



450, rue de la Gare-du-Palais  
 Québec (QC) G1K 3X2  
 Tél. 418 704-6038  
 Téléc. 418 614-0627

Le 29 mai 2017

Madame Marie-Renée Roy  
 Sous-ministre et Administratrice du chapitre 22 de la Convention de la Baie-James et du Nord québécois  
 Ministère du Développement durable, de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques  
 675, boulevard René-Lévesque Est  
 Édifice Marie-Guyart, 30e étage, boîte 02  
 Québec (Québec) G1R 5V7

<b>Projet</b>	<b>Projet de mine de spodumène Whabouchi</b>
<b>Réf. CA</b>	3214-14-052
<b>Objet</b>	<b>Demande de modification des conditions #12, 14, 17 et 18 du Certificat d'autorisation (CA) et de la localisation de l'effluent final</b>

Madame,

La présente a pour but de vous transmettre une demande de modification pour les conditions citées en objet ainsi que pour la nouvelle localisation du point de rejet de l'effluent final.

**Condition 12 :**

***Le promoteur déposera à l'Administrateur, pour approbation, un (1) an après l'autorisation du projet, un programme de compensation des pertes en milieux humides.***

De nombreuses informations vous ont été transmises à ce jour précisant la portée des projets de recherche proposés à titre de projet de compensation des milieux humides, incluant les contributions financières et « en nature » de Nemaska Lithium, les objectifs de ces projets et leur durée respective, entre autres.

Les précédentes communications échangées à ce sujet ont fait état d'un comité mis en place par Roche Ltée Groupe-conseil et la minière Stornoway dès octobre 2014 avec diverses parties prenantes régionales, lequel avait alors conclu que la meilleure avenue de compensation pour la région Eeyou Istchee Baie-James était l'acquisition de connaissances sur les milieux humides boréaux considérant leur absence quasi-totale et l'impossibilité conséquente d'adéquatement établir leur valeur écologique pour ainsi se conformer au cadre légal applicable. Après près de deux années de discussions avec divers chercheurs, divers programmes de recherche ont été élaborés et financés par le CRSNG, ou en voie de l'être, lesquels sont décrits dans une lettre conjointement soumise au COMEX le 15 avril 2016 par Nemaska Lithium et Les Diamants Stornoway. On remarquera d'ailleurs que le MDDELCC est un partenaire de ces projets, tout comme le MFFP.

Nous sommes certes conscients que le COMEX s'attend à ce qu'un « plan de compensation en bonne et due forme » lui soit présenté par Nemaska Lithium, tel que nous nous sommes engagés à le faire dans la lettre du 15 avril 2016 susmentionnée. Considérant l'échéance incluse à la condition #12 et les délais inhérents à la rédaction d'un tel plan, nous demandons à ce que l'échéancier de cette condition soit modifiée à six (6) mois avant le début de l'exploitation du site minier.



**Condition 14 :**

***Le promoteur déposera à l'Administrateur, pour approbation, six (6) mois après l'autorisation du projet, une mise à jour du plan de compensation de l'habitat du poisson qui tiendra compte de l'ensemble des pertes d'habitats du poisson. Ce plan devra être élaboré en collaboration avec les experts du ministère de la Forêt, de la Faune et des Parcs. Le plan de compensation devra également tenir compte des besoins et des préoccupations des utilisateurs cris du territoire.***

En lien avec la condition #14, des discussions ont récemment eu cours entre Nemaska Lithium, ses consultants et le ministère des Pêches et Océans du Canada (MPO; Direction régionale de la gestion des écosystèmes, Mme Marion Vaché et M. Jacques Trottier) de sorte que ces derniers ont pu faire part de leurs commentaires sur la plus récente version du plan de compensation proposé. À la lumière de cet échange, des informations additionnelles devront être colligées par Nemaska Lithium, entre autres auprès du GNC quant à l'utilisation faite de certains lacs dans la région à l'étude ainsi qu'auprès de certains organismes cris en lien avec des options de compensation potentielles dans la région d'Eeyou Istchee. Il ne nous est toutefois toujours pas possible de statuer sur la date à laquelle ledit programme sera approuvé puisque ce n'est que lorsque nous aurons été en mesure de transmettre au MPO ces informations additionnelles que l'échéancier applicable sera mieux connu.

De plus, tel que mentionné dans notre lettre du 7 novembre 2016, bien que nous ayons essayé de mettre en relation les analystes du MPO et ceux du MFFP afin d'assurer une coordination entre les deux parties, cela n'a mené à ce jour à aucune réelle concertation ou collaboration. Le MPO nous a d'ailleurs à ce sujet informé « qu'une fois qu'il aura reçu la version révisée du programme de compensation intégrant les aspects ciblés lors de l'appel du 27 avril dernier et les balises émises dans ses avis antérieurs, il consultera de manière informelle la Province et se prononcera sur la recevabilité de la compensation. » Conséquemment, il appert qu'il soit difficile pour Nemaska Lithium de prévoir quand ledit plan de compensation sera transmis au MFFP pour « consultation informelle ».

Ainsi, et considérant que les impacts sur l'habitat du poisson associés au projet minier Whabouchi le sont uniquement avec la phase d'exploitation minière (rabattement de la nappe phréatique causé par le dénoyage de la fosse et diminution des bassins versants de certains cours d'eau suite à la mise en place du plan de gestion des eaux), nous demandons à ce que la condition #14 soit modifiée de manière à ce qu'elle réfère plutôt à six (6) mois avant le début de l'exploitation.

**Condition 17 :**

***Le promoteur déposera à l'Administrateur, pour information, trois (3) mois avant le début de la construction, un document précisant les quantités de chacune des matières résiduelles générées sur le site et pour chacune des phases du projet. Le document déposé confirmera le choix final du lieu pour l'élimination des matières résiduelles, sa capacité à recevoir les matières résiduelles générées par le projet Whabouchi en plus des besoins de la communauté crie de Nemaska.***

En ce qui a trait à la condition #17, toutes les matières résiduelles générées au site Whabouchi en phase de construction sont transportées vers des lieux autorisés par le MDDELCC situés dans la région de Chibougamau et du Lac-St-Jean. Les informations relatives à la gestion des matières résiduelles en phase construction vous ont d'ailleurs été transmises dans le cadre de la réponse à la condition # 2 de la modification du CA daté du 27 juillet 2016, laquelle réponse vous a été transmise concomitamment à la présente.



En phase d'exploitation minière, cette même approche est toujours considérée comme étant celle qui sera retenue, mais à la lumière de récentes discussions avec la Communauté crie de Nemaska, certaines synergies sont envisagées entre le site minier Whabouchi et la communauté crie de Nemaska afin de mettre en place une potentielle gestion conjointe des matières résiduelles non dangereuses, et ce dans le but de favoriser une gestion plus efficace et responsable de ces matières dans la communauté (ex. recyclage).

Considérant que les informations demandées vous ont déjà été fournies pour la phase de construction, nous demandons à ce que la condition #17 soit modifiée de manière à référer indépendamment aux phases de construction et d'exploitation du projet minier Whabouchi et que, ainsi, les informations requises pour la phase d'exploitation doivent vous être fournies trois (3) mois avant le début de l'exploitation. Cela permettrait autant à Nemaska Lithium qu'à la Communauté crie de Nemaska de maximiser les opportunités de synergies potentielles entre leurs différentes gestions des matières résiduelles, entre autres et tout particulièrement en ce qui a trait au recyclage, opération actuellement totalement absente sur le territoire de Nemaska.

#### **Condition 18 :**

***Le promoteur déposera à l'Administrateur, pour information, six (6) mois avant le début de l'exploitation, le plan des mesures d'urgence final. Le plan des mesures d'urgence traitera de toutes les situations possibles de déversements, d'incendies, d'explosions et de relâchement de matières toxiques et déterminera de façon claire et complète toutes les mesures à prendre à la suite d'un accident, particulièrement en ce qui a trait à la communication auprès des instances gouvernementales (Urgence Environnement, ministère de la Sécurité publique, ministère des Transports du Québec, SOPFEU, etc.), à la fermeture potentielle de la route du Nord et aux feux de forêt***

En lien avec le plan des mesures d'urgence, Nemaska Lithium a initié maintes discussions avec diverses autorités concernées (MTQ, Hydro-Québec, Nemaska Public Safety Department, Nemaska Ambulance Services, Nemaska Fire Department, Nemaska Clinic, etc.) de manière à permettre la mise en place d'un plan des mesures d'urgence adapté à la réalité régionale. Celles-ci ont entre autres menées à l'émission d'une version préliminaire, laquelle vous a été transmis le 20 mars dernier. Toutefois, il a été difficile à ce jour de réunir toutes ces parties prenantes autour d'une même table et donc nous tentons dorénavant une nouvelle approche selon laquelle Nemaska Lithium colligera les commentaires et informations générés par chacun, et ce bien que cette approche ne soit pas idéale pour permettre une réelle concertation des usages.

Conséquemment, considérant les délais inhérents à l'approche susmentionnée, nous demandons à ce que la condition #18 soit modifiée de manière à ce qu'elle réfère plutôt à six (6) mois avant le début de l'exploitation.

#### **Modification au CA général pour tenir compte du nouveau plan de gestion des eaux minières et de la nouvelle localisation du point de rejet de l'effluent final**

En collaboration avec la direction régionale du MDDELCC, et ce dans le cadre du processus d'autorisation environnementale de ces activités conformément à la *Loi sur la qualité de l'environnement*, quelques modifications mineures ont été apportées au projet Whabouchi depuis le début des travaux de préparation et d'aménagement.

Toutefois, une modification a été jugée significative au point où nous jugeons nécessaire de vous faire parvenir une demande de modification. Il s'agit de celle ayant mené, après maintes consultations des maîtres de trappage des lots R19 et R20 et de leur famille, des représentants du Conseil de bande de Nemaska et des



membres du Comité Environnement du projet Whabouchi (incluant le Gouvernement de la Nation crie), à une relocalisation du point de rejet de l'effluent final dans la rivière Nemiscau, en amont de la route du Nord et des camps cris adjacents, plutôt que dans le lac des Montagnes tel qu'initialement projeté.

Comme vous le savez, depuis la tenue des audiences publiques du COMEX en lien avec le projet Whabouchi à Nemaska en mars-avril 2015, certaines préoccupations avaient été exprimées par le maître de trappage du lot R20 et sa famille en lien avec la localisation du point de rejet de l'effluent final dans le lac des Montagnes, à l'embouchure de la rivière Nemiscau, et ce principalement parce que ce secteur est hautement valorisé/utilisé par les utilisateurs du territoire. En effet, à leurs yeux, cette localisation causait problème puisque :

- La conduite subaquatique, longue de quelque 3,5 km, allait potentiellement être visible au fond du lac considérant la relativement faible profondeur d'eau dans le secteur du « Bible Camp », là où de nombreux villégiateurs et pêcheurs cris sont très actifs;
- Le rejet d'eaux dans ce secteur inquiétait le maître de trappage pour ces impacts potentiels sur le couvert de glace hivernal et sur la possibilité future de traverser le lac à cet endroit en motoneige;
- Les travaux en milieux lacustres pour installer ladite conduite étaient risqués aux yeux des utilisateurs du territoire considérant les conditions prévalant dans ce lac (fortes vagues, fort courant, etc.).

Ainsi, dès le printemps 2015, Nemaska Lithium entreprit l'étude d'un autre site pour la localisation du site de rejet de l'effluent final, soit près de la rive Est du lac des Montagnes, à l'embouchure du ruisseau D, lequel draine le lac et tourbière du Spodumène. Une étude de modélisation de la dispersion de l'effluent depuis ce second site de rejet, produite en octobre 2015, avait alors permis de conclure que ce site n'était pas optimal et qu'il se comparait défavorablement au premier site considéré (c.-à-d. celui de l'embouchure de la rivière Nemiscau). Toutefois, en comparaison avec le premier site, ce second site avait toujours la faveur des Cris puisqu'il évitait le secteur de l'embouchure de la rivière Nemiscau. Les discussions déjà en cours entre Nemaska Lithium et la famille R20 ont alors été poussées à un niveau supérieur, avec l'implication du Gouvernement de la Nation crie et des experts du MDDELCC pour que les avis de leurs experts respectifs, tous favorables au premier site, soient bien compris de la famille R20. Aussi, c'est à cette étape que le maître de trappage du lot adjacent, R19, fut lui-aussi impliqué dans les discussions. Or, ces dernières, bien que constructives, ne menèrent à aucune décision finale de la part des Cris quant à la localisation du point de rejet de l'effluent final à l'un ou l'autre des sites proposés.

Finalement, à l'hiver 2016-2017, en marge d'une rencontre du Comité Environnement, une suggestion fut faite par le maître de trappage R20 afin que Nemaska Lithium envisage le rejet de l'effluent dans la rivière Nemiscau, en amont du secteur où sont situés les camps cris (aux abords de la route du Nord). Une étude de modélisation de dispersion applicable à ce site fut réalisée, ainsi que des relevés géotechniques le long d'un éventuel tracé terrestre permettant de relier le site minier à ce site de rejet par une conduite enfouie et gravitaire. Ces études sont fournies en pièces jointes, accompagnées d'une carte localisant de manière générale le site minier Whabouchi projeté en phase d'exploitation, et fournissent de maintes informations sur le site de rejet visé.

Le 17 mai dernier, le Comité Environnement organisait une rencontre avec les familles R20 et R19 ainsi que des représentants de la Nation crie de Nemaska (Chef et deux conseillers) et du Gouvernement de la Nation crie afin de décider laquelle des deux options retenues à ce jour, c.-à-d. celles pour lesquelles une étude de dispersion confirmait le caractère adéquat du site proposé, allait être celle que Nemaska Lithium allait mettre de l'avant. À la lumière de cette rencontre, il fut décidé par les acteurs présents que le site de rejet situé dans la rivière Nemiscau, en amont de la route du Nord, était préférable à celui situé dans le lac des Montagnes à l'embouchure de la rivière Nemiscau. Cette décision fut prise, entre autres, à la lumière des conclusions positives de l'étude de modélisation de dispersion pour ce site et du fait que cette option permettait d'éviter le secteur hautement valorisé du lac des Montagnes.

En conséquence, le plan de gestion des eaux minières (eaux de ruissellement entrant en contact avec le site minier; eaux de dénoyage de la fosse; eaux de procédé en cas de purges sporadiques) a été modifié de



manière à ce que celles-ci soient acheminées ultimement vers le bassin D (voir carte jointe) et non plus vers le bassin d'eau de mine, lequel devient dorénavant le bassin d'eau de dénoyage de la fosse. Du bassin D, une conduite terrestre, enfouie et gravitaire, transportera les eaux vers le point de rejet dans la rivière Nemiscau. On remarquera que la longueur de la conduite en milieu terrestre (essentiellement des brûlis dans les deux cas) est similaire entre l'option aujourd'hui retenue et celle autrefois préconisée (1,6 km vs 1,1 km); toutefois, la portion en milieu aquatique est significativement réduite, passant de quelque 3,5 km à moins de 100 m, ce qui constitue un avantage clair de l'option retenue conjointement avec nos partenaires cris.

Ainsi, par la présente, nous demandons à ce que le CA #3214-14-052 soit modifié de manière à ce qu'il autorise la localisation du site de rejet de l'effluent final dans la rivière Nemiscau, en amont de la route du Nord, aux coordonnées suivantes (UTM zone 18 Nord) : X : 439 160 m; Y : 5 727 263 m. Nous sommes certes conscients qu'une demande de certificat d'autorisation en vertu de l'article 22 de la LQE sera par la suite requise avant de procéder à ces travaux et que cette demande permettra alors à Nemaska Lithium de fournir les plans et autres informations techniques détaillées requises à la direction régionale du MDDELCC.

Pour toute question ou commentaire en lien avec la présente, nous vous prions de s'il-vous-plaît contacter le soussigné par courriel à [simon.thibault@nemaskalithium.com](mailto:simon.thibault@nemaskalithium.com) ou encore par téléphone au 418-809-9696.

En espérant le tout à votre entière satisfaction, veuillez agréer, Madame, mes salutations les meilleures.

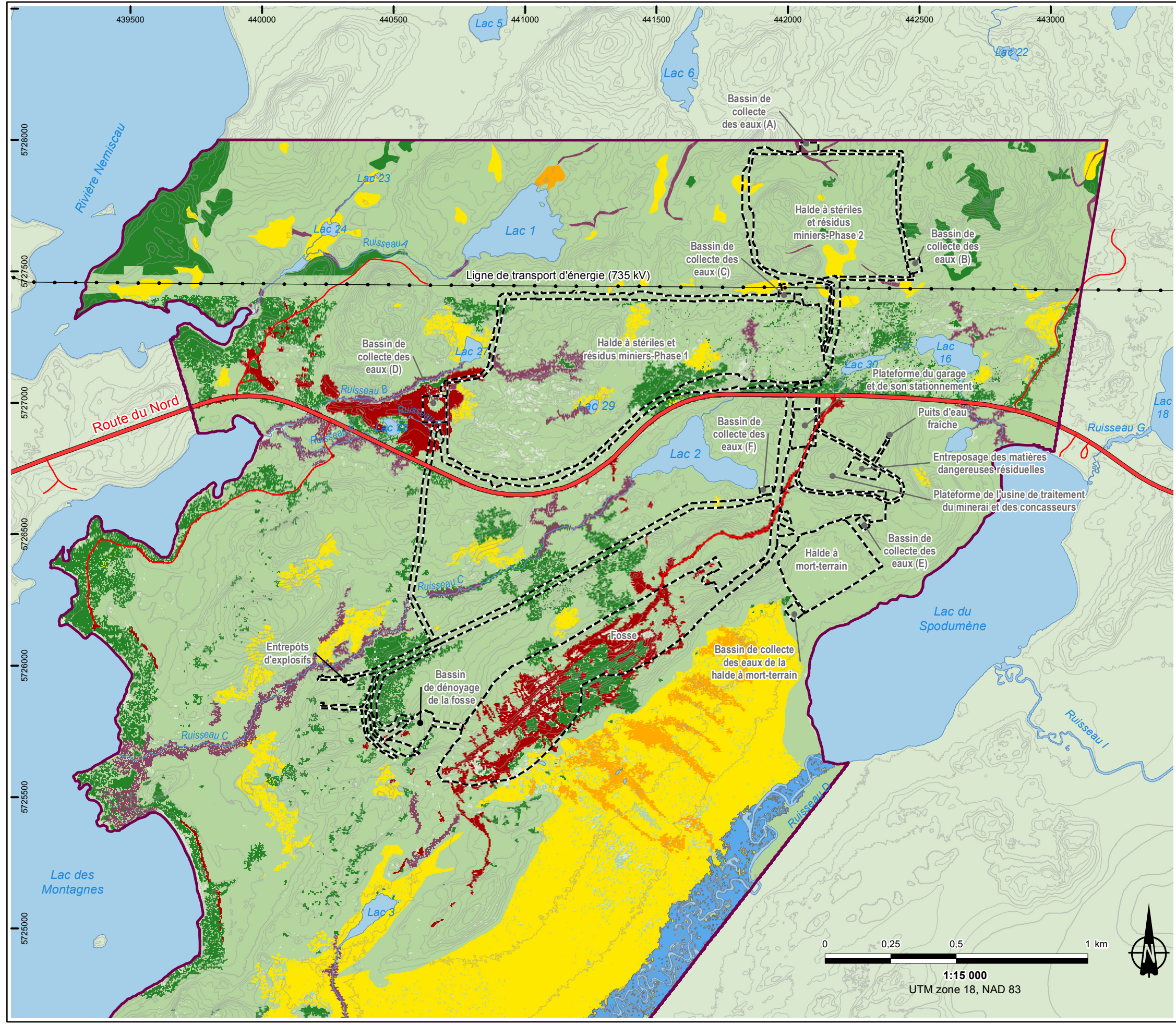


Simon Thibault, M.Sc., bio.  
Directeur Responsabilité sociale et environnementale

p.j.

cc. Alexandra Roio, MDDELCC  
Mélodie Chabot, MDDELCC

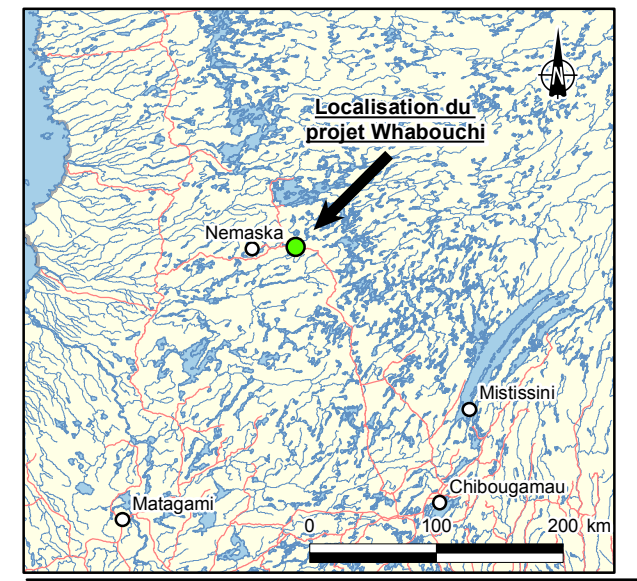




- Zone d'étude
- Infrastructures existantes et projetées**
- Route du Nord
- Chemin forestier
- Nouvelle emprise \*
- Environnement**
- Hydrographie**
- Lac
- Rivière
- Végétation et milieux humides**
- Bog arbustif
- Fen
- Marécage arbustif riverain, Myricaie
- Marécage arbustif riverain, Aulnaie
- Brûlis récent
- Peuplement forestier
- Milieu perturbé

Emplacement: P:\107034\_005200-CONTENU\26-GÉOMATIQUE\Donnees\MXD\_WORMXD\Cartes maîtres\107034\_C7-3\_vegetation\_170530.mxd

\* Source : W00000-40-0D0-D0100-02\_R01.dwg, 4 avril 2017



**Projet de mine de spodumène Whabouchi**

**Communautés végétales et milieux humides**

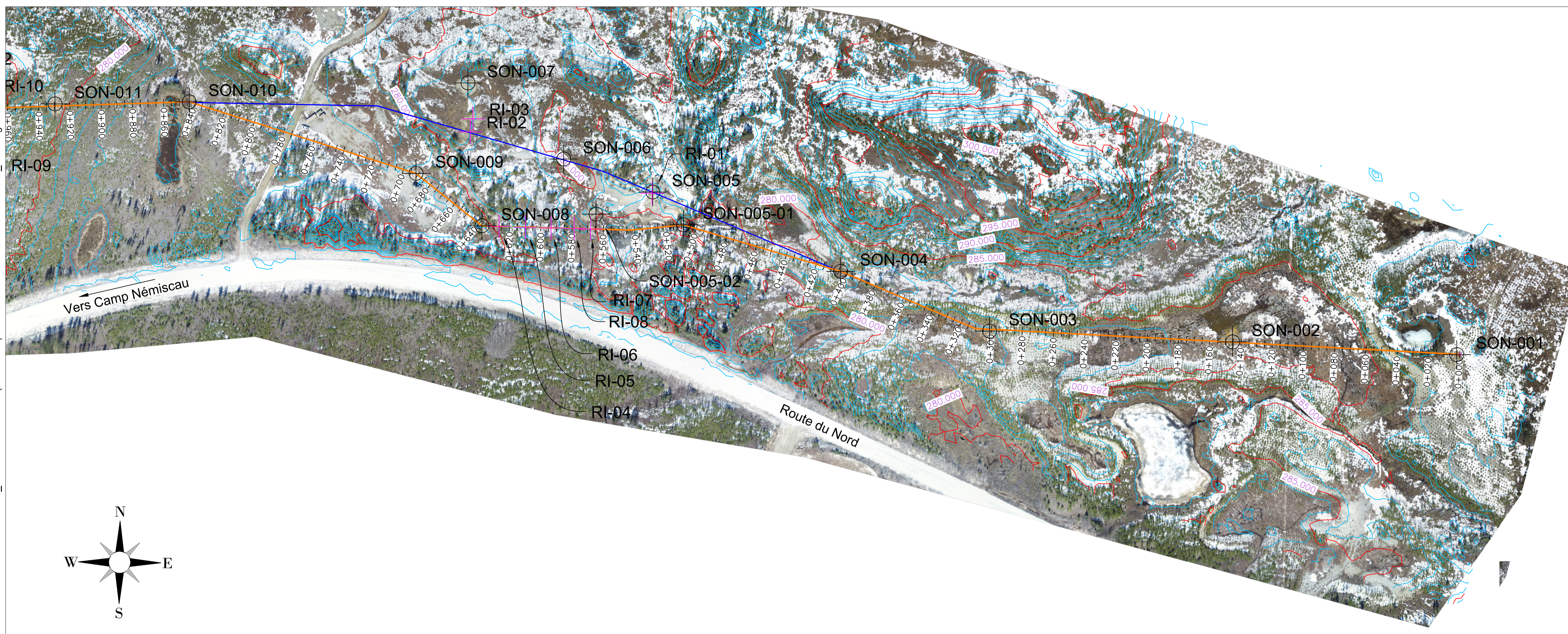
0 0,25 0,5 1 km

1:15 000  
UTM zone 18, NAD 83

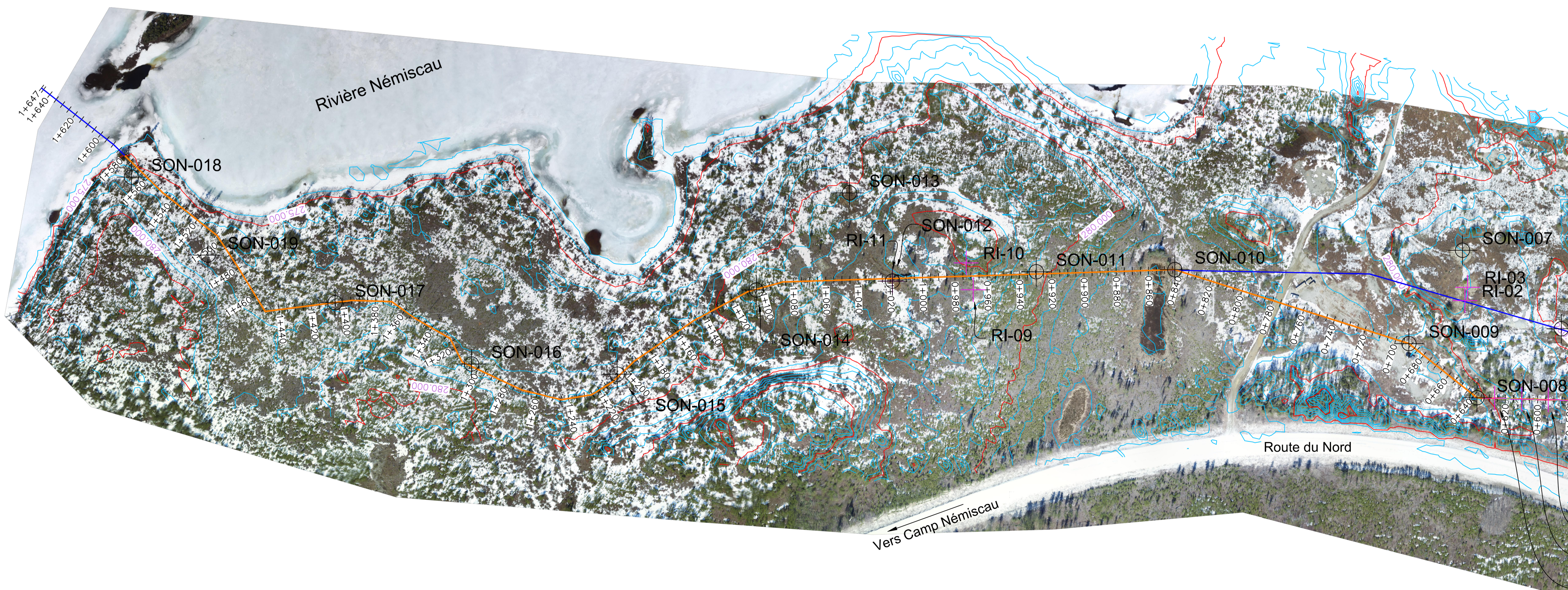


DWG NAME: E:\Dropbox\1617-Nemaska Lithium Wabouchi\ENVR\_Environnement\EMIS (Émissaire)\Transmis\W40912-33-ARP-M0001-01\_R00.dwg

MOD. BY: User  
MOD. TIME: 5/8/2017 11:56  
PLOT BY: MYSurveying  
PLOT TIME: 5/8/2017 12:47



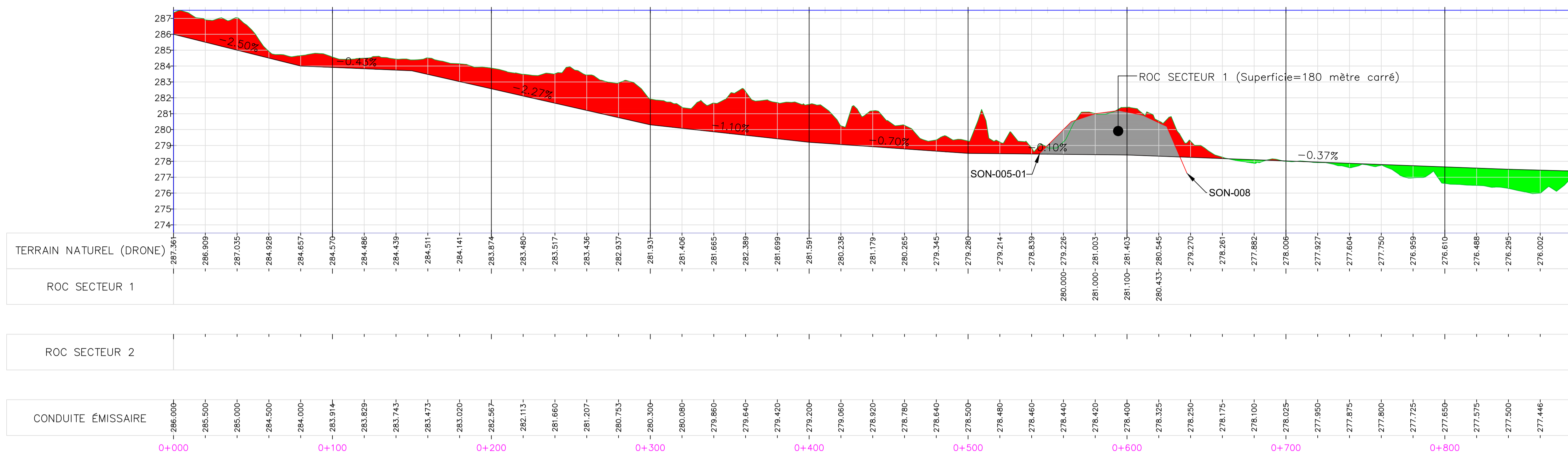
Notes			
1. Système de coordonnées: Les coordonnées sont en référence au système UTM fuseau 18N, NAD 83 SCRS			
Le point numéro JLC-2011-1 ayant été établi par Jean-Luc Corriveau, a.-g. sert de point de base à nos travaux. (voir l'extrait de son rapport, dossier JLC: C-11270758)			
2. Nous avons généralement suivi le tracé établi par WSP Canada Inc. (Réf: 171-02694-00.2017/03/21)			
3. Une modification a été nécessaire entre les chainages 0+400 @ 0+840 selon la topographie du terrain.			
4. Un vol de Drone a été réalisé le 5 mai 2017 et les courbes de niveau sont équidistantes de 1 mètre.			
<p>— = Centre ligne proposé</p> <p>— = Centre ligne théorique</p> <p>⊕ SON-xxx = Référence aux feuilles de sondages complétées avec Normand Poulin,(NDC-FOURNIER).</p> <p>+ RI-XX = Roc initial relevé</p>			
#	EST	NORD	Z
RI-01	440166.2220m	5727075.4730m	279.663m
RI-02	440049.8500m	5727114.7240m	281.210m
RI-03	440051.5430m	5727123.0150m	281.063m
RI-04	440068.3170m	5727054.2700m	280.209m
RI-05	440085.1490m	5727053.6430m	280.920m
RI-06	440101.4870m	5727053.2960m	281.220m
RI-07	440126.8580m	5727052.5110m	280.638m
RI-08	440116.2770m	5727052.8710m	281.029m
RI-09	439745.1990m	5727121.4980m	283.566m
RI-10	439740.8750m	5727138.0990m	285.393m
RI-11	439695.1580m	5727126.8410m	282.744m



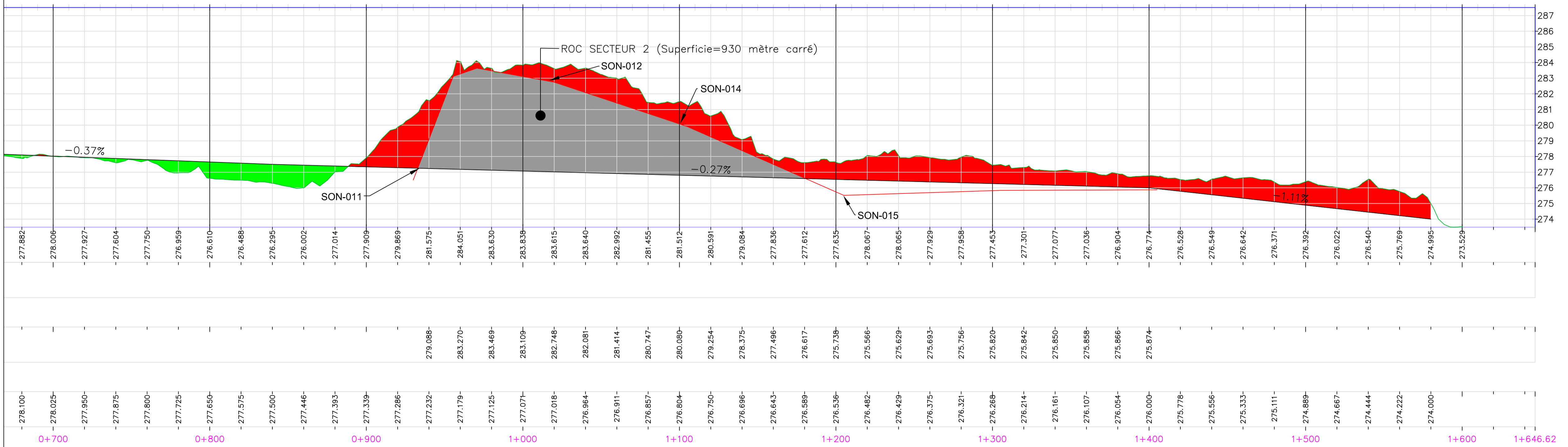
REV	AAAA-MM-JJ	MODIFICATIONS (NATURE)	PAR
 <b>M.Y. Surveying Inc.</b> R.B.Q. 5651-5687-01			
Équipe technique			
DESSINÉ PAR : GABRIEL GODIN, M.Y. SURVEYING INC.			
VERIFIÉ PAR : RENÉ LANGEVIN, M.Y. SURVEYING INC.			
Description			
Némaska-Lithium			
Whabouchi Mines			
Titre			
VUE EN PLAN			
CONDUITE ÉMISSAIRE_OPTION 2			
DU PARC À RÉSIDUS MINIERES			
Échelle		Date	2017/05/08
HOR. 1/1500		Format	A1
VER. N/A			
Identification technique			
WHA-PLM-EMIS-101-MYS-01-00			
Identification technique Némaska Lithium			PLAN
W40912-33-ARP-M0001-01_R00			1/2

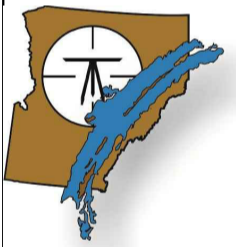


### PROFIL CONDUITE ÉMISSAIRE



### PROFIL CONDUITE ÉMISSAIRE



<b>Notes</b>		
1. Système de coordonnées: Les coordonnées sont en référence au système UTM fuseau 18N, NAD 83 SCRS		
Le point numéro JLC-2011-1 ayant été établi par Jean-Luc Corriveau, a.g. sert de point de base à nos travaux.		
(voir l'extrait de son rapport, dossier JLC: C-11270/758)		
2. Nous avons généralement suivi le tracé établi par WSP Canada Inc. (Réf: 171-02694-00.2017/03/21)		
3. Une modification a été nécessaire entre les chainages 0+400 @ 0+840 selon la topographie du terrain.		
REV	AAAA-MM-JJ	MODIFICATIONS (NATURE) PAR
 <b>M.Y. Surveying Inc.</b> R.B.Q. 5651-5687-01		
Équipe technique		
DESSINÉ PAR : GABRIEL GODIN, M.Y. SURVEYING INC.		
VERIFIÉ PAR : RENÉ LANGEVIN, M.Y. SURVEYING INC.		
Description		
Némaska-Lithium Whabouchi Mines		
Titre		
PROFIL VERTICAL CONDUITE ÉMISSAIRE_OPTION 2 DU PARC À RÉSIDUS MINIERES		
Échelle	Date	2017/05/08
HOR. 1/1500	Format	A1
VER. 1/150		
Identification technique		
WHA-PLM-EMIS-101-MYS-02-00		
Identification technique Némaska Lithium		PLAN
W40912-33-ARP-M0001-02_R00		2/2

# NOTE TECHNIQUE

**DESTINATAIRE :** M. Simon Thibault, Nemaska Lithium Inc.  
**EXPÉDITEUR :** M. Patrick Lafrance, WSP Canada Inc.  
**COPIES :** M. Nicolas Guillemette, WSP Canada Inc.  
M. Benoit Ruest, WSP Canada Inc.  
**DATE :** 26/05/2017  
**OBJET :** **Étude de dilution de l'effluent minier du projet de mine de spodumène Whabouchi dans la rivière Nemiscau**  
**Version finale**  
**N/réf. : 171-03015-00**

---

## 1.0 INTRODUCTION

### 1.1 Mise en contexte

Dans le cadre des études environnementales relatives au projet minier Whabouchi de la société Nemaska Lithium Inc. (ci-après Nemaska Lithium), une étude de prédiction de la qualité de l'effluent minier final (« *end of pipe* ») a été réalisée par Roche (2014a). Selon cette étude, l'effluent minier final respecterait les normes en vigueur prescrites par la Directive 019 sur l'industrie minière et le *Règlement sur les effluents des mines de métaux* (REMM). Ainsi, aucun dépassement des critères applicables à l'effluent minier n'est anticipé.

Une comparaison des concentrations anticipées à l'effluent final avec les critères applicables au milieu récepteur initial (lac des Montagnes) a été réalisée par Roche (2014a et 2014b). Pour la grande majorité des paramètres, les concentrations prédites sont inférieures aux critères de toxicité aiguë et/ou de toxicité chronique du ministère du Développement durable, de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques (MDDELCC), ainsi qu'aux recommandations de protection de la vie aquatique du Conseil canadien des ministres de l'environnement (CCME). Toutefois, certains dépassements de critères applicables au milieu récepteur ont été observés pour certains paramètres. Il importe toutefois de noter que ces dépassements sont principalement attribuables à des teneurs naturellement élevées dans les eaux de surface et/ou souterraines du secteur. Finalement, conformément à la méthodologie applicable reconnue par le MDDELCC (MDDEP, 2007), la présence d'une zone de mélange doit permettre le respect des critères applicables, soit ceux relatifs à la protection de la vie aquatique du MDDELCC et les recommandations canadiennes du CCME.

Une première étude de modélisation du panache de l'effluent minier pour en étudier sa dilution dans le milieu récepteur au premier site retenu pour son rejet dans le lac des Montagnes (site A, Figure 1-1) a été réalisée par WSP (2014). Les conclusions de cette étude indiquent que le courant associé au débit de la rivière Nemiscau favorise une dilution significative de l'effluent au site A. À la suite des discussions avec les communautés locales, Nemaska Lithium a demandé à WSP d'étudier le potentiel de dilution associé à un deuxième site de rejet potentiel dans le lac des Montagnes (site B, Figure 1-1). Ce site est localisé davantage du côté est du lac, plus près de l'embouchure du ruisseau Spodumène. Les résultats de l'étude de dilution pour le site B

indiquent que ce site de rejet ne permet pas de diluer l'effluent sur une courte distance et qu'il s'avère globalement moins efficace que le site A (WSP, 2015).

Conséquemment, Nemaska Lithium considère maintenant un nouveau site de rejet pour l'effluent de la mine Whabouchi (site C). Ce dernier est localisé directement dans la rivière Nemiscau en amont de la route du Nord (Figure 1-1). Ce site pourrait permettre de réduire les coûts de construction de la conduite de l'effluent minier et le potentiel de dilution à ce point de rejet devrait être suffisant. WSP a donc été mandaté par Nemaska Lithium pour la réalisation de l'étude de dilution de l'effluent minier à ce nouveau site potentiel de rejet.

Les objectifs du présent mandat sont :

- de réaliser une étude de dilution de l'effluent minier pour un nouveau point de rejet localisé sur la rivière Nemiscau (site C) afin de vérifier si les exigences environnementales sont rencontrées (dilution de 1 :100 à l'intérieur d'une distance de 300 m du point de rejet);
- d'émettre des recommandations quant à la position et à la configuration de la conduite au point de rejet, c'est-à-dire la nécessité ou non d'y installer un diffuseur multiport, et le cas échéant, en décrire les principales composantes.

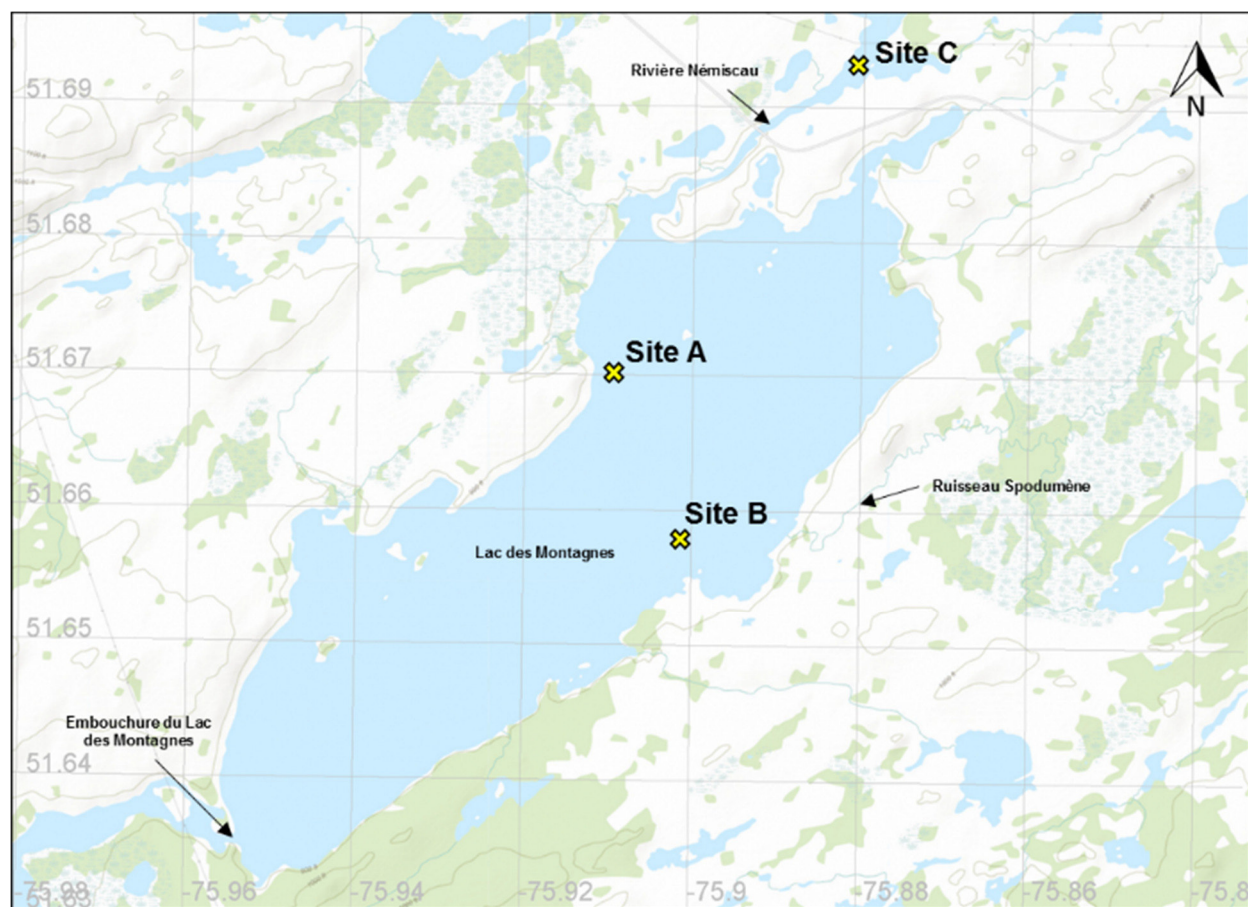


Figure 1-1 Position approximative des sites de rejet potentiels dans le lac des Montagnes (sites A et B) et dans la rivière Nemiscau (site C) pour le projet minier Whabouchi.



## 1.2 Exigences environnementales en vigueur (MDDELCC)

Le MDDELCC a élaboré des recommandations pour la détermination des objectifs environnementaux de rejet (OER) de contaminants en milieu aquatique basées sur les critères de qualité de l'eau de surface, les conditions hydrodynamiques et les usages du milieu (MDDEP, 2007). Tant qu'il n'y a pas de toxicité aiguë pour les organismes aquatiques ou qu'aucun usage n'est affecté, une zone de mélange où les critères de qualité de l'eau peuvent être dépassés à proximité du site de rejet est habituellement tolérée. Cela part du principe qu'une très petite zone dégradée peut exister sans nuire à la pérennité de l'écosystème dans son ensemble.

Toujours selon le MDDEP (2007), les limites de la zone de mélange doivent être déterminées pour les conditions critiques relativement au potentiel de mélange de l'effluent dans le milieu récepteur de manière à satisfaire les exigences pour l'ensemble des situations rencontrées. Dans le cas des rivières, les conditions critiques pour les zones de mélange correspondent généralement aux périodes d'étiage où la capacité de dilution est nettement diminuée par rapport aux conditions moyennes rencontrées durant le reste de l'année. Dans une grande rivière à écoulement fluvial (peu turbulent), telle que la rivière Nemiscau dans le secteur du site de rejet proposé pour la mine Whabouchi, le mélange de l'effluent dans le milieu récepteur se fait généralement lentement et des concentrations élevées de contaminants peuvent, dans certains cas, s'étendre sur plusieurs kilomètres. Pour éviter cette situation, les exigences environnementales limitent la zone de mélange à une distance maximale de 300 m. Une dilution minimale d'un facteur 100 (concentration d'effluent inférieure à 1 %) est utilisée pour le calcul des OER applicables à tous les contaminants, à l'exception du phosphore et des coliformes fécaux.

## 2.0 METHODOLOGIE

### 2.1 Stratégie de modélisation

La caractérisation de la zone de mélange de l'effluent minier associée au site de rejet C (rivière Nemiscau) a été réalisée par modélisation selon les exigences du MDDELCC (MDDEP, 2007). La dilution de l'effluent a été analysée pour un seul scénario, soit le scénario le plus défavorable relativement à la dilution (scénario « *worst-case* »). Ainsi, la zone de mélange a été définie en conditions d'étiage pour la rivière Nemiscau en considérant un débit d'étiage de 26,6 m<sup>3</sup>/s pour le milieu récepteur. Ce débit d'étiage est inférieur au  $Q_{2-7}$  (débit d'étiage de récurrence 2 ans pour une plage de 7 jours consécutifs) pour la rivière Nemiscau qui a été évalué à 29,2 m<sup>3</sup>/s par WESA Envir-Eau (2012). Le débit de l'effluent a pour sa part été fixé à la valeur projetée maximale durant la phase d'exploitation de la mine Whabouchi, soit 62 L/s (Roche, 2014c).

Une approche de modélisation similaire à celle employée pour les études de dilution antérieures réalisées par WSP (2014 et 2015) a été suivie pour la présente étude. Elle a toutefois été adaptée à un point de rejet dans la rivière Nemiscau plutôt que dans le lac des Montagnes. Le modèle hydrodynamique bidimensionnel TELEMAC-2D version 7.2 (EDF-R&D, 2014) a été utilisé pour établir les conditions hydrodynamiques dans le milieu récepteur (rivière Nemiscau et lac des Montagnes), ainsi que pour modéliser la dispersion du panache de l'effluent minier dans le champ éloigné. Le modèle CORMIX version 10.0GT (Doneker et Jirka, 2007) a pour sa part été employé pour la modélisation de la dilution initiale dans le champ rapproché au voisinage du site de rejet. Il s'agit d'un modèle recommandé par le MDDELCC pour les études de dilution en milieu aquatique (MDDEP, 2007). Les conditions hydrodynamiques calculées par TELEMAC-2D ont servi d'intrants pour le forçage du modèle CORMIX.

## 2.2 Données et hypothèses de base

La géométrie du modèle hydrodynamique a été mise en œuvre sur la base du relevé bathymétrique du lac des Montagnes et de l'embouchure de la rivière Nemiscau (Environnement Illimité, 2014), ainsi que des mesures de profondeurs d'eau collectées en novembre 2011 et fournies par Nemaska Lithium (Figure 2-1). Les relevés d'Environnement Illimité (2014) ont été réalisés à l'aide d'instruments de mesure fiables et sont utilisés comme référence. La section nord du lac des Montagnes est couverte par les deux jeux de données et la comparaison des données a permis d'estimer le niveau d'eau rencontré sur le lac des Montagnes en novembre 2011 lors de la mesure des profondeurs d'eau. Cette comparaison des différents jeux de données a également permis de constater que l'incertitude associée aux mesures des profondeurs d'eau de 2011 est relativement importante (Figure 2-1). Cela peut représenter une surestimation des profondeurs d'eau de quelques mètres pour les plus grandes profondeurs mesurées. Cette imprécision est possiblement associée à l'utilisation d'un sonar de pêche de type « fish finder » pour mesurer les profondeurs d'eau, ce qui diffère d'un écho-sondeur typique utilisé pour les relevés hydrométriques et tel qu'employé par Environnement Illimité en 2014.

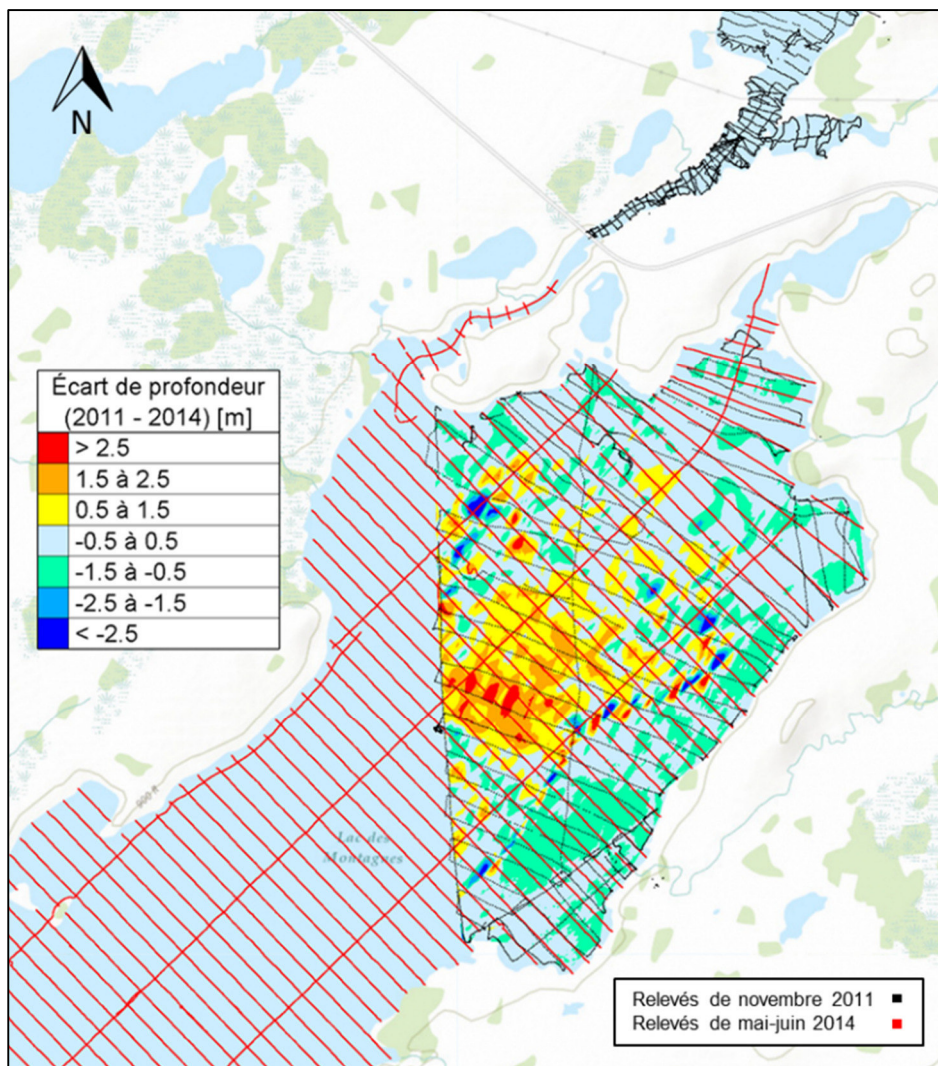


Figure 2-1 Comparaison des profondeurs associées aux relevés bathymétriques de 2011 et de 2014 dans le lac des Montagnes.

Les relevés hydrométriques de 2014 réalisés par Environnement Illimité (2014) ont pour leur part servi à établir le gradient hydraulique sur la rivière Nemiscau entre le lac des Montagnes et la limite amont du modèle hydrodynamique. Ce gradient hydraulique a permis d'établir les niveaux d'eau de référence de la rivière Nemiscau afin d'évaluer la bathymétrie du cours d'eau à partir des profondeurs mesurées. Malgré l'incertitude associée aux mesures des profondeurs d'eau de 2011 sur ce tronçon, cela demeure néanmoins la meilleure estimation disponible à ce jour de la bathymétrie de la rivière Nemiscau sur le tronçon à l'étude. Les mesures de niveaux d'eau et de débits d'Environnement Illimité (2014) ont également servi de référence pour la calibration et la validation du modèle hydrodynamique TELEMAC-2D.

L'emploi d'un modèle hydrodynamique bidimensionnel pour représenter la rivière Nemiscau et le lac des Montagnes fait en sorte qu'une hypothèse de mélange complet sur la colonne d'eau (absence de stratification) est établie. Cette hypothèse s'avère adaptée au tronçon fluvial sur lequel, de manière générale, les vitesses d'écoulement sont plus grandes, les profondeurs sont plus faibles et où une stratification est plus rarement observée comparativement à un milieu comme le lac des Montagnes. En effet, cette approche ne convient pas pour représenter les conditions sur le lac des Montagnes où la stratification thermique s'installe en été (Environnement Illimité, 2014). Ainsi, une approche similaire à celle retenue pour les études de dilution antérieures (WSP, 2014 et 2015) a été employée, c'est-à-dire que dans le modèle hydrodynamique, les profondeurs d'eau du lac sont limitées à la profondeur de la thermocline. Cette approche simplificatrice limite la profondeur effective pour la dilution de l'effluent dans le lac. La dilution est donc limitée à la couche supérieure du lac (couche au-dessus de la thermocline), ce qui est conservateur tout en demeurant réaliste.

Selon Nemaska Lithium (S. Thibault, communication personnelle, 17 mars 2017), l'effluent de la mine Whabouchi aura une masse volumique similaire à celle de l'eau douce ( $\pm 1\ 000\ \text{kg/m}^3$ , ruissellement eau de surface) et une température comparable aussi à celle des eaux de ruissellement de surface du bassin versant de la rivière Nemiscau. Ainsi, il est raisonnable de négliger les effets de densité dans le processus de dilution de l'effluent dans le milieu récepteur.

### **2.3 Site de rejet retenu pour l'étude de dilution**

La détermination d'un site de rejet pour la mine Whabouchi dans la rivière Nemiscau a été nécessaire pour la présente étude de dilution. Le choix d'une zone de rejet a principalement été fait sur la base de la faisabilité technico-économique associée au tracé global de la conduite de l'effluent (tracé 2, WSP, 2017). Par la suite, la détermination plus précise de la position du diffuseur (point de rejet) à l'intérieur de la zone de rejet identifiée a été fixée en fonction des conditions hydrodynamiques locales et des critères de dilution à rencontrer (dilution d'un facteur 100 à l'intérieur d'une distance de 300 m du site de rejet). La Figure 2-2 présente la position du site de rejet dans la rivière Nemiscau considérée pour la présente étude de dilution. Les coordonnées du site de rejet sont les suivantes (UTM zone 18 Nord) :

- X : 439 160 m;
- Y : 5 727 263 m.

Ce site de rejet est localisé à plus ou moins 80 m de la rive gauche de la rivière Nemiscau dans environ 11 m d'eau. Considérant que le choix du diamètre de la conduite de l'effluent n'est pas encore définitif, 2 configurations ont été étudiées (diamètres de 250 et de 350 mm).





Figure 2-2 Localisation du site de rejet de l'effluent minier Whabouchi dans la rivière Nemiscau considéré pour la présente étude de dilution (site C).

### 3.0 MODELISATION

#### 3.1 TELEMAT-2D

##### 3.1.1 Mise en œuvre du modèle

Le modèle hydrodynamique TELEMAC-2D a été mis en œuvre de manière à couvrir l'ensemble du secteur d'intérêt de la rivière Nemiscau en incluant également le lac des Montagnes (Figure 3-1). La frontière amont du modèle a été positionnée à environ 730 m en amont du point de rejet projeté, soit vis-à-vis la position de la station hydrométrique installée par Environnement Illimité (2014) sur la rivière Nemiscau. Il s'agit d'une frontière liquide à débit entrant imposé (débit de la rivière Nemiscau). La frontière aval du modèle a pour sa part été positionnée à l'embouchure du lac des Montagnes où le niveau d'eau du lac est imposé au modèle. Une troisième frontière liquide a été ajoutée au modèle à l'embouchure du ruisseau Spodumène dans le lac des Montagnes. Un débit entrant correspondant au débit du ruisseau Spodumène a été imposé à cet endroit.

Le modèle TELEMAC-2D a été mis en œuvre sur un maillage triangulaire non structuré composé de 57 156 nœuds (Figure 3-1). La résolution spatiale du maillage est variable sur le domaine de calcul (entre 2 et 20 m). Les données bathymétriques disponibles ont été interpolées sur le maillage de calcul tel que présenté à la Figure 3-2. Pour ce qui est du lac des Montagnes, la bathymétrie a été ajustée dans le modèle de manière à ce qu'elle corresponde à la profondeur de la thermocline associée au scénario simulé. Il s'agit de la même approche que celle retenue par WSP (2014, 2015) pour les études de dilution antérieures.

Pour les simulations nécessitant le suivi du panache de l'effluent, une source ponctuelle a été ajoutée au modèle à la localisation du point de rejet projeté. Le débit de l'effluent caractérisé par une concentration de 100 % (traceur conservatif) a été introduit dans le modèle par l'entremise de la source. La vitesse de l'effluent à la sortie de la conduite a été établie en fonction du diamètre de la conduite considérée.

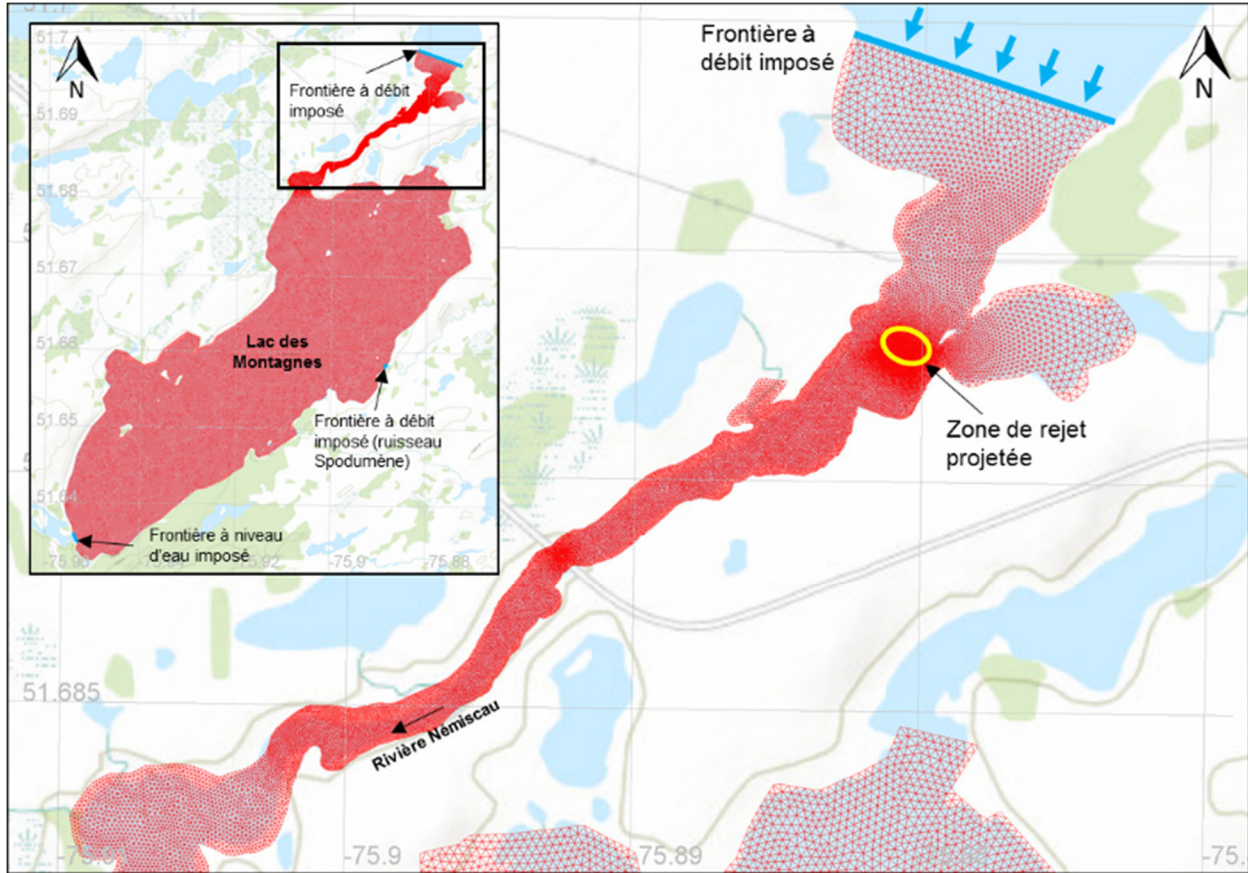


Figure 3-1 Maillage du modèle TELEMAC-2D pour la rivière Nemiscau et le lac des Montagnes.



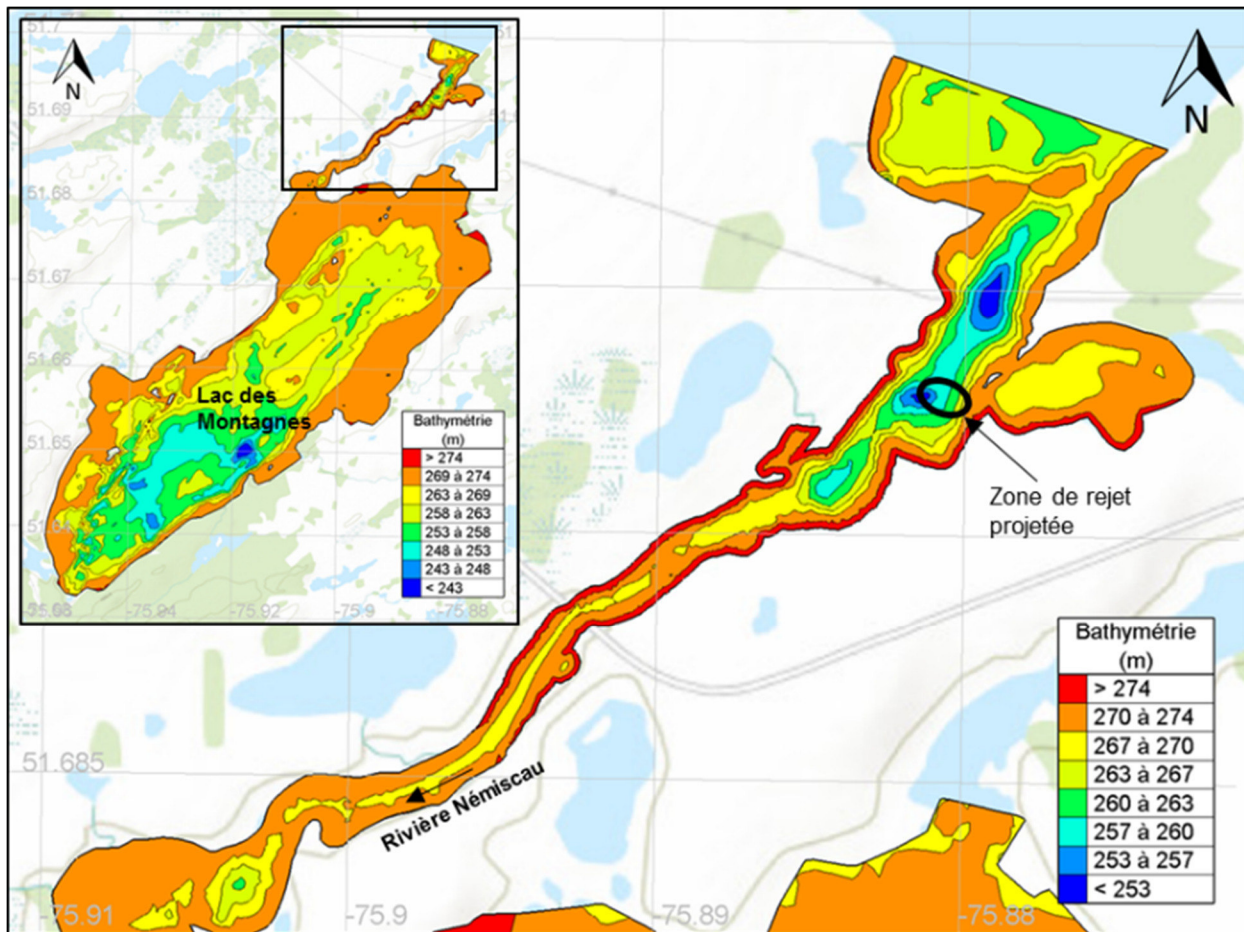


Figure 3-2 Bathymétrie de la rivière Nemiscau et du lac des Montagnes imposée dans le modèle TELEMAC-2D.

### 3.1.2 Calibration et validation du modèle

La calibration du modèle TELEMAC-2D a été assurée en réalisant une analyse de sensibilité sur le coefficient de rugosité (coefficient de Manning) imposé dans le modèle et en comparant les niveaux d'eau prédits par le modèle aux niveaux d'eau relevés disponibles. Chaque débit jaugé sur la rivière Nemiscau par Environnement Illimité (2014) a été imposé à la frontière amont du modèle alors que le niveau d'eau du lac des Montagnes correspondant a été imposé à la frontière aval du modèle. Les niveaux d'eau prédits par TELEMAC-2D à la frontière amont du modèle pour chacun des débits ont ensuite été comparés aux niveaux d'eau relevés sur la rivière Nemiscau au même endroit. À la suite de l'analyse de sensibilité, des coefficients de Manning de 0,02 et de 0,01 ont finalement été imposés sur la rivière Nemiscau et sur le lac des Montagnes respectivement. Le coefficient pour le lac des Montagnes est similaire à celui employé dans les études antérieures (WSP, 2014; 2015). Le Tableau 3-1 présente la validation du modèle TELEMAC-2D pour la configuration retenue. Il est possible de constater que les écarts sur les niveaux d'eau sont inférieurs à 5 cm pour l'ensemble des débits jaugés et que l'écart est minimal pour les débits les plus faibles (plus près des débits d'étiage). Ainsi, la calibration du modèle hydrodynamique a été jugée satisfaisante sur la base des données de validation disponibles.



Tableau 3-1 Comparaison des niveaux d'eau simulés par TELEMAC-2D à la frontière amont du modèle avec les niveaux d'eau relevés par Environnement Illimité (2014) pour différents débits sur la rivière Nemiscau.

Date	Heure	Débit mesuré (rivière Nemiscau) <sup>1</sup> (m <sup>3</sup> /s)	Niveau d'eau relevé (lac des Montagnes) <sup>2</sup> (m)	Frontière amont du modèle (rivière Nemiscau)		
				Niveau d'eau relevé (m)	Niveau d'eau TELEMAC-2D (m)	Écart (cm)
2014-05-24	09:10	95.84	273.96	274.03	274.07	4.40
2014-06-08	13:00	78.41	273.64	273.72	273.75	2.80
2014-07-24	11:40	56.42	273.45	273.51	273.53	1.10
2014-10-03	14:50	41.38	273.20	273.27	273.26	-1.40

<sup>1</sup> Débit entrant imposé à la frontière amont du modèle TELEMAC-2D (rivière Nemiscau)

<sup>2</sup> Niveau d'eau imposé à la frontière aval du modèle TELEMAC-2D (embouchure du lac des Montagnes)

### 3.1.3 Conditions hydrodynamiques

Le modèle TELEMAC-2D a été utilisé en conditions permanentes pour établir les conditions hydrodynamiques dans la rivière Nemiscau au voisinage du point de rejet projeté ainsi que dans le lac des Montagnes pour le scénario « worst-case », c'est-à-dire pour le débit d'étiage de 26,6 m<sup>3</sup>/s. Ce débit a été imposé à la frontière amont alors que le niveau d'eau du lac des Montagnes associé à ce débit, selon la relation niveau-débit d'Environnement Illimité (2014), a été imposé à la frontière aval (niveau de 273,01 m). Un débit entrant de 0,9 m<sup>3</sup>/s a également été considéré à l'embouchure du ruisseau Spodumène.

Le niveau d'eau au voisinage du point de rejet projeté atteint 273,04 m pour le débit de 26,6 m<sup>3</sup>/s. Les profondeurs d'eau associées à ces conditions hydrauliques sont présentées à la Figure 3-3. Le point de rejet est localisé à une profondeur de l'ordre de 11 m. La Figure 3-4 présente pour sa part le champ de vitesses pour les conditions hydrauliques du scénario « worst-case » (26,6 m<sup>3</sup>/s). Compte tenu des profondeurs importantes dans cette section de la rivière Nemiscau et des conditions d'étiage, les vitesses d'écoulement sont relativement faibles sur l'ensemble de la section d'écoulement au voisinage du point de rejet projeté. Il est localisé à la frontière de la section d'écoulement principale de la rivière (Figure 3-4 et Figure 3-5). Les vitesses d'écoulement et le débit scalaire sont respectivement de l'ordre de 0,01 m/s et 0,07 m<sup>2</sup>/s. En aval du point de rejet projeté, une zone de recirculation est générée en rive gauche (illustrée par les flèches rouges sur la Figure 3-4). Il est important de mentionner que le choix du site de rejet a été fait en prenant soin d'éviter que le panache de l'effluent soit entraîné à l'intérieur de cette zone de recirculation.

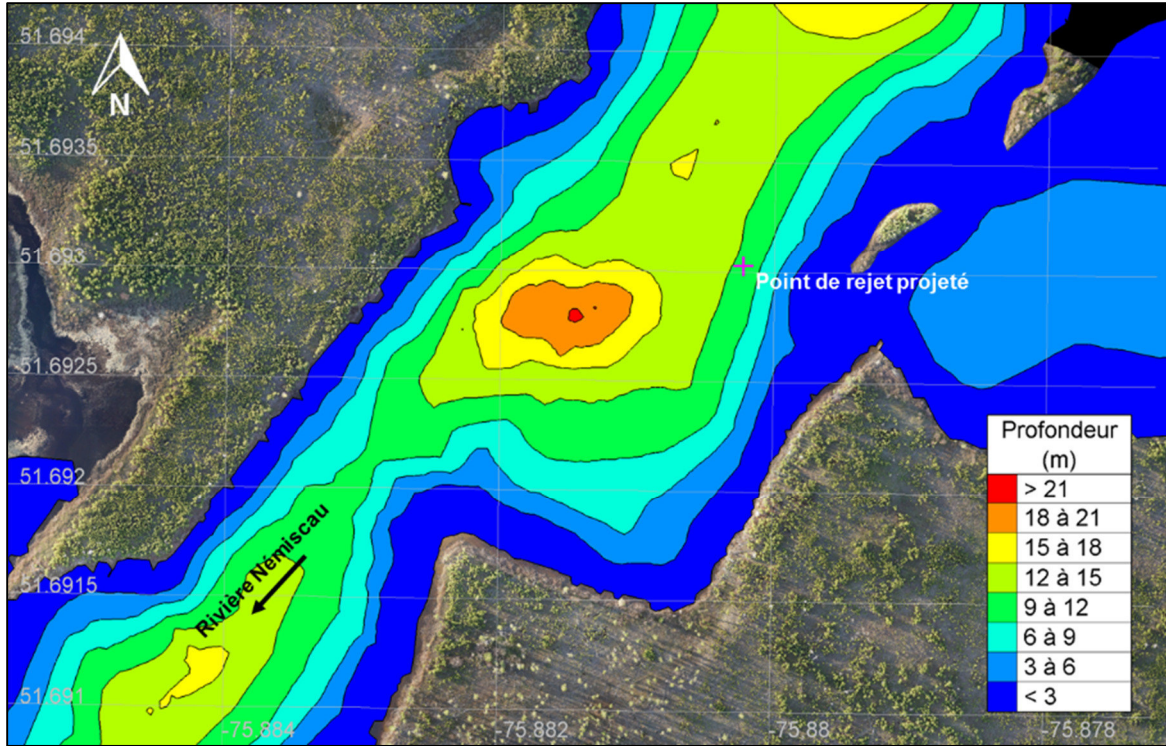


Figure 3-3 Profondeurs d'eau dans la rivière Nemiscau au voisinage du point de rejet projeté pour un débit de  $26,6 \text{ m}^3/\text{s}$  (niveau d'eau associé de  $273,04 \text{ m}$ ).

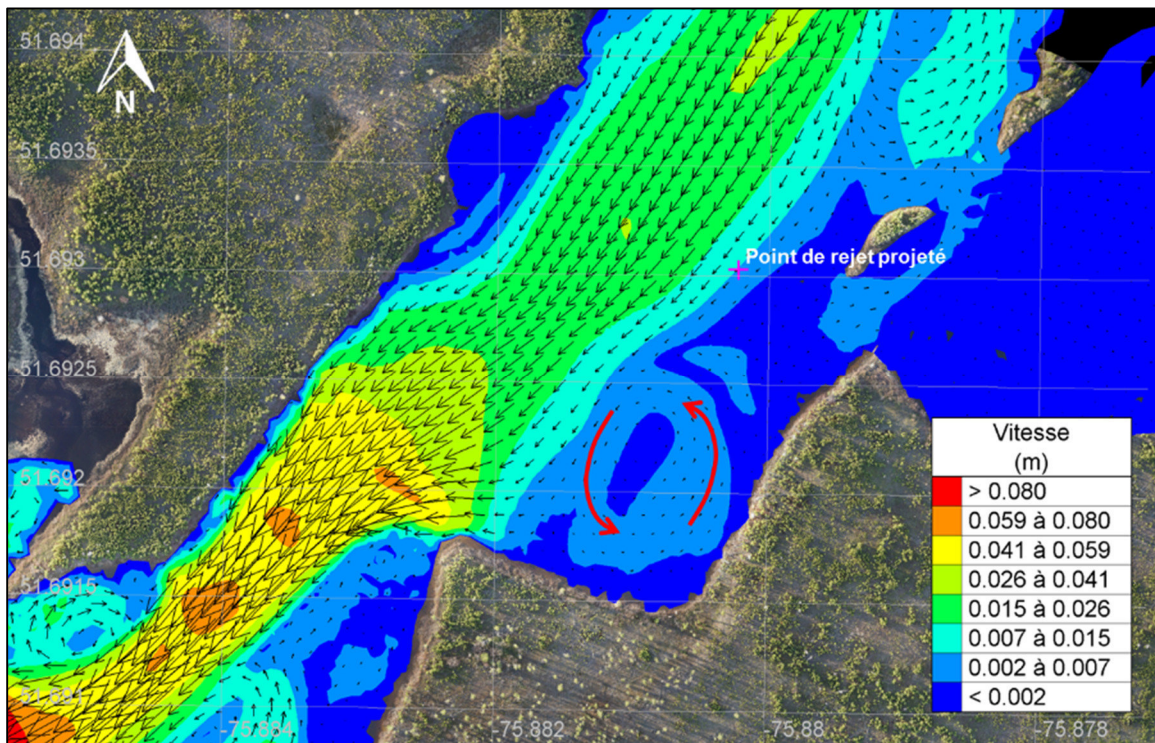


Figure 3-4 Vitesses de courant dans la rivière Nemiscau au voisinage du point de rejet projeté pour un débit de  $26,6 \text{ m}^3/\text{s}$ . Les flèches rouges illustrent une zone de recirculation localisée en aval du point de rejet projeté.



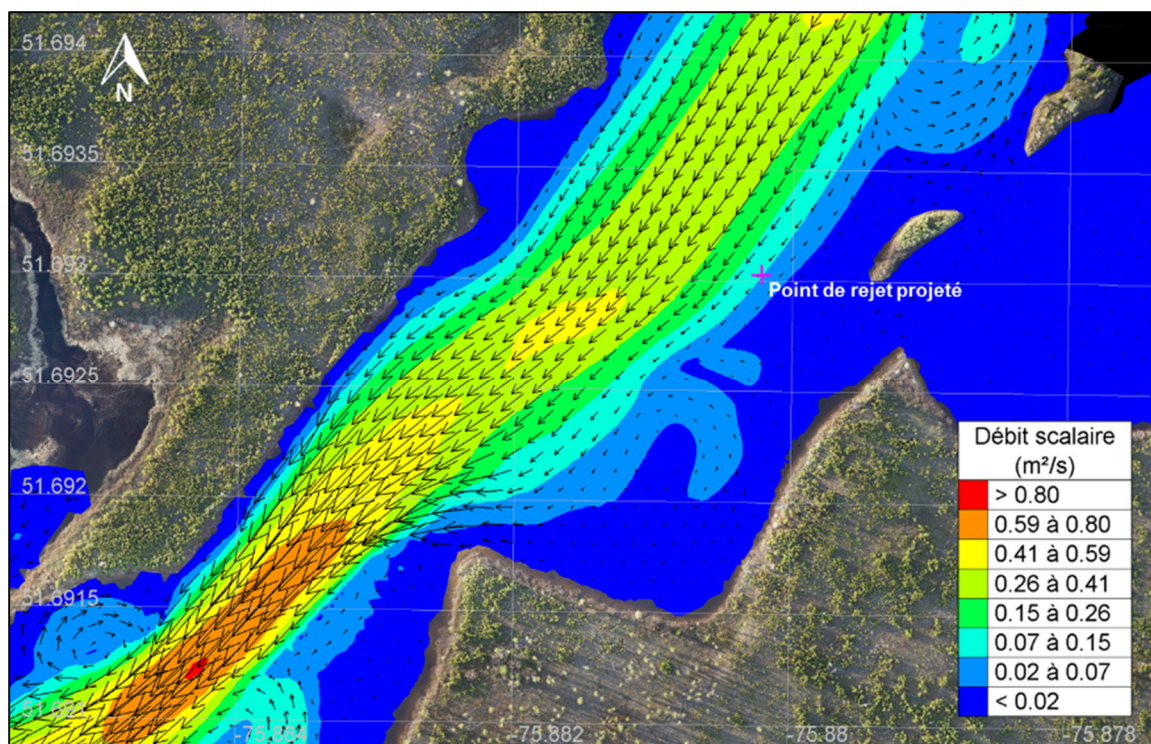


Figure 3-5 Débit scalaire combiné au champ de vitesses de courant dans la rivière Nemiscau au voisinage du point de rejet projeté pour un débit de 26,6 m³/s.

## 3.2 CORMIX

### 3.2.1 Mise en œuvre du modèle

Le modèle CORMIX a été employé avec l'option pour diffuseur simple (CORMIX1) en interprétant l'hydrodynamique calculée par le modèle TELEMAC-2D (c.f. section 3.1.3). La section de rivière a été représentée par une section fermée de profondeur donnée, où les conditions hydrauliques permanentes sont définies par le débit total du cours d'eau, par la profondeur d'eau et par le coefficient de Manning. Le milieu ambiant est considéré non stratifié et est caractérisé par la masse volumique de l'eau. L'effluent a pour sa part été représenté dans le modèle par un polluant conservatif de concentration égale à 100 % et caractérisé par son débit et sa masse volumique. De son côté, le diffuseur simple au point de rejet a été caractérisé par sa distance par rapport à la berge, par le diamètre de la conduite, par son orientation relativement à l'écoulement du cours d'eau, ainsi que par sa profondeur.

Le Tableau 3-2 présente les paramètres utilisés pour les simulations CORMIX associées à chacun des 2 scénarios analysés. Ces 2 scénarios diffèrent l'un de l'autre par rapport au diamètre de la conduite au point de rejet (diffuseur). Pour le scénario 1, le diamètre de la conduite est de 250 mm, alors qu'il est de 350 mm pour le scénario 2.

Tableau 3-2 Paramétrisation du modèle CORMIX pour les deux scénarios analysés.

PARAMÈTRE	UNITÉ	SCÉNARIOS	
		1	2
<b>EFFLUENT</b>			
Débit	m <sup>3</sup> /s	0.062	0.062
Type de polluant	-	Conservatif	Conservatif
Concentration	%	100	100
Masse volumique	kg/m <sup>3</sup>	1000	1000
<b>MILLIEU AMBIANT</b>			
Débit	m <sup>3</sup> /s	26.6	26.6
Type de section	-	Délimitée	Délimitée
Apparence	-	Uniforme	Uniforme
Largeur de la section	m	100	100
Profondeur moyenne de la section	m	12	12
Profondeur au point de rejet	m	11	11
Coefficient de Manning	-	0.02	0.02
Masse volumique	kg/m <sup>3</sup>	1000	1000
Vitesse du vent	m/s	1	1
<b>DIFFUSEUR</b>			
Type de diffuseur	-	Simple	Simple
Berge la plus près	-	Rive gauche	Rive gauche
Distance de la berge	m	10	10
Angle vertical $\theta$	°	0	0
Angle horizontal $\sigma$	°	270	270
Diamètre de la conduite au diffuseur	m	0.25	0.35
Hauteur du diffuseur par rapport au fond	m	0.13	0.18

## 4.0 RESULTATS

### 4.1 Dilution limite

Dans le cas de la dilution d'un effluent en rivière, la dilution limite, c'est-à-dire la dilution maximale atteignable dans le milieu récepteur, s'exprime comme le rapport entre le débit de la rivière et celui de l'effluent. Pour le scénario le plus défavorable (« *worst-case* ») relativement à la dilution de l'effluent de la mine Whabouchi, la dilution limite est de 429. Cette dilution correspond à une concentration de 0,23 % d'effluent diluée dans le milieu ambiant. Il est donc théoriquement possible d'atteindre une dilution d'un facteur 100 (dilution à une concentration d'effluent de 1 % dans le milieu ambiant) même pour le scénario le plus défavorable.

### 4.2 Modélisation de la dilution de l'effluent

#### 4.2.1 CORMIX

Le Tableau 4-1 présente les principaux résultats tirés de CORMIX pour l'évaluation de la dilution dans le champ rapproché pour les 2 scénarios étudiés (scénarios définis au Tableau 3-2). Les fichiers de résultats détaillés de CORMIX (« *session file* » et « *prediction file* ») sont inclus à l'**annexe A**. La Figure 4-1 présente pour sa part le graphique de la dilution de l'effluent en fonction

de la distance par rapport au point de rejet pour ces 2 mêmes scénarios. Il est possible de constater que le scénario 1 (diamètre de conduite de 250 mm) est le plus favorable à la dilution de l'effluent. Une dilution d'un facteur 100 est atteinte à 60 m du point de rejet pour cette configuration. Cette même dilution est atteinte à une distance de 118 m du point de rejet pour le scénario 2 (diamètre de conduite de 350 mm), soit près du double que pour le scénario 1. Dans les 2 cas, le mélange vertical complet se produit à l'intérieur du champ rapproché, mais la dilution limite n'est pas atteinte à l'intérieur de celui-ci. Néanmoins, la dilution se produit assez rapidement.

Une analyse de sensibilité sur les principaux paramètres de CORMIX est présentée à l'**annexe B** et permet de constater que la dilution dans le champ rapprochée est peu sensible aux variations de la plupart de ces paramètres sauf pour l'angle vertical du diffuseur. En effet, lorsque l'angle vertical du diffuseur se rapproche de la verticale plutôt que de l'horizontale, la dilution est réduite significativement. Il s'agit du seul cas pour lequel la dilution d'un facteur 100 n'est pas atteinte à l'intérieur d'une distance de 300 m (**annexe B**).

Tableau 4-1 Résultats des simulations CORMIX pour les deux scénarios.

PARAMÈTRE	UNITÉ	SCÉNARIOS	
		1	2
Diamètre de la conduite du diffuseur simple	mm	250	350
Distance pour la dilution initiale au début de la zone de mélange passive	m	79	136
Largeur du panache au début de la zone de mélange passive	m	6	6
Dilution initiale au début de la zone de mélange passive	-	154	146
Distance pour laquelle la dilution est de 1:100	m	60	118

<sup>1</sup> Demi largeur pour une distribution de type « top-hat ».

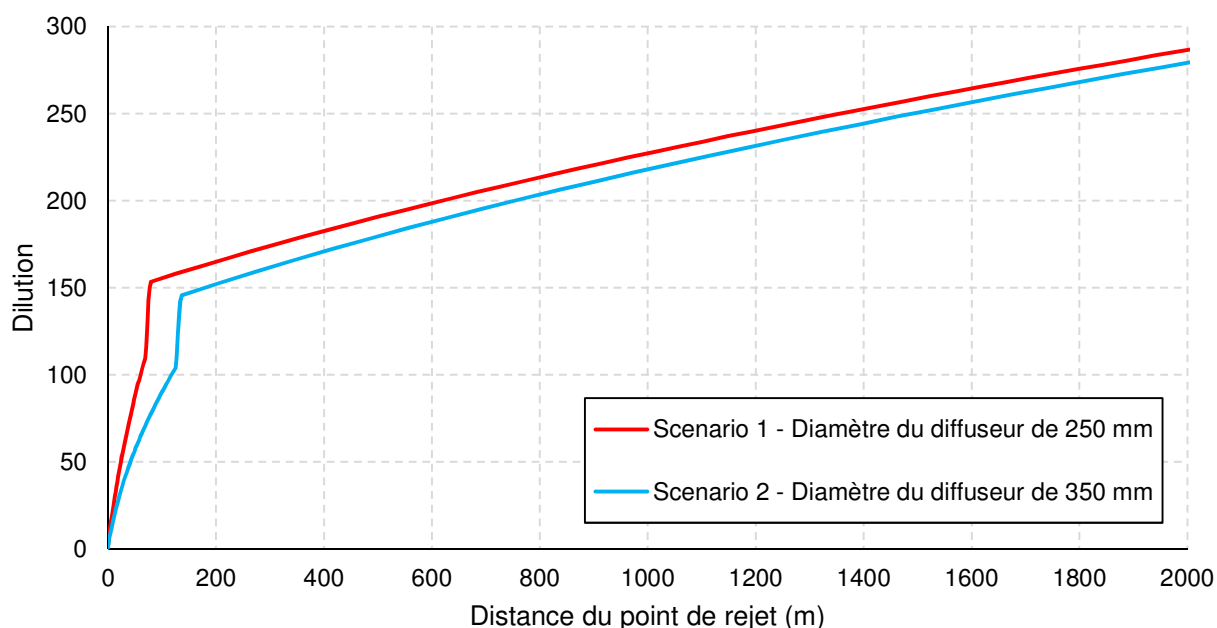


Figure 4-1 Graphique de la dilution de l'effluent en fonction de la distance par rapport au point de rejet pour les deux scénarios.



#### 4.2.2 TELEMAC-2D

Cette section présente les résultats de modélisation du panache de dilution de l'effluent minier Whabouchi dans le champ éloigné obtenus à l'aide du modèle hydrodynamique TELEMAC-2D. La Figure 4-2 et la Figure 4-3 présentent respectivement le panache de dilution sur environ 1 km en aval du site de rejet pour des diamètres de conduite au diffuseur de 250 et de 350 mm respectivement. Le panache de dilution atteint un facteur de dilution de 100 (concentration d'effluent de 1 %) à une distance de 224 m pour la conduite de 250 mm et à une distance de 259 m pour la conduite de 350 mm. Il est possible de constater que la position du site de rejet est suffisamment éloignée de la rive gauche pour éviter qu'une fraction importante de l'effluent ne s'accumule dans la zone de recirculation qui se retrouve directement en aval du point de rejet (en rive gauche, Figure 3-4). Étant donné que la position du site de rejet est localisée davantage en rive gauche de la rivière Nemiscau, le panache de dilution a tendance à longer ce côté du cours d'eau. Il est toutefois important de mentionner que les simulations TELEMAC-2D ne tiennent pas compte de l'effet du vent. Ces résultats sont donc valables en absence de vent, des conditions généralement plus défavorables pour la dilution.

Le mélange quasi complet de l'effluent dans le débit ambiant est tout de même atteint sur la rivière Nemiscau avant que le panache rejoigne le lac des Montagnes (Figure 4-4).

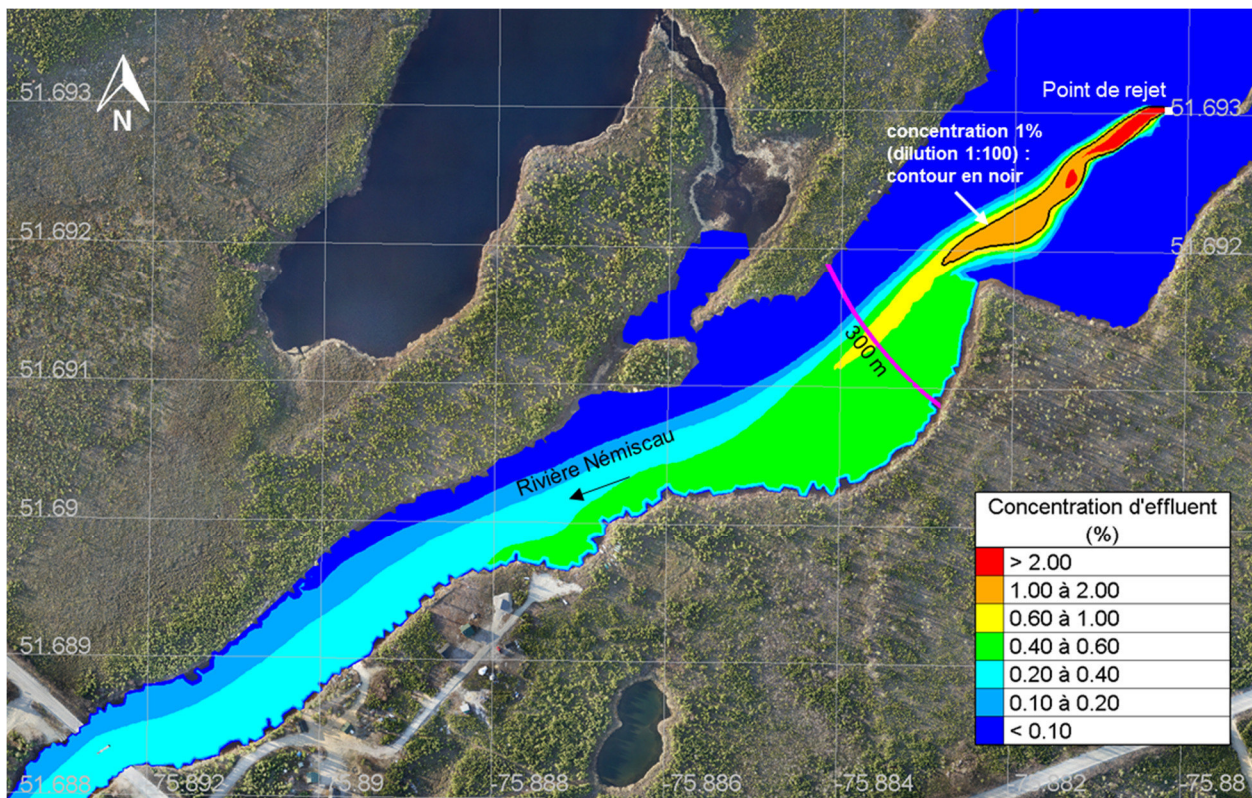


Figure 4-2 Panache de dilution de l'effluent de la mine Whabouchi (62 L/s) dans la rivière Nemiscau (26,6 m<sup>3</sup>/s) évalué par TELEMAC-2D pour un diamètre de diffuseur de 250 mm. La ligne de contour noire représente la limite de du panache de concentration 1 % (dilution de 100).



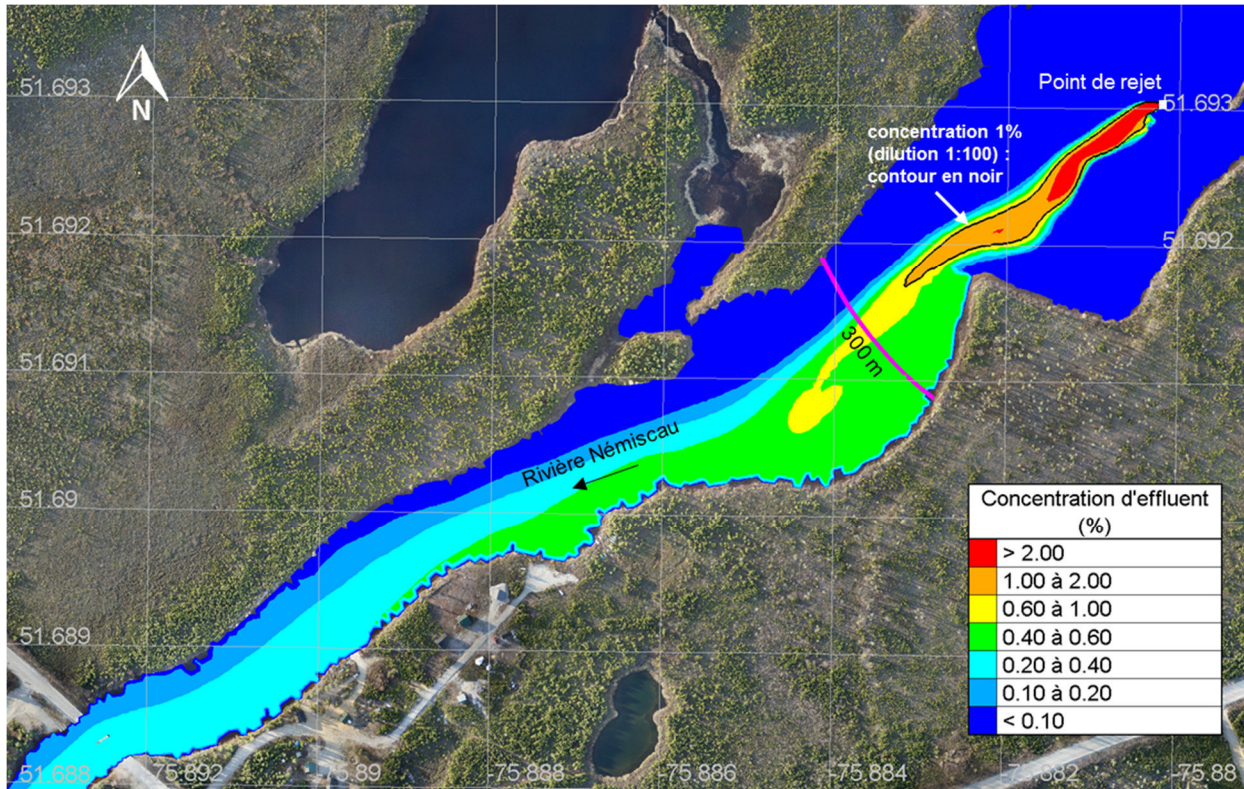


Figure 4-3 Panache de dilution de l'effluent de la mine Whabouchi (62 L/s) dans la rivière Nemiscau (26,6 m<sup>3</sup>/s) évalué par TELEMAC-2D pour un diamètre de diffuseur de 350 mm. La ligne de contour noire représente la limite de du panache de concentration 1 % (dilution de 100).

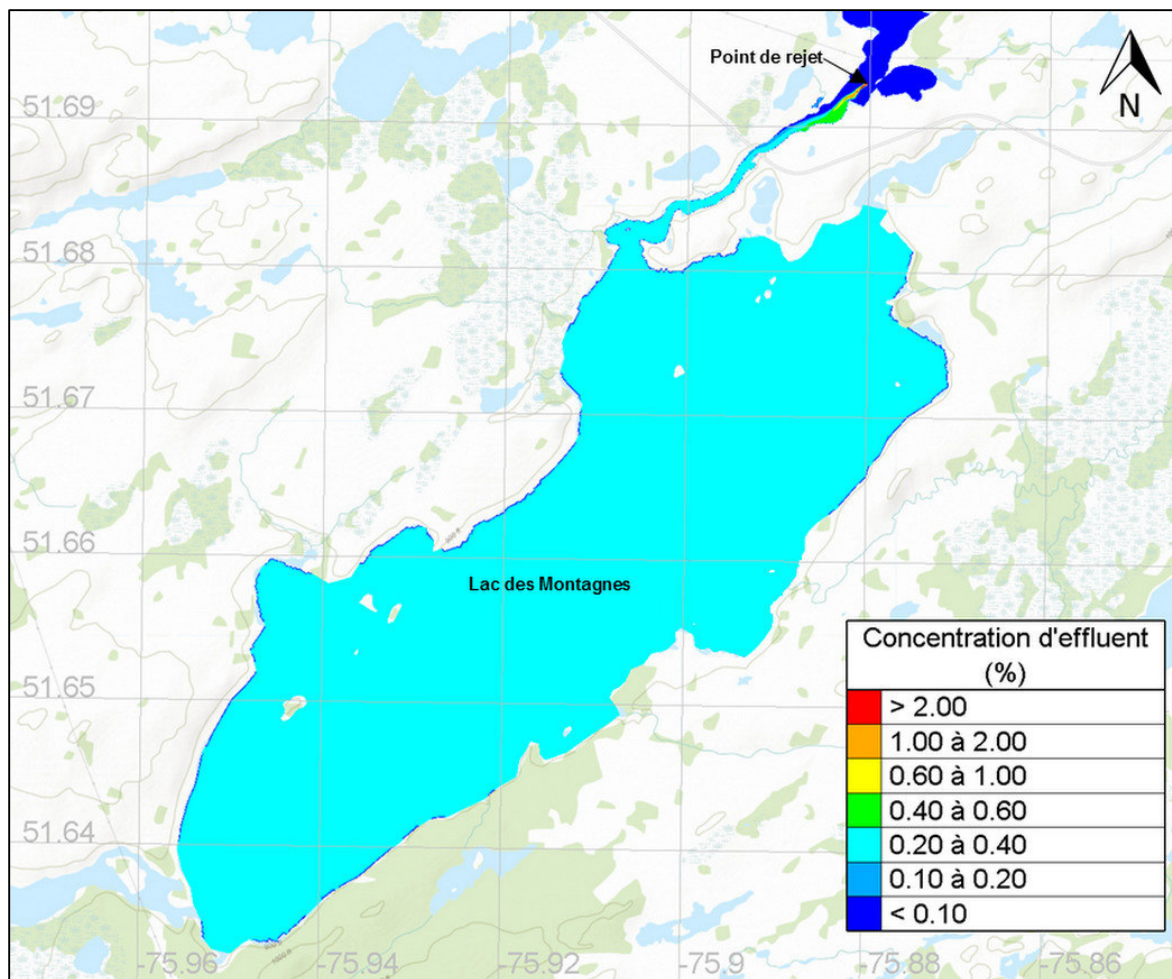


Figure 4-4 Panache de dilution de l'effluent de la mine Whabouchi (62 L/s) dans la rivière Nemiscau (26,6 m<sup>3</sup>/s) et dans le lac des Montagnes évalué par TELEMAC-2D pour un diamètre de diffuseur de 350 mm. La dilution limite correspond à une concentration d'effluent de 0,23 %.

## 5.0 CONCLUSIONS ET RECOMMANDATIONS

La présente étude de dilution de l'effluent minier Whabouchi dans la rivière Nemiscau a permis de déterminer un site de rejet compatible avec les enjeux technico-économiques relatifs au choix du tracé de la conduite de l'effluent et qui permet de rencontrer les critères de dilution minimums recommandés par le MDDELCC. Autant les simulations CORMIX que les simulations TELEMAC-2D confirment que la dilution de l'effluent minier par un facteur 100 (concentration < 1 %) se produit rapidement, c'est-à-dire à une distance inférieure à 300 m du site de rejet, et ce, même pour les conditions les plus défavorables (« *worst-case* »). Les résultats TELEMAC-2D montrent que la dilution limite est atteinte avant que la rivière Nemiscau ne rejoigne le lac des Montagnes. De plus, la dilution de l'effluent minier par un facteur 100 est atteinte avant même d'atteindre le secteur de la rivière Nemiscau où se situent les camps cris des familles R20 et R19. Par le fait même, des concentrations d'effluent supérieures à 1% (facteur de dilution de 100) ne sont pas susceptibles d'être atteintes à l'intérieur du lac ou dans le secteur susmentionné des camps cris.

Des différences ont toutefois été observées entre les résultats des 2 modèles pour la dilution dans le champ rapproché. Ceci s'explique par le fait que CORMIX et TELEMAC-2D sont 2 types modèles distincts, mais complémentaires. L'hydrodynamique de la rivière Nemiscau est représentée de manière très simplifiée dans CORMIX, mais le modèle a la capacité d'évaluer la dilution au voisinage du point de rejet à partir de relations validées empiriquement. Dans TELEMAC-2D, la représentation des conditions hydrodynamiques est plus complète, mais l'évaluation de la dilution dans le champ rapproché ne tient pas compte de l'ensemble des facteurs qui influencent la dilution initiale à petite échelle directement au point de rejet. Malgré ces différences au niveau de l'approche de modélisation, les deux modèles confirment que le critère de dilution 1:100 est rencontré à l'intérieur d'une distance de 300 m.

Les résultats de l'étude de dilution montrent qu'un diffuseur à ports multiples n'est pas nécessaire pour rencontrer les exigences environnementales de rejet. Un diffuseur horizontal simple orienté perpendiculairement par rapport à l'écoulement de la rivière est adéquat. Les analyses ont révélé que la dilution est sensible au diamètre de la conduite de l'effluent du diffuseur. Ainsi, il est recommandé de préconiser un diamètre de conduite de 250 mm plutôt que de 350 mm afin de maximiser la dilution de l'effluent, bien que l'option de 350 mm soit viable. De plus, le point de rejet ne doit en aucun cas être localisé plus près de la rive gauche que la position utilisée pour la présente étude (c.f. section 2.3). Rapprocher le point de rejet en rive gauche aurait comme conséquence non désirée le réentraînement de l'effluent dans la zone de recirculation localisée directement en aval de celui-ci. Éloigner le point de rejet davantage de la rive gauche par rapport au site de rejet considéré dans la présente étude est souhaitable si la faisabilité technico-économique le permet. Cela aurait pour effet d'augmenter l'efficacité de la dilution de l'effluent dans la rivière Nemiscau en raison d'une zone de plus forte hydraulicité lorsqu'on atteint le centre de la rivière dans ce secteur (Figures 3-4 et 3-5).

Pour la présente étude, la profondeur d'eau considérée au point de rejet est de 11 m et se base sur les données bathymétriques disponibles qui présentent, à première vue, un certain niveau d'incertitude. Conséquemment, en vue de la préparation des plans et devis pour la construction de la conduite de l'effluent minier Whabouchi, il est recommandé de valider la bathymétrie autour du point de rejet projeté et de positionner le point de rejet final dans une profondeur minimale de 11 m en évitant de se rapprocher de la rive gauche et, si possible, en se rapprochant davantage de la section centrale de la rivière où l'hydraulicité est plus favorable à la dilution. Advenant que des écarts de l'ordre du mètre soient mesurés entre les profondeurs d'eau employées dans l'étude de dilution et les relevés bathymétriques qui seront réalisés dans la phase de plans et devis, les résultats et conclusions de l'étude seraient toujours valables. Les analyses de sensibilité CORMIX (**annexe B**) ont en effet révélé qu'une augmentation ou une réduction des profondeurs de cette envergure permettrait tout de même de respecter les exigences environnementales de rejet, typiquement la dilution d'un facteur 100 à l'intérieur d'une distance de 300 m. Si des écarts de profondeurs plus importants sont mesurés lors de la validation de la bathymétrie, il pourrait être nécessaire d'effectuer des analyses de dilution complémentaires à la présente étude pour reconfirmer le positionnement du site de rejet final dans la rivière.


## 6.0 REFERENCES

- DONEKER, L.D. et JIRKA, G.H. 2007. *Cormix User Manual*. A Hydrodynamic Mixing Zone Model and Decision Support System for Pollutant Discharges into Surface Waters.
- EDF-R&D. 2014. *TELEMAC Modelling System – TELEMAC-2D Software Release 7.0 – User Manual*. Direction des Recherches et Développements d'EDF, 113 p. + annexes.



- ENVIRONNEMENT ILLIMITÉ. 2014. *Projet Whabouchi. Mesures hydrologiques, bathymétriques et de qualité de l'eau*. Rapport préliminaire. Présenté à Roche ltée, Groupe-conseil. Décembre 2014.
- MINISTÈRE DU DÉVELOPPEMENT DURABLE, DE L'ENVIRONNEMENT ET DES PARCS (MDDEP). 2007. *Calcul et interprétation des objectifs environnementaux de rejet pour les contaminants du milieu aquatique*. 2<sup>e</sup> édition, Québec, ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs, Direction du suivi de l'état de l'environnement, ISBN-978-2-550-49172-9 (PDF), 56 p. et 4 annexes.
- ROCHE LTÉE, GROUPE-CONSEIL. 2014a. *Prédiction de la qualité à l'effluent minier. Projet Whabouchi. Étude d'impact sur l'environnement et le milieu social*. Nemaska Lithium. 48 p. + annexes.
- ROCHE LTÉE, GROUPE-CONSEIL. 2014b. *Qualité des eaux de surface et des sédiments – Rapport d'activités. Étude des impacts sur l'environnement et le milieu social*. Projet Whabouchi. Nemaska Lithium. 78 p. + annexes.
- ROCHE LTÉE, GROUPE-CONSEIL. 2014c. *Plan de gestion des eaux et analyse hydrologique. Note technique*. Projet : Nemaska Lithium. RÉF. Roche : 107034.001-200.
- WESA ENVIR-EAU. 2012. *Étude hydrologique. Projet Whabouchi. Nemaska Lithium*. Rapport final. HB10015-00-03. 31 pages et annexes.
- WSP. 2014. *Projet de mine de spodumène Whabouchi, Modélisation de l'effluent minier*. Rapport produit pour Nemaska Lithium inc., 39 pages et annexes.
- WSP. 2015. *Modélisation de l'effluent minier*. Note technique produite pour Nemaska Lithium inc., 21 pages et annexes.
- WSP. 2017. *Conduite de l'effluent à la mine Whabouchi*. Rapport final produit pour Nemaska Lithium inc., 7 pages et annexes.

Préparée par :

  
 \_\_\_\_\_  
 Benoit Ruest, ing., M. Sc.  
 N° OIQ : 5054787

Vérifiée par :

  
 \_\_\_\_\_  
 Nicolas Guillemette, ing., M. Sc.  
 N° OIQ : 146393

p. j. Annexes A et B

## **ANNEXE A**

**Fichiers de résultats détaillés  
de CORMIX**

# **CORMIX « *session file* »**

**Némaska Lithium – Rivière Némiscau**

**Scénario : Conduite de 250 mm**



CORMIX SESSION REPORT:

XX

CORMIX MIXING ZONE EXPERT SYSTEM

CORMIX Version 10.0GT

HYDRO1:Version-10.0.0.0 July,2016

SITE NAME/LABEL: Nemaska Lithium - Riviere Nemiscau  
 DESIGN CASE: Scénario conduite 250 mm  
 FILE NAME: scenario 250mm.prd  
 Using subsystem CORMIX1: Single Port Discharges  
 Start of session: 04/03/2017--14:42:15

\*\*\*\*\*

SUMMARY OF INPUT DATA:

-----  
AMBIENT PARAMETERS:

Cross-section = bounded  
 Width BS = 100 m  
 Channel regularity ICHREG = 1  
 Ambient flowrate QA = 26.60 m<sup>3</sup>/s  
 Average depth HA = 12 m  
 Depth at discharge HD = 11 m  
 Ambient velocity UA = 0.0222 m/s  
 Darcy-Weisbach friction factor F = 0.0137  
     Calculated from Manning's n = 0.02  
 Wind velocity UW = 1 m/s  
 Stratification Type STRCND = U  
 Surface density RHOAS = 1000 kg/m<sup>3</sup>  
 Bottom density RHOAB = 1000 kg/m<sup>3</sup>

-----  
DISCHARGE PARAMETERS: Single Port Discharge

Nearest bank = left  
 Distance to bank DISTB = 10 m  
 Port diameter D0 = 0.25 m  
 Port cross-sectional area A0 = 0.0491 m<sup>2</sup>  
 Discharge velocity U0 = 1.26 m/s  
 Discharge flowrate Q0 = 0.062 m<sup>3</sup>/s  
 Discharge port height H0 = 0.13 m  
 Vertical discharge angle THETA = 0 deg  
 Horizontal discharge angle SIGMA = 270 deg  
 Discharge density RHO0 = 1000 kg/m<sup>3</sup>  
 Density difference DRHO = 0.0000 kg/m<sup>3</sup>  
 Buoyant acceleration GP0 = 0 m/s<sup>2</sup>  
 Discharge concentration C0 = 100 %  
 Surface heat exchange coeff. KS = 0 m/s  
 Coefficient of decay KD = 0 /s

-----  
DISCHARGE/ENVIRONMENT LENGTH SCALES:

LQ = 0.22 m      Lm = 12.62 m      Lb = 0 m  
 LM = 99999 m      Lm' = 99999 m      Lb' = 99999 m

-----  
NON-DIMENSIONAL PARAMETERS:

Port densimetric Froude number FR0 = 99999  
 Velocity ratio R = 56.98

-----  
MIXING ZONE / TOXIC DILUTION ZONE / AREA OF INTEREST PARAMETERS:

Toxic discharge = no

Water quality standard specified = no  
Regulatory mixing zone = no  
Region of interest = 5000 m downstream

\*\*\*\*\*

HYDRODYNAMIC CLASSIFICATION:

\*-----\*

| FLOW CLASS = H5-90 |

\*-----\*

This flow configuration applies to a layer corresponding to the full water depth at the discharge site.

Applicable layer depth = water depth = 11 m

Limiting Dilution  $S = (QA/Q0) + 1.0 = 430.0$

\*\*\*\*\*

MIXING ZONE EVALUATION (hydrodynamic and regulatory summary):

-----

X-Y-Z Coordinate system:

Origin is located at the BOTTOM below the port/diffuser center:  
10 m from the left bank/shore.

Number of display steps NSTEP = 50 per module.

-----

NEAR-FIELD REGION (NFR) CONDITIONS :

Note: The NFR is the zone of strong initial mixing. It has no regulatory implication. However, this information may be useful for the discharge designer because the mixing in the NFR is usually sensitive to the discharge design conditions.

Pollutant concentration at NFR edge  $c = 0.6517 \%$

Dilution at edge of NFR  $s = 153.5$

NFR Location:  $x = 79.13 \text{ m}$

(centerline coordinates)  $y = -51.03 \text{ m}$

$z = 11 \text{ m}$

NFR plume dimensions: half-width (bh) = 6.12 m

thickness (bv) = 11 m

Cumulative travel time: 2581.7227 sec.

-----

Buoyancy assessment:

The effluent density is equal or about equal to the surrounding ambient water density at the discharge level.

Therefore, the effluent behaves essentially as NEUTRALLY BUOYANT.

-----

Near-field instability behavior:

The discharge flow will experience instabilities with full vertical mixing in the near-field.

There may be benthic impact of high pollutant concentrations.

-----

FAR-FIELD MIXING SUMMARY:

Plume becomes vertically fully mixed ALREADY IN NEAR-FIELD at 79.13 m downstream and continues as vertically mixed into the far-field.

-----

PLUME BANK CONTACT SUMMARY:

Plume in bounded section contacts one bank only at 2403.83 m downstream.

\*\*\*\*\* TOXIC DILUTION ZONE SUMMARY \*\*\*\*\*

No TDZ was specified for this simulation.

\*\*\*\*\* REGULATORY MIXING ZONE SUMMARY \*\*\*\*\*

No RMZ and no ambient water quality standard have been specified.

\*\*\*\*\* FINAL DESIGN ADVICE AND COMMENTS \*\*\*\*\*

REMINDER: The user must take note that HYDRODYNAMIC MODELING by any known technique is NOT AN EXACT SCIENCE.

Extensive comparison with field and laboratory data has shown that the CORMIX predictions on dilutions and concentrations (with associated plume geometries) are reliable for the majority of cases and are accurate to within about +-50% (standard deviation).

As a further safeguard, CORMIX will not give predictions whenever it judges the design configuration as highly complex and uncertain for prediction.

**CORMIX** « *prediction file* »

**Némaska Lithium – Rivière Némiscau**

**Scénario : Conduite de 250 mm**





X-Y-Z COORDINATE SYSTEM:

ORIGIN is located at the bottom and below the center of the port:

10.00 m from the LEFT bank/shore.

X-axis points downstream, Y-axis points to left, Z-axis points upward.

NSTEP = 50 display intervals per module

-----  
-----  
BEGIN MOD101: DISCHARGE MODULE

COANDA ATTACHMENT immediately following the discharge.

X	Y	Z	S	C	B	Uc	TT
0.00	0.00	0.00	1.0	0.100E+03	0.18	1.263	.00000E+00

-----  
-----  
END OF MOD101: DISCHARGE MODULE

-----  
-----  
BEGIN CORJET (MOD110): JET/PLUME NEAR-FIELD MIXING REGION

Bottom-attached jet motion.

UNSTABLE NEAR-FIELD: Jet/plume will mix over full layer depth.

Following MOD133 will include recirculation into jet region.

Profile definitions:

B = Gaussian 1/e (37%) half-width, normal to trajectory

Half wall jet, attached to bottom.

S = hydrodynamic centerline dilution

C = centerline concentration (includes reaction effects, if any)

Uc = Local centerline excess velocity (above ambient)

TT = Cumulative travel time

X	Y	Z	S	C	B	Uc	TT
0.00	0.00	0.00	1.0	0.100E+03	0.14	1.263	.47761E-01
0.03	-1.76	0.00	1.6	0.639E+02	0.33	0.952	.13863E+01
0.11	-3.63	0.00	2.5	0.392E+02	0.54	0.583	.40005E+01
0.26	-5.49	0.00	3.6	0.281E+02	0.75	0.417	.78619E+01
0.49	-7.35	0.00	4.6	0.217E+02	0.97	0.322	.13002E+02
0.78	-9.19	0.00	5.7	0.176E+02	1.19	0.259	.19465E+02
1.16	-11.03	0.00	6.8	0.146E+02	1.42	0.215	.27310E+02
1.62	-12.84	0.00	8.1	0.124E+02	1.66	0.181	.36614E+02
2.17	-14.62	0.00	9.4	0.106E+02	1.91	0.154	.47467E+02
2.82	-16.38	0.00	10.8	0.923E+01	2.18	0.132	.59977E+02
3.52	-17.99	0.00	12.3	0.812E+01	2.44	0.115	.73372E+02
4.35	-19.67	0.00	14.0	0.713E+01	2.74	0.099	.89448E+02
5.28	-21.29	0.00	15.9	0.629E+01	3.04	0.086	.10755E+03
6.31	-22.85	0.00	17.9	0.558E+01	3.36	0.075	.12781E+03
7.43	-24.35	0.00	20.1	0.497E+01	3.68	0.065	.15032E+03
8.64	-25.77	0.00	22.5	0.445E+01	4.01	0.057	.17517E+03
9.93	-27.13	0.00	25.0	0.400E+01	4.34	0.050	.20240E+03
11.29	-28.41	0.00	27.6	0.362E+01	4.67	0.044	.23201E+03
12.71	-29.62	0.00	30.3	0.330E+01	4.99	0.039	.26398E+03
14.19	-30.77	0.00	33.1	0.302E+01	5.30	0.035	.29823E+03
15.63	-31.79	0.00	35.8	0.280E+01	5.59	0.032	.33247E+03
17.19	-32.81	0.00	38.6	0.259E+01	5.88	0.029	.37088E+03
18.79	-33.77	0.00	41.5	0.241E+01	6.17	0.026	.41126E+03

20.43	-34.69	0.00	44.4	0.225E+01	6.44	0.024	.45348E+03
22.09	-35.55	0.00	47.2	0.212E+01	6.70	0.022	.49743E+03
23.77	-36.37	0.00	50.0	0.200E+01	6.95	0.020	.54297E+03
25.47	-37.15	0.00	52.9	0.189E+01	7.19	0.019	.59000E+03
27.18	-37.89	0.00	55.6	0.180E+01	7.42	0.018	.63840E+03
28.92	-38.59	0.00	58.4	0.171E+01	7.64	0.017	.68807E+03
30.66	-39.27	0.00	61.1	0.164E+01	7.85	0.016	.73893E+03
32.31	-39.87	0.00	63.6	0.157E+01	8.04	0.015	.78780E+03
34.08	-40.49	0.00	66.2	0.151E+01	8.24	0.014	.84072E+03
35.85	-41.09	0.00	68.8	0.145E+01	8.43	0.013	.89459E+03
37.63	-41.66	0.00	71.4	0.140E+01	8.61	0.013	.94935E+03
39.42	-42.21	0.00	73.9	0.135E+01	8.79	0.012	.10049E+04
41.21	-42.74	0.00	76.4	0.131E+01	8.96	0.012	.10613E+04
43.01	-43.26	0.00	78.8	0.127E+01	9.12	0.011	.11184E+04
44.81	-43.75	0.00	81.2	0.123E+01	9.28	0.011	.11762E+04
46.62	-44.23	0.00	83.6	0.120E+01	9.44	0.010	.12346E+04
48.32	-44.67	0.00	85.8	0.117E+01	9.58	0.010	.12901E+04
50.14	-45.12	0.00	88.1	0.113E+01	9.73	0.010	.13497E+04
51.96	-45.56	0.00	90.4	0.111E+01	9.87	0.009	.14098E+04
53.78	-45.98	0.00	92.7	0.108E+01	10.01	0.009	.14704E+04
55.60	-46.40	0.00	94.9	0.105E+01	10.15	0.009	.15315E+04
57.43	-46.80	0.00	97.1	0.103E+01	10.28	0.009	.15930E+04
59.25	-47.19	0.00	99.3	0.101E+01	10.41	0.008	.16550E+04
61.08	-47.58	0.00	101.4	0.986E+00	10.53	0.008	.17174E+04
62.92	-47.95	0.00	103.5	0.966E+00	10.66	0.008	.17802E+04
64.75	-48.31	0.00	105.6	0.947E+00	10.78	0.008	.18434E+04
66.48	-48.65	0.00	107.6	0.930E+00	10.89	0.008	.19032E+04
68.32	-49.00	0.00	109.6	0.912E+00	11.00	0.007	.19664E+04

Cumulative travel time = 1966.4265 sec ( 0.55 hrs)

END OF CORJET (MOD110): JET/PLUME NEAR-FIELD MIXING REGION

BEGIN MOD133: LAYER BOUNDARY IMPINGEMENT/FULL VERTICAL MIXING

Control volume inflow:

X	Y	Z	S	C	B	TT
68.32	-49.00	0.00	109.6	0.912E+00	11.00	.19664E+04

Profile definitions:

- BV = layer depth (vertically mixed)
- BH = top-hat half-width, in horizontal plane normal to trajectory
- ZU = upper plume boundary (Z-coordinate)
- ZL = lower plume boundary (Z-coordinate)
- S = hydrodynamic average (bulk) dilution
- C = average (bulk) concentration (includes reaction effects, if any)
- TT = Cumulative travel time

X	Y	Z	S	C	BV	BH	ZU	ZL	TT
57.32	-51.03	11.00	109.6	0.912E+00	0.00	0.00	11.00	11.00	.19664E+04
59.50	-51.03	11.00	109.6	0.912E+00	11.00	1.94	11.00	0.00	.19664E+04
61.68	-51.03	11.00	109.6	0.912E+00	11.00	2.74	11.00	0.00	.19664E+04
63.86	-51.03	11.00	109.6	0.912E+00	11.00	3.35	11.00	0.00	.19664E+04
66.04	-51.03	11.00	109.6	0.912E+00	11.00	3.87	11.00	0.00	.19664E+04
68.22	-51.03	11.00	109.6	0.912E+00	11.00	4.33	11.00	0.00	.19664E+04

70.40	-51.03	11.00	115.7	0.864E+00	11.00	4.74	11.00	0.00	.20852E+04
72.58	-51.03	11.00	129.9	0.770E+00	11.00	5.12	11.00	0.00	.22093E+04
74.77	-51.03	11.00	142.9	0.700E+00	11.00	5.47	11.00	0.00	.23335E+04
76.95	-51.03	11.00	150.0	0.667E+00	11.00	5.81	11.00	0.00	.24576E+04
79.13	-51.03	11.00	153.5	0.652E+00	11.00	6.12	11.00	0.00	.25817E+04

Cumulative travel time = 2581.7231 sec ( 0.72 hrs)

END OF MOD133: LAYER BOUNDARY IMPINGEMENT/FULL VERTICAL MIXING

---

BEGIN MOD154: VERTICALLY MIXED PLUME IN WEAK CROSS-FLOW

Phase 1: Vertically mixed, Phase 2: Re-stratified

Phase 1: The plume is VERTICALLY FULLY MIXED over the entire layer depth.  
This flow region is INSIGNIFICANT in spatial extent and will be by-passed.

---

Phase 2: The flow has RESTRATIFIED at the beginning of this zone.

This flow region is INSIGNIFICANT in spatial extent and will be by-passed.

END OF MOD154: VERTICALLY MIXED PLUME IN WEAK CROSS-FLOW

---

\*\* End of NEAR-FIELD REGION (NFR) \*\*

Bank nearest to plume centerline has changed.

Nearest bank is now on RIGHT.

The initial plume WIDTH values in the next far-field module will be  
CORRECTED by a factor 3.18 to conserve the mass flux in the far-field!  
The correction factor is quite large because of the small ambient velocity  
relative to the strong mixing characteristics of the discharge!  
This indicates localized RECIRCULATION REGIONS and INTERNAL HYDRAULIC JUMPS.  
Width predictions show discontinuities. Dilution values should be acceptable.

---

BEGIN MOD141: BUOYANT AMBIENT SPREADING

Discharge is non-buoyant or weakly buoyant.  
Therefore BUOYANT SPREADING REGIME is ABSENT.

END OF MOD141: BUOYANT AMBIENT SPREADING

---

Due to the attachment or proximity of the plume to the bottom, the bottom  
coordinate for the FAR-FIELD differs from the ambient depth, ZFB = 0 m.  
In a subsequent analysis set "depth at discharge" equal to "ambient depth".

---

BEGIN MOD161: PASSIVE AMBIENT MIXING IN UNIFORM AMBIENT

Vertical diffusivity (initial value) = 0.277E-02 m<sup>2</sup>/s  
Horizontal diffusivity (initial value) = 0.347E-02 m<sup>2</sup>/s

The passive diffusion plume is VERTICALLY FULLY MIXED at beginning of region.

Profile definitions:



BV = Gaussian s.d.\*sqrt(pi/2) (46%) thickness, measured vertically  
 = or equal to layer depth, if fully mixed  
 BH = Gaussian s.d.\*sqrt(pi/2) (46%) half-width,  
 measured horizontally in Y-direction  
 ZU = upper plume boundary (Z-coordinate)  
 ZL = lower plume boundary (Z-coordinate)  
 S = hydrodynamic centerline dilution  
 C = centerline concentration (includes reaction effects, if any)  
 TT = Cumulative travel time

Plume Stage 1 (not bank attached):

X	Y	Z	S	C	BV	BH	ZU	ZL	TT
79.13	-51.03	11.00	153.5	0.652E+00	11.00	19.46	11.00	0.00	.25817E+04
125.62	-51.03	11.00	158.0	0.633E+00	11.00	20.04	11.00	0.00	.46743E+04
172.12	-51.03	11.00	162.4	0.616E+00	11.00	20.60	11.00	0.00	.67669E+04
218.61	-51.03	11.00	166.7	0.600E+00	11.00	21.15	11.00	0.00	.88595E+04
265.10	-51.03	11.00	170.9	0.585E+00	11.00	21.68	11.00	0.00	.10952E+05
311.60	-51.03	11.00	175.0	0.571E+00	11.00	22.20	11.00	0.00	.13045E+05
358.09	-51.03	11.00	179.0	0.559E+00	11.00	22.71	11.00	0.00	.15137E+05
404.59	-51.03	11.00	182.9	0.547E+00	11.00	23.21	11.00	0.00	.17230E+05
451.08	-51.03	11.00	186.8	0.535E+00	11.00	23.69	11.00	0.00	.19323E+05
497.57	-51.03	11.00	190.5	0.525E+00	11.00	24.17	11.00	0.00	.21415E+05
544.07	-51.03	11.00	194.2	0.515E+00	11.00	24.64	11.00	0.00	.23508E+05
590.56	-51.03	11.00	197.8	0.505E+00	11.00	25.09	11.00	0.00	.25600E+05
637.06	-51.03	11.00	201.4	0.497E+00	11.00	25.54	11.00	0.00	.27693E+05
683.55	-51.03	11.00	204.9	0.488E+00	11.00	25.99	11.00	0.00	.29786E+05
730.05	-51.03	11.00	208.3	0.480E+00	11.00	26.42	11.00	0.00	.31878E+05
776.54	-51.03	11.00	211.7	0.472E+00	11.00	26.85	11.00	0.00	.33971E+05
823.03	-51.03	11.00	215.0	0.465E+00	11.00	27.27	11.00	0.00	.36063E+05
869.53	-51.03	11.00	218.3	0.458E+00	11.00	27.69	11.00	0.00	.38156E+05
916.02	-51.03	11.00	221.5	0.451E+00	11.00	28.09	11.00	0.00	.40249E+05
962.52	-51.03	11.00	224.7	0.445E+00	11.00	28.50	11.00	0.00	.42341E+05
1009.01	-51.03	11.00	227.8	0.439E+00	11.00	28.89	11.00	0.00	.44434E+05
1055.50	-51.03	11.00	230.9	0.433E+00	11.00	29.29	11.00	0.00	.46526E+05
1102.00	-51.03	11.00	233.9	0.427E+00	11.00	29.67	11.00	0.00	.48619E+05
1148.49	-51.03	11.00	237.0	0.422E+00	11.00	30.06	11.00	0.00	.50712E+05
1194.99	-51.03	11.00	239.9	0.417E+00	11.00	30.43	11.00	0.00	.52804E+05
1241.48	-51.03	11.00	242.9	0.412E+00	11.00	30.80	11.00	0.00	.54897E+05
1287.97	-51.03	11.00	245.8	0.407E+00	11.00	31.17	11.00	0.00	.56989E+05
1334.47	-51.03	11.00	248.6	0.402E+00	11.00	31.54	11.00	0.00	.59082E+05
1380.96	-51.03	11.00	251.5	0.398E+00	11.00	31.90	11.00	0.00	.61175E+05
1427.46	-51.03	11.00	254.3	0.393E+00	11.00	32.25	11.00	0.00	.63267E+05
1473.95	-51.03	11.00	257.0	0.389E+00	11.00	32.60	11.00	0.00	.65360E+05
1520.45	-51.03	11.00	259.8	0.385E+00	11.00	32.95	11.00	0.00	.67452E+05
1566.94	-51.03	11.00	262.5	0.381E+00	11.00	33.29	11.00	0.00	.69545E+05
1613.43	-51.03	11.00	265.2	0.377E+00	11.00	33.64	11.00	0.00	.71638E+05
1659.93	-51.03	11.00	267.8	0.373E+00	11.00	33.97	11.00	0.00	.73730E+05
1706.42	-51.03	11.00	270.5	0.370E+00	11.00	34.31	11.00	0.00	.75823E+05
1752.92	-51.03	11.00	273.1	0.366E+00	11.00	34.64	11.00	0.00	.77915E+05
1799.41	-51.03	11.00	275.7	0.363E+00	11.00	34.97	11.00	0.00	.80008E+05
1845.90	-51.03	11.00	278.2	0.359E+00	11.00	35.29	11.00	0.00	.82101E+05
1892.40	-51.03	11.00	280.8	0.356E+00	11.00	35.61	11.00	0.00	.84193E+05
1938.89	-51.03	11.00	283.3	0.353E+00	11.00	35.93	11.00	0.00	.86286E+05
1985.39	-51.03	11.00	285.8	0.350E+00	11.00	36.25	11.00	0.00	.88378E+05
2031.88	-51.03	11.00	288.2	0.347E+00	11.00	36.56	11.00	0.00	.90471E+05

2078.38	-51.03	11.00	290.7	0.344E+00	11.00	36.87	11.00	0.00	.92564E+05
2124.87	-51.03	11.00	293.1	0.341E+00	11.00	37.18	11.00	0.00	.94656E+05
2171.36	-51.03	11.00	295.5	0.338E+00	11.00	37.48	11.00	0.00	.96749E+05
2217.86	-51.03	11.00	297.9	0.336E+00	11.00	37.79	11.00	0.00	.98841E+05
2264.35	-51.03	11.00	300.3	0.333E+00	11.00	38.09	11.00	0.00	.10093E+06
2310.85	-51.03	11.00	302.6	0.330E+00	11.00	38.38	11.00	0.00	.10303E+06
2357.34	-51.03	11.00	305.0	0.328E+00	11.00	38.68	11.00	0.00	.10512E+06
2403.83	-51.03	11.00	307.3	0.325E+00	11.00	38.97	11.00	0.00	.10721E+06

Cumulative travel time = 107211.8281 sec ( 29.78 hrs)

-----  
 Plume Stage 2 (bank attached):

X	Y	Z	S	C	BV	BH	ZU	ZL	TT
2403.83	-90.00	11.00	307.3	0.325E+00	11.00	77.95	11.00	0.00	.10721E+06
2455.76	-90.00	11.00	307.9	0.325E+00	11.00	78.11	11.00	0.00	.10955E+06
2507.68	-90.00	11.00	308.6	0.324E+00	11.00	78.28	11.00	0.00	.11189E+06
2559.60	-90.00	11.00	309.2	0.323E+00	11.00	78.44	11.00	0.00	.11422E+06
2611.53	-90.00	11.00	309.8	0.323E+00	11.00	78.60	11.00	0.00	.11656E+06
2663.45	-90.00	11.00	310.5	0.322E+00	11.00	78.76	11.00	0.00	.11890E+06
2715.37	-90.00	11.00	311.1	0.321E+00	11.00	78.92	11.00	0.00	.12123E+06
2767.30	-90.00	11.00	311.7	0.321E+00	11.00	79.08	11.00	0.00	.12357E+06
2819.22	-90.00	11.00	312.4	0.320E+00	11.00	79.25	11.00	0.00	.12591E+06
2871.14	-90.00	11.00	313.0	0.319E+00	11.00	79.41	11.00	0.00	.12824E+06
2923.07	-90.00	11.00	313.6	0.319E+00	11.00	79.57	11.00	0.00	.13058E+06
2974.99	-90.00	11.00	314.3	0.318E+00	11.00	79.73	11.00	0.00	.13292E+06
3026.91	-90.00	11.00	314.9	0.318E+00	11.00	79.89	11.00	0.00	.13526E+06
3078.84	-90.00	11.00	315.5	0.317E+00	11.00	80.04	11.00	0.00	.13759E+06
3130.76	-90.00	11.00	316.2	0.316E+00	11.00	80.20	11.00	0.00	.13993E+06
3182.68	-90.00	11.00	316.8	0.316E+00	11.00	80.36	11.00	0.00	.14227E+06
3234.61	-90.00	11.00	317.4	0.315E+00	11.00	80.52	11.00	0.00	.14460E+06
3286.53	-90.00	11.00	318.0	0.314E+00	11.00	80.68	11.00	0.00	.14694E+06
3338.45	-90.00	11.00	318.7	0.314E+00	11.00	80.84	11.00	0.00	.14928E+06
3390.38	-90.00	11.00	319.3	0.313E+00	11.00	80.99	11.00	0.00	.15161E+06
3442.30	-90.00	11.00	319.9	0.313E+00	11.00	81.15	11.00	0.00	.15395E+06
3494.22	-90.00	11.00	320.5	0.312E+00	11.00	81.31	11.00	0.00	.15629E+06
3546.15	-90.00	11.00	321.1	0.311E+00	11.00	81.46	11.00	0.00	.15862E+06
3598.07	-90.00	11.00	321.7	0.311E+00	11.00	81.62	11.00	0.00	.16096E+06
3649.99	-90.00	11.00	322.4	0.310E+00	11.00	81.78	11.00	0.00	.16330E+06
3701.92	-90.00	11.00	323.0	0.310E+00	11.00	81.93	11.00	0.00	.16564E+06
3753.84	-90.00	11.00	323.6	0.309E+00	11.00	82.09	11.00	0.00	.16797E+06
3805.76	-90.00	11.00	324.2	0.308E+00	11.00	82.24	11.00	0.00	.17031E+06
3857.69	-90.00	11.00	324.8	0.308E+00	11.00	82.40	11.00	0.00	.17265E+06
3909.61	-90.00	11.00	325.4	0.307E+00	11.00	82.55	11.00	0.00	.17498E+06
3961.53	-90.00	11.00	326.0	0.307E+00	11.00	82.70	11.00	0.00	.17732E+06
4013.46	-90.00	11.00	326.6	0.306E+00	11.00	82.86	11.00	0.00	.17966E+06
4065.38	-90.00	11.00	327.2	0.306E+00	11.00	83.01	11.00	0.00	.18199E+06
4117.30	-90.00	11.00	327.8	0.305E+00	11.00	83.17	11.00	0.00	.18433E+06
4169.23	-90.00	11.00	328.4	0.304E+00	11.00	83.32	11.00	0.00	.18667E+06
4221.15	-90.00	11.00	329.0	0.304E+00	11.00	83.47	11.00	0.00	.18901E+06
4273.07	-90.00	11.00	329.6	0.303E+00	11.00	83.62	11.00	0.00	.19134E+06
4325.00	-90.00	11.00	330.2	0.303E+00	11.00	83.78	11.00	0.00	.19368E+06
4376.92	-90.00	11.00	330.8	0.302E+00	11.00	83.93	11.00	0.00	.19602E+06
4428.84	-90.00	11.00	331.4	0.302E+00	11.00	84.08	11.00	0.00	.19835E+06
4480.77	-90.00	11.00	332.0	0.301E+00	11.00	84.23	11.00	0.00	.20069E+06
4532.69	-90.00	11.00	332.6	0.301E+00	11.00	84.38	11.00	0.00	.20303E+06



# **CORMIX « *session file* »**

**Némaska Lithium – Rivière Némiscau**

**Scénario : Conduite de 350 mm**



CORMIX SESSION REPORT:

XX

CORMIX MIXING ZONE EXPERT SYSTEM

CORMIX Version 10.0GT

HYDRO1:Version-10.0.0.0 July,2016

SITE NAME/LABEL: Nemaska Lithium - Riviere Nemiscau  
 DESIGN CASE: Scénario conduite 350 mm  
 FILE NAME: scenario 350mm.prd  
 Using subsystem CORMIX1: Single Port Discharges  
 Start of session: 04/03/2017--14:43:57

\*\*\*\*\*

SUMMARY OF INPUT DATA:

AMBIENT PARAMETERS:

Cross-section = bounded  
 Width BS = 100 m  
 Channel regularity ICHREG = 1  
 Ambient flowrate QA = 26.60 m<sup>3</sup>/s  
 Average depth HA = 12 m  
 Depth at discharge HD = 11 m  
 Ambient velocity UA = 0.0222 m/s  
 Darcy-Weisbach friction factor F = 0.0137  
 Calculated from Manning's n = 0.02  
 Wind velocity UW = 1 m/s  
 Stratification Type STRCND = U  
 Surface density RHOAS = 1000 kg/m<sup>3</sup>  
 Bottom density RHOAB = 1000 kg/m<sup>3</sup>

DISCHARGE PARAMETERS: Single Port Discharge

Nearest bank = left  
 Distance to bank DISTB = 10 m  
 Port diameter D0 = 0.35 m  
 Port cross-sectional area A0 = 0.0962 m<sup>2</sup>  
 Discharge velocity U0 = 0.64 m/s  
 Discharge flowrate Q0 = 0.062 m<sup>3</sup>/s  
 Discharge port height H0 = 0.18 m  
 Vertical discharge angle THETA = 0 deg  
 Horizontal discharge angle SIGMA = 270 deg  
 Discharge density RHO0 = 1000 kg/m<sup>3</sup>  
 Density difference DRHO = 0.0000 kg/m<sup>3</sup>  
 Buoyant acceleration GP0 = 0 m/s<sup>2</sup>  
 Discharge concentration C0 = 100 %  
 Surface heat exchange coeff. KS = 0 m/s  
 Coefficient of decay KD = 0 /s

DISCHARGE/ENVIRONMENT LENGTH SCALES:

LQ = 0.31 m      Lm = 9.02 m      Lb = 0 m  
 LM = 99999 m      Lm' = 99999 m      Lb' = 99999 m

NON-DIMENSIONAL PARAMETERS:

Port densimetric Froude number FR0 = 99999  
 Velocity ratio R = 29.07

MIXING ZONE / TOXIC DILUTION ZONE / AREA OF INTEREST PARAMETERS:

Toxic discharge = no

Water quality standard specified = no  
Regulatory mixing zone = no  
Region of interest = 5000 m downstream

\*\*\*\*\*

HYDRODYNAMIC CLASSIFICATION:

\*-----\*  
| FLOW CLASS = H5-90 |  
\*-----\*

This flow configuration applies to a layer corresponding to the full water depth at the discharge site.

Applicable layer depth = water depth = 11 m

Limiting Dilution  $S = (QA/Q0) + 1.0 = 430.0$

\*\*\*\*\*

MIXING ZONE EVALUATION (hydrodynamic and regulatory summary):

-----  
X-Y-Z Coordinate system:

Origin is located at the BOTTOM below the port/diffuser center:  
10 m from the left bank/shore.  
Number of display steps NSTEP = 50 per module.

-----  
NEAR-FIELD REGION (NFR) CONDITIONS :

Note: The NFR is the zone of strong initial mixing. It has no regulatory implication. However, this information may be useful for the discharge designer because the mixing in the NFR is usually sensitive to the discharge design conditions.

Pollutant concentration at NFR edge  $c = 0.6874 \%$   
Dilution at edge of NFR  $s = 145.5$   
NFR Location:  $x = 136.00$  m  
(centerline coordinates)  $y = -44.70$  m  
 $z = 11$  m

NFR plume dimensions: half-width (bh) = 5.92 m  
thickness (bv) = 11 m

Cumulative travel time: 4940.0635 sec.

-----  
Buoyancy assessment:

The effluent density is equal or about equal to the surrounding ambient water density at the discharge level.  
Therefore, the effluent behaves essentially as NEUTRALLY BUOYANT.

-----  
Near-field instability behavior:

The discharge flow will experience instabilities with full vertical mixing in the near-field.  
There may be benthic impact of high pollutant concentrations.

-----  
FAR-FIELD MIXING SUMMARY:

Plume becomes vertically fully mixed ALREADY IN NEAR-FIELD at 136.00 m downstream and continues as vertically mixed into the far-field.

-----  
PLUME BANK CONTACT SUMMARY:

Plume in bounded section contacts one bank only at 3625.06 m downstream.

\*\*\*\*\* TOXIC DILUTION ZONE SUMMARY \*\*\*\*\*

No TDZ was specified for this simulation.

\*\*\*\*\* REGULATORY MIXING ZONE SUMMARY \*\*\*\*\*

No RMZ and no ambient water quality standard have been specified.

\*\*\*\*\* FINAL DESIGN ADVICE AND COMMENTS \*\*\*\*\*

REMINDER: The user must take note that HYDRODYNAMIC MODELING by any known technique is NOT AN EXACT SCIENCE.

Extensive comparison with field and laboratory data has shown that the CORMIX predictions on dilutions and concentrations (with associated plume geometries) are reliable for the majority of cases and are accurate to within about +-50% (standard deviation).

As a further safeguard, CORMIX will not give predictions whenever it judges the design configuration as highly complex and uncertain for prediction.

**CORMIX** « *prediction file* »

**Némaska Lithium – Rivière Némiscau**

**Scénario : Conduite de 350 mm**





X-Y-Z COORDINATE SYSTEM:

ORIGIN is located at the bottom and below the center of the port:

10.00 m from the LEFT bank/shore.

X-axis points downstream, Y-axis points to left, Z-axis points upward.

NSTEP = 50 display intervals per module

-----  
-----  
BEGIN MOD101: DISCHARGE MODULE

COANDA ATTACHMENT immediately following the discharge.

X	Y	Z	S	C	B	Uc	TT
0.00	0.00	0.00	1.0	0.100E+03	0.25	0.644	.00000E+00

-----  
-----  
END OF MOD101: DISCHARGE MODULE

-----  
-----  
BEGIN CORJET (MOD110): JET/PLUME NEAR-FIELD MIXING REGION

Bottom-attached jet motion.

UNSTABLE NEAR-FIELD: Jet/plume will mix over full layer depth.

Following MOD133 will include recirculation into jet region.

Profile definitions:

B = Gaussian 1/e (37%) half-width, normal to trajectory

Half wall jet, attached to bottom.

S = hydrodynamic centerline dilution

C = centerline concentration (includes reaction effects, if any)

Uc = Local centerline excess velocity (above ambient)

TT = Cumulative travel time

X	Y	Z	S	C	B	Uc	TT
0.00	0.00	0.00	1.0	0.100E+03	0.19	0.644	.91255E-01
0.09	-2.75	0.00	1.7	0.600E+02	0.49	0.455	.43072E+01
0.41	-5.59	0.00	2.8	0.356E+02	0.82	0.268	.12757E+02
0.99	-8.39	0.00	4.1	0.245E+02	1.18	0.182	.25682E+02
1.86	-11.11	0.00	5.6	0.179E+02	1.58	0.131	.43652E+02
3.06	-13.71	0.00	7.4	0.135E+02	2.02	0.096	.67465E+02
4.57	-16.13	0.00	9.6	0.104E+02	2.50	0.071	.98037E+02
6.39	-18.34	0.00	12.1	0.824E+01	3.00	0.053	.13615E+03
8.46	-20.31	0.00	15.0	0.666E+01	3.50	0.041	.18212E+03
10.73	-22.05	0.00	18.1	0.553E+01	3.98	0.032	.23573E+03
13.14	-23.58	0.00	21.2	0.471E+01	4.42	0.026	.29631E+03
15.66	-24.94	0.00	24.3	0.411E+01	4.83	0.021	.36298E+03
18.25	-26.15	0.00	27.4	0.365E+01	5.20	0.018	.43487E+03
20.89	-27.25	0.00	30.4	0.329E+01	5.54	0.016	.51119E+03
23.57	-28.24	0.00	33.3	0.300E+01	5.85	0.014	.59128E+03
26.29	-29.14	0.00	36.2	0.276E+01	6.14	0.013	.67457E+03
29.02	-29.98	0.00	38.9	0.257E+01	6.40	0.011	.76063E+03
31.78	-30.75	0.00	41.6	0.241E+01	6.65	0.011	.84907E+03
34.54	-31.47	0.00	44.1	0.227E+01	6.89	0.010	.93959E+03
37.32	-32.14	0.00	46.6	0.214E+01	7.11	0.009	.10320E+04
40.11	-32.78	0.00	49.1	0.204E+01	7.31	0.009	.11259E+04
42.91	-33.38	0.00	51.4	0.194E+01	7.51	0.008	.12214E+04
45.71	-33.95	0.00	53.7	0.186E+01	7.69	0.008	.13181E+04

48.52	-34.49	0.00	56.0	0.179E+01	7.87	0.007	.14161E+04
51.33	-35.00	0.00	58.2	0.172E+01	8.04	0.007	.15151E+04
54.15	-35.49	0.00	60.3	0.166E+01	8.20	0.007	.16150E+04
56.97	-35.97	0.00	62.4	0.160E+01	8.36	0.006	.17159E+04
59.80	-36.42	0.00	64.5	0.155E+01	8.51	0.006	.18176E+04
62.62	-36.85	0.00	66.5	0.150E+01	8.65	0.006	.19201E+04
65.45	-37.27	0.00	68.5	0.146E+01	8.79	0.006	.20233E+04
68.28	-37.68	0.00	70.4	0.142E+01	8.93	0.006	.21271E+04
71.12	-38.07	0.00	72.3	0.138E+01	9.06	0.005	.22315E+04
73.95	-38.45	0.00	74.2	0.135E+01	9.19	0.005	.23366E+04
76.79	-38.81	0.00	76.1	0.131E+01	9.31	0.005	.24421E+04
79.62	-39.17	0.00	77.9	0.128E+01	9.43	0.005	.25482E+04
82.46	-39.51	0.00	79.7	0.125E+01	9.55	0.005	.26548E+04
85.30	-39.85	0.00	81.5	0.123E+01	9.66	0.005	.27618E+04
88.15	-40.17	0.00	83.2	0.120E+01	9.77	0.005	.28692E+04
90.88	-40.48	0.00	84.9	0.118E+01	9.87	0.004	.29729E+04
93.72	-40.79	0.00	86.6	0.116E+01	9.98	0.004	.30811E+04
96.57	-41.09	0.00	88.2	0.113E+01	10.08	0.004	.31897E+04
99.41	-41.39	0.00	89.9	0.111E+01	10.18	0.004	.32986E+04
102.26	-41.68	0.00	91.5	0.109E+01	10.28	0.004	.34079E+04
105.10	-41.96	0.00	93.1	0.107E+01	10.38	0.004	.35175E+04
107.95	-42.23	0.00	94.7	0.106E+01	10.47	0.004	.36273E+04
110.80	-42.50	0.00	96.3	0.104E+01	10.56	0.004	.37375E+04
113.64	-42.77	0.00	97.9	0.102E+01	10.66	0.004	.38480E+04
116.49	-43.03	0.00	99.4	0.101E+01	10.74	0.004	.39587E+04
119.34	-43.28	0.00	100.9	0.991E+00	10.83	0.004	.40697E+04
122.19	-43.53	0.00	102.4	0.976E+00	10.92	0.004	.41809E+04
125.04	-43.77	0.00	103.9	0.962E+00	11.00	0.004	.42910E+04

Cumulative travel time = 4291.0391 sec ( 1.19 hrs)

END OF CORJET (MOD110): JET/PLUME NEAR-FIELD MIXING REGION

BEGIN MOD133: LAYER BOUNDARY IMPINGEMENT/FULL VERTICAL MIXING

Control volume inflow:

X	Y	Z	S	C	B	TT
125.04	-43.77	0.00	103.9	0.962E+00	11.00	.42910E+04

Profile definitions:

- BV = layer depth (vertically mixed)
- BH = top-hat half-width, in horizontal plane normal to trajectory
- ZU = upper plume boundary (Z-coordinate)
- ZL = lower plume boundary (Z-coordinate)
- S = hydrodynamic average (bulk) dilution
- C = average (bulk) concentration (includes reaction effects, if any)
- TT = Cumulative travel time

X	Y	Z	S	C	BV	BH	ZU	ZL	TT
114.04	-44.70	11.00	103.9	0.962E+00	0.00	0.00	11.00	11.00	.42910E+04
116.23	-44.70	11.00	103.9	0.962E+00	11.00	1.87	11.00	0.00	.42910E+04
118.43	-44.70	11.00	103.9	0.962E+00	11.00	2.65	11.00	0.00	.42910E+04
120.63	-44.70	11.00	103.9	0.962E+00	11.00	3.24	11.00	0.00	.42910E+04
122.82	-44.70	11.00	103.9	0.962E+00	11.00	3.74	11.00	0.00	.42910E+04
125.02	-44.70	11.00	103.9	0.962E+00	11.00	4.19	11.00	0.00	.42910E+04

127.22	-44.70	11.00	110.0	0.909E+00	11.00	4.59	11.00	0.00	.44199E+04
129.41	-44.70	11.00	123.5	0.810E+00	11.00	4.95	11.00	0.00	.45499E+04
131.61	-44.70	11.00	135.6	0.737E+00	11.00	5.30	11.00	0.00	.46800E+04
133.80	-44.70	11.00	142.3	0.703E+00	11.00	5.62	11.00	0.00	.48100E+04
136.00	-44.70	11.00	145.5	0.687E+00	11.00	5.92	11.00	0.00	.49401E+04

Cumulative travel time = 4940.0625 sec ( 1.37 hrs)

END OF MOD133: LAYER BOUNDARY IMPINGEMENT/FULL VERTICAL MIXING

---

BEGIN MOD154: VERTICALLY MIXED PLUME IN WEAK CROSS-FLOW

Phase 1: Vertically mixed, Phase 2: Re-stratified

Phase 1: The plume is VERTICALLY FULLY MIXED over the entire layer depth.  
This flow region is INSIGNIFICANT in spatial extent and will be by-passed.

---

Phase 2: The flow has RESTRATIFIED at the beginning of this zone.

This flow region is INSIGNIFICANT in spatial extent and will be by-passed.

END OF MOD154: VERTICALLY MIXED PLUME IN WEAK CROSS-FLOW

---

\*\* End of NEAR-FIELD REGION (NFR) \*\*

Bank nearest to plume centerline has changed.

Nearest bank is now on RIGHT.

The initial plume WIDTH values in the next far-field module will be  
CORRECTED by a factor 3.12 to conserve the mass flux in the far-field!  
The correction factor is quite large because of the small ambient velocity  
relative to the strong mixing characteristics of the discharge!  
This indicates localized RECIRCULATION REGIONS and INTERNAL HYDRAULIC JUMPS.  
Width predictions show discontinuities. Dilution values should be acceptable.

---

BEGIN MOD141: BUOYANT AMBIENT SPREADING

Discharge is non-buoyant or weakly buoyant.  
Therefore BUOYANT SPREADING REGIME is ABSENT.

END OF MOD141: BUOYANT AMBIENT SPREADING

---

Due to the attachment or proximity of the plume to the bottom, the bottom  
coordinate for the FAR-FIELD differs from the ambient depth, ZFB = 0 m.  
In a subsequent analysis set "depth at discharge" equal to "ambient depth".

---

BEGIN MOD161: PASSIVE AMBIENT MIXING IN UNIFORM AMBIENT

Vertical diffusivity (initial value) = 0.277E-02 m<sup>2</sup>/s  
Horizontal diffusivity (initial value) = 0.347E-02 m<sup>2</sup>/s

The passive diffusion plume is VERTICALLY FULLY MIXED at beginning of region.

Profile definitions:

BV = Gaussian s.d.\*sqrt(pi/2) (46%) thickness, measured vertically  
 = or equal to layer depth, if fully mixed  
 BH = Gaussian s.d.\*sqrt(pi/2) (46%) half-width,  
 measured horizontally in Y-direction  
 ZU = upper plume boundary (Z-coordinate)  
 ZL = lower plume boundary (Z-coordinate)  
 S = hydrodynamic centerline dilution  
 C = centerline concentration (includes reaction effects, if any)  
 TT = Cumulative travel time

Plume Stage 1 (not bank attached):

X	Y	Z	S	C	BV	BH	ZU	ZL	TT
136.00	-44.70	11.00	145.5	0.687E+00	11.00	18.45	11.00	0.00	.49401E+04
205.78	-44.70	11.00	152.6	0.655E+00	11.00	19.36	11.00	0.00	.80808E+04
275.56	-44.70	11.00	159.4	0.627E+00	11.00	20.22	11.00	0.00	.11221E+05
345.34	-44.70	11.00	166.0	0.603E+00	11.00	21.05	11.00	0.00	.14362E+05
415.12	-44.70	11.00	172.3	0.581E+00	11.00	21.85	11.00	0.00	.17503E+05
484.91	-44.70	11.00	178.3	0.561E+00	11.00	22.62	11.00	0.00	.20644E+05
554.69	-44.70	11.00	184.2	0.543E+00	11.00	23.36	11.00	0.00	.23784E+05
624.47	-44.70	11.00	189.9	0.527E+00	11.00	24.08	11.00	0.00	.26925E+05
694.25	-44.70	11.00	195.4	0.512E+00	11.00	24.79	11.00	0.00	.30066E+05
764.03	-44.70	11.00	200.8	0.498E+00	11.00	25.47	11.00	0.00	.33206E+05
833.81	-44.70	11.00	206.0	0.485E+00	11.00	26.13	11.00	0.00	.36347E+05
903.59	-44.70	11.00	211.1	0.474E+00	11.00	26.78	11.00	0.00	.39488E+05
973.38	-44.70	11.00	216.1	0.463E+00	11.00	27.41	11.00	0.00	.42629E+05
1043.16	-44.70	11.00	220.9	0.453E+00	11.00	28.03	11.00	0.00	.45769E+05
1112.94	-44.70	11.00	225.7	0.443E+00	11.00	28.63	11.00	0.00	.48910E+05
1182.72	-44.70	11.00	230.4	0.434E+00	11.00	29.22	11.00	0.00	.52051E+05
1252.50	-44.70	11.00	234.9	0.426E+00	11.00	29.80	11.00	0.00	.55191E+05
1322.28	-44.70	11.00	239.4	0.418E+00	11.00	30.37	11.00	0.00	.58332E+05
1392.06	-44.70	11.00	243.8	0.410E+00	11.00	30.93	11.00	0.00	.61473E+05
1461.85	-44.70	11.00	248.2	0.403E+00	11.00	31.48	11.00	0.00	.64614E+05
1531.63	-44.70	11.00	252.4	0.396E+00	11.00	32.02	11.00	0.00	.67754E+05
1601.41	-44.70	11.00	256.6	0.390E+00	11.00	32.55	11.00	0.00	.70895E+05
1671.19	-44.70	11.00	260.7	0.384E+00	11.00	33.07	11.00	0.00	.74036E+05
1740.97	-44.70	11.00	264.7	0.378E+00	11.00	33.58	11.00	0.00	.77176E+05
1810.75	-44.70	11.00	268.7	0.372E+00	11.00	34.09	11.00	0.00	.80317E+05
1880.53	-44.70	11.00	272.7	0.367E+00	11.00	34.58	11.00	0.00	.83458E+05
1950.31	-44.70	11.00	276.5	0.362E+00	11.00	35.08	11.00	0.00	.86599E+05
2020.10	-44.70	11.00	280.4	0.357E+00	11.00	35.56	11.00	0.00	.89739E+05
2089.88	-44.70	11.00	284.1	0.352E+00	11.00	36.04	11.00	0.00	.92880E+05
2159.66	-44.70	11.00	287.8	0.347E+00	11.00	36.51	11.00	0.00	.96021E+05
2229.44	-44.70	11.00	291.5	0.343E+00	11.00	36.98	11.00	0.00	.99161E+05
2299.22	-44.70	11.00	295.1	0.339E+00	11.00	37.44	11.00	0.00	.10230E+06
2369.00	-44.70	11.00	298.7	0.335E+00	11.00	37.89	11.00	0.00	.10544E+06
2438.78	-44.70	11.00	302.3	0.331E+00	11.00	38.34	11.00	0.00	.10858E+06
2508.56	-44.70	11.00	305.8	0.327E+00	11.00	38.78	11.00	0.00	.11172E+06
2578.35	-44.70	11.00	309.2	0.323E+00	11.00	39.22	11.00	0.00	.11486E+06
2648.13	-44.70	11.00	312.6	0.320E+00	11.00	39.66	11.00	0.00	.11801E+06
2717.91	-44.70	11.00	316.0	0.316E+00	11.00	40.08	11.00	0.00	.12115E+06
2787.69	-44.70	11.00	319.4	0.313E+00	11.00	40.51	11.00	0.00	.12429E+06
2857.47	-44.70	11.00	322.7	0.310E+00	11.00	40.93	11.00	0.00	.12743E+06
2927.25	-44.70	11.00	326.0	0.307E+00	11.00	41.35	11.00	0.00	.13057E+06
2997.03	-44.70	11.00	329.2	0.304E+00	11.00	41.76	11.00	0.00	.13371E+06
3066.81	-44.70	11.00	332.4	0.301E+00	11.00	42.17	11.00	0.00	.13685E+06

3136.60	-44.70	11.00	335.6	0.298E+00	11.00	42.57	11.00	0.00	.13999E+06
3206.38	-44.70	11.00	338.8	0.295E+00	11.00	42.97	11.00	0.00	.14313E+06
3276.16	-44.70	11.00	341.9	0.292E+00	11.00	43.37	11.00	0.00	.14627E+06
3345.94	-44.70	11.00	345.0	0.290E+00	11.00	43.76	11.00	0.00	.14941E+06
3415.72	-44.70	11.00	348.1	0.287E+00	11.00	44.15	11.00	0.00	.15255E+06
3485.50	-44.70	11.00	351.1	0.285E+00	11.00	44.53	11.00	0.00	.15569E+06
3555.28	-44.70	11.00	354.1	0.282E+00	11.00	44.92	11.00	0.00	.15883E+06
3625.06	-44.70	11.00	357.1	0.280E+00	11.00	45.30	11.00	0.00	.16198E+06

Cumulative travel time = 161975.5625 sec ( 44.99 hrs)

-----  
 Plume Stage 2 (bank attached):

X	Y	Z	S	C	BV	BH	ZU	ZL	TT
3625.06	-90.00	11.00	357.1	0.280E+00	11.00	90.59	11.00	0.00	.16198E+06
3652.56	-90.00	11.00	357.4	0.280E+00	11.00	90.67	11.00	0.00	.16321E+06
3680.06	-90.00	11.00	357.7	0.280E+00	11.00	90.74	11.00	0.00	.16445E+06
3707.56	-90.00	11.00	358.0	0.279E+00	11.00	90.81	11.00	0.00	.16569E+06
3735.06	-90.00	11.00	358.3	0.279E+00	11.00	90.89	11.00	0.00	.16693E+06
3762.56	-90.00	11.00	358.6	0.279E+00	11.00	90.96	11.00	0.00	.16816E+06
3790.06	-90.00	11.00	358.9	0.279E+00	11.00	91.04	11.00	0.00	.16940E+06
3817.56	-90.00	11.00	359.2	0.278E+00	11.00	91.11	11.00	0.00	.17064E+06
3845.06	-90.00	11.00	359.4	0.278E+00	11.00	91.19	11.00	0.00	.17188E+06
3872.55	-90.00	11.00	359.7	0.278E+00	11.00	91.26	11.00	0.00	.17311E+06
3900.05	-90.00	11.00	360.0	0.278E+00	11.00	91.33	11.00	0.00	.17435E+06
3927.55	-90.00	11.00	360.3	0.278E+00	11.00	91.41	11.00	0.00	.17559E+06
3955.05	-90.00	11.00	360.6	0.277E+00	11.00	91.48	11.00	0.00	.17683E+06
3982.55	-90.00	11.00	360.9	0.277E+00	11.00	91.55	11.00	0.00	.17807E+06
4010.05	-90.00	11.00	361.2	0.277E+00	11.00	91.63	11.00	0.00	.17930E+06
4037.55	-90.00	11.00	361.5	0.277E+00	11.00	91.70	11.00	0.00	.18054E+06
4065.05	-90.00	11.00	361.8	0.276E+00	11.00	91.78	11.00	0.00	.18178E+06
4092.54	-90.00	11.00	362.1	0.276E+00	11.00	91.85	11.00	0.00	.18302E+06
4120.04	-90.00	11.00	362.4	0.276E+00	11.00	91.92	11.00	0.00	.18425E+06
4147.54	-90.00	11.00	362.6	0.276E+00	11.00	92.00	11.00	0.00	.18549E+06
4175.04	-90.00	11.00	362.9	0.276E+00	11.00	92.07	11.00	0.00	.18673E+06
4202.54	-90.00	11.00	363.2	0.275E+00	11.00	92.14	11.00	0.00	.18797E+06
4230.04	-90.00	11.00	363.5	0.275E+00	11.00	92.21	11.00	0.00	.18920E+06
4257.54	-90.00	11.00	363.8	0.275E+00	11.00	92.29	11.00	0.00	.19044E+06
4285.03	-90.00	11.00	364.1	0.275E+00	11.00	92.36	11.00	0.00	.19168E+06
4312.53	-90.00	11.00	364.4	0.274E+00	11.00	92.43	11.00	0.00	.19292E+06
4340.03	-90.00	11.00	364.7	0.274E+00	11.00	92.51	11.00	0.00	.19415E+06
4367.53	-90.00	11.00	364.9	0.274E+00	11.00	92.58	11.00	0.00	.19539E+06
4395.03	-90.00	11.00	365.2	0.274E+00	11.00	92.65	11.00	0.00	.19663E+06
4422.53	-90.00	11.00	365.5	0.274E+00	11.00	92.73	11.00	0.00	.19787E+06
4450.03	-90.00	11.00	365.8	0.273E+00	11.00	92.80	11.00	0.00	.19911E+06
4477.52	-90.00	11.00	366.1	0.273E+00	11.00	92.87	11.00	0.00	.20034E+06
4505.02	-90.00	11.00	366.4	0.273E+00	11.00	92.94	11.00	0.00	.20158E+06
4532.52	-90.00	11.00	366.7	0.273E+00	11.00	93.02	11.00	0.00	.20282E+06
4560.02	-90.00	11.00	367.0	0.273E+00	11.00	93.09	11.00	0.00	.20406E+06
4587.52	-90.00	11.00	367.2	0.272E+00	11.00	93.16	11.00	0.00	.20529E+06
4615.02	-90.00	11.00	367.5	0.272E+00	11.00	93.23	11.00	0.00	.20653E+06
4642.52	-90.00	11.00	367.8	0.272E+00	11.00	93.31	11.00	0.00	.20777E+06
4670.01	-90.00	11.00	368.1	0.272E+00	11.00	93.38	11.00	0.00	.20901E+06
4697.51	-90.00	11.00	368.4	0.271E+00	11.00	93.45	11.00	0.00	.21024E+06
4725.01	-90.00	11.00	368.7	0.271E+00	11.00	93.52	11.00	0.00	.21148E+06
4752.51	-90.00	11.00	368.9	0.271E+00	11.00	93.59	11.00	0.00	.21272E+06





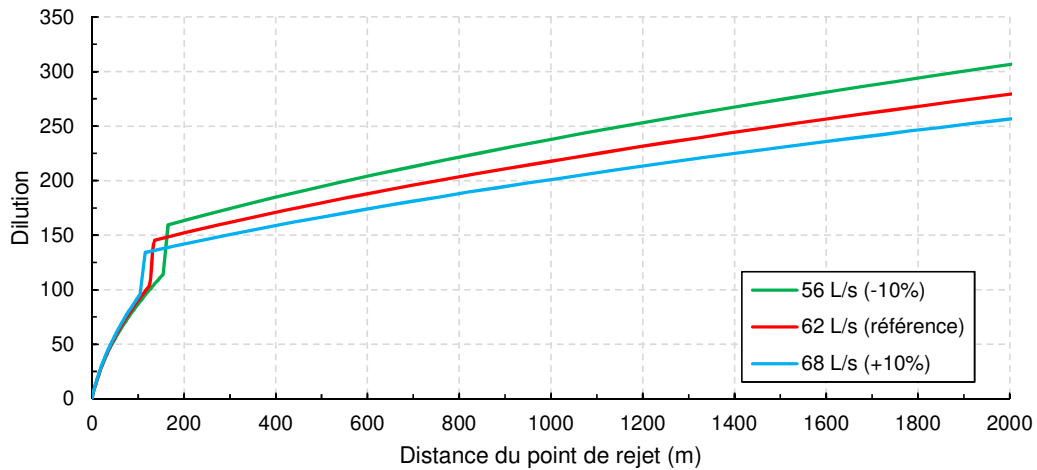
## **ANNEXE B**

### **Analyse de sensibilité sur les principaux paramètres de CORMIX**

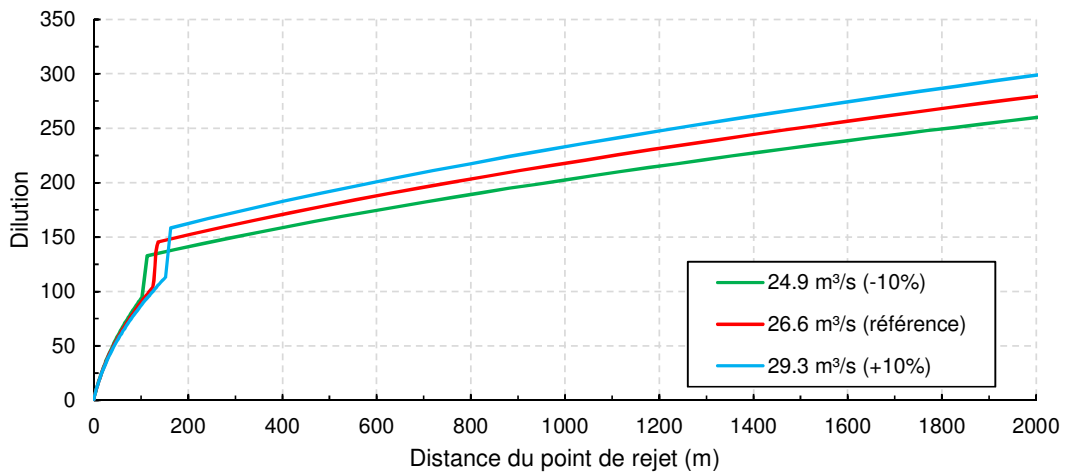
# ANALYSE DE SENSIBILITÉ SUR LES PRINCIPAUX PARAMÈTRES DE CORMIX

Diamètre de diffuseur considéré : 350 mm

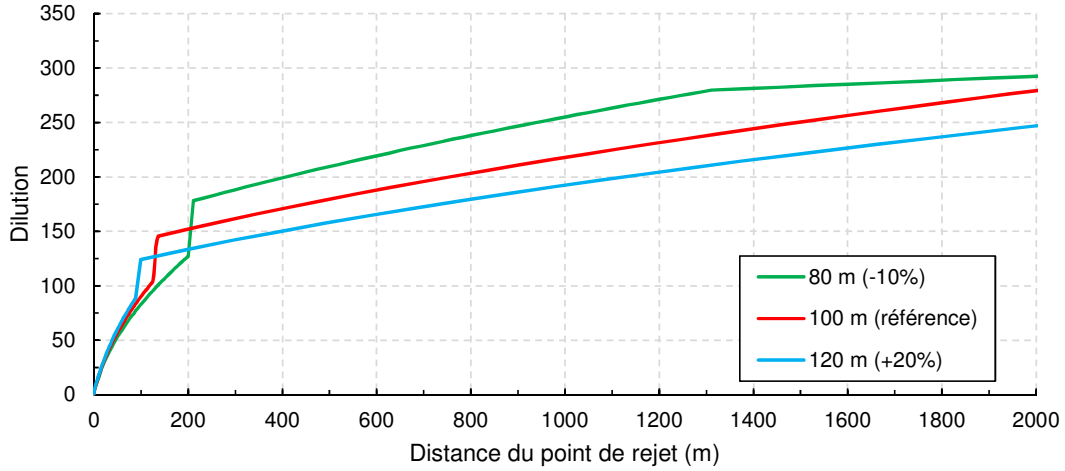
## Sensibilité - Débit effluent



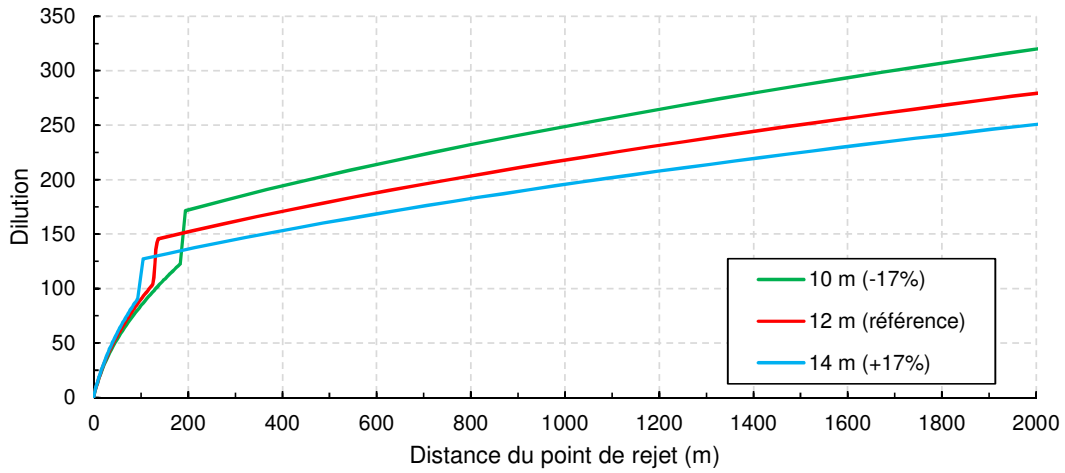
## Sensibilité - Débit milieu ambiant



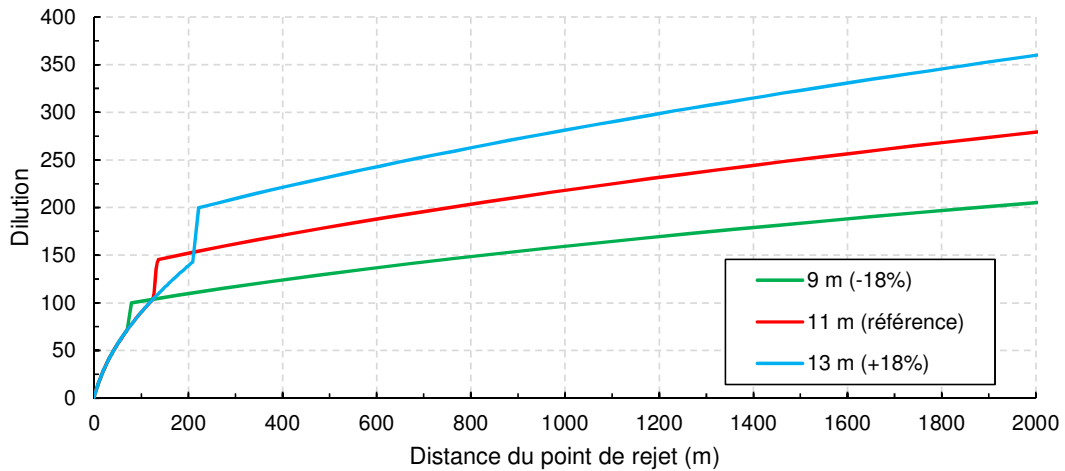
Sensibilité - Largeur section milieu ambiant



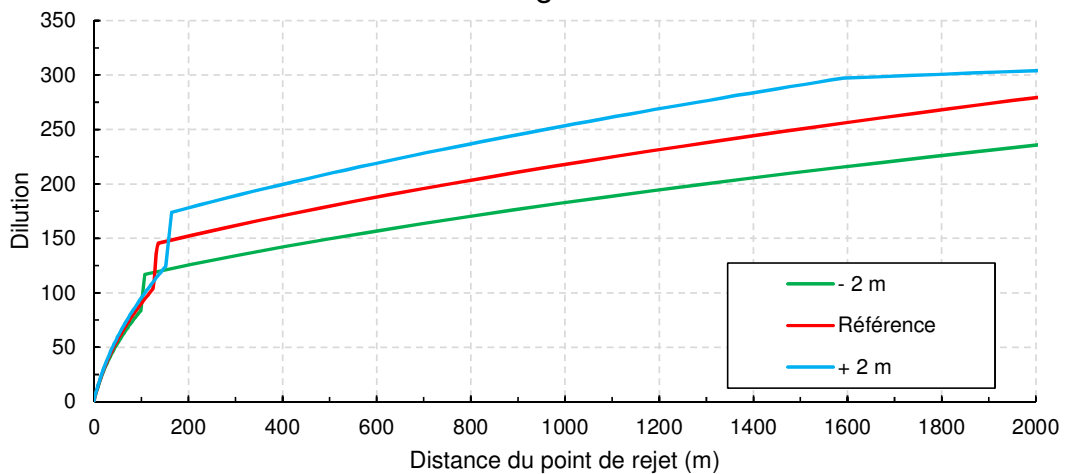
Sensibilité - Profondeur moyenne milieu ambiant



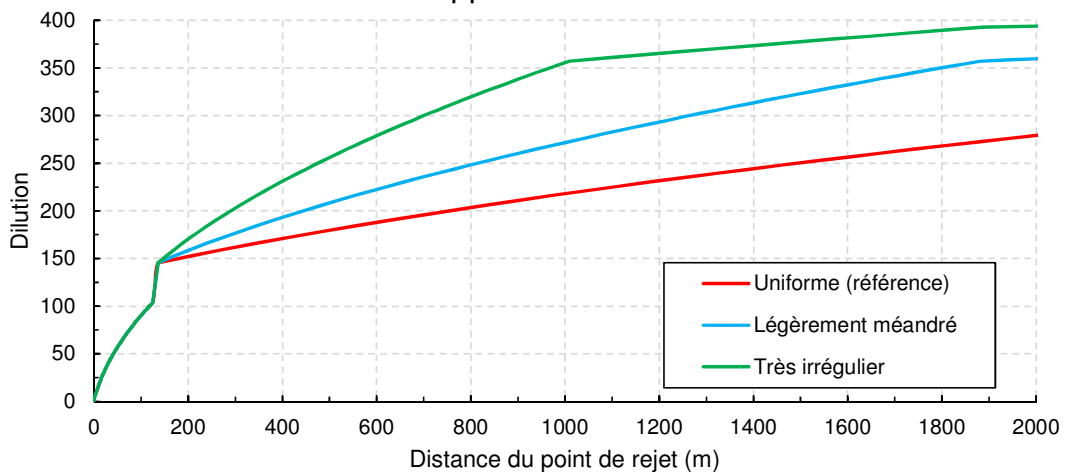
Sensibilité - Profondeur point de rejet



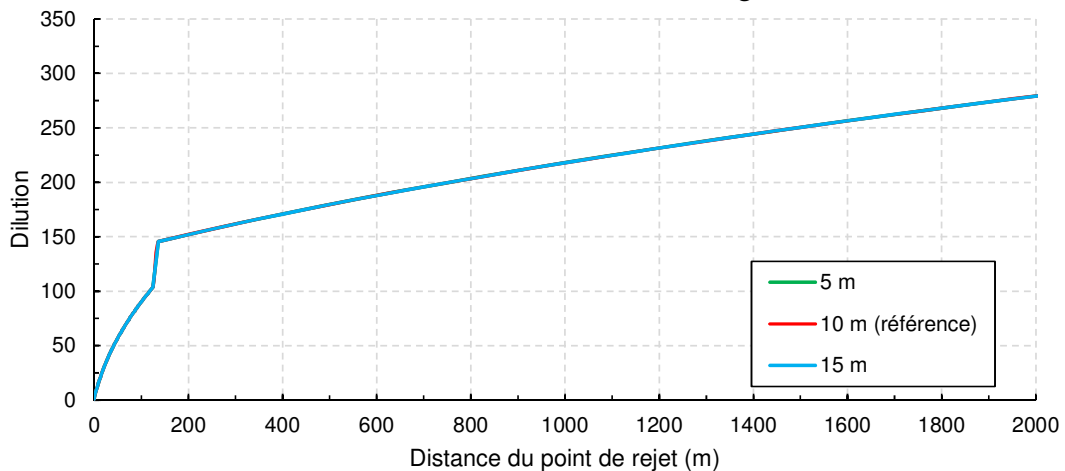
### Sensibilité - Profondeur générale milieu ambiant



### Sensibilité - Apparence milieu ambiant

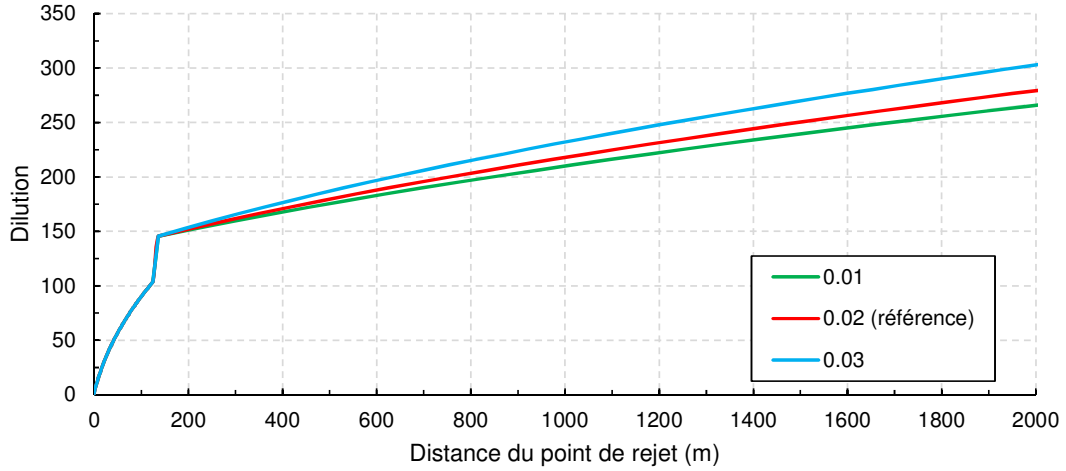


### Sensibilité - Distance de la berge

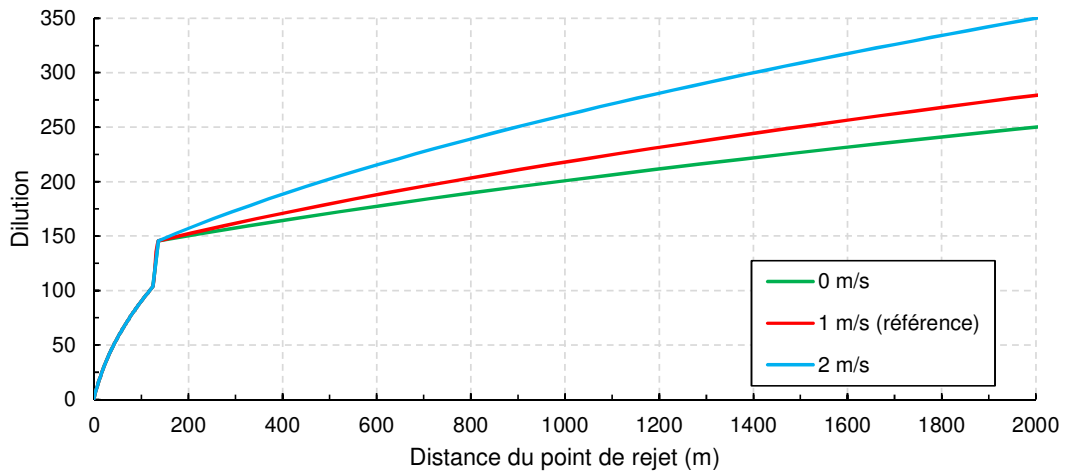




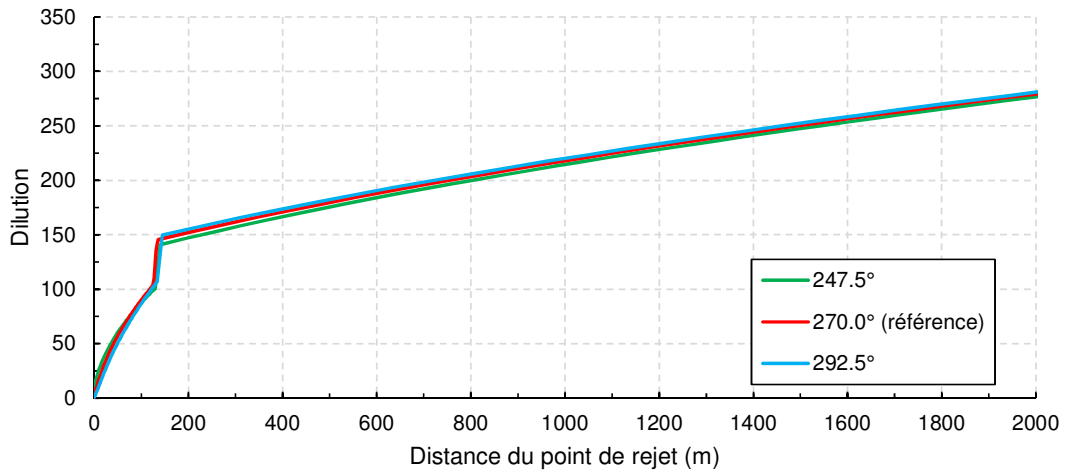
### Sensibilité - Coefficient de Manning



### Sensibilité - Vitesse du vent



### Sensibilité - Angle horizontal du diffuseur



### Sensibilité - Angle vertical du diffuseur

