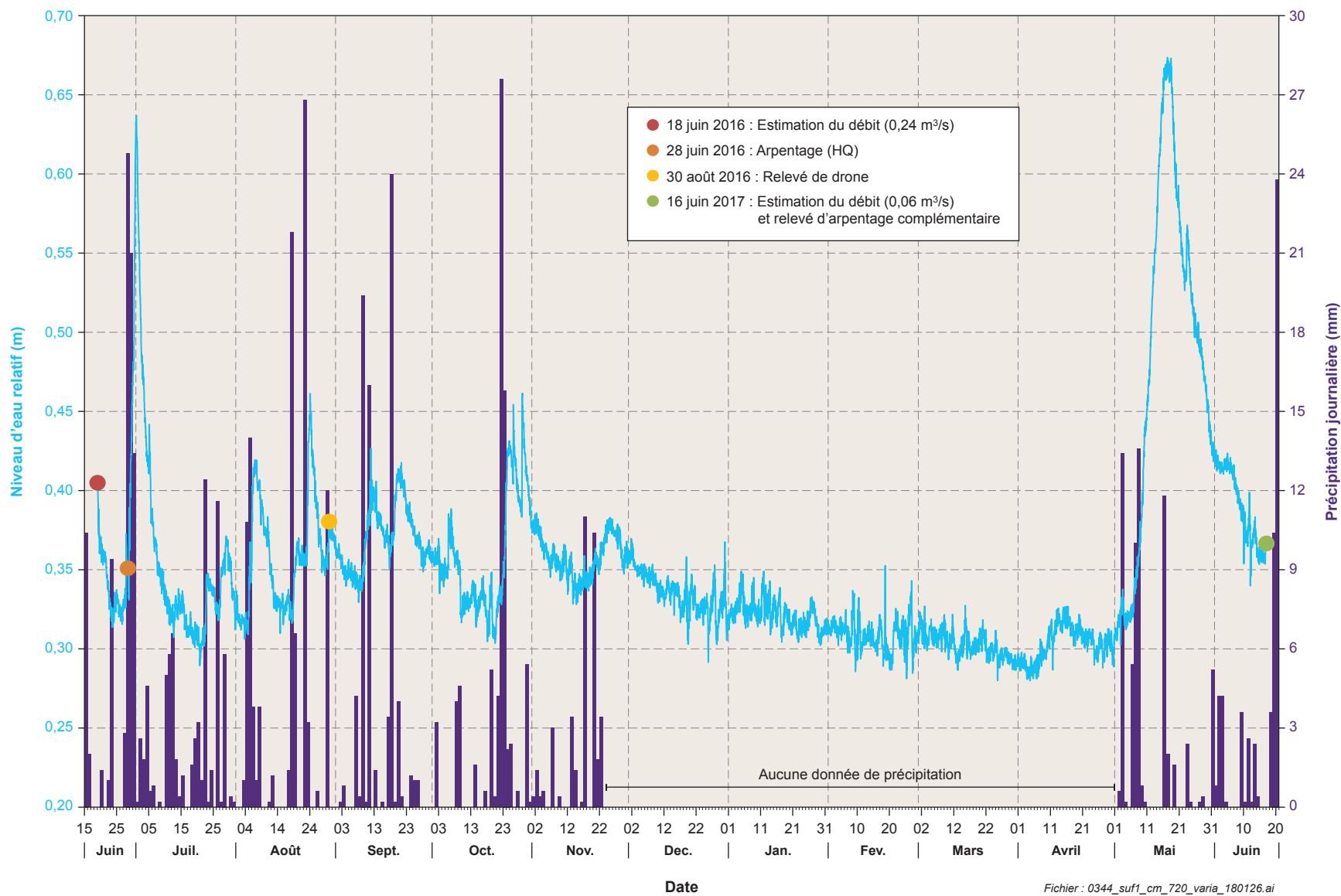
Les variations du niveau de l'eau dans le tributaire R1929248G entre le 18 juin 2016 et le 16 juin 2017 sont présentées à la figure 1. Le niveau de l'eau au-dessus de la sonde au moment de son installation était de 0,405 m et, à ce moment, le débit du cours d'eau était de 0,24 m³/s à partir des profondeurs et des vitesses de courant mesurées le long du transect de courantométrie. La figure 1 illustre que le ruisseau R1929248G réagit rapidement aux précipitations et que ces augmentations de niveau d'eau sont de courte durée.

On remarque que le tributaire R1929248G était vraisemblablement en fin de décrue printanière lors de l'installation de la sonde et que cette décrue s'est poursuivie pendant la semaine suivante jusqu'à atteindre un niveau de 8 cm inférieur à celui du 18 juin. Quelques jours plus tard, des précipitations soutenues durant trois jours consécutifs ont causé une augmentation rapide du niveau de l'eau de 32 cm (30 juin), soit le niveau le plus élevé observé pendant la période estivale 2016. Le niveau de l'eau a ensuite diminué considérablement et a atteint, le 20 juillet, la plus faible valeur enregistrée à l'été 2016 (0,29 m). Il n'y a pas eu de véritable crue automnale alors que le niveau a atteint un maximum de 0,46 m le 28 octobre 2016, ce qui est équivalent ou moindre que ce qui a été mesuré lors d'épisodes de pluie estivaux.

Le niveau d'eau durant l'hiver est présenté à titre indicatif. Toutefois, la mesure en présence d'un couvert de glace n'est pas exacte. De décembre à avril, le niveau d'eau est demeuré stable, soit entre 0,35 et 0,28 m.

Le pic de la crue printanière a été observé les 16 et 17 mai 2017 (0,67 m), après quelques jours de pluie qui ont sûrement accéléré la fonte des neiges. Lors de la visite du site du 16 juin, la crue était terminée depuis quelques jours et le ruisseau était de retour à un niveau estival de 0,37 m. Le débit mesuré à ce niveau était de 0,06 m³/s.

Figure 1 – Variation du niveau de l'eau dans le tributaire R1929248G et précipitations journalières à la station ROMA0968 de juin 2016 à juin 2017



2.1.2 Relevé d'arpentage

Un relevé d'arpentage avait été réalisé le 18 juin 2016 par le personnel d'Hydro-Québec, et un survol à l'aide d'un drone avait permis de faire une mosaïque de photos du site d'implantation du seuil (Englobe 2017). Le 16 juin 2017, un relevé complémentaire a été réalisé à l'aide d'un système GPS en mode cinématique (RTK Trimble mobile R8 et base Trimble Net R9 avec radio TDL450) afin de préciser le relevé de 2016 (photo 1). L'arpentage a consisté à ajouter 319 points de relevé en suppléments aux sept transects perpendiculaires au tributaire qui avaient été réalisés en 2016 (87 points de relevé). Les points de relevés étaient répartis sur toute la section du cours d'eau (~ 70 m) comprise entre la cote maximale du futur réservoir, jusqu'aux 15 premiers m des rives du lac situé en amont. Ces relevés ont permis de confirmer l'endroit où les pentes en rive sont les plus prononcées dans l'optique de réduire le plus possible la largeur du seuil à aménager et, par le fait même, le volume des matériaux requis.

2.1.3 Relevé de drone

Le 30 août 2016, une caractérisation photographique et topographique de la section amont du tributaire R1929248G avait été réalisée à l'aide d'un drone PHANTOM 3 PRO muni d'une caméra Sony 4k de 13 mégapixels (Englobe, 2017). Le survol à l'aide de ce drone a permis d'obtenir une mosaïque de photos très précise et orthorectifiée.

2.2 ESTIMATION DU DÉBIT MAXIMAL

Le schéma directeur proposait un concept comprenant un ou plusieurs ponceaux (Englobe 2017). Ainsi, afin de dimensionner les ponceaux du seuil ainsi que la taille des matériaux, les débits maximums devaient être estimés. Pour ce faire, une méthode statistique à partir des données de pluviométrie et de la surface du bassin versant a été utilisée.

Les données de précipitations (séries partielles) ont été fournies par Hydro-Québec pour les années 2013 à 2017. À des fins de simulation, le débit d'eau provenant des précipitations (sous forme liquide) de la totalité du bassin versant a été injecté directement dans le réservoir projeté (lac à l'amont du seuil). Le bassin versant a été tracé à partir de la topographie au 1:20 000 fournie par Hydro-Québec. Une surface de 611,8 ha a été estimée pour le bassin versant à l'amont du seuil projeté.

De manière conservatrice vis-à-vis l'obtention de débits extrêmes, l'infiltration, l'évapotranspiration et le temps de concentration ont été ignorés. Un laminage avec un pas de temps de 1 h été réalisé, et les débits maximaux pour chaque année ont été extraits. Une distribution de log Pearson Type III des valeurs maximales annuelles a été utilisée afin de déterminer les débits de 1 :10 ans et 1 :100 ans.

Puisque seuls les débits instantanés provenant des précipitations ont été considérés (sous forme liquide) dans le calcul, il serait adéquat dans une phase ultérieure de procéder à une estimation de l'impact d'une combinaison de fonte de neige et de pluie. Cette étape pourrait être réalisée par transposition des données prises ailleurs dans la région, si disponibles. Sinon, un facteur supplémentaire raisonnable pourrait être ajouté pour refléter l'impact de ces événements.

Il est à noter que la série de données utilisées est considérée comme beaucoup trop courte pour réaliser une telle extrapolation, en plus d'être incomplète. À défaut d'obtenir d'autres données dans une prochaine phase, il est recommandé de procéder à une transposition à partir d'autres bassins ayant une série de données plus longue et complète, et de comparer ces résultats à ceux obtenus lors de la présente étude.

Les débits de récurrence 1 :10 ans et 1 :100 ans sont estimés à 19 et 25 m³/s respectivement. Les débits mesurés dans le ruisseau sont plus de dix fois inférieurs à ces débits, mais ces derniers n'ont pas été mesurés en période de crue (voir figure 1). Notons qu'Hydro-Québec a effectué ses propres calculs d'hydrologie sommaire pour ce cours d'eau, qui sont inférieurs aux calculs d'Englobe (F. Houdré, comm. pers.). Le débit de crue 1 : 100 laminé a été estimé à 12,8 m³/s (non laminé : 15,6 m³/s).

2.3 POUSSÉE DES GLACES

Le couvert de glace est susceptible de générer une force importante sur la face intérieure du seuil. Cette force agit linéairement sur la longueur du seuil. La pression générée varie généralement entre 250 à 1500 kN /m², selon les variations de température. Aux fins d'estimation pour la portée de l'exercice actuelle, une valeur de 500 kN /m² peut être prise et considérée comme reflétant des circonstances ordinaires.

Comme l'impact des forces générées par un couvert de glace est un facteur important dans la conception d'un barrage-poids de faible et moyenne hauteur, il est recommandé de procéder à une étude plus approfondie pour la phase ultérieure de préparation des plans et devis.

Si un matériau poreux est retenu (ex. : enrochement ou gabion), l'expansion de la glace à l'intérieur du substrat et les forces associées devront également être prises en compte dans la sélection et le dimensionnement des matériaux.

2.4 STRATIGRAPHIE

Pour l'optimisation du concept, la profondeur du roc constitue l'une des informations critiques puisqu'il constitue l'horizon imperméable d'assise proposé du futur seuil. Dans un premier temps, les données de la campagne de caractérisation du sol qui ont été récoltées à proximité dans le cadre des travaux pour le barrage de la Romaine-4 ont été demandées à Hydro-Québec afin d'obtenir une estimation de l'épaisseur de matériel à excaver avant d'aménager le seuil. En deuxième lieu, les informations provenant du tel que construit (TQC) de la route, qui sera construite au site d'aménagement du seuil, seront utilisées pour déterminer plus précisément la profondeur du roc et la quantité de matériaux nécessaire.

Englobe a réalisé en 2014 des investigations géologiques et géotechniques dans le secteur du seuil (Hydro-Québec 2015). Selon Hydro-Québec, une ligne sismique a été réalisée près du seuil projeté (ligne LS-105), et le point d'arpentage le plus près (LS-105-02-14) est situé à environ 42 m de l'exutoire du lac. L'élévation du mort terrain au point d'arpentage LS-105-02-14 est d'environ 465,750 m tandis que l'élévation présumée du roc est d'environ 459,000 m, soit environ 6,75 m plus profond. Ceci dit, cette



ligne sismique se termine à environ 5 m du point arpenté. Le rapport du sondage identifié PU-109-04, réalisé dans le cadre de ces investigations à environ 75 m de l'exutoire du lac, décrit une stratigraphie de sols meubles débutant à l'élévation 464,000 m. Cette stratigraphie est composée d'une mince couche de tourbe et de matières organiques, qui est suivie d'un dépôt de till granulaire contenant environ 5 % de cailloux et 10 % de blocs au minimum jusqu'à l'élévation 459,800 m. Considérant que le sol naturel se retrouverait à l'élévation approximative 460,000 m à l'exutoire du lac, il est probable que le roc se retrouve sous un mince dépôt de sols meubles dans l'emprise du seuil projeté. Pour compléter le présent concept, il a été considéré qu'une épaisseur de roc fracturé se trouverait en surface du massif et que l'horizon de roc sain pour l'assise du seuil serait à l'élévation 458,6 m.

3 CONCEPTION DE L'AMÉNAGEMENT

3.1 CRITÈRES ET CONTRAINTES DE CONCEPTION

La mise en eau du réservoir de la Romaine 4 ennoiera la majeure partie du tributaire R1929248G et, du même coup, l'ensemble des obstacles présentement infranchissables répertoriés sur son cours (Englobe, 2015). Une population d'omble de fontaine allopatrique étant présente dans ce cours d'eau et dans le lac en amont, Hydro-Québec devra construire un obstacle à la migration des poissons pour protéger cette population en conditions futures, conformément à la condition 5.1.11 du certificat d'autorisation du MPO (annexe 1).

Parmi les espèces prédatrices ou compétitrices de l'omble de fontaine qui seront présentes dans le futur réservoir, la ouananiche, le meunier rouge et le meunier noir sont celles qui possèdent les meilleures capacités natatoires (Peake, 2008). La ouananiche est également en mesure de franchir des chutes mesurant jusqu'à 3,3 m de hauteur (Reiser et Peacock, 1985). Toutefois, cette espèce ne constitue pas un compétiteur sérieux pour l'omble de fontaine, d'autant plus que le tributaire R1929248G et les lacs en amont renferment peu d'habitats intéressants pour la ouananiche. Il en va autrement pour les meuniers : il est donc impératif d'empêcher leur passage vers l'amont. Selon la méthode proposée par Bain et Stevenson (1999) pour évaluer la capacité des poissons à franchir un obstacle, les plus gros spécimens de meunier capturés dans la rivière Romaine lors des inventaires de 2004 (528 mm ; GENIVAR, 2005) seraient en mesure de franchir des obstacles de l'ordre d'environ 1,3 m de hauteur. Pour que les poissons soient en mesure d'atteindre leur hauteur de saut maximale, la fosse à la base de l'obstacle doit cependant avoir une profondeur équivalente à au moins 1,25 fois la hauteur de l'obstacle ou être supérieure à 2,5 m (Bain et Stevenson, 1999). Si l'on veut s'assurer que le seuil empêche complètement le passage des meuniers vers l'amont, ces critères doivent être pris en considération dans la conception de l'ouvrage.

Outre le barrage de castor à l'embouchure du lac, la pente du cours d'eau est faible sur les 70 m entre la cote maximale du réservoir et ce barrage. Le dénivelé, incluant le barrage de castor, n'est que de 2 m.

Dans ces conditions et en lien avec la capacité natatoire des espèces qui seront présentes dans le futur réservoir et dont le seuil doit empêcher l'accès, les critères d'aménagement qui sont recommandés sont les suivants :

- ▶ seuil conservant le niveau du lac à l'élévation 460,6 m, soit le niveau du lac recensé au moment de l'étude du site de ce projet en présence du barrage de castor;
- ▶ largeur maximale de la vallée du ruisseau de 15 m à l'emplacement choisi;
- ▶ hauteur d'obstacle équivalente à une chute verticale d'un minimum de 1,5 m;
- ▶ absence de bassin à l'aval de la chute assurée par un lit de ruisseau constitué de gros blocs concassés, à la cote maximale de 459,1 m;

- ▶ structure pouvant résister à une crue centenaire avec un minimum d'entretien;
- ▶ aménagement d'une route d'accès à la structure pour permettre son inspection et son entretien au besoin durant son cycle de vie utile.

Il est aussi à noter que, durant la construction du seuil, un débit minimum écologique correspondant au débit minimal mesuré dans le ruisseau (soit 0,06 m³/s) doit être maintenu dans le cours d'eau. Toutefois, si les apports naturels sont inférieurs à ce débit, le débit maintenu sera équivalent aux apports naturels.

Ces critères de conception feront en sorte qu'il sera alors difficile, voire impossible, de nager à la base du seuil, ce qui empêche un poisson (même une ouananiche) de prendre de la vitesse dans une fosse à la base de l'obstacle pour pouvoir le franchir. Les détails sur la localisation et le concept d'aménagement sont présentés dans la section suivante.

3.2 LOCALISATION DE L'AMÉNAGEMENT

En fonction des critères et contraintes énoncés plus haut, et en cherchant à optimiser les coûts et les efforts de construction requis, la localisation optimale de la face amont du seuil est à environ 55 m en amont du niveau maximal du réservoir et à environ 5 m en aval du barrage de castor, qui était présent à l'exutoire du lac. La mise en place d'un seuil à cet axe permet de limiter la quantité de matériaux requis, étant donné que la vallée devient plus large après ce point. Étant donné que le seuil sera construit directement à l'amont d'une route temporaire qui sera construite prochainement, la conception du seuil ne doit pas venir interférer avec cette route. L'emplacement exact du seuil pourrait être légèrement modifié en fonction des nouvelles informations provenant des plans tels qu'exécutés de cette route.

3.3 CONCEPT DE L'AMÉNAGEMENT

Le concept d'aménagement qui avait été proposé dans le schéma directeur a été optimisé par le présent énoncé d'envergure. La proposition d'un seuil en gabions, plutôt qu'un seuil avec des ponceaux, permet d'éliminer une partie de l'incertitude liée à la crue maximale devant passer par les ponceaux, à l'appui des ponceaux en porte-à-faux et à l'interaction possible avec la présence des castors (qui peuvent boucher les ponceaux). Le concept proposé procure aussi un obstacle avec un écoulement vertical à l'aval du seuil, qui dépasse le critère minimal de 1,5 m de dénivelé (figure 2). Un seuil en gabions a aussi l'avantage de procurer un meilleur contrôle sur la stabilité géométrique à long terme de la structure et de réduire le volume de matériaux requis pour sa construction par rapport à un ouvrage en remblai conventionnel.

Pour atteindre les critères d'aménagement mentionnés plus haut et en tenant compte des matériaux granulaires disponibles au chantier de RO-4, le concept de seuil proposé possède les caractéristiques suivantes :

- ▶ lit du ruisseau conservé à l'élévation existante sauf sur une longueur d'environ 15 m d'emprise du seuil;
- ▶ excavation et nivellement au besoin pour établir l'assise du seuil à la cote 458,6 m;

- ▶ seuil avec une structure principale en blocs de gabions à mailles d'acier torsadées avec protection supérieure contre la corrosion, enrochement interne de pierre de calibre 80-300 mm, déposé sur le roc ou sur une assise de roc nivelé avec un granulat 0-150 mm recouvert d'un géotextile de séparation;
- ▶ épaulements latéraux et amont en enrochement 400-600 mm sur un géotextile de séparation prenant assise sur les sols naturels denses à très denses ou sur le roc;
- ▶ seuil d'une largeur de 25 m à la crête (élevations en rive de 461,6 m à 462,0 m) et d'environ 20 m à la base (à l'élévation 458,6 m);
- ▶ largeur du seuil de 4 m de sa base jusqu'à la cote de 461,6 m avec l'aménagement d'un canal d'écoulement central entre les élévations 461,6 et 462,6 m;
- ▶ installation d'un système de géotextiles de protection et de géomembrane pour fournir une imperméabilisation jusqu'à l'élévation de retenue de l'eau du lac de 460,6 m;
- ▶ mise en place d'un enrochement de protection contre l'affouillement en pierre de calibre 400-600 mm (mettre les plus gros blocs au sommet du talus).

Le site proposé pour le seuil sera situé à l'amont de l'axe de la route d'accès temporaire au banc d'emprunt DT-2-2, à proximité des travaux liés à l'aménagement du barrage de la Romaine-4. Cette route étant très près, il n'y aura donc pas de nouveau chemin d'accès à construire. Nous comprenons que la route R4-18T doit être enlevée à la fin de son utilisation pour le complexe de la Romaine et le site remis en état proche de celui initial. Le dessin 046-P-0012812-0-01-001-05-EN-D-0001-0A présente à la figure 2 le concept de seuil infranchissable proposé.

Les informations minimales à confirmer pour réaliser la conception finale sont :

- ▶ caractéristiques géotechniques des matériaux naturels présents pour l'assise et les épaulements du seuil;
- ▶ géométrie finale de la route temporaire érigée directement en aval du site;
- ▶ disponibilité des matériaux granulaires pour sa construction.

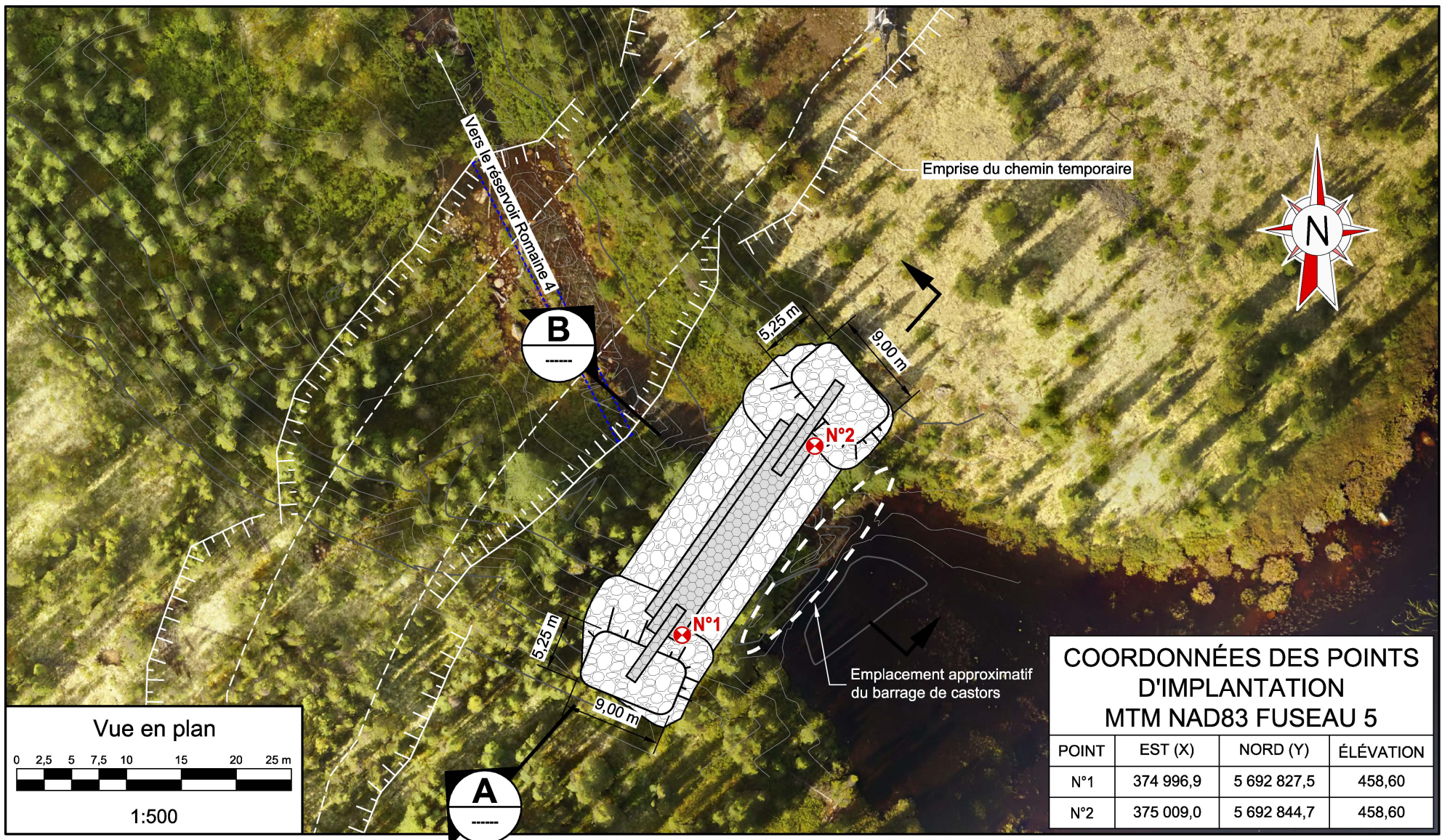
À la suite de l'obtention de ces informations, les vérifications minimales à réaliser pour la conception finale de l'ouvrage seront :

- ▶ résistance géotechnique et tassements admissibles;
- ▶ stabilité au glissement;
- ▶ stabilité au renversement;
- ▶ érosion par l'écoulement interne;
- ▶ impact sur l'érosion en périphérie du seuil;
- ▶ durabilité des cages pour les blocs en gabions par rapport aux efforts du courant d'eau, de la poussée des glaces et des contraintes thermiques.



Des plans et devis pourront ensuite être préparés pour planifier sa construction. La méthode de construction requerra l'utilisation d'un batardeau temporaire de l'ordre de 25 m linéaires érigé tout juste en amont du seuil projeté et devra fournir un approvisionnement continu en eau pour le ruisseau lui assurant le débit écologique minimum tel que mentionné en section 3.1 de 0,06 m³/s.

Après sa construction, ce seuil devra être inspecté périodiquement pour s'assurer de son intégrité et de son fonctionnement. Ce suivi pourra, par exemple, être effectué en même temps que les inspections des digues et du barrage situé tout près.



**COORDONNÉES DES POINTS D'IMPLANTATION
MTM NAD83 FUSEAU 5**

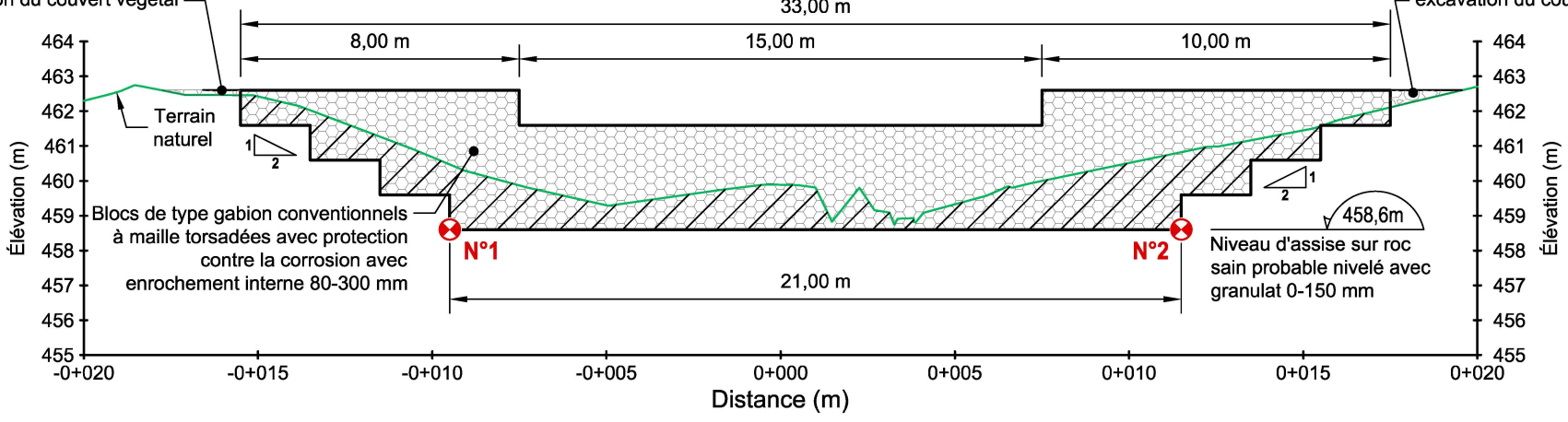
POINT	EST (X)	NORD (Y)	ÉLÉVATION
N°1	374 996,9	5 692 827,5	458,60
N°2	375 009,0	5 692 844,7	458,60



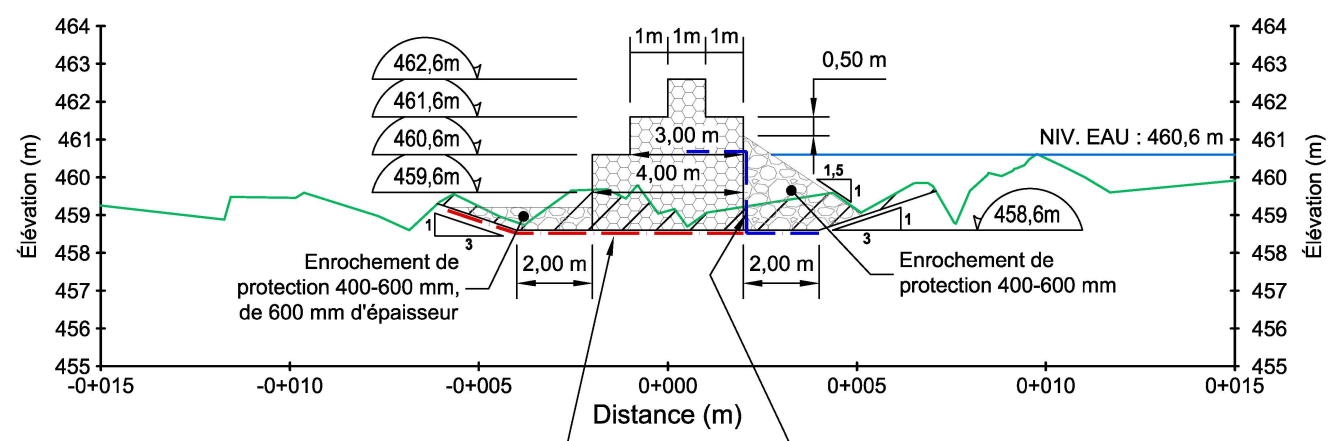
Enrochement de protection aux épaulements du seuil en pierre 400-600 mm sur un géotextile de séparation avec assise sur les sols naturels non remaniés après excavation du couvert végétal

Enrochement de protection aux épaulements du seuil en pierre 400-600 mm sur un géotextile de séparation avec assise sur les sols naturels non remaniés après excavation du couvert végétal

A - Profil longitudinal du seuil infranchissable



B - Profil transversal du seuil infranchissable



Géotextile de séparation sous les gabions et l'enrochement aval dans le cas d'une assise granulaire de 0-150 mm

Système de géotextiles de protection et une géomembrane d'imperméabilisation avec assise sur le roc en amont du seuil sur au moins 2 m. linéaires

Ce document doit être utilisé conjointement avec le rapport d'étude environnementale

Ce document est la propriété de Englobe et est protégé par la loi. Il est destiné exclusivement aux fins qui y sont mentionnées. Toute reproduction/adaptation, partielle ou totale, est strictement prohibée sans avoir préalablement obtenu l'autorisation écrite de Englobe Corp.

Client
HYDRO-QUÉBEC
Innovation, équipement et services partagés

Projet
Complexe de la Romaine
Études environnementales en phase projet
Énoncé d'envergure pour le seuil du tributaire R1929248G (omble de fontaine)

Titre
Figure 2
Aménagement d'un seuil infranchissable dans le tributaire R1929248G

Englobe Corp.
1001, rue Sherbrooke Est
bureau 600
Montréal, Québec
H2L 1L3
514-281-5151

Englobe

Discipline : Environnement	Préparé par : M.-A. Blais	Vérfié par : F. Burton
Échelle :	Dessiné par : J. Gratton	Approuvé par : F. Burton
Date : 09/08/2018	No. de la figure :	No. d'enregistrement :
Mise en page : 11X17 POR	Format papier : ANSI full bleed B (11.00 x 17.00 pouces)	

Resp.	Projet	OTP	Projet/ Disc	Phase/ Type	Réf. élec. / No.Dessin	Rév.
046	P-0012812	0-01-001-05	EN	D		0001 00

4 BORDEREAU DES QUANTITÉS

Le tableau 1 présente l'estimation des quantités des différents matériaux proposés pour la construction du seuil.

Tableau 1 Estimation des quantités pour la construction du seuil sur le cours d'eau R1929248G

Matériaux	Unité	Quantité
Excavation de sol végétal	m ³	190
Excavation de till granulaire	m ³	200
Géotextile de séparation	m ²	260
Géotextile d'imperméabilisation	m ²	185
Blocs de gabions remplis d'engrènement 80-300 mm	m ³	290
Granulat 0-150 mm pour assise de nivellement du seuil	m ³	42
Engrènement de protection 400-600 mm	m ³	250

En fonction des possibilités de mise en œuvre sur le site et du choix du concepteur de la solution finale, l'engrènement de remplissage des blocs de gabions pourrait être réalisé avec un autre granulat disponible sur place avec des dimensions de particules retenues par les mailles du type de gabions choisis.

5 CONCLUSION

Le présent mandat avait comme objectif d'élaborer un énoncé d'envergure pour l'aménagement d'un seuil visant à empêcher les espèces prédatrices et compétitrices de l'omble de fontaine de coloniser le tributaire R1929248G et les lacs situés à l'amont. Pour ce faire, des données complémentaires devaient être acquises et traitées, les critères de conception définis et les plans d'aménagement produits.

Deux critères importants pour la conception du seuil étaient le débit maximal à considérer et la poussée des glaces. L'analyse des données de niveau d'eau suggère que le ruisseau R1929248G réagit rapidement aux précipitations et que ces augmentations de niveau d'eau sont de courtes durées. Les calculs conservateurs de débits 1 : 10 ans et 1 : 100 ans, compte tenu de la période de temps relativement courte (moins de 5 ans) de disponibilité de données de précipitation, sont très élevés (respectivement 19 et 25 m³/s) en comparaison des données de débit mesurés en période de faible hydraulicité (0,24 et 0,06 m³/s). Notons que ces débits de crue sont conservateurs, Hydro-Québec ayant estimé des débits de crues plus faibles. Pour ce qui est de la poussée des glaces, aux fins d'estimation pour la portée de l'exercice actuel, une valeur de 500 kN /m² peut être prise et considérée comme reflétant des circonstances ordinaires.

Le seuil proposé sera situé à l'amont de la route temporaire d'accès au banc d'emprunt DT-2-2, à proximité des travaux en lien avec l'aménagement du barrage de la Romaine-4. La proposition d'un seuil en gabions permet d'éliminer une partie de l'incertitude liée à la crue maximale devant passer par les ponceaux, de l'appui en porte-à-faux et limite l'interaction possible avec la présence des castors, tout en procurant un écoulement vertical à l'aval du seuil. Un seuil en gabions comporte d'autres avantages : il procure un meilleur contrôle sur la stabilité géométrique à long terme de la structure et réduit le volume de matériaux requis pour sa construction par rapport à un ouvrage en remblai conventionnel.

Toutefois, lors d'une réunion de travail avec Hydro-Québec le 11 janvier 2018, les représentants d'Hydro-Québec suggéraient plutôt un seuil en enrochement, principalement pour des questions de coûts, d'expertises et de disponibilité de matériaux. Englobe est d'avis qu'un seuil en enrochement, s'il respecte les contraintes exposées précédemment, pourrait aussi rencontrer les objectifs.

Le seuil en gabions proposé est d'une largeur de 25 m à la crête et d'environ 20 m à la base. La crête du seuil est à la même élévation que le niveau qui était maintenu par le barrage de castor à l'amont, soit 460,6 m, et la base aval du seuil est constituée de matériaux grossiers empêchant toute approche du seuil par les poissons. Une estimation de 582 m³ de matériaux granulaires, dont 290 m³ pour les blocs de gabions, est prévue pour ce seuil. À ces quantités s'ajoute 445 m² de membrane géotextile, dont 185 m² de géotextile d'imperméabilisation, nécessaires pour sa construction.

6 RÉFÉRENCES

- BAIN, M. B. ET N. J. STEVENSON. 1999. *Aquatic habitat assessment: common methods*. American Fisheries Society, Bethesda, Maryland. 224 p.
- ENGLOBE. 2015. *Complexe de la Romaine – Études environnementales en phase projet – Caractérisation des cours d'eau visés par la construction des ouvrages de la Romaine-4*. Rapport de mission produit par N. Ouellet et F. Burton. Présenté à Hydro-Québec Équipement et services partagés. 29 p. et 2 annexes.
- ENGLOBE. 2016. *Complexe de la Romaine – Études environnementales en phase projet – Activités relatives à la mise en valeur de la population de ouananiche dans le réservoir de la Romaine 4 et à l'accessibilité des tributaires à omble de fontaine – Travaux 2015*. Rapport produit par N. Ouellet, F. Burton, K. Jacobs et R. Dumont. Présenté à Hydro-Québec Équipement et services partagés. 83 p. et 10 annexes.
- ENGLOBE. 2017. *Complexe de la Romaine — Études environnementales en phase projet — Activités relatives à l'accessibilité des tributaires à omble de fontaine dans le réservoir de la Romaine 4 — Travaux 2016*. Rapport final produit par Ouellet, N., F. Burton et R. Dumont. Présenté à Hydro-Québec Innovation, équipement et services partagés. 23 p. et 4 annexes.
- GENIVAR. 2005. *Complexe de la rivière Romaine – Faune ichthyenne : Rapport d'inventaire 2004*. Rapport de GENIVAR Groupe Conseil inc. à Hydro-Québec Équipement, Direction de l'Environnement et Services techniques. 202 p. et annexes.
- HYDRO-QUÉBEC. 2007. *Complexe de la Romaine – Étude d'impact sur l'environnement*. 10 volumes et annexes. <http://www.hydroquebec.com/romaine/documents/etude.html>.
- HYDRO-QUÉBEC. 2008. *Complexe de la Romaine – Complément de l'étude d'impact sur l'environnement*. 5 volumes. <http://www.hydroquebec.com/romaine/documents/etude.html>.
- HYDRO-QUÉBEC. 2015. *Centrale de la Romaine-4 – Investigations géologiques et géotechniques 2014*. Carrière CA-5 – Plan. Coupes LS-104-14 et LS-105-14. Planche no 22.
- MINISTÈRE DU DÉVELOPPEMENT DURABLE, DE L'ENVIRONNEMENT ET DES PARCS (MDDEP). 2009. Décret 530-2009 : <http://www.mddelcc.gouv.qc.ca/evaluations/decret/2009/laromaine.htm>.
- PEAKE, S.J. 2008. Swimming performance and behavior of fish species endemic to Newfoundland and Labrador : A literature review for the purpose of establishing design and water velocity criteria for fishways and culverts. Can. Manuscr. Rep. *Fish. Aquat. Sci.* 2843 : v + 52 p.



- PÊCHES ET OCÉANS CANADA (MPO). 2014. *Lettre de Richard Nadeau (MPO) à Thierry Vandal (HQ). Complexe hydroélectrique de la rivière Romaine – Autorisation 2009-012 mod. 2014. Modification à l'autorisation n° 2009-012 mod. 2012 émise en février 2012 en vertu de la Loi sur les pêches.* 5 février 2014. 40 p.
- REISER, D. W. ET R. T. PEACOCK. 1985. *A technique for assessing upstream fish passage problems at small-scale hydropower developments.* Dans : Symposium on small hydropower and fisheries. American Fisheries Society, Bethesda, Maryland. p. 423-432.

**Annexe 1 Liste des engagements et des obligations
spécifiques à l'ombre de fontaine**

Annexe 1 – Liste des engagements et des obligations spécifiques à l’omble de fontaine

Autorisation du ministère des Pêches et des Océans du Canada (no 2009-12 mod 2014) :

Condition 3.3.1.2 :

La requérante devra soumettre au MPO un rapport écrit complet documentant l’ensemble des résultats des états de référence, comportant les données, les photographies des aménagements requis et les documents pertinents un an avant la mise en eau du réservoir de la Romaine 2 (2013) sauf ceux rattachés à l’implantation de populations d’omble chevalier qui devront être présentés avant le 31 décembre 2010 et ceux liés à la vérification de l’accessibilité du tributaire R2300292D qui devront être présentés avant le 31 décembre 2020.

Condition 5.1.11 :

La requérante devra réaliser une étude afin d’évaluer la nécessité de construire des seuils empêchant le passage d’espèces compétitrices ou prédatrices à l’omble de fontaine dans quatre tributaires dont les obstacles infranchissables existants seront enoyés suite à la mise en eau du réservoir de Romaine-4. Il s’agit des tributaires R1929248G, R2131273G, R2233289D et R2300292D du réservoir de la Romaine-4. Plus particulièrement la requérante devra :

5.1.11.1 Documenter la présence d’espèces compétitrices de l’omble de fontaine ainsi que la présence d’obstacles infranchissables dans ces tributaires. Tenir compte de la présence et de la mise en valeur d’habitats pour la ouananiche ainsi que de l’introduction possible de l’éperlan arc-en-ciel dans le bassin versant dans la proposition de positionnement de ces seuils.

5.1.11.2 Présenter au MPO, deux ans avant la mise en eau du réservoir Romaine-4, un rapport écrit complet comportant les données, les photographies, les vidéos et les documents pertinents permettant de statuer sur la nécessité d’installer ou non des obstacles infranchissables au passage de poissons compétiteurs à l’omble de fontaine dans les tributaires visés. Une décision sera prise à la lumière des résultats obtenus.

5.1.11.3 Advenant que le suivi au point 5.1.11 démontre qu’il y a nécessité d’installer un obstacle infranchissable au passage de poissons compétiteurs ou prédateurs à l’omble de fontaines dans les tributaires visés, la requérante devra mettre en place un dispositif de suivi agréant au MPO permettant de vérifier le caractère infranchissable de l’obstacle pour les poissons compétiteurs ou prédateurs à l’omble de fontaine.

5.1.11.4 Présenter au MPO, l’année précédant la mise en eau du réservoir Romaine-4, le programme de suivi permettant de vérifier que l’obstacle est infranchissable pour les espèces compétitrices ou prédatrices de l’omble de fontaine mais permettant toutefois le passage de la ouananiche.



5.1.11.5 Documenter l'état de chacun des obstacles construits (non franchissables pour les espèces visées, stabilité de la structure) pendant une période de 5 ans, soit en l'an 1, 3 et 5 suivant la mise en eau des réservoirs visés.

5.1.11.6 Présenter au MPO un rapport écrit complet, comportant les données, les photographies, les vidéos et les documents pertinents. Ce rapport devra être fourni au plus tard 6 mois suivant chaque évaluation. Le MPO pourrait, à la lumière des résultats obtenus, demander des mesures correctrices ou des modifications au suivi, le cas échéant.

Certificat d'autorisation du ministère du Développement durable, de l'environnement et des Parcs (no 530-2009) :

Condition 10 : Mise en place d'obstacles infranchissables pour le meunier rouge et la ouananiche dans les tributaires du réservoir de la Romaine-4

Hydro-Québec doit réaliser une étude portant sur la pertinence, la faisabilité et l'efficacité de la mise en place d'obstacles infranchissables pour le meunier rouge et la ouananiche afin de protéger les ombles de fontaine présents en amont des frayères à aménager à la condition 1 (frayères à ouananiche mentionnées dans l'étude d'impact). Cette étude doit inclure la rivière Baubert, le ruisseau Katahtauatshupunan et le tributaire situé en rive droite du PK 223 de la rivière Romaine et doit être transmise à la ministre du MDDEP avant la fin de l'année 2016. Si cette étude démontre que de tels obstacles infranchissables doivent être mis en place, ceux-ci doivent être réalisés avant la mise en eau du réservoir de la Romaine-4.

Annexe 2 Répertoire photographique



PHOTO 1 — Vue vers l'amont du barrage de castor à l'amont du seuil projeté (15 juin 2017)



PHOTO 2 — Vue du lac à l'amont du barrage de castor (15 juin 2017)



PHOTO 3 — Arpentage au site d'implantation du seuil (16 juin 2017)



PHOTO 4 — Vue vers l'aval du ruisseau au site d'implantation du seuil (16 juin 2017)



PHOTO 5 — Vue vers l'amont, à partir de la cote du réservoir, de la zone d'aménagement (16 juin 2017)



PHOTO 6 — Vue à vers l'aval, à partir de la rive gauche, du site d'implantation du seuil (16 juin 2017)

