

Étude de faisabilité pour l'aménagement d'un site d'incubation d'œufs de saumon aux abords de la rivière Romaine

Étude Finale

60321794

Avril 2015

Signatures

Rapport préparé par :

Steve Brillant, ing.
Ingénieur de projet

Le 23 avril 2015

Rapport vérifié par :



Jean-François Bourque, bio
Chargé de projets

Le 23 avril 2015

1	Mise en contexte	1
2	Méthode	1
3	Visite préliminaire	2
4	Présentation des scénarios	3
4.1	Site n° 1, Rapide à Brillant	4
4.1.1	Localisation du site	4
4.1.2	Accessibilité.....	4
4.1.3	Topographie	5
4.1.4	Contexte hydraulique	5
4.1.4.1	Bathymétrie.....	5
4.1.4.2	Salinité	6
4.1.4.3	Fonctionnement hivernal.....	6
4.1.5	Contexte géotechnique	6
4.1.6	Description de l'aménagement proposé.....	6
4.1.7	Estimation des coûts.....	7
4.2	Site n° 2, Aval du pont	8
4.2.1	Localisation du site	8
4.2.2	Accessibilité.....	8
4.2.3	Topographie	8
4.2.4	Contexte hydraulique	9
4.2.4.1	Bathymétrie.....	9
4.2.4.2	Fonctionnement hivernal.....	9
4.2.5	Contexte géotechnique	9
4.2.6	Description de l'aménagement proposé.....	10
4.2.7	Estimation des coûts.....	10
4.3	Site n° 3 - Amont du Pont.....	11
4.3.1	Localisation du site	11
4.3.2	Accessibilité.....	11
4.3.3	Topographie	12
4.3.4	Contexte hydraulique	12
4.3.4.1	Bathymétrie.....	12
4.3.4.2	Fonctionnement hivernal.....	12
4.3.5	Contexte géotechnique	12
4.3.6	Description de l'aménagement proposé.....	12
4.3.7	Estimation des coûts.....	13
5	Étude comparative	13
6	Conclusion et recommandations	2

Liste des tableaux

Tableau 1: Résumé des coûts - Site Rapide à Brillant.....	7
Tableau 2: Résumé des coûts - Aval du pont	10
Tableau 3: Résumé des coûts - Site amont du pont	13
Tableau 4: Grille d'analyse complétée	14

Liste des figures

Figure 1: Localisation des sites préalablement sélectionnés par la Société.....	2
Figure 2: Localisation des trois sites à l'étude pour la réalisation du bâtiment d'incubation d'œufs.....	3
Figure 3: Aménagement proposé au site n° 1 (Rapide à Brillant)	4
Figure 4: Aperçu du sentier existant accédant au rapide à Brillant.....	5
Figure 5 : Site n° 2 – Aval du pont	8
Figure 6 : Site n° 3 – Amont du pont	11

Liste des annexes

Annexe A Plans préliminaires site n° 1, Rapide à Brillant
Annexe B Plans préliminaires site n° 2, Aval du pont
Annexe C Plans préliminaires site n° 3, Amont du pont
Annexe D Note technique de Mickaël Fontin sur les comportements hydrauliques des sites à l'étude
Annexe E Estimation des coûts

1 Mise en contexte

En 2009, des travaux portant sur l'aménagement d'un complexe hydroélectrique constitué de quatre réservoirs avec barrages et centrales ont débuté dans la rivière Romaine. Ce projet a été autorisé par le Gouvernement du Québec sous condition de procéder à la restauration de la population de saumon présente dans cette rivière sur un horizon de 20 ans. Pour ce faire, Hydro-Québec a créé une société indépendante chargée de concevoir et de réaliser le programme de restauration, cette société a été nommée : la Société saumon de la rivière Romaine (ci-après nommée Société).

La Société a débuté des travaux afin de capturer des saumons vivants dans la rivière Romaine et son principal tributaire accessible au saumon, la rivière Puyjalon. Ces travaux ont permis d'obtenir, en 2014, les premiers reproducteurs sauvages pour débiter les activités du programme de restauration.

Cette année, la Société a conservé ces saumons en captivité (stabulation), à un site situé à proximité de l'embouchure de la rivière et ce, jusqu'à la période de reproduction qui a lieu vers la fin du mois d'octobre. C'est également à cet endroit que la Société a procédé à la fraie artificielle et les œufs récoltés ont été placés dans les frayères de la rivière Romaine. Cependant, afin de diminuer la mortalité importante associée à l'incubation naturelle en rivière, la Société désire aménager un bâtiment isolé permettant l'incubation artificielle des œufs jusqu'à leur éclosion printanière.

Suite à une visite préliminaire en mai 2014, où des sites préalablement déterminés par la Société ont été analysés, voir section 3. AECOM a été mandatée, en juillet 2014, pour procéder à une étude de faisabilité afin de déterminer un site le long du cours d'eau principal de la Romaine offrant les meilleures qualités pour aménager un bâtiment fermé et calorifugé afin d'installer des incubateurs verticaux à tiroirs alimentés par de l'eau douce. L'étude devait porter sur un minimum de trois sites localisés dans le bassin versant de la rivière Romaine, en aval des ouvrages du complexe hydroélectrique de la Romaine-1 situés au point kilométrique (PK) 52 de la rivière.

La présente étude présente donc une analyse critique et une évaluation sommaire des coûts d'aménagements de trois sites potentiels identifiés conjointement avec la Société.

2 Méthode

L'étude de faisabilité comporte six phases :

1. Visite de sites préalablement sélectionnés par la Société (voir section 4) et relevés préliminaires afin de déterminer la faisabilité technique des sites.
2. Préparation de la grille d'analyse comparative en collaboration avec les spécialistes de la Société et établissement des différents facteurs d'analyse et de pondération.
3. Réalisation d'un relevé au terrain à l'aide d'un tachéomètre électronique et d'un GPS de type RTK de haute précision aux sites retenus. Le relevé au terrain comprenait également la bathymétrie par échosondeur relié à un GPS haute précision. Pour les trois sites, la bathymétrie a été effectuée lors des périodes de marée haute et de marée basse.
4. Récupération des données sur l'hydrologie, la salinité, les glaces et le régime de température de l'eau en conditions naturelle et projetée (après aménagement hydroélectrique). Modélisation des données hydrauliques du bassin versant de la rivière Romaine afin de déterminer les niveaux d'eau futurs en période d'étiage sévère.
5. Production du rapport d'analyse préliminaire.
6. Visite de terrain pour confirmer le comportement des glaces et la présence de frasil aux sites à l'étude.

3 Visite préliminaire

Le 5 mai 2014, une visite préliminaire a été effectuée afin de valider la faisabilité technique de sites propices à l'incubation des œufs de saumons. Lors de cette visite, plusieurs secteurs ont été survolés par hélicoptère dont plus spécifiquement deux sites préalablement sélectionnés par la Société. À la figure 1, les deux sites sélectionnés sont indiqués, soit : le site au pont de la route 138 (PK 2) et le site à la chute de l'Église (PK 16).



Figure 1: Localisation des sites préalablement sélectionnés par la Société

Initialement, la Société souhaitait que les incubateurs aient une alimentation en eau gravitaire. Cette méthode d'alimentation en eau consiste à obtenir un gradient hydraulique naturel, tel qu'une chute ou un rapide, afin de permettre l'approvisionnement en eau dans les incubateurs. Par conséquent, aucun système de pompage mécanique n'est nécessaire au fonctionnement des incubateurs. Cependant, un gradient hydraulique de l'ordre de 4 m entre la prise et la sortie d'eau doit être observé.

La visite préliminaire avait pour mandat de valider le gradient hydraulique disponible à chacun des sites. Les vérifications préliminaires ont été effectuées à l'aide d'un niveau optique. En résumé, les gradients observés étaient de 3,2 m pour le site à la chute de l'Église et de 0,8 m au site du pont de la route 138.

Suite à une analyse des données obtenues sur le terrain, les gradients préliminaires ont été jugés insuffisants pour retenir les sites mentionnés précédemment et il a été recommandé d'élargir la recherche de sites potentiels et de modifier la méthode d'alimentation en eau au besoin.

La Société a retenu les recommandations et a mandaté AECOM pour réaliser la présente étude afin de déterminer d'autres sites potentiels pour réaliser l'incubation des œufs à saumons. La prochaine section présente l'analyse de trois autres sites conjointement sélectionnés avec la Société.

4 Présentation des scénarios

La localisation des trois sites retenus afin de procéder à l'étude est présentée à la figure 2 ci-dessous.



Figure 2: Localisation des trois sites à l'étude pour la réalisation du bâtiment d'incubation d'œufs

Trois sites ont été choisis afin de procéder à l'étude de faisabilité. Les trois sites retenus sont les suivants :

1. Site n° 1 (Rapide à Brillant): Ce site est localisé en aval du pont de la route 138. Il est localisé près du Rapide à Brillant et juste en amont de l'embouchure de la Romaine.
2. Site n° 2 (Aval du pont) : Site temporaire actuellement utilisé pour la stabulation et la fraie artificielle, ce site est localisé en aval du pont de la route 138, en rive gauche.
3. Site n° 3 (Amont du pont) : Ce site est localisé en amont du pont de la route 138, en rive droite.

Les lignes qui suivent présentent chacun des sites en fonction de leurs caractéristiques générales et spécifiques à l'aménagement d'un bâtiment d'incubation et de stabulation. Pour les besoins de cette évaluation, nous considérons que le bâtiment d'incubation présentera les caractéristiques suivantes :

- Une fondation en béton;
- Une structure en bois avec un parement de tôle;
- Une superficie de 12 m x 8 m pouvant accueillir 15 incubateurs verticaux (capacité de 825 000 œufs), les trois bassins de stabulation, un bureau de travail ainsi que de l'espace additionnel pour du rangement et la manipulation des poissons;

- Les équipements nécessaires à l'approvisionnement en eau tels que : les conduites d'alimentation et de rejet, les pompes (si nécessaire), filtre, etc;
- L'isolation thermique du bâtiment afin d'assurer la fonctionnalité en période hivernale.

4.1 Site n° 1, Rapide à Brillant

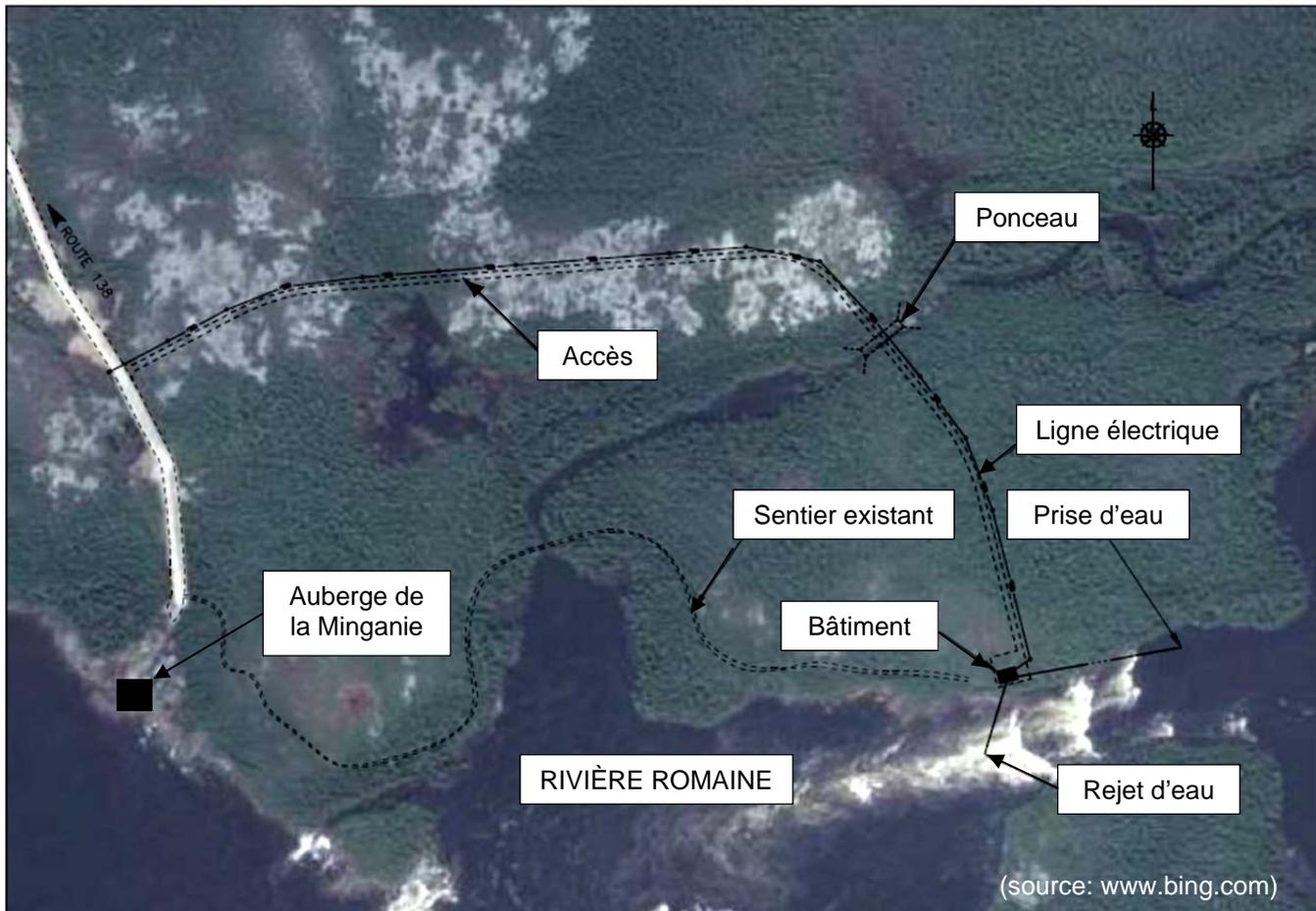


Figure 3: Aménagement proposé au site n° 1 (Rapide à Brillant)

4.1.1 Localisation du site

Le site n°1, au Rapide à Brillant, est le site le plus en aval de la rivière Romaine (fig. 3). Le bâtiment est situé en aval du Rapide à Brillant et il est localisé à l'est de l'auberge de la Minganie.

4.1.2 Accessibilité

Lors de la visite de terrain, un sentier pédestre existant a été observé dans le secteur (voir photographie du sentier à la figure 4), débutant à l'auberge de Minganie jusqu'au futur site d'aménagement du bâtiment d'incubation. Lors de la préparation de l'aménagement préliminaire, il a été préféré de conserver le sentier pédestre existant et d'aménager un nouvel accès pour les besoins en période d'incubation et lors de la construction du bâtiment.



Figure 4: Aperçu du sentier existant accédant au rapide à Brillant

Le sentier étant présentement utilisé par les habitants de la région et les locataires de l'auberge de la Minganie, il a été jugé préférable de conserver le sentier intact et ainsi maintenir l'accès aux berges afin de faciliter l'acceptabilité du projet advenant que l'option du Rapide à Brillant soit retenue. De plus, les dimensions du sentier existant, en moyenne près d'un mètre de largeur, étaient insuffisantes.

L'accès prévu a une longueur de 760 m et devra comprendre un ponceau d'envergure permettant la traversée d'un bras de la rivière Romaine. L'accès présenté débute à mi-chemin entre la route 138 et l'auberge de la Minganie.

Il sera important de signer une entente avec le propriétaire du terrain pour obtenir un droit de passage à long terme.

4.1.3 Topographie

Le site du Rapide à Brillant a une topographie peu accidentée. Le secteur le plus accidenté est la zone à proximité du futur bâtiment, un dénivelé dans l'axe de la rivière Romaine de près de quatre mètres a été observé localement. La topographie rencontrée est tout de même propice au type d'aménagement proposé, quoi qu'elle nécessite des travaux d'excavation.

4.1.4 Contexte hydraulique

Une note technique a été préparée par Mickaël Fontin, hydraulicien chez AECOM, afin de caractériser les régimes hydrauliques des trois secteurs. Cette note est disponible en annexe D. Les points importants sont résumés ci-dessous.

4.1.4.1 Bathymétrie

Le gradient hydraulique de chacun des sites a été analysé afin de déterminer s'il était possible d'utiliser un système de type gravitaire. Suite à nos vérifications, le niveau aval au Rapide à Brillant est contrôlé par la marée. La grande marée de pleine mer supérieure (GMPMS), telle que fournie pour Havre-Saint-Pierre est de l'ordre de 2,3 m par rapport au zéro des cartes, qui à cet endroit est situé 0,9 m au-dessous du niveau de référence géodésique. Le niveau de la GMPMS en aval du Rapide à Brillant est donc de l'ordre de 1,4 m.

Par rapport au niveau de la grande marée de pleine mer supérieure, le dénivelé pour le débit moyen annuel est de l'ordre de 2,6 m. Pour les valeurs minimales du niveau d'eau en amont du rapide, ce dénivelé peut descendre à des valeurs variant de 1,7 m à 1,0 m pour la phase intermédiaire de la Romaine-2.

Pour ces valeurs, le fonctionnement en écoulement gravitaire est limité et nécessiterait un système d'appoint de pompage.

4.1.4.2 Salinité

Suite à l'analyse des grandes marées du secteur, l'amplitude de celles-ci n'est pas suffisante pour permettre la pénétration du front salin jusqu'en amont du Rapide à Brillant. Par conséquent, aucun problème de salinité n'est envisagé dans ce secteur.

4.1.4.3 Fonctionnement hivernal

Le régime des glaces a fait l'objet d'une étude présentée dans le rapport d'impact sur l'environnement du projet de complexe hydroélectrique de la Romaine (Hydro-Québec Production, 2007)¹.

Les écoulements projetés lors de l'opération des incubateurs, en hiver, seront caractérisés par des débits plus importants que dans les conditions naturelles. Les épaisseurs du couvert de glace qui variaient en moyenne de 0,6 m pour un hiver clément à 0,8 m pour un hiver rigoureux vont également être plus faibles.

Peu de donnée est disponible sur le frasil dans ce secteur de la rivière Romaine puisqu'il a été décidé de ne pas poursuivre les investigations étant donné le faible gradient hydraulique qui est nettement insuffisant à la fonctionnalité d'un système gravitaire

Cependant, il est reconnu que ce type de formation de glace est présent dans les zones de turbulence où le fond du cours d'eau est irrégulier et où la surface est libre d'un couvert de glace. Par conséquent, puisque ces caractéristiques sont présentes au Rapide à Brillant, nous pouvons considérer que ce site est propice au développement de frasil.

4.1.5 Contexte géotechnique

Lors des visites réalisées au terrain, un socle rocheux, de type granitique, a été observé. Il est recouvert par endroit d'une couche mince de sol organique. L'épaisseur des sols organiques est variable. Elle est, généralement d'épaisseur mince (< 30 cm) à importante (>1 m) pour la construction du chemin d'accès et de mince (< 30 cm) à inexistante pour le secteur d'aménagement du bâtiment et des conduites de rejet et de prise d'eau.

Afin de réaliser la construction du chemin d'accès et l'aménagement du bâtiment d'incubation, des travaux de forage, de dynamitage et d'excavation devront être réalisés.

4.1.6 Description de l'aménagement proposé

Le concept préliminaire d'aménagement du site n° 1 peut être consulté à l'annexe A. En bref, l'aménagement proposé au Rapide à Brillant consiste en un bâtiment calorifugé, excavé dans le roc et doté de 160 mètres de conduites d'amenée et de rejet forées par forage directionnel. Les conduites d'amenée et de rejet ont respectivement une longueur de 110 mètres et de 50 mètres. Les incubateurs seront généralement approvisionnés en eau par écoulement gravitaire, mais ce site devra tout de même être équipé de deux pompes d'appoint lorsque les conditions hydrauliques seront en condition d'étiage extrême.

¹ Complexe de la Romaine – Étude d'impact sur l'environnement - Volume 2 : Milieu physique – Hydro-Québec Production, Décembre 2007

4.1.7 Estimation des coûts

Une estimation des coûts a été réalisée pour chacun des sites. Les estimations peuvent être consultées à l'annexe E du présent rapport.

Le coût pour réaliser les travaux au site n° 1 représente un total de **1 015 500 \$**.

Tableau 1: Résumé des coûts - Site Rapide à Brillant

Description	Coût
Déboisement, excavation et construction du chemin d'accès	320 000\$
Lignes électriques	75 000\$
Forage et mise en place des conduites	95 000\$
Bâtiment d'incubation	225 000\$
Aménagement extérieur du site	13 000\$
Imprévus (25%)	177 500\$
Taxes	130 000\$
Coûts Total	1 015 500\$

Le tableau 1 ci-dessus présente les coûts de réalisation du site au Rapide à Brillant, les coûts ont été résumés selon les particularités des travaux à réaliser. À la lecture du tableau, il est important de mentionner que les coûts liés à l'accès au bâtiment et aux forages sont significatifs.

Ces coûts importants peuvent être expliqués par les éléments suivants :

- ✓ Accès d'une longueur importante, près de 760 mètres;
- ✓ Présence de roc;
- ✓ Longueur des conduites d'amenée et de rejet des eaux de 160 mètres au total;
- ✓ Besoin d'un système d'appoint de pompage, et surveillance et contrôle de celui-ci.

4.2 Site n° 2, Aval du pont

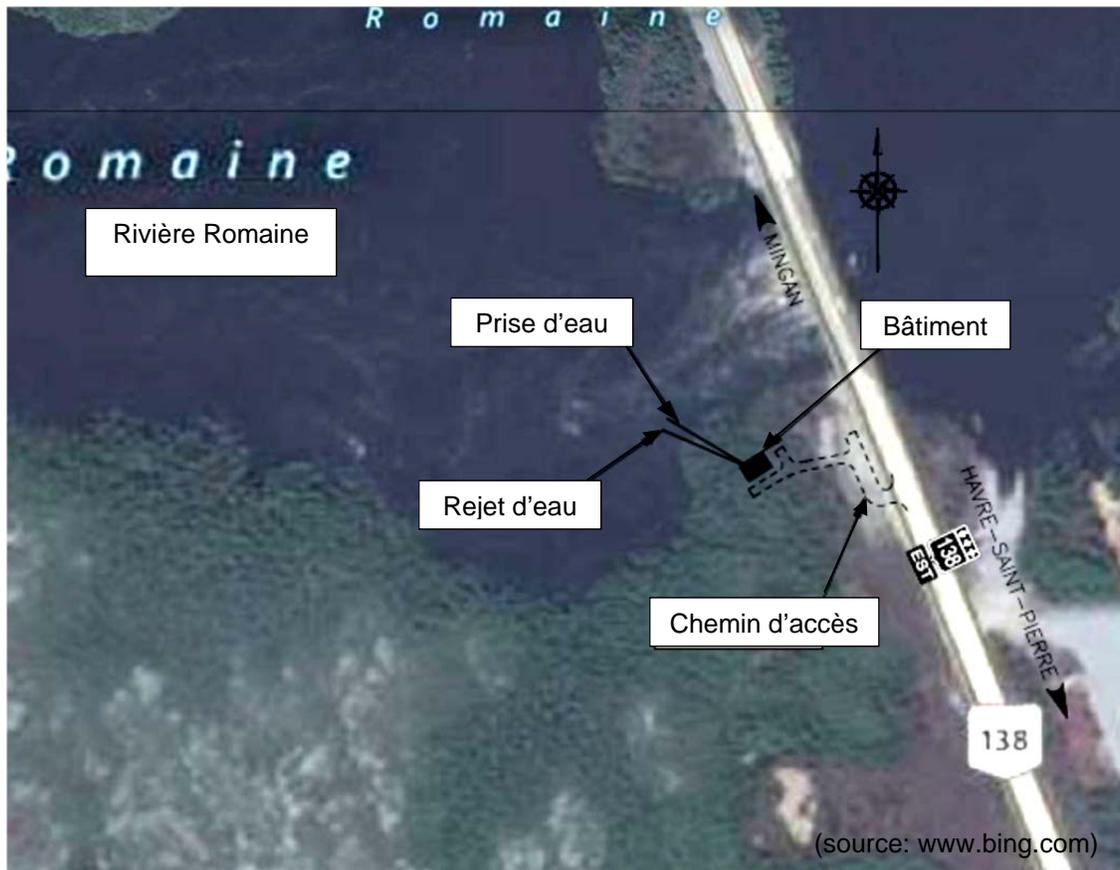


Figure 5 : Site n° 2 – Aval du pont

4.2.1 Localisation du site

Le site n°2 est le site en aval du pont de la route 138 (fig. 4). Le bâtiment est situé du côté sud du pont de la route 138. Le bâtiment serait localisé à l'endroit des présents bassins de stabulation aménagés par la Société saumon de la rivière Romaine à l'été 2014.

4.2.2 Accessibilité

Le site est facilement accessible. L'accès a été construit lors des travaux de 2014 et mène aux actuels bassins de stabulation. Des travaux mineurs d'aménagement seraient nécessaires afin d'agrandir l'actuel accès. De plus, le terrain occupé par la Société saumon de la rivière Romaine est déjà sous bail avec le ministère de l'Énergie et des Ressources naturelles (MERN) ce qui facilite les procédures administratives d'acquisition et d'obtention de certificat d'autorisation.

4.2.3 Topographie

Le site n° 2 a une topographie moyennement accidentée. Une falaise de près de trois mètres a été observée au sud-est du futur bâtiment et limite les possibilités d'expansion à faible coût.

Il s'agit du site nécessitant le moins d'investissement pour réaliser les aménagements parmi les trois sites, bien qu'il nécessite de mineurs travaux d'excavation.

4.2.4 Contexte hydraulique

Une note technique a été préparée par Mickaël Fontin, hydraulicien chez AECOM, afin de caractériser les régimes hydrauliques des trois secteurs. Cette note est disponible en annexe D. Les points importants sont résumés ci-dessous.

4.2.4.1 Bathymétrie

Le gradient hydraulique du site n° 2 a été analysé afin de déterminer s'il était possible d'utiliser un système d'approvisionnement en eau de type gravitaire. Suite à nos vérifications, la charge brute calculée entre l'amont et l'aval du pont est de l'ordre de 0,8 m. Cette charge hydraulique ne suffit pas pour une option d'alimentation des incubateurs par écoulement gravitaire. Par conséquent, pour les sites potentiels situés dans le secteur du pont, il sera nécessaire de procéder par pompage pour alimenter les incubateurs en eau.

4.2.4.2 Fonctionnement hivernal

Lors de la visite de terrain en février 2015, aucune couverture de glace n'a été observée en rive du site n° 2, et ce, malgré un hiver rigoureux.

La présence du rapide en aval du pont de la route 138 et d'une surface ouverte dans le couvert de glace réunissent, par leur capacité de mélange, les conditions nécessaires à la génération de frasil. Au contact de l'air plus froid, des cristaux de glace se forment à la surface et sont entraînés dans l'écoulement. Un amalgame de cristaux de glace et de particules d'air froid se forme dans les zones de turbulence et provoque un refroidissement de l'ensemble de la colonne d'eau. Ce phénomène se traduit par un refroidissement supplémentaire générateur de frasil sur toute la profondeur de la section d'écoulement.

Dans la présente étude, le phénomène de frasil est actif au présent site. Les analyses effectuées dans le cadre des études d'impact des projets de la Romaine (Hydro-Québec Production, 2007)² confirment également cette accumulation de frasil en aval du pont de la route 138.

À cause de cette accumulation de frasil, des précautions particulières devront être mises en œuvre pour diminuer le risque de colmatage de la prise d'eau. Parmi les solutions envisagées, il est possible d'utiliser une conduite chauffante afin de faire fondre le frasil à proximité. Cependant, cette technique est onéreuse lors de l'installation et lors de la maintenance. De plus, elle est grandement susceptible au bris. Il est fortement recommandé d'utiliser ce type de technique en dernier recours uniquement.

Par conséquent, les caractéristiques hydrauliques du site n° 2, plus spécifiquement en hiver, ne sont pas intéressantes pour l'alimentation en eau du bâtiment d'incubation.

4.2.5 Contexte géotechnique

Lors des visites réalisées au terrain, un socle rocheux, de type granitique, a été observé. Il est recouvert, par endroit, d'une couche mince de sol organique. L'épaisseur de sol organique est variable, généralement d'épaisseur mince (< 30 cm) à moyenne (30 cm à 1 m) à proximité du bâtiment d'incubation, de l'accès existant et des conduites de rejet et de prise d'eau.

² Complexe de la Romaine – Étude d'impact sur l'environnement - Volume 2 : Milieu physique – Hydro-Québec Production, Décembre 2007

Afin de réaliser l'aménagement du bâtiment d'incubation, de mineurs travaux de forage, de dynamitage et d'excavation seront requis.

4.2.6 Description de l'aménagement proposé

Le concept préliminaire d'aménagement du site n° 2 peut être consulté à l'annexe B. En bref, l'aménagement proposé aux bassins de stabulation consiste à un bâtiment calorifugé, excavé dans le roc, à faible profondeur, doté de conduite d'amenée et de rejet forées par forage directionnel. Les conduites d'amenée et de rejet ont des longueurs de 40 mètres. Les incubateurs seront approvisionnés en eau par un système de pompage.

4.2.7 Estimation des coûts

Une estimation des coûts a été réalisée pour chacun des sites, les estimations peuvent être consultées à l'annexe E du présent rapport.

Le coût pour réaliser les travaux au site n° 2 représente un total de **475 000\$**.

Tableau 2: Résumé des coûts - Aval du pont

Description	Coût
Déboisement, excavation et construction du chemin d'accès	48 000\$
Lignes électriques	7 500\$
Forage et mise en place des conduites	55 000\$
Bâtiment d'incubation	210 500\$
Aménagement extérieur du site	10 000\$
Imprévus (25%)	85 000\$
Taxes	60 000\$
Coût Total	475 000\$

Le tableau 2, ci-dessus, présente les coûts de réalisation du site aux bassins de stabulation, les coûts ont été résumés selon les particularités des travaux à réaliser. À la lecture du tableau, il est important de mentionner que les coûts liés au bâtiment et aux forages sont significatifs.

Ces coûts plus faibles comparativement aux deux autres sites peuvent être expliqués par les éléments suivants :

- ✓ Accès existant;
- ✓ Peu d'excavation nécessaire;
- ✓ Longueur des conduites d'amenée et de rejet des eaux faible.

4.3 Site n° 3 - Amont du Pont

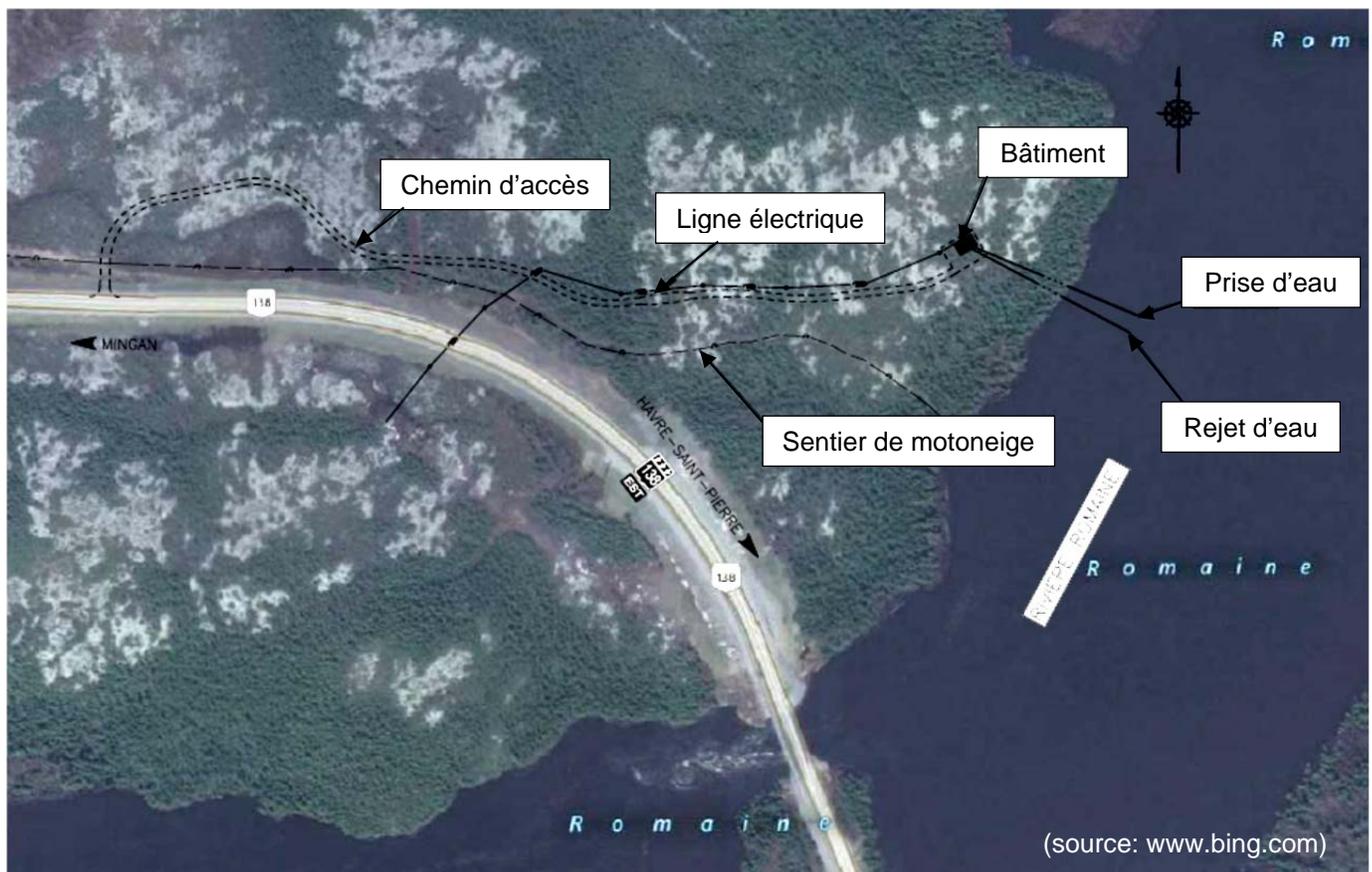


Figure 6 : Site n° 3 – Amont du pont

4.3.1 Localisation du site

Le site n° 3 est le site en amont du pont de la route 138 (fig. 5). Le bâtiment projeté est situé du côté nord du pont. Le secteur est un vaste terrain qui est actuellement sans aménagement.

4.3.2 Accessibilité

Un sentier de motoneige a été observé lors de la visite au terrain. Lors de la préparation du concept, il a été décidé de conserver le sentier de motoneige puisqu'il est balisé et semble fréquemment utilisé. Le site est accessible via la route 138, suite à la construction d'un chemin d'accès de près de 600 mètres. Aucun élément complexe ne semble nécessaire à la réalisation du chemin d'accès.

La longueur du chemin d'accès est importante puisque'il est nécessaire de localiser l'accès à l'extérieur de la courbe de la route 138. Si l'accès avait été localisé dans la courbe, les distances de visibilité résultantes auraient été inadéquates, ne rencontrant pas les critères du ministère des Transports du Québec (MTQ).

4.3.3 Topographie

Le site n°3 a une topographie peu accidentée. Une vallée variant de 3 à 5 mètres de dénivelé a été observée à mi-chemin entre la route 138 et le bâtiment d'incubation. Cette dépression peut être contournée afin de diminuer les coûts de réalisation du chemin d'accès. Un point intéressant de ce site est la pente douce et continue entre le bâtiment projeté et la rivière Romaine. Cette particularité rend le site plus sécuritaire que les deux autres secteurs pour accéder à la rive de la rivière Romaine.

4.3.4 Contexte hydraulique

Une note technique a été préparée par Mickaël Fontin, hydraulicien chez AECOM, afin de caractériser les régimes hydrauliques des trois secteurs. Cette note est disponible en annexe D. Les points importants sont résumés ci-dessous.

4.3.4.1 Bathymétrie

Le gradient hydraulique du site n°3 n'a pas été analysé en détail afin de déterminer s'il était possible d'utiliser un système de type gravitaire parce qu'il est clairement insuffisant pour l'utilisation de cette méthode d'approvisionnement en eau. Par contre, ce site peut être utilisé si un système par pompage est retenu pour alimenter les incubateurs en eau.

4.3.4.2 Fonctionnement hivernal

Le régime des glaces a fait l'objet d'une étude présentée dans le rapport d'impact sur l'environnement du projet Romaine (Hydro-Québec Production, 2007)¹.

Les écoulements projetés lors de l'opération des incubateurs, en hiver, seront caractérisés par des débits plus importants que dans les conditions naturelles. Les épaisseurs du couvert de glace qui variaient en moyenne de 0,6 m pour un hiver clément à 0,8 m pour un hiver rigoureux vont également être plus faibles.

Lors de la visite de terrain effectuée en février 2015, des épaisseurs de glace variant de 35 à 46 cm ont été observées dans le secteur. De plus, le site n'est pas caractérisé par la présence de frasil ce qui le rend idéal, du point de vue hydraulique, pour l'aménagement d'une prise d'eau pour l'alimentation d'un bâtiment d'incubation.

4.3.5 Contexte géotechnique

Lors des visites réalisées au terrain, un socle rocheux, de type granitique, a été observé. Il est recouvert, par endroit, d'une couche moyenne à mince de sol organique. L'épaisseur de sol organique est variable. Elle est généralement d'épaisseur mince (< 30 cm) à inexistante à proximité du bâtiment d'incubation et des conduites de rejet et de prise d'eau. Des épaisseurs plus importantes (près de 1 m) ont été observées dans la section du chemin d'accès et l'épaisseur peut varier de moyenne (1 m) à mince (<30 cm) par endroit.

Afin de réaliser l'aménagement du chemin d'accès, du bâtiment d'incubation et des conduites d'eau, des travaux de forage, de dynamitage et d'excavation seront requis.

4.3.6 Description de l'aménagement proposé

Le concept préliminaire d'aménagement du site n° 3 peut être consulté à l'annexe C. En bref, l'aménagement proposé à ce site consiste à un bâtiment calorifugé, excavé dans le roc, à faible profondeur et doté de conduites d'amenée et de rejet forées par forage directionnel. Les conduites d'amenée et de rejet ont une longueur de 110 mètres. Les incubateurs seront approvisionnés en eau par un système de pompage.

¹ Complexe de la Romaine – Étude d'impact sur l'environnement - Volume 2 : Milieu physique – Hydro-Québec Production, Décembre 2007

4.3.7 Estimation des coûts

Une estimation des coûts a été réalisée pour chacun des sites. Les estimations peuvent être consultées à l'annexe E du présent rapport.

Le coût pour réaliser les travaux au site n° 3 représente un total de **650 000\$**.

Tableau 3: Résumé des coûts - Site amont du pont

Description	Coût
Déboisement, excavation et construction du chemin d'accès	130 000\$
Lignes électriques	40 000\$
Forage et mise en place des conduites	65 000\$
Bâtiment d'incubation	210 500\$
Aménagement extérieur du site	13 000\$
Imprévus (25%)	111 500\$
Taxes	80 000\$
Coût Total	650 000\$

Le tableau 3, ci-dessus, présente les coûts de réalisation du site au nord-ouest du pont de la route 138. Les coûts ont été résumés selon les particularités des travaux à réaliser. À la lecture du tableau, il est important de mentionner que les coûts liés à l'accès, aux forages et au bâtiment d'incubation sont significatifs. Ces coûts peuvent être expliqués par les éléments suivants :

- ✓ Accès et ligne électrique à construire d'une longueur de 600 mètres.
- ✓ Excavation nécessaire de roc et de sol meuble à prévoir.
- ✓ Longueur notable des conduites d'amenée et de rejet des eaux.

5 Étude comparative

Une grille d'étude comparative a été préparée en collaboration avec la Société. Les critères d'évaluation ont été choisis pour comparer les différents sites selon des critères jugés critiques à divers moments de la durée de vie du bâtiment d'incubation.

Chacun des critères présentés a une pondération propre afin de refléter l'importance distincte de chacun. Les facteurs de pondération ont également été établis conjointement avec la Société et lors de cette rencontre, les critères nécessitant de la plus forte pondération ont été déterminés et il s'agit des critères suivants :

- ✓ Risque de mal fonctionnement lors du processus d'incubation
- ✓ coût de réalisation des travaux

La grille complétée avec l'ensemble des critères et pondération est présentée au tableau 4 à la page suivante.

Tableau 4: Grille d'analyse complétée

		Facteur de pondération		Site n° 1		Site n° 2		Site n° 3	
<u>Préparation et planification</u>									
1	Acquisition ou entente auprès de propriétaires externes à obtenir	50 %	1 (acq. nécess.) à 10 (aucune entente)	4	2	10	5	6	3
2	Autorisations et certifications environnementales requises	50 %	1 (difficile) à 10 (Facile)	4	2	10	5	8	4
3	Espace disponible et possibilité d'aménagement futur (jumelage avec les bassins)	100 %	1 (restreint) à 10 (beaucoup)	8	8	2	2	10	10
4	Débit minimal suffisant en période d'étiage hivernal et bathymétrie propice à l'aménagement	100 %	1 (insuffisant) à 10 (suffisant)	2	2	10	10	10	10
<u>Construction</u>									
5	Accès facile lors de la construction	50 %	1 (difficile) à 10 (facile)	4	2	8	4	6	3
6	Facilité d'aménagement du terrain (terrain peu accidenté)	50 %	1 (difficile) à 10 (facile)	4	2	5	2,5	8	4
7	Nature du sol	50 %	1 (rocheux) à 10 (meuble)	5	2,5	5	2,5	5	2,5
8	Coût de réalisation	150 %	1 (coût élevé) à 10 (coût faible)	5	7,5	10	15	7	10,5
9	Proximité des lignes d'alimentation électriques	50 %	1 (éloignée) à 10 (près)	2	1	10	5	6	3
<u>Opération</u>									
10	Source d'eau gravitaire	50 %	10 gravitaire; 0 pompage	10	5	0	0	0	0
11	Frasil et/ou régime des glaces problématiques	100 %	1 (très problématique) à 10 (peu problématique)	2	2	2	2	10	10
12	Coût d'entretien et d'opération futur	75 %	1 (coût élevé) à 10 (coût faible)	8	6	6	4,5	6	4,5
13	Nature du lit du cours d'eau défavorable (sédimentation) et risque de colmatage de la prise d'eau	100 %	10 faible; 5 moyen; 0 élevé	10	10	10	10	10	10
14	Accessibilité durant l'incubation et les ensemencements	75 %	1 (difficile) à 10 (facile)	4	3	10	7,5	8	6
15	Site susceptible au vandalisme	50 %	1 (susceptible) à 10 (protégé)	8	4	6	3	6	3
16	Susceptibilité du bâtiment à être endommagé par des crues ou des glaces extrêmes	50 %	1 (beaucoup) à 10 (peu)	3	1,5	10	5	10	5
17	Risque de mal fonctionnement lors du processus d'incubation	150 %	1 (risque élevé) à 10 (risque faible)	5	7,5	9	13,5	9	13,5
18	Sécurité du site pour le personnel, les visiteurs et l'accès	50 %	1 (passable) à 10 (excellente)	5	2,5	5	2,5	10	5
19	Visibilité et accessibilité pour les communautés	50 %	1 (passable) à 10 (excellente)	0	0	10	5	10	5
<u>Composante biologique</u>									
20	Qualité de l'eau (pH et autres composantes)	100 %	10 oui; 5 moyen; 0 non	10	10	10	10	10	10
TOTAL					80,5		114		122

À la lecture de cette grille, il est possible de remarquer que le site n° 1 a eu de bons résultats dans les critères suivants :

- ✓ Espace disponible et possibilité d'aménagements futurs (jumelage avec les bassins)
- ✓ Source d'eau gravitaire
- ✓ Nature du lit du cours d'eau favorable et peu de risque de colmatage de la prise d'eau
- ✓ Bonne qualité de l'eau (pH et autres composantes)

Le site a obtenu un total de 80,5 points sur une possibilité de 150 points.

Dans le cas du site n° 2, il a obtenu de bons résultats dans les critères suivants :

- ✓ Acquisition ou entente auprès de propriétaires externes non requise
- ✓ Autorisations et certifications environnementales faciles à obtenir
- ✓ Débit minimal suffisant en période d'étiage hivernal et bathymétrie propice à l'aménagement
- ✓ Faible coût de réalisation
- ✓ Proximité des lignes d'alimentation électriques
- ✓ Nature du lit du cours d'eau favorable et peu de risque de colmatage de la prise d'eau
- ✓ Accessibilité facile durant l'incubation et lesensemencements
- ✓ Susceptibilité faible du bâtiment à être endommagé par des crues ou des glaces extrêmes
- ✓ Risque de mal fonctionnement lors du processus d'incubation peu probable
- ✓ Excellentes visibilité et accessibilité pour les communautés
- ✓ Bonne qualité de l'eau (pH et autres composantes)

Le site n° 2 a obtenu un total de 114 points sur une possibilité de 150.

Dans le cas du site n° 3, il a obtenu de bons résultats dans les critères suivants :

- ✓ Autorisations et certifications environnementales faciles à obtenir
- ✓ Espace disponible et possibilité d'aménagements futurs (jumelage avec les bassins)
- ✓ Débit minimal suffisant en période d'étiage hivernal et bathymétrie propice à l'aménagement
- ✓ Facilité d'aménagement du terrain (terrain peu accidenté)
- ✓ Frasil et/ou régime des glaces non problématiques
- ✓ Nature du lit du cours d'eau favorable et peu de risque de colmatage de la prise d'eau
- ✓ Accessibilité facile durant l'incubation et lesensemencements
- ✓ Susceptibilité faible du bâtiment à être endommagé par des crues ou des glaces extrêmes
- ✓ Risque de mal-fonctionnement lors du processus d'incubation peu probable
- ✓ Sécurité du site pour le personnel, les visiteurs et l'accès
- ✓ Bonnes visibilité et accessibilité pour les communautés
- ✓ Bonne qualité de l'eau (pH et autres composantes)

Le site n° 3 a obtenu un total de 122 points sur une possibilité de 150.

Le site n° 3 est le site ayant obtenu le plus grand nombre de points (122 points), soit 41,5 points de plus que le site du Rapide à Brillant et 8 points de plus que le site en aval du pont. Il est également important de mentionner que les deux sites ayant un mode d'approvisionnement par pompage ont obtenu de meilleurs résultats que le site par approvisionnement gravitaire étant donné les coûts importants du site du Rapide à Brillant et la faible différence d'élévation entre l'amont et l'aval du Rapide à Brillant.

6 Conclusion et recommandations

Suite à l'analyse des trois sites retenus pour la présente étude, nous sommes venus rapidement à la conclusion que les sites n° 2 et n° 3 étaient les sites les plus propices à l'aménagement d'incubateurs. Les coûts d'aménagement des deux sites sont nettement inférieurs à ceux du site du Rapide à Brillant et les deux aménagements peuvent être opérés de manière sécuritaire à l'aide d'un système par pompage muni d'un système de remplacement, advenant un bris.

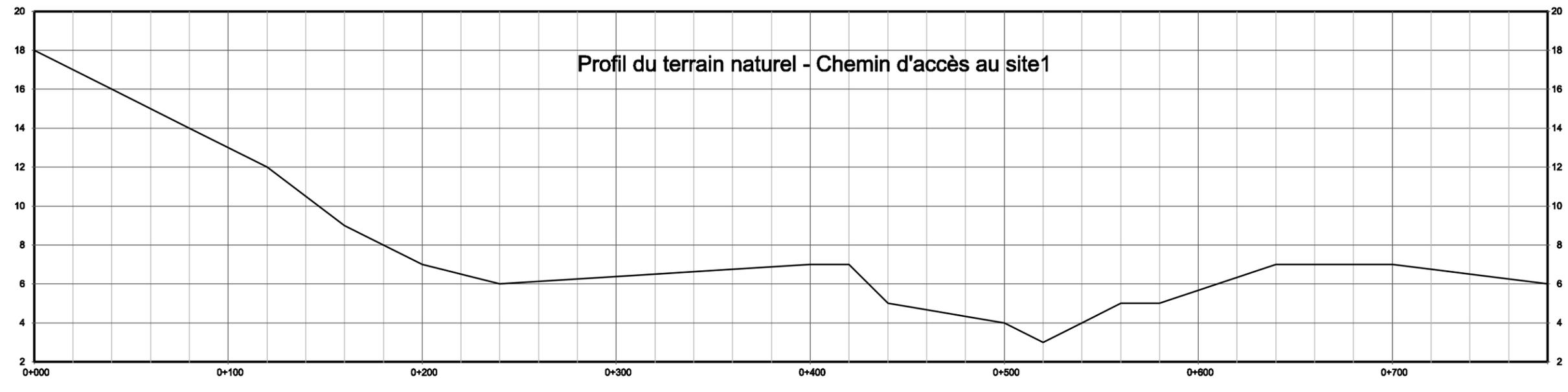
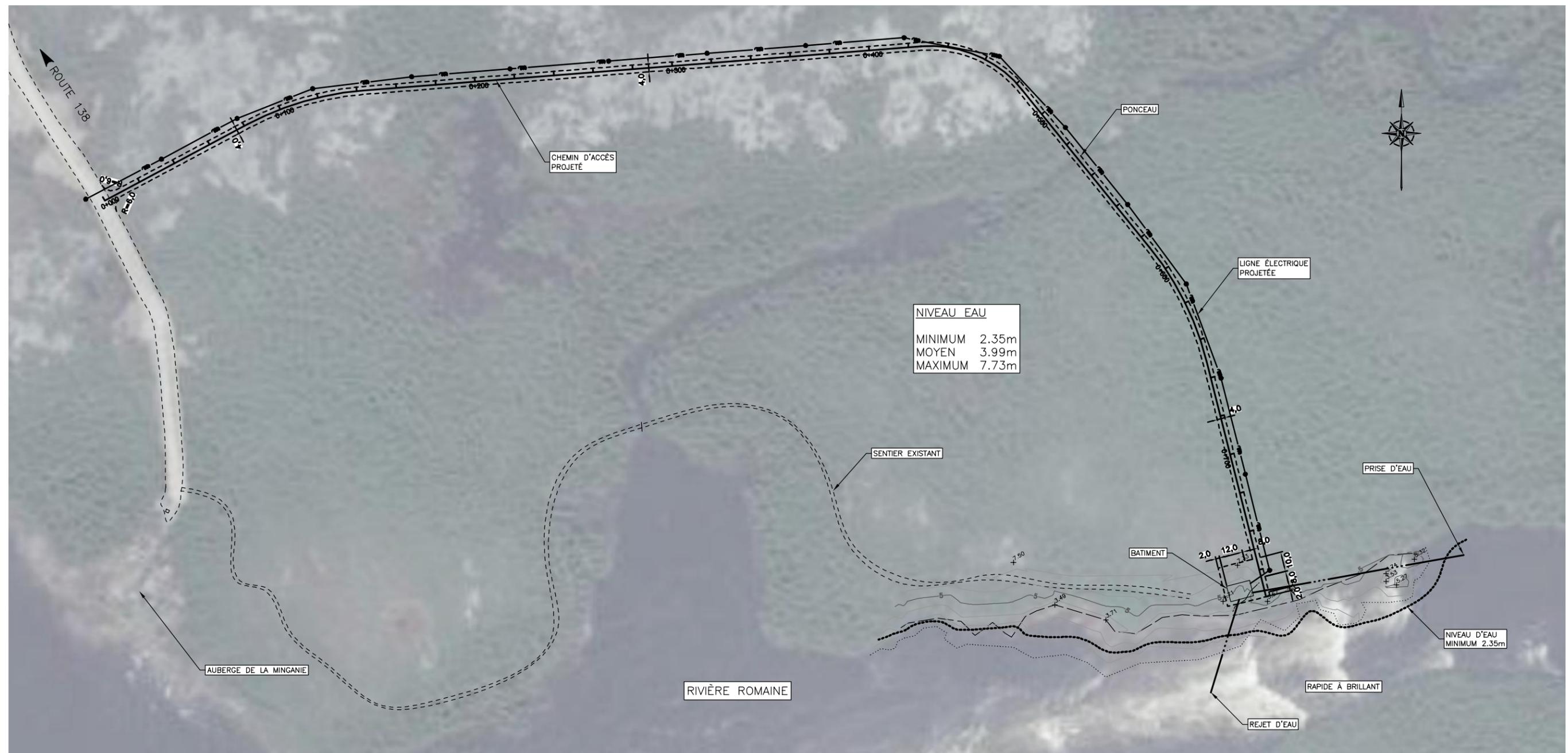
Cependant, l'analyse détaillée du contexte hydraulique et plus spécifiquement la présence de frasil suggère un risque important de frasil dans le secteur en aval du pont traversant la route 138 et la visite de terrain en février 2015 a confirmé cette hypothèse. La présence du rapide en aval du pont de la route 138 et d'une surface ouverte dans le couvert de glace réunissent les conditions nécessaires à la génération de frasil. Par conséquent, ce site est moins intéressant par son contexte hydraulique en période hivernale.

Dans le cas du site en amont du pont, l'espace disponible et la possibilité d'aménagements futurs sont plus intéressants qu'au site en aval du pont. Dans le même ordre d'idée, le site n'est pas caractérisé par la présence de frasil ce qui le rend idéal, du point de vue hydraulique, pour l'aménagement d'une prise d'eau pour l'alimentation d'un bâtiment d'incubation.

Nous recommandons donc, le site n° 3 (amont du pont) et ce, malgré des coûts d'aménagement supérieurs de près de 175 000 \$ à ceux du site des bassins de stabulation (site n° 2). Le site n° 3 possède les avantages suivants qui en font un site incontournable :

- ✓ **Espace disponible et possibilité d'aménagements futurs (jumelage avec les bassins)**
- ✓ Débit minimal suffisant en période d'étiage hivernal et bathymétrie propice à l'aménagement
- ✓ Facilité d'aménagement du terrain (terrain peu accidenté)
- ✓ **Frasil et/ou régime des glaces non-problématiques**
- ✓ Nature du lit du cours d'eau favorable et peu de risque de colmatage de la prise d'eau
- ✓ Accessibilité facile durant l'incubation et lesensemencements
- ✓ Susceptibilité faible du bâtiment à être endommagé par des crues ou des glaces extrêmes
- ✓ Risque de mal-fonctionnement peu probable lors du processus d'incubation
- ✓ Sécurité du site pour le personnel, les visiteurs et l'accès
- ✓ Bonne visibilité et accessibilité pour les communautés
- ✓ Bonne qualité de l'eau (pH et autres composantes)

Annexe A
Plans préliminaires site n° 1,
Rapide à Brillant



AECOM
4700, BOUL. WILFRID-HAMEL, QUÉBEC (QUÉBEC) CANADA G1P 1J9
 TEL. 418 871-2444 TEL.ÉC. 418 871-0988 www.aecom.com

NOM DU PROJET:
Aménagement d'un site d'incubation d'œufs de saumon aux abords de la rivière Romaine

NOM DU DESSIN:
PLAN ET PROFIL Site 1 - Rapide à Brillant

CONÇU PAR: R.D.	N° PROJET: 60321794	DATE: Avril 2015
DESSINÉ PAR: T.C.	ÉCHELLE: Aucune	
VÉR. / APP. PAR: S.B.	N° DESSIN: 60321794_incub_F02	RÉV.: 0A

Annexe B
Plans préliminaires site n° 2,
Aval du pont



NIVEAU EAU	
MINIMUM	2.37m
MOYEN	4.05m
MAXIMUM	7.86m

NIVEAU D'EAU
MINIMUM 2.37m

AECOM

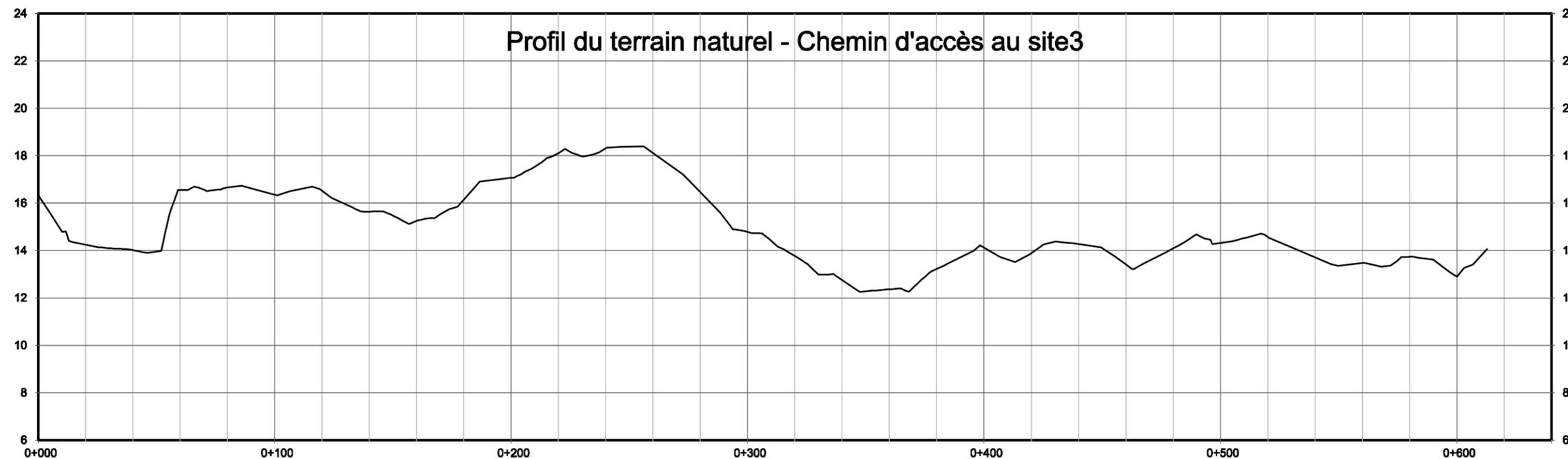
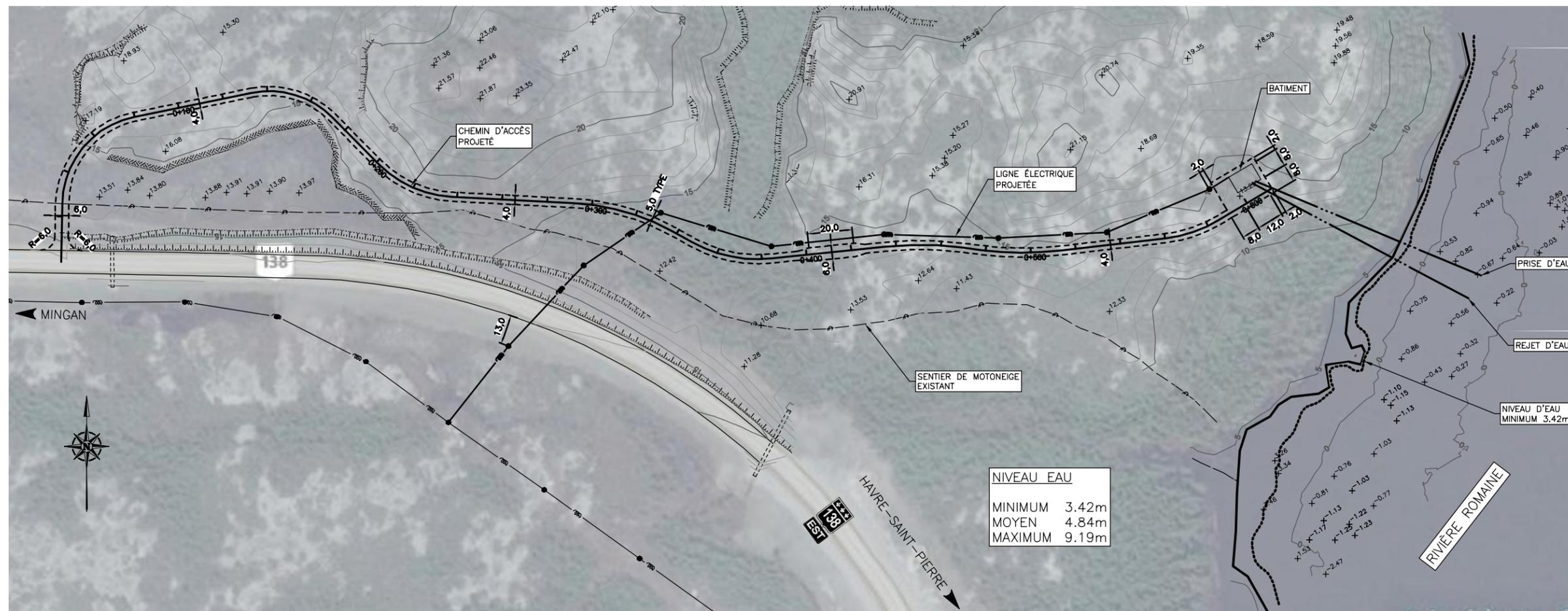
4700, BOUL. WILFRID-HAMEL, QUÉBEC (QUÉBEC) CANADA Q1P 5J9
TEL.: 418 871-2444 TEL.ÉC.: 418 871-0988 www.aecom.com

NOM DU PROJET:
**Aménagement d'un site d'incubation
d'œufs de saumon aux abords
de la rivière Romaine**

NOM DU DESSIN:
**PLAN
Site 2 - Aval du pont**

CONÇU PAR: R.D.	N° PROJET: 60321794	DATE: Avril 2015
DESSINÉ PAR: T.C.	ÉCHELLE: Aucune	
VÉR. / APP. PAR: S.B.	N° DESSIN: 60321794_incub_F03	RÉV.: 0A

Annexe C
Plans préliminaires site n° 3,
Amont du pont



AECOM

4700, BOUL. WILFRID-HAMEL, QUÉBEC (QUÉBEC) CANADA G1P 3J9
 TEL.: 418 871-2444 TEL.ÉC.: 418 871-0888 www.aecom.com

NOM DU PROJET:
**Aménagement d'un site d'incubation
 d'œufs de saumon aux abords
 de la rivière Romaine**

NOM DU DESSIN:
**PLAN ET PROFIL
 Site 3 - Amont du pont**

CONÇU PAR: R.D.	N° PROJET: 60321794	DATE: Avril 2015
DESSINÉ PAR: T.C.	ÉCHELLE: Aucune	
VÉR. / APP. PAR: S.B.	N° DESSIN: 60321794_incub_F04	RÉV.: 0A

Annexe D
Note technique de Mickaël
Fontin sur les comportements
hydrauliques des sites à l'étude

Étude de faisabilité pour l'aménagement d'un site d'incubation d'œufs de saumons dans la rivière Romaine

Note hydraulique

60321794

Avril 2015

Signatures

Rapport préparé par :



Mickael Fontin, ing.

Le 22 avril 2015

Table des matières

1	Introduction	1
2	Localisation des sites	1
3	Débits au site des aménagements	1
4	Détermination des niveaux d'eau	3
4.1	Investigations de terrain.....	3
4.2	Niveaux d'eau calculés	3
4.3	Dénivelés disponibles.....	5
5	Fonctionnement en hiver	6
5.1	Régime des glaces	6
5.2	Reconnaissance de terrain en condition hivernale	7
5.3	Génération de frasil.....	7
6	Conclusion	8

Liste des tableaux

Tableau 1	Bassins versants	2
Tableau 2	Débits mensuels	2
Tableau 3	Niveaux d'eau observés	3
Tableau 4	Niveaux d'eau en amont du pont (site 3).....	4
Tableau 5	Niveaux d'eau en aval du pont (site 2)	4
Tableau 6	Niveaux d'eau en amont des Rapides à Brillant (site 1)	5
Tableau 7	Dénivelé disponible aux Rapides à Brillant pour la grande marée de pleine mer supérieure	6
Tableau 8	Normales climatiques à la station Sept-Îles A (ID 7047910).....	6
Tableau 9	Caractéristiques du couvert de glace relevées en février 2015	7

Liste des figures

Figure 1	Localisation des sites	1
----------	------------------------------	---

Liste des annexes

Annexe A	Débits et relation niveau-débit aux sites potentiels
Annexe B	Investigations sur les conditions de glace

1 Introduction

La présente note hydraulique présente les évaluations effectuées pour des sites potentiels identifiés pour l'installation d'incubateurs à saumons.

Elle présente une synthèse des analyses pour établir les niveaux d'eau et les recommandations pour le choix du site le plus approprié d'un point de vue hydraulique.

2 Localisation des sites

Les sites potentiels sont localisés dans la figure 1 ci-après.

- Site 1 : Rapides à Brillant
- Site 2 : Aval du pont de la route 138
- Site 3 : Amont du pont de la route 138



Figure 1 Localisation des sites

3 Débits au site des aménagements

Les débits calculés au site des travaux sont constitués de la somme :

- Du débit sortant de la Centrale Romaine-1, située au PK 52
- Des apports du bassin versant intermédiaire entre la Centrale Romaine-1 et l'embouchure

L'écoulement du bassin versant intermédiaire entre la Centrale Romaine-1 et l'embouchure est considéré naturel.

Les séries de débits utilisés couvrent 54 années. Les données proviennent de :

- La station hydrométrique 073801 située au PK 16, gérée par le CEHQ (1956-2010)
- La simulation des débits sortant de Romaine-1, après la mise en service de tous les aménagements de la Romaine (source HQ)
- La simulation des débits sortant de Romaine-1, pour la phase Romaine-2 (source HQ)
- Les stations hydrométriques ROMA0665, ROMA0692, EROM0690 (Source HQ)

Les bassins versants aux points d'intérêts sont présentés dans le tableau 1 ci-après.

Tableau 1 Bassins versants

	Bassin versant (km ²)	Bassin versant intermédiaire (km ²)
Centrale Romaine-1	12 970	
Station 073801	13 140	170
Embouchure	14 500	1 360
Total		1 530

Les débits caractéristiques au site des aménagements (débits moyens et débits classés) sont fournis à l'Annexe A. Les débits mensuels minimums, maximums et moyens sont fournis dans le tableau 2 ci-après.

Tableau 2 Débits mensuels

	Scénario avec toutes les centrales			Phase Romaine 2		
	Débit moyen (m ³ /s)	Débit max (m ³ /s)	Débit min. (m ³ /s)	Débit moyen (m ³ /s)	Débit max (m ³ /s)	Débit min. (m ³ /s)
Janvier	260,5	445,4	149,4	203,9	299,6	151,5
Février	261,1	448,0	199,6	208,1	292,3	151,2
Mars	247,7	514,5	158,3	208,4	399,4	142,9
Avril	217,0	572,2	148,6	196,7	716,0	60,6
Mai	398,6	1 531,0	148,7	531,8	2 423,2	114,5
Juin	536,9	2 313,0	247,8	712,0	2 632,4	245,3
Juillet	425,0	1 184,3	198,6	383,0	1 244,6	195,6
Aout	362,8	674,1	183,5	290,0	945,0	188,1
Septembre	309,4	801,6	174,6	288,6	1 145,5	185,9
Octobre	297,2	963,1	197,8	340,6	1 211,6	187,8
Novembre	270,9	1 112,5	152,9	285,4	1 244,6	167,6
Décembre	278,0	624,5	148,5	216,3	810,7	154,2
Année	322,0	2 313,0	148,6	322,0	2 632,4	60,6

4 Détermination des niveaux d'eau

4.1 Investigations de terrain

Des mesures de niveau d'eau ont été effectuées au site potentiel en octobre 2014. Les valeurs observées sont présentées au tableau 3 ci-après.

Au pont, le dénivelé était de l'ordre de 0,5 m. Aux Rapides à Brillant, le dénivelé observé était de 2,2 m à 2,7 m, dépendant des conditions de marée.

Tableau 3 Niveaux d'eau observés

	Date	Niveau d'eau (m)	Remarque
Amont du pont	2014-10-23	4,22	
Aval du pont	2014-10-23	3,73	Dénivelé de 0,5 m
Amont Rapides à Brillant	2014-10-22 15:00	3,57 / 3,58	
Amont Rapides à Brillant	2014-10-22 16:45	3,53	
Amont Rapides à Brillant	2014-10-23 11:30	3,51	
Aval Rapides à Brillant	2014-10-22 15:00	0,85	Dénivelé de 2,7 m
Aval Rapides à Brillant	2014-10-22 16:45	0,82	Marée basse Dénivelé de 2,7 m
Aval Rapides à Brillant	2014-10-23 11:30	1,28	Marée haute Dénivelé de 2,2 m

4.2 Niveaux d'eau calculés

Les niveaux d'eau sont obtenus par modélisation de l'écoulement entre l'amont des Rapides à Brillant et le PK 5.8.

Les relations débit - niveau établies aux sites potentiels sont fournies dans la figure 1 de l'annexe A. Les niveaux d'eau minimums, moyens et maximums sont présentés dans les tableaux 4, 5 et 6 ci-après pour les sites potentiels.

Tableau 4 Niveaux d'eau en amont du pont (site 3)

	Scénario avec toutes les centrales			Phase Romaine 2		
	Niveau d'eau moyen (m)	Niveau d'eau maximum (m)	Niveau d'eau minimum (m)	Niveau d'eau moyen (m)	Niveau d'eau maximum (m)	Niveau d'eau minimum (m)
Janvier	4,60	5,27	4,08	4,34	4,76	4,09
Février	4,60	5,27	4,32	4,36	4,73	4,09
Mars	4,54	5,48	4,12	4,36	5,12	4,04
Avril	4,40	5,65	4,07	4,31	6,05	3,42
Mai	5,11	7,66	4,07	5,54	8,93	3,88
Juin	5,55	8,79	4,55	6,04	9,19	4,53
Juillet	5,20	7,06	4,31	5,06	7,17	4,30
Aout	4,99	5,94	4,25	4,72	6,58	4,27
Septembre	4,79	6,27	4,20	4,71	6,98	4,26
Octobre	4,75	6,62	4,31	4,91	7,11	4,26
Novembre	4,64	6,92	4,09	4,70	7,17	4,17
Décembre	4,67	5,80	4,07	4,39	6,29	4,10
Année	4,84	8,79	4,07	4,84	9,19	3,42

Tableau 5 Niveaux d'eau en aval du pont (site 2)

	Scénario avec toutes les centrales			Phase Romaine 2		
	Niveau d'eau moyen (m)	Niveau d'eau maximum (m)	Niveau d'eau minimum (m)	Niveau d'eau moyen (m)	Niveau d'eau maximum (m)	Niveau d'eau minimum (m)
Janvier	3,80	4,50	3,18	3,52	3,97	3,19
Février	3,80	4,50	3,50	3,54	3,94	3,19
Mars	3,74	4,71	3,24	3,54	4,35	3,13
Avril	3,59	4,87	3,17	3,48	5,23	2,37
Mai	4,34	6,64	3,17	4,76	7,65	2,92
Juin	4,77	7,54	3,74	5,22	7,86	3,73
Juillet	4,43	6,12	3,49	4,29	6,22	3,47
Aout	4,21	5,12	3,39	3,93	5,70	3,42
Septembre	4,01	5,42	3,34	3,92	6,06	3,41
Octobre	3,96	5,74	3,49	4,12	6,17	3,42
Novembre	3,85	6,00	3,20	3,91	6,22	3,30
Décembre	3,88	5,00	3,17	3,58	5,44	3,21
Année	4,05	7,54	3,17	4,05	7,86	2,37

Tableau 6 Niveaux d'eau en amont des Rapides à Brillant (site 1)

	Scénario avec toutes les centrales			Phase Romaine 2		
	Niveau d'eau moyen (m)	Niveau d'eau maximum (m)	Niveau d'eau minimum (m)	Niveau d'eau moyen (m)	Niveau d'eau maximum (m)	Niveau d'eau minimum (m)
Janvier	3,74	4,43	3,14	3,47	3,91	3,15
Février	3,74	4,43	3,45	3,49	3,88	3,15
Mars	3,68	4,64	3,20	3,49	4,28	3,09
Avril	3,54	4,79	3,13	3,43	5,14	2,35
Mai	4,27	6,51	3,13	4,68	7,53	2,89
Juin	4,70	7,42	3,69	5,13	7,73	3,67
Juillet	4,36	6,01	3,44	4,22	6,11	3,42
Aout	4,15	5,04	3,35	3,87	5,60	3,38
Septembre	3,95	5,32	3,30	3,86	5,95	3,37
Octobre	3,90	5,63	3,44	4,06	6,06	3,38
Novembre	3,79	5,89	3,16	3,85	6,11	3,26
Décembre	3,82	4,92	3,13	3,53	5,34	3,17
Année	3,99	7,42	3,13	3,99	7,73	2,35

4.3 Dénivelés disponibles

Il existe un léger dénivelé au pont de la route 138 et un autre plus prononcé aux Rapides à Brillant.

Au pont, la charge brute calculée entre l'amont et l'aval du pont est de l'ordre de 0,8 m. Cette charge brute ne suffit pas pour une option d'alimentation des incubateurs par écoulement gravitaire. Par conséquent, pour les sites potentiels situés dans le secteur du pont, il sera nécessaire de procéder à du pompage pour alimenter les incubateurs en eau.

Aux Rapides à Brillant, le niveau aval est contrôlé par la marée. La grande marée de pleine mer supérieure (GMPMS), comme fournie pour Havre-Saint-Pierre, est de l'ordre de 2,3 m par rapport au zéro des cartes, qui à cet endroit est situé 0,9 m au-dessous du niveau de référence géodésique. Le niveau de la GMPMS en aval des Rapides à Brillant est donc de l'ordre de 1,4 m.

Par rapport au niveau de la grande marée de pleine mer supérieure, le dénivelé pour le débit moyen annuel est de l'ordre de 2,6 m (tableau 7). Pour les valeurs minimales du niveau d'eau en amont des rapides, ce dénivelé peut descendre à des valeurs de 1,7 m, voire 1,0 m pour la phase intermédiaire Romaine-2. Pour ces valeurs, le fonctionnement en écoulement gravitaire est limité et nécessiterait aussi un système de pompage pour permettre l'approvisionnement en eau.

Tableau 7 Dénivelé disponible aux Rapides à Brillant pour la grande marée de pleine mer supérieure

	Scénario avec toutes les centrales			Phase Romaine 2		
	Dénivelé moyen (m)	Dénivelé maximal (m)	Dénivelé minimal (m)	Dénivelé moyen (m)	Dénivelé maximal (m)	Dénivelé minimal (m)
Janvier	2,34	3,03	1,74	2,07	2,51	1,75
Février	2,34	3,03	2,05	2,09	2,48	1,75
Mars	2,28	3,24	1,80	2,09	2,88	1,69
Avril	2,14	3,39	1,73	2,03	3,74	0,95
Mai	2,87	5,11	1,73	3,28	6,13	1,49
Juin	3,30	6,02	2,29	3,73	6,33	2,27
Juillet	2,96	4,61	2,04	2,82	4,71	2,02
Août	2,75	3,64	1,95	2,47	4,20	1,98
Septembre	2,55	3,92	1,90	2,46	4,55	1,97
Octobre	2,50	4,23	2,04	2,66	4,66	1,98
Novembre	2,39	4,49	1,76	2,45	4,71	1,86
Décembre	2,42	3,52	1,73	2,13	3,94	1,77
Année	2,59	6,02	1,73	2,59	6,33	0,95

5 Fonctionnement en hiver

5.1 Régime des glaces

Le régime des glaces a fait l'objet d'une étude présentée dans le rapport d'impact sur l'environnement du projet Romaine (Hydro-Québec Production, 2007)¹.

Dans le secteur du projet, l'hiver glaciologique commence au début du mois de novembre pour se terminer vers la mi-avril, pour une durée moyenne d'environ 158 jours. L'indice de gel d'un hiver moyen dans le secteur est de l'ordre de 1 570 °C-jours de gel. Les normales climatiques à Sept-Îles sont présentées dans le tableau 8 ci-après.

Tableau 8 Normales climatiques à la station Sept-Îles A (ID 7047910)

	janv.	févr.	mars	avr.	mai	juin	juil.	août	sept.	oct.	nov.	déc.	année
Moy. journ. (°C)	-15,3	-13,6	-6,8	0,2	6,2	11,8	15,2	14,4	9,8	3,7	-2,9	-10,5	1,0
Écart type	2,2	3,3	2,5	1,4	1,3	1,2	0,8	1,1	1,2	0,9	1,7	2,4	1,0
Max journ. (°C)	-9,8	-7,9	-1,9	4,0	10,7	16,5	19,5	19,1	14,2	7,8	1,0	-5,8	5,6
Min. journ. (°C)	-20,8	-19,3	-11,7	-3,7	1,7	7,0	10,8	9,8	5,3	-0,4	-6,7	-15,3	-3,6
Max extrême (°C)	10,0	10,6	11,8	19,2	28,3	32,2	32,2	31,1	29,4	22,2	16,9	9,4	
Min. extrême (°C)	-43,3	-38,3	-31,7	-26,4	-11,7	-2,8	1,7	-0,6	-6,5	-12,8	-28,9	-36,5	
Indice de gel (°C-jours)	479,2	386	219	39,6	0,4	0	0	0	0	7	109,7	329,6	1570,6

¹ Complexe de la Romaine – Étude d'impact sur l'environnement - Volume 2 : Milieu physique – Hydro-Québec Production, Décembre 2007

Le couvert de glace sur la Romaine commence à se former en décembre, le long des rives où les vitesses d'écoulement sont les plus faibles. La glace progresse ensuite vers le centre de la rivière, mais des ouvertures subsistent dans les rapides au pont de la route 138 et aux Rapides à Brillant où les conditions de vitesse ne permettent pas la formation d'un couvert de glace.

Les écoulements en hiver, après la mise en service des centrales de la rivière Romaine, seront caractérisés par des débits plus importants que dans les conditions naturelles. Les épaisseurs du couvert de glace qui variaient en moyenne de 0,6 m pour un hiver clément à 0,8 m pour un hiver rigoureux pourront être plus faibles.

5.2 Reconnaissance de terrain en condition hivernale

Une reconnaissance de terrain a été effectuée en février 2015 aux sites 3 et 4. L'annexe B présente les observations effectuées :

- Identification des ouvertures dans le couvert de glace
- Forages dans le couvert de glace afin de mesurer l'épaisseur du couvert de glace et les températures

Au moment de la visite, la température de l'air était de l'ordre de -19°C à -22°C. Les épaisseurs de glace mesurées ont varié de 35 cm à 46 cm. Les ouvertures dans le couvert de glace ont été identifiées comme prévu dans le rapide existant au pont. Aucun couvert de glace n'existe à l'endroit du site 2.

Les caractéristiques du couvert de glace sont présentées au tableau 9 ci-après.

Tableau 9 Caractéristiques du couvert de glace relevées en février 2015

Points de forage	Type de glace	Épaisseur (cm)	Profondeur d'eau libre (cm)	Température de l'eau	Température de l'air
R1	Blanche	36	4,80	-0,7	-22
R2	Blanche	38	3,60	-0,7	-22
R3	Noir	46	4,20	-0,7	-22
R4	Blanche et noir	43	5,35	-0,7	-21
1	Blanche 10 cm noir 36 cm	46	3,50	-0,7	-20
2	Blanche 10 cm noir 34 cm	44	3,45	-0,7	-20
3	Blanche 10 cm noir 25 cm	35	2,15	-0,7	-19
4	Blanche 18 cm noir 19 cm	37	2,92	-0,7	-19

5.3 Génération de frasil

La présence du rapide au pont de la route 138 et d'une surface ouverte dans le couvert de glace réunissent, par leur capacité de mélange, les conditions nécessaires à la génération de frasil. Au contact de l'air plus froid, des cristaux de glace se forment à la surface et sont entraînés dans l'écoulement. Un amalgame de cristaux de glace et de particules d'air froid se forme dans les zones de turbulence et provoque un refroidissement de l'ensemble de la colonne d'eau. Ce phénomène se traduit par un refroidissement supplémentaire générateur de frasil sur toute la profondeur de la section d'écoulement.

Dans la présente étude, le phénomène de frasil est actif au site 2. Les analyses effectuées dans le cadre des études d'impact des projets de la Romaine (Hydro-Québec Production, 2007)² montrent cette accumulation de frasil en aval du pont de la route 138.

À cause de cette accumulation de frasil, des précautions particulières devront être mises en œuvre pour diminuer le risque de colmatage de la prise d'eau, et ce, si la prise d'eau des incubateurs est installée en aval du pont de la route 138. Parmi les solutions envisagées, il est possible d'utiliser une conduite chauffante afin de faire fondre le frasil à proximité de la conduite. Cependant, cette technique est onéreuse lors de l'installation et lors de la maintenance. De plus, elle est grandement susceptible au bris. Il est fortement recommandé d'utiliser ce type de technique en dernier recours.

Une prise d'eau en amont du pont, comme le site n°3, serait plus fiable, sécuritaire et moins onéreuse à court et long terme pour permettre l'incubation des œufs de saumons.

6 Conclusion

Les conditions hydrauliques ont été évaluées aux sites potentiels pour l'aménagement d'un bâtiment d'incubation d'œufs à saumons sur la rivière Romaine.

Les dénivelés évalués ne sont pas suffisants pour une opération en écoulement gravitaire uniquement et des stations de relèvement par pompage sont requises. Cet aspect favorise les sites à proximité du pont de la route 138 puisqu'ils sont caractérisés par des accès plus faciles.

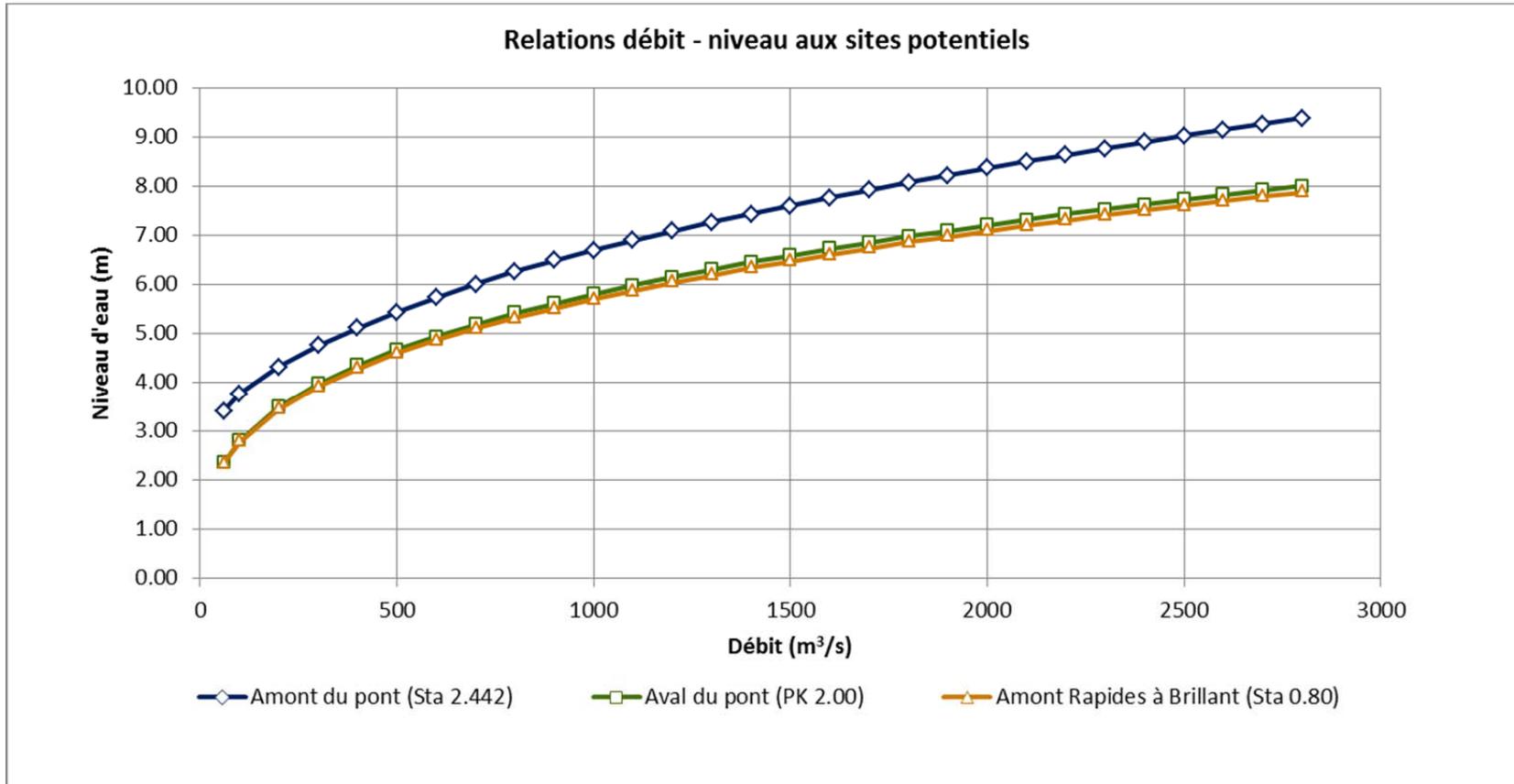
Pour un fonctionnement adéquat en hiver, sans interférence avec la génération de frasil, il est recommandé d'installer les prises d'eau et les rejets d'eau sous un couvert de glace stable. En ce sens, le site 2 n'est pas recommandé pour l'installation d'une prise d'eau, à cause de la génération et de l'accumulation de frasil à son emplacement.

D'un point de vue hydraulique, le meilleur choix pour l'emplacement d'une prise d'eau est au site 3 où il existe un couvert de glace stable durant l'hiver et où il n'y a aucune génération de frasil. Les conduites d'alimentation en eau et de rejet devront être installées suffisamment basses, soit de près de 1,5 m sous le niveau minimum.

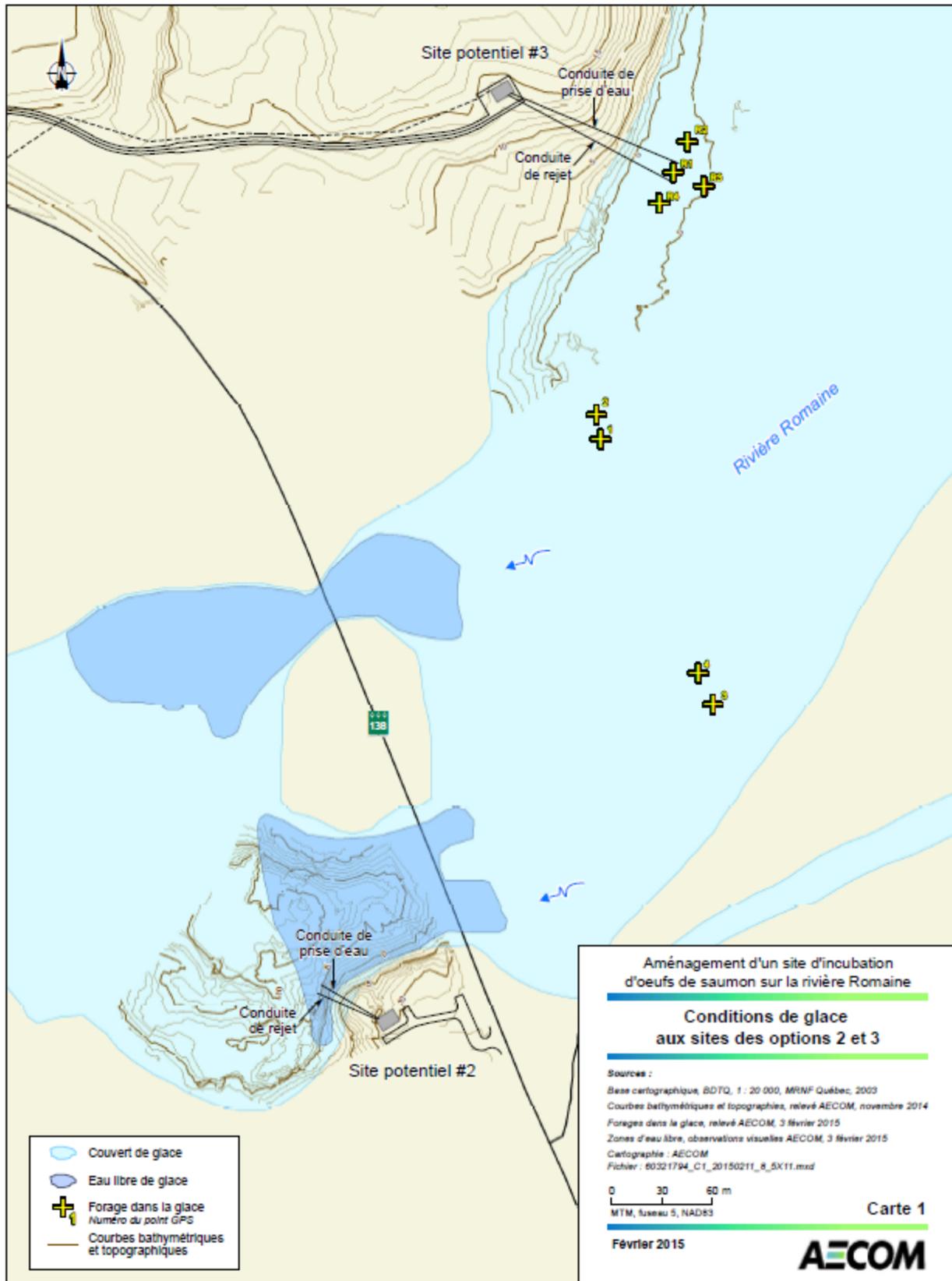
² Complexe de la Romaine – Étude d'impact sur l'environnement - Volume 2 : Milieu physique – Hydro-Québec Production, Décembre 2007

Annexe A
Débits et relation niveau-débit
aux sites potentiels

Annexe A3 - Relations débit - niveau aux sites potentiels identifiés pour les incubateurs



Annexe B
Investigations sur les conditions
de glace



Annexe E
Estimation des coûts

RÉSUMÉ DES COÛTS



CLIENT SOCIÉTÉ SAUMON DE LA RIVIÈRE ROMAINE
PROJET AMÉNAGEMENT D'UN SITE D'INCUBATION D'ŒUFS SAUMON DANS LA RIVIÈRE ROMAINE

PROJET NO: 60321794

DATE : 28 Novembre 2014

SITE No 1 SITUÉ PRÈS DU RAPIDE À BRILLANT À L'OUEST DE LA RIVIÈRE ROMAINE
1 014 470,00 \$
SITE No 2 SITUÉ AU SUD DE LA ROUTE 138 ET À L'EST DE LA RIVIÈRE ROMAINE
473 600,63 \$
SITE No 3 SITUÉ AU NORD DE LA ROUTE 138 ET À L'OUEST DE LA RIVIÈRE ROMAINE
647 354,38 \$

ESTIMATION SOMMAIRE



CLIENT	SOCIÉTÉ SAUMON DE LA RIVIÈRE ROMAINE	DOSSIER NO	60321794
PROJET	AMÉNAGEMENT D'UN SITE D'INCUBATION D'ŒUFS DE SAUMON DANS LA RIVIÈRE ROMAINE	PROJET NO	
		DATE	28 novembre 2014

Art. no	Description	Quantité	Unité	Prix unitaire	Montant
SITE No 1 SITUÉ PRÈS DU RAPIDE À BRILLANT À L'OUEST DE LA RIVIÈRE ROMAINE					
1.0	Déboisement	0,65	ha	12 000,00 \$	7 800,00 \$
2.0	Déblai de première classe	600	m ³	70,00 \$	42 000,00 \$
3.0	Déblai de deuxième classe	2 000	m ³	15,00 \$	30 000,00 \$
4.0	Construction du chemin d'accès et aménagement autour du bâtiment d'incubation	750	m	120,00 \$	90 000,00 \$
5.0	Construction d'un pont acier-bois ou d'un ponceau sur un cours d'eau croisant le chemin d'accès	1	global	150 000,00 \$	150 000,00 \$
5.0	Mobilisation et démobilitation d'équipement de forage	1	global	15 000,00 \$	15 000,00 \$
6.0	Forage de la prise d'eau et le rejet en eaux incluant conduites et bétonnage	1	global	80 000,00 \$	80 000,00 \$
7.0	Structure et finition du bâtiment d'incubation	1	global	175 000,00 \$	175 000,00 \$
8.0	Ligne de transport d'énergie entre la ligne existante sur la route 138 et le bâtiment	750	m	100,00 \$	75 000,00 \$
9.0	Électricité du bâtiment d'incubation	1	global	3 500,00 \$	3 500,00 \$
10.0	Mécanique du bâtiment d'incubation	1	global	15 000,00 \$	15 000,00 \$
11.0	Fourniture et installation des équipements, des accessoires et du mobilier spécifiés aux plans	1	global	10 000,00 \$	10 000,00 \$
12.0	Transport des incubateurs entre Tadousac et le site d'incubation	1	global	2 500,00 \$	2 500,00 \$
13.0	Clôture et barrière cadenassée à l'entrée du site	1	global	5 000,00 \$	5 000,00 \$
14.0	Affiche d'identification à l'entrée	1	global	2 000,00 \$	2 000,00 \$
15.0	Engazonnement par ensemencement hydraulique H1 sur les sols dénudés incluant 100 mm de terre végétale	400	m ²	15,00 \$	6 000,00 \$
SOUS-TOTAL:					708 800,00 \$
IMPRÉVUS ±25 % :					177 200,00 \$
TOTAL:					886 000,00 \$
TPS (5 %) :					44 300,00 \$
TVQ (9.5 %) :					84 170,00 \$
TOTAL DES COÛTS DE CONSTRUCTION					1 014 470,00 \$

ESTIMATION SOMMAIRE



CLIENT	SOCIÉTÉ SAUMON DE LA RIVIÈRE ROMAINE	DOSSIER NO	60321794
PROJET	AMÉNAGEMENT D'UN SITE D'INCUBATION D'ŒUFS DE SAUMON DANS LA RIVIÈRE ROMAINE	PROJET NO	
		DATE	28 novembre 2014

Art. no	Description	Quantité	Unité	Prix unitaire	Montant
SITE No 2 SITUÉ AU SUD DE LA ROUTE 138 ET À L'EST DE LA RIVIÈRE ROMAINE					
1.0	Déboisement	1	global	5 000,00 \$	5 000,00 \$
2.0	Déblai de première classe	500	m ³	70,00 \$	35 000,00 \$
3.0	Déblai de deuxième classe	200	m ³	15,00 \$	3 000,00 \$
4.0	Pierre concassée MG 56 pour le chemin d'accès, les stationnements et pour tous les besoins du projet.	200	m ³	50,00 \$	10 000,00 \$
5.0	Mobilisation et démobilitation d'équipement de forage	1	global	15 000,00 \$	15 000,00 \$
6.0	Forage de la prise d'eau et le rejet en eaux incluant conduites et bétonnage	1	global	40 000,00 \$	40 000,00 \$
7.0	Structure et finition du bâtiment d'incubation	1	global	175 000,00 \$	175 000,00 \$
8.0	Ligne de transport d'énergie entre la ligne existante sur la route 138 et le bâtiment	37	m	200,00 \$	7 400,00 \$
9.0	Électricité du bâtiment d'incubation	1	global	8 000,00 \$	8 000,00 \$
10.0	Mécanique du bâtiment d'incubation	1	global	15 000,00 \$	15 000,00 \$
11.0	Fourniture et installation des équipements, des accessoires et du mobilier spécifiés aux plans	1	global	10 000,00 \$	10 000,00 \$
12.0	Transport des incubateurs entre Tadousac et le site d'incubation	1	global	2 500,00 \$	2 500,00 \$
13.0	Clôture et barrière cadénassée à l'entrée du site	1	global	5 000,00 \$	5 000,00 \$
14.0	Affiche d'identification à l'entrée	1	global	2 000,00 \$	2 000,00 \$
15.0	Engazonnement par ensemencement hydraulique H1 sur les sols dénudés incluant 100 mm de terre végétale	200	m ²	15,00 \$	3 000,00 \$
SOUS-TOTAL:					330 900,00 \$
IMPRÉVUS ±25 % :					82 725,00 \$
TOTAL:					413 625,00 \$
TPS (5 %) :					20 681,25 \$
TVQ (9.5 %) :					39 294,38 \$
TOTAL DES COÛTS DE CONSTRUCTION					473 600,63 \$

ESTIMATION SOMMAIRE



CLIENT	SOCIÉTÉ SAUMON DE LA RIVIÈRE ROMAINE	DOSSIER NO	60321794
PROJET	AMÉNAGEMENT D'UN SITE D'INCUBATION D'ŒUFS DE SAUMON DANS LA RIVIÈRE ROMAINE	PROJET NO	
		DATE	28 novembre 2014

Art. no	Description	Quantité	Unité	Prix unitaire	Montant
SITE No 3 SITUÉ AU NORD DE LA ROUTE 138 ET À L'OUEST DE LA RIVIÈRE ROMAINE					
1.0	Déboisement	1,00	global	8 000,00 \$	8 000,00 \$
2.0	Déblai de première classe	500	m ³	70,00 \$	35 000,00 \$
3.0	Déblai de deuxième classe	1 200	m ³	15,00 \$	18 000,00 \$
4.0	Construction du chemin d'accès et aménagement autour du bâtiment d'incubation	590	m	120,00 \$	70 800,00 \$
5.0	Mobilisation et démobilitation d'équipement de forage	1	global	15 000,00 \$	15 000,00 \$
6.0	Forage de la prise d'eau et le rejet en eaux incluant conduites et bétonnage	1	global	50 000,00 \$	50 000,00 \$
7.0	Structure et finition du bâtiment d'incubation	1	global	175 000,00 \$	175 000,00 \$
8.0	Ligne de transport d'énergie entre la ligne existante sur la route 138 et le bâtiment	400	m	100,00 \$	40 000,00 \$
9.0	Électricité du bâtiment d'incubation	1	global	8 000,00 \$	8 000,00 \$
10.0	Mécanique du bâtiment d'incubation	1	global	15 000,00 \$	15 000,00 \$
11.0	Fourniture et installation des équipements, des accessoires et du mobilier spécifiés aux plans	1	global	10 000,00 \$	10 000,00 \$
12.0	Transport des incubateurs entre Tadousac et le site d'incubation	1	global	2 500,00 \$	2 500,00 \$
13.0	Clôture et barrière cadenassée à l'entrée du site	1	global	5 000,00 \$	5 000,00 \$
14.0	Affiche d'identification à l'entrée	1	global	2 000,00 \$	2 000,00 \$
15.0	Engazonnement par ensemencement hydraulique H1 sur les sols dénudés incluant 100 mm de terre végétale	400	m ²	15,00 \$	6 000,00 \$
SOUS-TOTAL:					452 300,00 \$
IMPRÉVUS ±25 % :					113 075,00 \$
TOTAL:					565 375,00 \$
TPS (5 %) :					28 268,75 \$
TVQ (9.5 %) :					53 710,63 \$
TOTAL DES COÛTS DE CONSTRUCTION					647 354,38 \$