



Norambar inc.

Étude hydrogéologique et géotechnique

Usine de Contrecoeur (Québec)

RAPPORT FINAL
N/D : DDH-03-085

Novembre 2004



DDH Environnement ltée
E x p e r t s - c o n s e i l s



Norambar inc.

Étude hydrogéologique et géotechnique

Usine de Contrecoeur (Québec)

RAPPORT FINAL
N/D : DDH-03-085

Novembre 2004

Préparé par :

Jean Halde, ing. M.Sc.
Directeur de projets



DDH Environnement ltée
Experts - conseils

TABLE DES MATIÈRES

1.0	INTRODUCTION	1
1.1	Secteur à l'étude	1
1.2	Contenu et utilisation du rapport	1
2.0	PROGRAMME DE RECONNAISSANCE	5
2.1	Méthodologie	5
2.1.1	Travaux de terrain	5
2.1.2	Essais de laboratoire	10
3.0	GÉOLOGIE	11
3.1	Géologie régionale	11
3.1.1	Dépôts meubles	11
3.1.2	Socle rocheux et affleurement	11
3.2	Stratigraphie du secteur à l'étude	12
4.0	CONDITIONS GÉOTECHNIQUES	19
5.0	CONDITIONS HYDROGÉOLOGIQUES	21
5.1	Sable silteux de surface	21
5.2	Argile	23
5.2.1	Piézométrie	23
5.2.2	Essais de conductivité hydraulique en laboratoire et <i>in situ</i>	23
5.2.3	Gradient hydraulique et vitesse d'écoulement	25
5.2.4	Classification de la couche d'argile	26
5.3	Till	26
5.3.1	Piézométrie	26
5.3.2	Essais de conductivité hydraulique <i>in situ</i>	27
5.3.3	Gradient hydraulique et vitesse d'écoulement	27
5.3.4	Classification de l'horizon de till	28
6.0	QUALITÉ DES EAUX SOUTERRAINES	31
6.1	Méthodologie	31
6.1.1	Échantillonnage	31
6.1.2	Analyses chimiques	31
6.2	Résultats d'analyses	32
6.2.1	Eau souterraine du sable silteux	32
6.2.2	Eau souterraine de l'argile silteuse	32
6.2.3	Eau souterraine du till	35
7.0	CONCLUSIONS	37

LISTE DES FIGURES

Figure 1-1 : Carte de localisation du secteur à l'étude	3
Figure 2-1 : Emplacement des puits d'observation	7
Figure 3-1 : Localisation de la coupe stratigraphique	13
Figure 3-2 : Coupe stratigraphique A-A	15
Figure 5-1 : Courbes isopièzes dans le till	29

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 5-1 : Niveaux piézométriques dans le sable silteux	22
Tableau 5-2 : Niveaux piézométriques dans l'argile silteuse	23
Tableau 5-3 : Résultats des essais de conductivité hydraulique dans l'argile silteuse	24
Tableau 5-4 : Niveaux piézométriques dans le till.....	27
Tableau 5-5 : Résultats des essais de perméabilité <i>in situ</i> dans le till	27
Tableau 6-1 : Résultats analytiques des échantillons d'eau souterraine dans le sable silteux	33
Tableau 6-2 : Résultats analytiques des échantillons d'eau souterraine de l'argile silteuse	34
Tableau 6-3 : Résultats analytiques des eaux interstitielles	36
Tableau 6-4 : Résultats analytiques de l'eau souterraine du till.....	36

ANNEXES

Annexe A	Fiches de forages
Annexe B	Étude géotechnique
Annexe C	Essais de conductivité hydraulique
Annexe D	Certificats d'analyses du laboratoire
Annexe E	Extraits des résultats des suivis de l'eau souterraine de Norambar

1.0 INTRODUCTION

Dans le cadre de son projet d'aménagement d'un lieu d'élimination par dépôt définitif de ces poussières d'aciérage, Norambar inc (ci-après nommé Norambar) a mandaté la firme d'experts conseil DDH Environnement ltée (DDH) pour la réalisation de l'étude d'impact sur l'environnement ainsi que pour la conception du futur dépôt définitif. Le volet conception du dépôt définitif a été réalisé en collaboration avec la firme Solmers Internationale Inc (Solmers).

L'objectif de la présente étude est d'évaluer les caractéristiques géologiques, hydrogéologiques et géotechniques du secteur visé pour le site de dépôt définitif afin de permettre sa conception en conformité avec le *Règlement sur les matières dangereuses* (RMD).

1.1 SECTEUR À L'ÉTUDE

La Figure 1-1 montre le secteur à l'étude et l'emplacement du futur dépôt définitif, sur la propriété de Norambar. Par convention, le nord du secteur à l'étude a été établi en direction du fleuve Saint-Laurent.

L'emplacement du futur dépôt définitif est situé dans une zone partiellement boisée, à l'ouest de l'usine, entre l'actuel dépôt définitif et l'aire d'entreposage des scories. Dans le cadre de cette étude, le secteur investigué, plus étendu, forme un rectangle délimité par la voie de chemin de fer au nord, la limite de propriété la plus proche de l'usine à l'ouest, la limite du boisé séparant le dépôt définitif actuel du futur dépôt au sud et le fossé principal des eaux de refroidissement à l'est.

1.2 CONTENU ET UTILISATION DU RAPPORT

Le présent rapport a été préparé à l'intention de Norambar dans le cadre du projet d'étude d'impact sur l'environnement réalisée pour le projet de dépôt définitif de poussières d'aciérage. DDH n'assume aucune responsabilité pour l'utilisation éventuelle du contenu du présent rapport par des tiers.

Les conclusions présentées dans ce document représentent notre opinion professionnelle, au meilleur de notre connaissance, fondée sur les documents, démarches et résultats présentés ici, en tenant compte des limitations qui sont stipulées dans le présent document. Les constatations insérées dans ce rapport sont basées strictement sur les observations faites durant les visites du terrain, la revue de

certain documents liés aux caractérisations antérieures, de même que sur les résultats des travaux de reconnaissance effectués par DDH.

2.0 PROGRAMME DE RECONNAISSANCE

Afin de permettre la conception du futur dépôt définitif en conformité avec le *Règlement sur les matières dangereuses*, des données supplémentaires, au droit du futur dépôt définitif, ont été nécessaires pour compléter l'information disponible, notamment : un profil stratigraphique, une description détaillée de la couche d'argile ainsi que des mesures de conductivité hydraulique. Un programme de caractérisation hydrogéologique et géotechnique a donc été mis en place.

Une description de la méthodologie utilisée pour la réalisation des travaux de reconnaissance est présentée à l'intérieur des sous-sections suivantes. Les travaux ont été réalisés en s'appuyant sur différentes sources de référence, notamment les directives et les guides techniques publiés par le ministère de l'Environnement (MENV) en marge de la *Politique de protection des sols et de réhabilitation des terrains contaminés* (1999, révisée en 2001, ci-après la Politique) ainsi que de la réglementation environnementale applicable au Québec.

2.1 MÉTHODOLOGIE

Le programme de reconnaissance hydrogéologique et géotechnique réalisé entre les mois de novembre 2003 et mars 2004, a consisté en des travaux de terrain et des essais de laboratoire.

2.1.1 Travaux de terrain

Les travaux de terrain prévoyaient l'installation de huit puits d'observation, le prélèvement d'échantillons d'argile, la réalisation d'essais scissométriques, la mesure des niveaux piézométriques ainsi que la réalisation d'essais de conductivité hydraulique.

Installation de puits d'observation

La Figure 2-1 présente l'emplacement des puits d'observation implantés dans le cadre de cette étude. Six forages (F-1-4, F-2-12, F-3-T, F-6-3, F-7-6 et F-8-9) ont été installés dans le boisé, à proximité de l'emplacement du futur dépôt définitif. Les forages F-4-T et F-5-T ont, quant à eux, été installés dans la partie nord du secteur à l'étude, dans une zone en friche.

Les forages F-1-4, F-2-12, F-3-T, F-4-T et F-5-T ont été effectués à l'aide d'une foreuse sur chenille de type CME-75 de la compagnie Succession Forage George Downing Limitée. Quant aux forages F-6-3, F-7-6 et F-8-T, ils ont été effectués à l'aide d'une foreuse sur chenille de type CME-55 de la compagnie Forages André Roy.

Tous les forages ont été équipés en puits d'observation afin de permettre l'échantillonnage de l'eau souterraine. Les puits d'observation sont en PVC de 51 mm de diamètre et comprennent une section crépinée de 3,05 mètres sauf le puits F-6-3 dont la section crépinée est de 1,52 m. Les ouvertures de la crépine sont de 10 mils. Les fiches de forages, insérées à l'Annexe A, montrent la construction des différents puits, ainsi que la description des unités stratigraphiques rencontrées.

La firme Claude Simard Arpenteur géomètre a été retenue afin de localiser et niveler les puits utilisés dans le cadre de cette étude. Les relevés ont été effectués entre le 18 décembre 2003 et le 24 janvier 2004. Seules les élévations sont géodésiques.

Caractérisation de l'argile silteuse

Dix-neuf échantillons d'argile ont été prélevés à des profondeurs variant entre 1,20 et 25,15 m lors des forages F-1-4, F-2-12, F-3-T, F-4-T et F-5-T. Ils ont été prélevés à l'aide de tubes à paroi mince (ou tube Shelby) de 75 cm de longueur puis envoyés au laboratoire S.M. Inc de Varennes (S.M.). La profondeur des prélèvements de sol dans chacun des forages est inscrite dans les fiches de forages insérées à l'Annexe A.

Deux profils scissométriques Nilcon identifiés N-1 et N-2 ont également été réalisés jusqu'à une profondeur d'environ 17 m. Leur localisation est montrée à la Figure 2-1 du rapport géotechnique inséré à l'Annexe B.

Mesure des niveaux piézométriques

Afin de définir la piézométrie dans les différents horizons stratigraphiques, une mesure des niveaux d'eau dans les puits d'observation a été réalisée en novembre 2003.

Une période de 14 jours a été allouée entre la mise en place des puits d'observation et la mesure des niveaux d'eau afin de permettre à ces derniers de se stabiliser suite aux forages.

Essais de conductivité hydraulique *in situ*

Afin de vérifier la conformité au *Règlement sur les matières dangereuses des sols* sous-jacents au futur dépôt définitif, des essais de conductivité hydraulique à charge variable de type Lefranc ont été réalisés dans cinq puits d'observation crépinés dans la couche d'argile, soit les puits F-1-4, F-2-12, F-6-3, F-7-6 et F-8-9. Ces essais ont été réalisés entre le 16 décembre 2003 et le 30 mars 2004.

Des essais de conductivité hydraulique ont également été réalisés dans deux forages crépinés dans le till en vue d'estimer la vitesse d'écoulement de l'eau souterraine dans cet horizon.

L'essai de conductivité hydraulique consiste à insérer un cylindre lesté d'un volume connu dans l'eau du puits soumis à l'essai et à mesurer la descente du niveau d'eau en fonction du temps. Cet essai permet d'estimer la conductivité hydraulique dans l'environnement immédiat du puits d'observation, à partir de relations mathématiques comme celles de Bouwer and Rice (1976), utilisées dans le cadre de cette étude. Les essais de conductivité ont été précédés du développement des puits.

Échantillonnage d'eau souterraine

Afin de connaître la qualité de l'eau souterraine au droit du futur dépôt définitif, une campagne d'échantillonnage a été réalisée en novembre 2003. Le programme comprenait le prélèvement de :

- deux échantillons d'eau souterraine issue de l'horizon de sable silteux;
- deux échantillons d'eau souterraine issue de l'horizon d'argile silteuse;
- trois échantillons d'eau souterraine issue de l'horizon de till.

La méthodologie d'échantillonnage et le choix des paramètres analytiques sont présentés à Section 6.1.

2.1.2 Essais de laboratoire

Essais géotechniques

Afin de déterminer les caractéristiques géotechniques de la couche d'argile sous-jacente au futur dépôt définitif, les échantillons d'argile prélevés dans les forages ont été soumis aux essais en laboratoire suivants :

- détubage et descriptions visuelles (pour les 19 échantillons);
- mesure de la teneur en eau (sur 14 échantillons);
- cônes suédois (sur 12 échantillons);
- limites d'Atterberg (sur 8 échantillons);
- essais oedométriques (5 essais).

Essais de conductivité hydraulique

Les essais de conductivité hydraulique réalisés en laboratoire ont pour but de confirmer les résultats obtenus lors des essais *in situ*.

Pour cela, un essai de perméabilité triaxiale à charge constante a été réalisé sur l'échantillon d'argile F-1-4 #2 prélevé de 2,20 à 2,30 m de profondeur ainsi qu'un essai de consolidation à charge variable sur l'échantillon F-3-T #1, de 6,40 à 6,50 m de profondeur. La conductivité hydraulique à charge variable a été calculée au palier de chargement de 101,21 kPa durant la consolidation, correspondant au poids des terres à 6,4 m de profondeur.

Extraction d'eau interstitielle

Afin de définir le profil de salinité de l'eau contenue dans l'argile silteuse, l'eau interstitielle de trois échantillons d'argile prélevés dans le forage F-3-T entre 6,00 et 6,75 m, 12,20 et 12,95 m ainsi qu'entre 24,40 et 25,15 m a été extraite et soumise à l'analyse pour le calcium, magnésium, potassium, sodium ainsi que les chlorures lorsque le volume recueilli le permettait.

3.0 GÉOLOGIE

3.1 GÉOLOGIE RÉGIONALE

3.1.1 Dépôts meubles

La région de Verchères présente trois principaux types de dépôts de surface : les sables, les dépôts organiques et l'argile¹.

L'horizon superficiel est constitué par des sables de hautes terrasses. Ils sont en général bruns à grains moyens. La présence abondante de mica est un indice que ces sables proviennent du bouclier canadien et qu'ils dériveraient d'un matériel glaciaire remanié ou fluvio-glaciaire.

Les argiles de la mer de Champlain constituent l'unité la plus épaisse et la plus fréquemment rencontrée. Cet horizon d'argile inorganique peut atteindre plus de 30 mètres d'épaisseur. Il s'agit d'une argile grise silteuse, molle, inorganique, très plastique et pratiquement imperméable.

L'argile repose sur une couche de till dont la composition varie entre un sable avec silt et gravier et un silt sablonneux. Ce till repose directement sur le socle rocheux.

3.1.2 Socle rocheux et affleurement

Les formations rocheuses dans la région de Contrecoeur appartiennent au Groupe de Lorraine et plus précisément à la formation de Pontgravé². Elles sont essentiellement composées de calcaire et de shale.

Dans toute la région de Verchères-Contrecoeur, il n'y a pas d'affleurement rocheux.

¹ Ministère des ressources naturelles, de la faune et des parcs – Géologie des dépôts meubles de la région de Verchères. Lasalle, Québec, 1963.

² Globensky, Y., 1985. Géologie des Basses-Terres du Saint-Laurent. Ministère de l'énergie et des ressources – Direction générale de l'exploration géologique et minérale. MM-85-02.

3.2 STRATIGRAPHIE DU SECTEUR À L'ÉTUDE

La stratigraphie rencontrée au niveau des forages se compose des horizons suivants :

- terre végétale;
- sable à sable silteux brun orangé;
- argile grise;
- till;
- socle rocheux.

Une coupe stratigraphique a été réalisée pour illustrer les successions et épaisseurs des différentes unités (Figures 3-1 [localisation] et 3-2 [coupe stratigraphique]).

Terre végétale

L'épaisseur moyenne de terre végétale sur l'ensemble du site est d'environ 10 à 15 cm. Cet horizon présente des débris de bois, des feuilles et des racines en abondance. Il n'est pas présent au niveau du puits d'observation F-4-T.

Sable silteux

L'horizon de sable silteux brun orangé contient des proportions variables de silt. Il est présent sur l'ensemble du secteur à l'étude à l'exception des puits d'observation F-4-T, F-7-6 et F-8-9. L'épaisseur de cet horizon est de 0,80 m au niveau du puits d'observation F-1-4, soit à l'emplacement du futur dépôt définitif.

Argile grise

L'horizon sous-jacent au sable silteux est constitué d'une couche d'argile de la mer de Champlain. Son épaisseur est d'environ 29 mètres dans le secteur des puits d'observation F-4-T et F-5-T, alors qu'elle est de 32,9 mètres au niveau du puits d'observation F-3-T.

Des traces de silt ainsi que de sable ont été observées dans les échantillons d'argile prélevés à différentes profondeurs. Les profondeurs de prélèvement sont identifiées dans les fiches de forages insérées à l'Annexe A. On ne retrouve pas ces traces aux mêmes profondeurs dans chacun des trois forages réalisés dans le boisé et à

proximité les uns des autres (F-1-4, F-2-12 et F-3-T). Par conséquent, il s'agit de lentilles d'étendue restreinte.

Les essais réalisés en laboratoire permettent de classer cette argile dans la catégorie des argiles inorganiques de plasticité élevée et de consistance ferme à raide. Sa teneur en eau varie entre 59 et 72% ce qui s'approche de sa limite de liquidité.

Till

Le till est composé de sable, de silt et de graviers moyens. Il contient également de nombreux fragments de roc fracturé. Son épaisseur varie entre 4,12 et 4,58 mètres.

Socle rocheux

Le roc a été atteint par trois forages, soit F-3-T, F-4-T et F-5-T, à une profondeur comprise entre 34,14 et 37,95 m. Il est constitué de calcaire gris.

Des informations complémentaires sur la stratigraphie et la nature des horizons interceptés dans les différents secteurs à l'étude apparaissent dans les descriptions consignées sur les fiches de forages insérées à l'Annexe A.

4.0 CONDITIONS GÉOTECHNIQUES

DDH a confié à Solmers la réalisation d'une étude géotechnique. Le mandat incluait la réalisation des éléments suivants :

- À partir des résultats d'essais géotechniques, vérifier les conditions de stabilité du futur dépôt définitif, vis à vis du soulèvement du fond des excavations, des talus de bord de cellule ainsi que des talus de poussières d'aciérage;
- Évaluer l'amplitude et la vitesse des tassements de la couche d'argile.

À la lecture du rapport de Solmers, il apparaît que :

- L'ensemble des résultats d'essais en laboratoire sur les échantillons d'argile montre qu'il s'agit d'une argile inorganique de plasticité élevée, de consistance ferme à raide et normalement consolidée. Sa teneur en eau varie entre 59% et 72%;
- La stabilité des talus d'excavation (jusqu'à 8 m) et des talus du front de poussières (jusqu'à 10 m) excède 1,5. La sécurité des cas de figures examinés est très confortable, compte tenu que les résistances au cisaillement utilisées dans les calculs sont les valeurs minimums obtenues.
- La stabilité vis à vis du soulèvement du fond du futur dépôt définitif ne pose aucun problème;
- Il est recommandé de ne pas dépasser une surcharge de 20 kPa de manière à ce que les tassements induits par la surcharge des poussières et du recouvrement final n'excède pas 0,83 m au centre de la cellule;
- La conception des cellules devra permettre d'avoir une pente de 3% vers les drains afin de s'assurer de maintenir une pente d'au moins 2% du fond de chacune des cellules vers les drains, malgré des tassements différentiels éventuels.

L'ensemble des résultats des essais de laboratoire et de terrain ainsi que les calculs menant aux conclusions précédemment citées font partie du rapport géotechnique réalisé par Solmers. Ce dernier est inséré à l'Annexe B du présent rapport. Une figure (Figure 8-1) représentant la conception (pentes et talus) d'une cellule du dépôt définitif est également présentée dans le rapport géotechnique.

5.0 CONDITIONS HYDROGÉOLOGIQUES

Les données hydrogéologiques démontrent l'existence d'une nappe libre discontinue dans la couche de sable de surface ainsi que d'une nappe profonde située dans l'horizon de till confinée sous plus de 29 m d'argile. Les conditions hydrogéologiques de ces deux unités ainsi que de la couche d'argile sont présentés dans les sous-sections suivantes.

Afin de déterminer si ces formations hydrogéologiques présentent un potentiel d'exploitation, il faut se référer au système de classification des eaux souterraines qui est présenté dans le *Guide de classification des eaux souterraines du Québec*, ministère de l'Environnement et de la Faune du Québec, février 1999. Ce système comporte trois classes :

- Classe I : Formation hydrogéologique aquifère qui constitue une source irremplaçable d'alimentation en eau (source unique d'alimentation en eau).
- Classe II : Formation hydrogéologique aquifère qui constitue une source courante ou potentielle d'alimentation en eau (qualité acceptable et quantité suffisante).
- Classe III : Formation hydrogéologique qui, bien que saturée d'eau, ne peut constituer une source d'alimentation en eau (qualité médiocre, quantité insuffisante ou extraction non économique).

Comme il est démontré dans les sous-sections suivantes, les trois formations hydrogéologiques présentes dans le secteur à l'étude sont de classe III. Elles ne présentent donc pas de potentiel d'exploitation.

5.1 SABLE SILTEUX DE SURFACE

L'horizon de sable silteux constitue un aquifère de surface non-confiné reposant sur un horizon d'argile à toute fin pratique imperméable. L'écoulement de l'eau dans le sable est directement relié à la topographie de l'interface sable/argile. Cependant, la présence d'amoncellements (actuel dépôt définitif des poussières d'aciérage et aire d'entreposage des scories) influence localement l'écoulement de l'eau souterraine dans le sable. D'autre part, cet horizon est discontinu. Il n'est notamment pas

présent au niveau des forages F-6-3 et F-4-T situé dans la partie ouest du secteur à l'étude.

La hauteur de cette nappe est également fortement influencée par les précipitations et les saisons. Le niveau piézométrique moyen dans l'horizon de sable silteux se situait, en novembre 2003, à environ 0,50 m sous le niveau naturel du sol au sud de l'emplacement du futur dépôt définitif. Les niveaux piézométriques sont indiqués au Tableau 5-1.

Tableau 5-1 : Niveaux piézométriques dans le sable silteux

IDENTIFICATION DU PUIITS D'OBSERVATION	ÉLÉVATION DU SOL (m)	PROFONDEUR TOTALE DU PUIITS (m)		INTERVALLE DE PROFONDEUR DE LA CRÉPINE (m)		ÉLÉVATION DE LA MARGELLE (m)	NIVEAU D'EAU (m) Novembre 2003	
		Élévation	/ au sol	Élévation	/ au sol		/ à la margelle	Élévation
6	19,54	18,625	0,91	19,22-18,62	0,31-0,91	20,46	1,14	19,32
12	19,46	19,01	0,45	19,31-19,01	0,15-0,45	20,36	1,72	18,64
13	19,205	18,445	0,76	18,89-18,59	0,31-0,61	20,10	1,39	18,71
14	19,25	18,64	0,61	19,09-18,79	0,16-0,46	20,15	1,25	18,90
15	19,99	19,08	0,91	19,84-19,54	0,15-0,45	20,89	1,48	19,41
16	19,51	18,67	0,84	19,36-19,6	0,15-0,45	20,41	1,32	19,09
17	19,30	18,685	0,615	19,16-18,86	0,13-0,43	20,20	18,60	18,34
22	19,33	16,28	3,05	18,72-17,81	0,61-1,52	20,14	1,25	18,89
23	19,29	16,55	2,74	18,68-17,77	0,61-1,52	20,03	-	-
24	20,17	17,43	2,74	19,56-18,95	0,61-1,22	21,03	1,22	19,81

Selon les résultats des études antérieures la conductivité hydraulique du sable silteux serait comprise entre $5,1 \times 10^{-3}$ et 9×10^{-4} cm/s.

L'horizon de sable silteux est considéré de classe III pour les raisons suivantes :

- Cet horizon est discontinu dans le secteur à l'étude ;
- Sa zone saturée est de faible épaisseur (0,50 m en moyenne), voir inexistante par endroit et en fonction de la saison. La quantité d'eau pouvant être extraite de la formation est insuffisante pour en faire l'exploitation ;
- La vulnérabilité de l'eau souterraine est élevée de par le potentiel de percolation de l'eau de ruissellement dans cet horizon de surface.

La nappe du sable silteux ne constitue donc pas un aquifère exploitable.

5.2 ARGILE

5.2.1 Piézométrie

Les niveaux d'eau des puits d'observation crépinés dans la couche d'argile mesurés en novembre 2003 sont présentés au Tableau 5-2.

Tableau 5-2 : Niveaux piézométriques dans l'argile silteuse

IDENTIFICATION DU PUIS D'OBSERVATION	ÉLÉVATION DU SOL (m)	PROFONDEUR TOTALE DU PUIS (m)		INTERVALLE DE PROFONDEUR DE LA CRÉPINE (m)		ÉLÉVATION DE LA MARGELLE (m)	NIVEAU D'EAU (m) Novembre 2003	
		Élévation	/ au sol	Élévation	/ au sol		/ à la margelle	Élévation
F-1-4	19,18	14,91	4,27	17,96-14,91	1,22-4,27	20,10	1,14	18,96
F-2-12	19,12	6,92	12,20	9,97-6,92	9,15-12,20	20,02	5,03	14,99
18	19,27	13,27	6,00	15,27-13,27	4,00-6,00	20,19	6,33	13,86
20	19,716	13,72	6,00	15,72-13,72	4,00-6,00	20,63	1,94	18,69
21	19,171	13,17	6,00	15,17-13,17	4,00-6,00	20,03	5,50	14,53
25	20,17	14,17	12,20	11,03-7,98	9,15-12,20	20,90	4,36	16,54
26	19,77	13,77	5,49	17,33-14,28	2,44-5,49	20,39	0,99	19,40
27	18,88	12,88	5,49	16,44-13,39	2,44-5,49	19,47	1,44	18,03
28	19,68	13,68	5,49	16,94-13,89	2,44-5,49	20,47	2,25	18,22
29	20,04	13,89	5,49	17,60-14,55	2,44-5,49	20,68	1,22	19,46

La profondeur des intervalles crépinés varie d'un puits à l'autre engendrant des variations de la charge hydraulique dans les puits. Dans ce contexte, l'élaboration d'une carte piézométrique est difficilement réalisable. On peut cependant estimer que le sens d'écoulement horizontal se fait essentiellement en direction nord-nord-est, soit en direction du fleuve Saint-Laurent.

5.2.2 Essais de conductivité hydraulique en laboratoire et *in situ*

Le Tableau 5-3 présente les résultats obtenus lors des essais de conductivité réalisées, *in situ* et en laboratoire, à différentes profondeurs dans la couche d'argile silteuse.

Tableau 5-3 : Résultats des essais de conductivité hydraulique dans l'argile silteuse

Identification des puits d'observation	Emplacement du prélèvement (m)		Emplacement de la crépine (m)		Conductivité hydraulique (cm/s)	
	Élévation	Profondeur	Élévation	Profondeur	En laboratoire	<i>in situ</i>
F-1-4			17,96 à 14,91	1,22 à 4,27		$1,3 \times 10^{-5}$
F-6-3				1,8 à 3,2		$7,1 \times 10^{-5}$
F-1-4	16,98 à 16,88	2,2 à 2,3			$8,9 \times 10^{-7}$	
F-7-6				2,5 à 5,5		$6,9 \times 10^{-6}$
F-3-T	12,67 à 12,57	6,4 à 6,5			$3,6 \times 10^{-7}$	
F-8-9				6,0 à 9,0		$7,0 \times 10^{-8}$
F-2-12			9,97 à 6,92	9,15 à 12,20		$1,0 \times 10^{-7}$

Les données de terrain et les fiches de calcul de la conductivité hydraulique sont présentées à l'Annexe C.

Au niveau de la mesure de la conductivité hydraulique dans les puits d'observation, on dénote les tendances suivantes :

- La conductivité hydraulique diminue avec la profondeur. Selon des essais *in situ*, elle passe de $8,4 \times 10^{-5}$ cm/sec dans l'intervalle de 1,8 à 3,2 m pour atteindre une moyenne de $8,5 \times 10^{-8}$ cm/sec dans l'intervalle 9,15 à 12,20 m de profondeur.
- Les conductivités hydrauliques obtenues en laboratoire sont de l'ordre de $8,9 \times 10^{-7}$ cm/sec à une profondeur de 2,2 à 2,3 mètres et de $3,6 \times 10^{-7}$ cm/sec à 6,4-6,5 mètres de profondeur.
- Comme les essais de conductivité hydraulique *in situ* dans l'argile sont réalisés en déplaçant un faible volume d'eau (environ 1,0 à 1,5 litres), la présence de petites lentilles discontinues de sable dans l'intervalle crépiné peut influencer de façon significative le résultat des essais. Ainsi, les résultats obtenus seraient supérieurs à la conductivité hydraulique réelle de l'horizon investigué.
- La diminution de la conductivité hydraulique pourrait être associée à une diminution graduelle de la quantité de silt dans l'argile avec la profondeur.
- Les résultats des essais *in situ* suggèrent que la conductivité hydraulique serait inférieure à 10^{-6} cm/sec à partir environ de 3,0-3,5 m sous la surface du terrain. La profondeur exacte à laquelle le changement se produit devra être validée sur le terrain par des essais additionnels.

Le fond du futur dépôt définitif sera situé à une profondeur comprise entre 4 et 8 m sous la surface du sol. La partie supérieure de l'horizon d'argile silteuse sera donc excavée. Le fond du futur dépôt définitif sera aménagé sur une couche d'argile d'une épaisseur d'au moins 24 mètres avec une conductivité hydraulique de l'ordre de $8,5 \times 10^{-8}$ cm/s. Ce qui excède largement les exigences minimales prévues au RMD pour l'aménagement d'une cellule comportant une seule membrane synthétique d'étanchéité. Par contre, pour tenir compte du fait que sur la base des essais *in situ*, la conductivité hydraulique de la partie supérieure de l'argile silteuse serait supérieure à 10^{-6} cm/s, un second géosynthétique de confinement sera placé sur les parois des cellules jusqu'à une profondeur d'environ 3 à 3,5 m sous la surface du terrain.

5.2.3 Gradient hydraulique et vitesse d'écoulement

Le gradient hydraulique horizontal dans la couche d'argile peut être estimé du même ordre de grandeur que celui de l'horizon superficiel de sable silteux et du till, soit environ 0,005 en direction du fleuve Saint-Laurent.

Un gradient vertical a pu être calculé entre les puits d'observation F-2-12 et F-3-T crépinés, respectivement dans l'argile silteuse sous le niveau prévu du fond des cellules et dans le till, à l'aide de la formule suivante :

$$i = (dH/dL)$$

où i = gradient hydraulique

dH = différence d'élévation des niveaux d'eau dans les puits (m)

dL = distance séparant les deux centres des crépines (m)

Le gradient vertical obtenu est de 0,175.

Pour évaluer la vitesse d'écoulement de l'eau souterraine, on utilise l'équation suivante :

$$V = (K i)/ne$$

où V = vitesse

K = conductivité hydraulique

i = gradient

ne = porosité effective

En utilisant une porosité effective de 0,1, le gradient hydraulique de 0,005 et la conductivité hydraulique moyenne de $4,2 \times 10^{-5}$ cm/s pour la portion supérieure de l'argile, on obtient une vitesse de migration horizontale d'environ 0,7 mètre par année. En utilisant la conductivité hydraulique moyenne de l'argile mesurée sous le fond prévu des cellules (de $8,5 \times 10^{-8}$ cm/s), on obtient une vitesse de migration d'environ 0,001 mètre par année.

La vitesse de migration verticale dans l'argile située sous le fond prévu des cellules est de 0,05 m/année. Cette valeur a été calculée en utilisant la conductivité hydraulique moyenne de $8,5 \times 10^{-8}$ cm/s, le gradient hydraulique vertical de 0,175 et une porosité effective de 0,1.

5.2.4 Classification de la couche d'argile

La couche d'argile de la mer de Champlain, de plus de 30 mètres d'épaisseur est classée III en raison de sa très faible conductivité hydraulique. En effet, elle peut être considérée comme une couche imperméable confinante dont on ne peut extraire une quantité suffisante d'eau.

5.3 TILL

5.3.1 Piézométrie

Les niveaux d'eau dans les puits d'observation crépinés dans l'horizon de till ont été mesurés le 3 décembre 2003. Ils sont présentés au Tableau 5-4.

Tableau 5-4 : Niveaux piézométriques dans le till

IDENTIFICATION DU PUIITS D'OBSERVATION	ÉLÉVATION DU SOL (m)	FOND DU PUIITS (m)		INTERVALLE CRÉPINÉ (m)		ÉLÉVATION DE LA MARGELLE	NIVEAU D'EAU (m) 03/12/03	
		Élévation	Profondeur / au sol	Élévation	Profondeur / au sol		/ à la margelle	Élévation
F-3-T	19,07	-18,88	37,95	-15,83 à -18,88	34,90-37,95	19,82	8,95	10,87
F-4-T	18,38	-15,76	34,14	-12,71 à -15,76	31,09-34,14	19,23	8,68	10,55
F-5-T	16,69	-17,45	34,14	-14,40 à -17,45	31,09-34,14	17,56	9,11	8,45

Une carte des niveaux d'eau représentant les courbes de même niveau piézométrique (courbes isopièzes) ainsi que le sens de l'écoulement de l'eau souterraine dans le till est présentée à la Figure 5-1. Elle a été réalisée à partir des niveaux d'eau dans les puits d'observation F-3-T, F-4-T et F-5-T.

On constate que l'eau souterraine circulant dans le till a une direction d'écoulement vers le nord, soit en direction du fleuve Saint-Laurent.

5.3.2 Essais de conductivité hydraulique *in situ*

Afin de déterminer la conductivité hydraulique de l'horizon de till, des essais *in situ* ont été effectués dans deux puits d'observation crépinés dans cet horizon, soit les puits F-4-T et F-5-T. Les résultats sont présentés au Tableau 5-5.

Tableau 5-5 : Résultats des essais de perméabilité *in situ* dans le till

Identification des puits	Intervalle de profondeur de la crépine (m)	Conductivité hydraulique (cm/s)
F-4-T	31,09 – 34,14	$7,83 \times 10^{-4}$
F-5-T	31,09 – 34,14	$3,91 \times 10^{-4}$

Les données de terrain et les fiches de calcul de la conductivité hydraulique sont présentées à l'Annexe C.

5.3.3 Gradient hydraulique et vitesse d'écoulement

Le gradient hydraulique horizontal mesuré dans le till est de l'ordre de 0,005.

En estimant la porosité effective du till à 25% et en utilisant la conductivité hydraulique moyenne mesurée dans les forages F-4-T et F-5-T de $5,9 \times 10^{-4}$ cm/s, on obtient, en utilisant l'équation présentée à la Section 5.2.3, une vitesse d'écoulement

horizontale d'environ 4,3 m/an donc environ 400 ans pour parcourir la distance entre le site et le fleuve.

5.3.4 Classification de l'horizon de till

L'horizon de till présente une conductivité hydraulique de l'ordre de 10^{-4} cm/s. Cependant, il est classé III en raison de la qualité de ces eaux. En effet, comme le montrent les résultats analytiques présentés à la Section 6.2.3 de ce rapport, les concentrations en baryum, manganèse, sodium et chlorures dans le puits F-3-T crépiné dans le till sont supérieures aux critères pour fin de consommation de la Politique du MENV. L'horizon de till est donc inexploitable.

6.0 QUALITÉ DES EAUX SOUTERRAINES

Afin de connaître la qualité de l'eau souterraine dans le secteur du futur dépôt définitif, un échantillonnage a été réalisé entre le 24 novembre et le 3 décembre 2003. Des échantillons d'eau ont été prélevés dans les nouveaux puits d'observation F-1-4, F-2-12, F-3-T, F-4-T et F-5-T ainsi que dans les anciens puits 12, 13, 14, 15, 20, 24, 25 et 28 situés entre l'actuel et le futur dépôt définitif (Voir Figure 2-1).

6.1 MÉTHODOLOGIE

6.1.1 Échantillonnage

L'échantillonnage de l'eau souterraine des nouveaux puits d'observation a été réalisé par le personnel de DDH. Des échantillonneurs dédiés à chacun des puits (tubes à clapet et tubes Waterra jetables) ont été utilisés aux fins des prélèvements d'eau souterraine, évitant ainsi les risques de contamination entre les puits. Le prélèvement d'échantillons d'eau a été précédé d'une purge suffisante des puits, correspondant à l'enlèvement d'un volume d'eau équivalent à trois (3) fois celui du tubage et de l'enveloppe de sable filtrant ou jusqu'à ce que le puits soit sec.

Quant à l'échantillonnage de l'eau souterraine des anciens puits d'observation situés au sud du futur dépôt définitif, ils ont été effectués par le personnel de la compagnie Enviroservices.

6.1.2 Analyses chimiques

Des paramètres spécifiques ont été sélectionnés en relation avec le potentiel de contamination générée par les activités de l'entreprise. Il s'agit des paramètres suivants :

- pH et dureté;
- Métaux dissous : cadmium, chrome, cuivre, mercure, nickel, plomb et zinc;
- Composés inorganiques : chlorures, cyanures libres et totaux;
- Hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP);
- Hydrocarbures pétroliers C₁₀-C₅₀;
- Phénols totaux;
- Dioxines et furannes.

6.2 RÉSULTATS D'ANALYSES

Selon la Politique du MENV, les critères pour certains métaux (argent, cadmium, cuivre, nickel, plomb et zinc) dépendent de la dureté du milieu récepteur. L'écoulement de l'eau souterraine, au niveau du secteur à l'étude, se fait essentiellement en direction du fleuve Saint-Laurent. Celui-ci est donc l'éventuel milieu récepteur de l'ensemble des eaux souterraines du secteur à l'étude. La dureté de la prise d'eau de Contrecœur dans le fleuve a donc été utilisée dans le calcul des critères pour les métaux précités. Sa valeur de 115,7 mg/L de CaCO₃ nous a été communiquée par monsieur Serge Hébert, Division Suivi de l'état de l'Environnement du MENV.

Les certificats d'analyses sont insérés à l'Annexe D.

6.2.1 Eau souterraine du sable silteux

Les résultats obtenus pour l'eau souterraine prélevée dans le sable silteux sont présentés au Tableau 6-1.

Un seul échantillon présente une concentration en chlorures supérieure au critère du MENV avec 870 000 µg/L pour un critère de 860 000 µg/L. Cet échantillon a été prélevé dans le puits d'observation 15.

6.2.2 Eau souterraine de l'argile silteuse

Les résultats obtenus pour l'eau souterraine prélevée dans l'argile silteuse sont présentés au Tableau 6-2.

L'eau souterraine prélevée dans le puits d'observation F-2-12 présente des concentrations anormalement élevées pour plusieurs paramètres. Entre autres, on retrouve des concentrations supérieures aux critères de résurgence dans les eaux de surface ou d'infiltration dans les égouts du MENV pour les métaux suivants : aluminium, cuivre et zinc. Ces anomalies ne peuvent être expliquées par une contamination provenant de la surface puisque ce secteur n'est pas exploité et que l'eau souterraine prélevée dans le puits F-1-4, aménagé près de la surface, présente des concentrations en aluminium, cuivre et zinc nettement inférieures à celles mesurées dans l'eau du puits d'observation F-2-12. Ces concentrations ne peuvent être expliquées par une migration en provenance du dépôt actuel puisque selon les vitesses de migration estimée à la section précédente, plusieurs centaines d'années

seraient requises pour que l'eau souterraine parcoure cette distance. De plus, les concentrations mesurées dans des puits crépinés dans l'argile situés entre le dépôt et F-2-12, soit les puits 7 et 19, sont nettement inférieures à celles mesurées en F-2-12. Les résultats d'analyses pour les puits 7 et 19 sont insérés à l'Annexe E. Sur la base de ces résultats, on doit conclure que ces anomalies s'expliquent par l'origine de la formation géologique, soit les argiles de la mer de Champlain.

Tableau 6-1 : Résultats analytiques des échantillons d'eau souterraine dans le sable silteux

PARAMÈTRES D'ANALYSES	CRITÈRES ⁽¹⁾ Résurgence dans les eaux de surface ou d'égouts (µg/L)	Puits d'observation				
		12	13	14	15	24
		Profondeur de la crépine (m p/r à la surface du terrain)				
		0,15-0,45	0,31-0,61	0,16-0,46	0,15-0,45	0,61-1,22
Concentration (µg/L)						
pH	-	7,11	7,32	7,06	7,23	7,37
Dureté	-	240	250	300	1300	74
Phénols totaux	490	-	< 10	-	-	-
Métaux dissous ⁽²⁾						
Cadmium (Cd)	1,64	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	1,6
Chrome total	-	< 2	< 2	2	< 2	< 2
Cuivre (Cu)	16	2	3	4	2	5
Mercure (Hg)	0,13	< 0,1	< 0,1	< 0,1	0,1	< 0,1
Nickel (Ni)	530	2	2	2	6	3
Plomb (Pb)	97	0,5	0,3	0,7	0,5	1
Zinc (Zn)	135	< 10	< 10	< 10	38	72
Composés inorganiques						
Chlorures (Cl ⁻)	860 000	8 800	13 000	11 000	870 000	320 000
Cyanures libres	22	< 8	< 6	< 8	< 6	< 6
Cyanures totaux	-	8	6	8	< 6	< 6
Hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP)						
Naphtalène	340	-	< 0,1	-	-	-
Acénaphthylène	-	-	< 0,1	-	-	-
Acénaphène	67	-	< 0,1	-	-	-
Fluorène	1 400 00	-	< 0,1	-	-	-
Phénanthrène	30	-	< 0,1	-	-	-
Anthracène	11 000 00	-	< 0,1	-	-	-
Fluoranthène	2,3	-	< 0,1	-	-	-
Pyrène	1 100 000	-	< 0,1	-	-	-
Chrysène	4,9	-	< 0,1	-	-	-
Benzo(a)anthracène	4,9	-	< 0,1	-	-	-
Benzo(b+k+j)fluoranthène	4,9	-	< 0,1	-	-	-
Benzo(a)pyrène	4,9	-	< 0,012	-	-	-
Indéno(1,2,3-cd)pyrène	4,9	-	< 0,1	-	-	-
Dibenzo(a,h)anthracène	4,9	-	< 0,1	-	-	-
1,2-Benzanthracène-7,12-diméthyl	-	-	< 0,1	-	-	-
3-Méthylcholanthrène	-	-	< 0,1	-	-	-
Dibenzo(a,h)pyrène	-	-	< 0,5	-	-	-
Dibenzo(a,l)pyrène	-	-	< 0,6	-	-	-
Benzo(c)phénanthrène	-	-	< 0,1	-	-	-
Benzo(g,h,i)pérylène	-	-	< 0,1	-	-	-
Dioxines et Furannes	3,1 10 ⁻⁷	-	2,4 10 ⁻⁷	-	-	-

Source: Échantillonnage des eaux souterraines par Enviroservices en novembre 2003.

Légende

< 30	:inférieur aux limites de détection méthodologique
-	:pas de critère disponible actuellement ou non analysé
5	:valeur excédant les critères pour les résurgences dans les eaux de surface ou d'infiltration dans les égouts

Notes ¹ Les critères présentés dans ce tableau sont exprimés en µg/L et proviennent de la *Politique de protection des sols et de réhabilitation des terrains contaminés* (MENV, juin 1999, révisé novembre 2001).

² Pour certains métaux (Ag, Cd, Cu, Ni, Pb et Zn), les critères augmentent avec la dureté du milieu récepteur. Les valeurs données comme critères dans le tableau ont été corrigées en fonction de la dureté dans la prise d'eau de Contrecoeur dans le fleuve Saint-Laurent de 115,7 mg/L de CaCO₃.

Tableau 6-2 : Résultats analytiques des échantillons d'eau souterraine de l'argile silteuse

PARAMÈTRES D'ANALYSES	CRITÈRES ⁽¹⁾ Réurgence dans les eaux de surface ou d'égouts (µg/L)	Puits d'observation					
		20	25	28	29	F-1-4	F-2-12
		Profondeur de la crépine (m par rapport à la surface du terrain)					
		4,00-6,00	9,15-12,2	2,44-5,49	2,44-5,49	1,22-4,27	9,15-12,2
Concentrations (µg/L)							
pH	-	7,68	7,75	7,42	7,74	-	-
Dureté	-	550	820	870	430	-	-
Phénols totaux	490	-	-	-	-	-	-
Métaux dissous ⁽²⁾							
Aluminium (Al)	750	-	-	-	-	150	1400
Antimoine (Sb)	-	-	-	-	-	< 6	< 6
Argent (Ag)	2,6	-	-	-	-	< 0,3	< 0,3
Arsenic (As)	340	-	-	-	-	< 2	< 2
Baryum (Ba)	5300	-	-	-	-	30	430
Cadmium (Cd)	1,64	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 1	1
Calcium (Ca)	-	-	-	-	-	90 000	160 000
Chrome total	-	2	2	3	< 2	< 30	90
Cobalt (Co)	500	-	-	-	-	< 30	50
Cuivre (Cu)	16	3	< 1	6	< 1	3	88
Magnésium (Mg)	-	-	-	-	-	46 000	110 000
Manganèse (Mn)	-	-	-	-	-	110	1900
Molybdène (Mo)	2000	-	-	-	-	< 30	< 30
Mercure (Hg)	0,13	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	-	-
Nickel (Ni)	530	2	13	17	13	10	120
Potassium (K)	-	-	-	-	-	5 700	36 000
Plomb (Pb)	97	0,9	< 0,2	2,5	< 0,2	< 1	24
Sélénium (Se)	20	-	-	-	-	3	2
Sodium (Na)	-	-	-	-	-	51 000	710 000
Zinc (Zn)	135	< 10	< 10	29	< 10	97	270
Composés inorganiques							
Chlorures (Cl ⁻)	860 000	580 000	2 300 000	420 000	340 000	22 000	720 000
Cyanures libres	22	< 7	< 6	< 6	< 6	-	-
Cyanures totaux	-	7	< 6	< 6	< 6	-	-
Hydrocarbures pétroliers C ₁₀ -C ₅₀	3500	-	-	-	-	-	-
Hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP)							
Naphtalène	340	-	-	-	-	-	-
Acénaphthylène	-	-	-	-	-	-	-
Acénaphène	67	-	-	-	-	-	-
Fluorène	1 400 00	-	-	-	-	-	-
Phénanthrène	30	-	-	-	-	-	-
Anthracène	11 000 00	-	-	-	-	-	-
Fluoranthène	2,3	-	-	-	-	-	-
Pyrène	1 100 000	-	-	-	-	-	-
Chrysène	4,9	-	-	-	-	-	-
Benzo(a)anthracène	4,9	-	-	-	-	-	-
Benzo(b+k+j)fluoranthène	4,9	-	-	-	-	-	-
Benzo(a)pyrène	4,9	-	-	-	-	-	-
Indéno(1,2,3-cd)pyrène	4,9	-	-	-	-	-	-
Dibenzo(a,h)anthracène	4,9	-	-	-	-	-	-
1,2-Benzanthracène-7,12-diméthyl	-	-	-	-	-	-	-
3-Méthylcholanthrène	-	-	-	-	-	-	-
Dibenzo(a,h)pyrène	-	-	-	-	-	-	-
Dibenzo(a,l)pyrène	-	-	-	-	-	-	-
Benzo(c)phénanthrène	-	-	-	-	-	-	-
Benzo(g,h,i)pérylène	-	-	-	-	-	-	-

Source: Échantillonnage des eaux souterraines par Enviroservices en novembre 2003 pour les puits 20, 25, 28 et 29.

Légende

< 30	: inférieur aux limites de détection méthodologique
-	: pas de critère disponible actuellement ou non analysé
5	: valeur excédant les critères pour les résurgences dans les eaux de surface ou d'infiltration dans les égouts

Notes

(1): Les critères présentés dans ce tableau sont exprimés en µg/l et proviennent de la *Politique de protection des sols et de réhabilitation des terrains contaminés* (MENV, juin 1999, révisé novembre 2001).

(2): Pour certains métaux, les critères augmentent avec la dureté du milieu récepteur.

Les valeurs données comme critères dans le tableau ont été corrigées en fonction de la dureté dans la prise d'eau de Contrecoeur dans le Saint-Laurent de 115,7 mg/L de CaCO₃.

Le dépassement du critère du MENV pour les chlorures a également été observé dans l'eau souterraine du puits d'observation 25. Cependant, le fait que la couche d'argile soit constituée d'argiles marines de la mer de Champlain peut expliquer ce résultat. De plus, malgré certaines anomalies, les résultats d'analyses indiquent une augmentation de la concentration en chlorures avec la profondeur.

Trois échantillons d'argile (F-3-T #1, 2 et 5) ont été centrifugés par le laboratoire S.M. afin d'en extraire l'eau interstitielle. Un volume d'eau de 25 ml a pu être extrait de l'échantillon F-3-T #1 alors que seulement 10 ml d'eau interstitielle ont été obtenus pour les échantillons F-3-T #2 et F-3-T #5. Ces eaux ont été envoyées au laboratoire Maxxam pour fins d'analyses. Les concentrations en calcium, magnésium, potassium, sodium ainsi que chlorures, lorsque le volume le permettait, ont été déterminées. Les résultats analytiques sont présentés au Tableau 6-3.

De façon générale, on constate une augmentation des concentrations en calcium, magnésium mais surtout des concentrations en potassium et sodium avec la profondeur.

6.2.3 Eau souterraine du till

Les résultats analytiques sont présentés au Tableau 6-4.

On constate des concentrations nettement plus élevées dans F-3-T que dans les puits F-4-T et F-5-T. On note entre autre un dépassement des critères de résurgence dans les eaux de surface ou d'infiltration dans les égouts du MENV pour le sélénium et les chlorures. Aucun dépassement des critères de résurgence pour les eaux de surface ou d'infiltration dans les égouts du MENV n'a été observé pour les paramètres analysés dans les eaux des puits d'observation F-4-T et F-5-T, situés en aval hydraulique de F-3-T.

Les critères pour fin de consommation sont, quant eux, dépassés pour le baryum, le sélénium, le sodium et les chlorures dans le puits F-3-T ainsi que pour le manganèse dans les trois puits.

Le prélèvement de l'eau souterraine du puits d'observation F-4-T a été pris en duplicata. Les concentrations obtenues montrent une bonne reproductibilité des résultats.

Pour les mêmes raisons que celles évoquées pour expliquer les anomalies notées en F-2-12, les concentrations mesurées en F-3-T doivent être associées à des origines naturelles. Ces deux puits étant situés dans le même secteur.

Tableau 6-3 : Résultats analytiques des eaux interstitielles

PARAMÈTRES D'ANALYSES	IDENTIFICATION DES ÉCHANTILLONS ET CONCENTRATIONS (µg/L)		
	F-3-T #1 (6,00-6,75 m)	F-3-T #2 (12,20-12,95 m)	F-3-T #5 (24,40-25,15 m)
Métaux et métalloïdes			
Calcium (Ca)	22 000	17 000	53 000
Magnésium (Mg)	44 000	44 000	150 000
Potassium (K)	29 000	36 000	84 000
Sodium (Na)	450 000	1 000 000	2 600 000
Composés inorganiques			
Chlorures (Cl ⁻) ⁽¹⁾	340 000	-	-

Note ⁽¹⁾: Les chlorures n'ont pu être analysés pour les échantillons F-3-T #2 et F-3-T #5 car le volume d'eau extrait était insuffisant.

Tableau 6-4 : Résultats analytiques de l'eau souterraine du till

PARAMÈTRES D'ANALYSES	CRITÈRES ⁽¹⁾ Résurgence dans les eaux de surface ou d'égouts (µg/L)	Identification des puits d'observation			
		F-3-T	F-4-T	Duplicata	F-5-T
		Profondeur de la crépine (m par rapport à la surface du terrain)			
		34,90-37,95	31,09-34,14	31,09-34,14	31,09-34,14
		Concentrations (µg/L)			
Métaux et métalloïdes ⁽²⁾					
Aluminium (Al)	750	150	260	300	210
Antimoine (Sb)	-	< 6	< 6	< 6	< 6
Argent (Ag)	2,6	0,8	< 0,3	< 0,3	< 0,3
Arsenic (As)	340	10	< 2	< 2	< 2
Baryum (Ba)	5 300	3500	170	170	130
Cadmium (Cd)	1,64	< 1	< 1	< 1	< 1
Calcium (Ca)	-	84 000	43 000	44 000	44 000
Chrome total	-	< 30	< 30	< 30	< 30
Cobalt (Co)	500	< 30	< 30	< 30	< 30
Cuivre (Cu)	16	13	16	16	14
Magnésium (Mg)	-	110 000	14 000	13 000	16 000
Manganèse (Mn)	-	85	54	55	80
Molybdène (Mo)	2 000	< 30	< 30	< 30	< 30
Nickel (Ni)	530	< 10	< 10	< 10	< 10
Potassium (K)	-	28 000	6 200	6 300	5 000
Plomb (Pb)	97	3	8	9	4
Sélénium (Se)	20	34	2	2	2
Sodium (Na)	-	1300 000	81 000	76 000	86 000
Zinc (Zn)	135	27	69	73	44
Composés inorganiques					
Chlorures (Cl ⁻)	860 000	2 000 000	120 000	110 000	120 000

Légende

< 30	:inférieur aux limites de détection méthodologique
-	:pas de critère disponible actuellement ou non analysé
5	:valeur excédant les critères pour les résurgences dans les eaux de surface ou d'infiltration dans les égouts

Notes

¹: Les critères présentés dans ce tableau sont exprimés en µg/L et proviennent de la *Politique de protection des sols et de réhabilitation des terrains contaminés (MENV, 1999, révisée 2001)*.

²: Pour certains métaux, les critères augmentent avec la dureté du milieu récepteur.

Les valeurs données comme critères dans le tableau ont été corrigées en fonction de la dureté dans la prise d'eau de Contrecoeur dans le Saint-Laurent de 115,7 mg/L de CaCO₃.

7.0 CONCLUSIONS

L'étude hydrogéologique et géotechnique réalisée sur la propriété de Norambar en vue de la construction d'un dépôt définitif des poussières d'aciérage permet de faire les constats suivants :

- Les formations de sable silteux, argile silteuse et till présents au niveau de la zone d'étude sont de classe III. Ces horizons ne présentent donc pas de potentiel d'exploitation pour l'alimentation en eau potable.
- Le seul horizon susceptible de fournir une quantité suffisante d'eau pour l'alimentation est le till. Cependant, les concentrations mesurées pour le baryum, le sélénium, le sodium, les chlorures ainsi que pour le manganèse excèdent les critères de consommation du MENV. Ces concentrations s'expliquent par l'origine géologique des dépôts, soit les dépôts de la mer de Champlain.
- L'écoulement général de l'eau souterraine se fait en direction du fleuve Saint-Laurent.
- Les propriétés de l'argile permettent l'aménagement de cellule de confinement d'une profondeur approximative de 8 m.
- La couche d'argile présente sous le fond du futur dépôt excède les exigences du RMD pour l'aménagement d'une cellule comportant une seule membrane d'étanchéité.
- L'horizon de sable de surface devra être remplacé par de l'argile compactée pour former les parois des cellules.
- Les essais en laboratoire indiquent que l'ensemble de la couche d'argile possède une conductivité hydraulique inférieure à 10^{-6} cm/s. Cependant, selon les essais *in situ* la partie supérieure, jusqu'à une profondeur d'environ 3 à 3,5 m possède une conductivité hydraulique supérieure à 10^{-6} cm/s. Pour pallier à cette divergence dans les résultats, une deuxième membrane de confinement devrait être installée sur les parois des cellules dans cet intervalle.
- La couche d'argile silteuse rencontrée sur le site est à toute fin pratique imperméable ce qui permet de conclure que les risques de migration de contaminant sont négligeables.

