



Mittal Canada inc.

Complexe de Contrecoeur (Québec)

Étude hydrogéologique et géotechnique

RAPPORT FINAL
N/D : DDH-06-049

Décembre 2006



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



Mittal Canada inc.

Complexe de Contrecoeur (Québec)

Étude hydrogéologique et géotechnique

RAPPORT FINAL
N/D : DDH-06-049

Décembre 2006

Préparé par :

Sonia Lacombe, M.Sc.
Directrice de projets

Révisé par :

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



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..... | 3 |
| 2.1 | Méthodologie..... | 3 |
| 2.1.1 | Travaux de terrain | 3 |
| 2.1.2 | Essais de laboratoire | 5 |
| 3.0 | GÉOLOGIE..... | 7 |
| 3.1 | Géologie régionale | 7 |
| 3.1.1 | Dépôts meubles | 7 |
| 3.1.2 | Socle rocheux et affleurement..... | 7 |
| 3.2 | Stratigraphie du secteur à l'étude | 8 |
| 4.0 | CONDITIONS GÉOTECHNIQUES..... | 11 |
| 5.0 | CONDITIONS HYDROGÉOLOGIQUES..... | 13 |
| 5.1 | Sable silteux de surface | 13 |
| 5.2 | Argile | 14 |
| 5.2.1 | Piézométrie | 14 |
| 5.2.2 | Essais de conductivité hydraulique <i>in situ</i> et en laboratoire | 14 |
| 5.2.3 | Gradient hydraulique et vitesse d'écoulement..... | 15 |
| 5.2.4 | Classification de la couche d'argile | 16 |
| 5.3 | Till..... | 16 |
| 5.3.1 | Piézométrie | 16 |
| 5.3.2 | Essais de conductivité hydraulique <i>in situ</i> | 17 |
| 5.3.3 | Gradient hydraulique et vitesse d'écoulement..... | 17 |
| 5.3.4 | Classification de l'horizon de till | 17 |
| 6.0 | QUALITÉ DES EAUX SOUTERRAINES..... | 19 |
| 6.1 | Méthodologie..... | 19 |
| 6.1.1 | Échantillonnage..... | 19 |
| 6.1.2 | Analyses chimiques..... | 19 |
| 6.2 | Résultats d'analyses | 19 |
| 6.2.1 | Eau souterraine de l'argile silteuse | 20 |
| 6.2.2 | Eau souterraine du till..... | 20 |
| 7.0 | CONCLUSIONS..... | 23 |

LISTE DES FIGURES

| | |
|----------|---|
| Figure 1 | Emplacement de Mittal Canada inc. |
| Figure 2 | Emplacement des sondages et de la coupe stratigraphique |
| Figure 3 | Coupe stratigraphique |
| Figure 4 | Carte piézométrique |

LISTE DES TABLEAUX

| | |
|-----------|---|
| Tableau 1 | Niveaux piézométriques des puits du site – 6 octobre 2006 |
| Tableau 2 | Résultats des essais de conductivité hydraulique |
| Tableau 3 | Résultats analytiques de l'eau souterraine – 6 et 26 octobre 2006 |
| Tableau 4 | Résultats analytiques de l'eau souterraine – Contrôle de la qualité |

ANNEXES

| | |
|----------|---------------------------------------|
| Annexe A | Fiches de forages |
| Annexe B | Étude géotechnique |
| Annexe C | Essais de conductivité hydraulique |
| Annexe D | Certificats d'analyses du laboratoire |

1.0 INTRODUCTION

Dans le cadre de son projet d'aménagement d'un lieu d'élimination par dépôt définitif de ses poussières d'aciérage, Mittal Canada inc (ci-après nommé MCI) 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 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 montre le secteur à l'étude et l'emplacement du futur dépôt définitif, sur la propriété de MCI. Par convention, le nord du secteur à l'étude a été établi en direction du fleuve Saint-Laurent.

1.2 CONTENU ET UTILISATION DU RAPPORT

Le présent rapport a été préparé à l'intention de MCI 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 certains documents reliés 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, les données suivantes ont été recueillies dans le cadre de la caractérisation hydrogéologique et géotechnique : un profil stratigraphique, une description détaillée de la couche d'argile ainsi que des mesures de conductivité hydraulique.

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 du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs (MDDEP) 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 au cours des mois de septembre et octobre 2006 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 deux puits d'observation, le prélèvement d'échantillons d'argile, la mesure des niveaux piézométriques ainsi que la réalisation d'essais de conductivité hydraulique.

Installation de puits d'observation

La Figure 2 présente l'emplacement des puits d'observation implantés dans le cadre de cette étude. Deux forages (K-1-P et K-1-TP) ont été installés dans une zone en friche, à l'aval hydraulique de l'emplacement du futur dépôt définitif.

Les forages K-1-P et K-1-TP ont été effectués à l'aide d'une foreuse sur chenille de type CME-55 de la compagnie Forage André Roy inc.

Les deux forages ont été convertis 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 pour le puits K-1-P et de 0,915 mètre pour le puits K-1-TP. Les ouvertures de la crépine sont de 0,25 mm. 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 d'arpenteurs-géomètres Services Génicad a été retenue afin de localiser et niveler les puits utilisés dans le cadre de cette étude. Les relevés ont été effectués le 5 octobre 2006.

Caractérisation de l'argile silteuse

Cinq échantillons d'argile ont été prélevés à des profondeurs variant entre 2,44 et 27,59 m dans le forage K-1-TP. 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.

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 le 6 octobre 2006.

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 un puits d'observation crépiné dans la couche d'argile, soit le puits K-1-P. Cet essai a été réalisé entre le 10 et le 13 octobre 2006. Des essais de conductivité hydraulique ont également été effectués sur trois autres puits du

site en 2002¹ (PO-1, PO-3 et PO-5). Ces puits sont également crépinés dans la couche d'argile.

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 à proximité du futur dépôt définitif, une campagne d'échantillonnage a été réalisée en octobre 2006. Le programme comprenait le prélèvement :

- d'un échantillon d'eau souterraine issue de l'horizon d'argile silteuse;
- de deux 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 à proximité du futur dépôt définitif, les échantillons d'argile prélevés dans les forages ont été soumis aux essais en laboratoire suivants :

- Détubage et descriptions visuelles (sur les 5 échantillons);
- Mesure de la teneur en eau (sur 8 échantillons);
- Résistance au cisaillement, cônes suédois (sur 3 échantillons);
- Limites de consistance (sur 5 échantillons);

¹ Roche. ISPAT SIDBEC, Étude hydrogéologique de la cellule d'enfouissement des poussières d'aciérage. Mars 2002 – Rapport.

- Essais de consolidation œnométriques (1 essai).

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, deux essais de perméabilité triaxiale à charge constante ont été réalisés sur les échantillons d'argile prélevés dans le forage K-1-TP, à des profondeurs de 2,8 à 2,9 mètres et 14,8 à 14,9 mètres.

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, l'argile et le till².

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.

L'épaisseur des dépôts meubles est importante dans la région de la propriété à l'étude. Les argiles de la mer de Champlain constituent l'unité la plus épaisse et la plus fréquemment rencontrée. Sur la majorité de la propriété de MCI, une mince couche de sable associée aux hautes terrasses d'origine glaciaire se retrouve au-dessus de l'argile.

L'argile repose sur une couche de till dont la composition locale 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 Pontgravé³. Elles sont essentiellement composées de calcaire et de shale.

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

² Ministère des Ressources naturelles, de la Faune et des Parcs – Géologie des dépôts meubles de la région de Verchères. Lasalle, Québec, 1963.

³ 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 du forage réalisé par DDH ainsi que dans les forages effectués lors des études environnementales antérieures se compose des horizons suivants :

- Terre végétale;
- Sable à sable silteux brun à gris;
- Argile grise;
- Till;
- Socle rocheux.

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

Terre végétale

L'épaisseur moyenne de terre végétale 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 des puits d'observations K-1-P et K-1-TP.

Sable silteux

L'horizon de sable silteux gris-brun contient des proportions variables de silt. Il est présent sur l'ensemble du secteur à l'étude sur une épaisseur variant entre 0,75 et 2,05 mètres, pour une valeur moyenne d'environ 1,6 mètre.

Argile grise

L'horizon sous-jacent au sable silteux est constitué d'une couche d'argile de la mer de Champlain. Son épaisseur est estimée à au moins 28,34 mètres dans le secteur des puits d'observation K-1-P et K-1-TP.

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 les différents forages réalisés sur le site. Par conséquent, il s'agit de lentilles d'étendue restreinte.

Les essais réalisés en laboratoire permettent de la classer dans la catégorie des argiles inorganiques de plasticité élevée et de consistance moyenne à raide selon les valeurs de la résistance au cisaillement mesurée qui varie de 46 à 61 kPa, avec une moyenne de 53 kPa. Sa teneur en eau varie entre 37 et 72 %, avec une moyenne de 67 %, ce qui excède sa limite de liquidité.

Till

Le till est composé de silt sableux, avec un peu de gravier et argile en trace. Son épaisseur est d'au moins deux mètres à l'emplacement du forage K-1-TP. Le till rencontré dans des forages effectués sur la propriété voisine du site contient de nombreux fragments de roc fracturé. Son épaisseur varie environ entre 4 et 4,5 mètres.

Socle rocheux

Le roc n'a possiblement pas été atteint au forage K-1-TP puisque le forage s'est arrêté à une profondeur de 32,62 mètres sous la surface du sol, possiblement à cause d'un refus sur bloc. Le roc a été rencontré à des profondeurs variant entre 34,14 et 37,95 mètres sur la propriété voisine. 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 :

- Faire la synthèse des travaux géotechniques antérieurs qui ont été réalisés sur le terrain visé par le projet;
- Compléter l'information géotechnique existante;
- À partir des résultats d'essais géotechniques, vérifier les conditions de stabilité des cellules du futur dépôt définitif vis-à-vis :
 - du soulèvement du fond des excavations,
 - des talus de bord de cellule,
 - des talus de poussières;
- Évaluer l'amplitude et la vitesse des tassements de la couche d'argile.

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

- la profondeur maximale d'excavation ne devrait pas dépasser 12,55 mètres afin de maintenir un facteur de sécurité de 1,5 face au soulèvement du fond d'excavation;
- la surcharge appliquée par les cellules du dépôt définitif engendrera des tassements inférieurs à 0,1 mètre.
- les facteurs de sécurité obtenus pour les différentes géométries étudiées sont supérieurs au minimum requis. La stabilité des ouvrages est ainsi garantie dans les conditions considérées.
- la teneur en eau supérieure à la limite de liquidité et la sensibilité au remaniement devront être prises en compte pour utiliser l'argile excavée.

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.

5.0 CONDITIONS HYDROGÉOLOGIQUES

Les données hydrogéologiques du secteur 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 28 m d'argile. Les conditions hydrogéologiques de ces deux unités ainsi que de la couche d'argile sont présentées 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. D'autre part, cet horizon est discontinu. Il n'est pas noté à l'emplacement de certains forages effectués à proximité de la cellule d'entreposage de poussière d'aciérage N° 5.

Basée sur les informations disponibles dans le secteur, la hauteur de cette nappe serait également fortement influencée par les précipitations et les saisons. 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 peut également varier selon les saisons. 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 le 6 octobre 2006 sont présentés au Tableau 1.

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, seuls les niveaux d'eau mesurés dans les puits crépinés à des élévations chevauchant l'intervalle d'environ 14 à 17 mètres ont été utilisés pour produire une carte piézométrique de l'unité d'argile (voir Figure 4). La direction d'écoulement horizontal à proximité des cellules actuelles semble radiale vers les cellules. La présence d'un système de drainage du site composé de fossés à proximité des cellules pourrait expliquer le patron d'écoulement. Dans le secteur plus éloigné des cellules, la direction d'écoulement semble vers le nord-nord-est, soit en direction du fleuve Saint-Laurent.

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

Le Tableau 2 présente les résultats obtenus lors des essais de conductivité réalisés, *in situ* et en laboratoire, à différentes profondeurs dans la couche d'argile silteuse.

L'Annexe C présente le détail des résultats des essais de conductivité effectués *in situ* et en laboratoire.

Les résultats des essais *in situ* et en laboratoire suggèrent que la conductivité hydraulique serait inférieure à 10^{-6} cm/sec à partir d'environ 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.

Les propriétés géotechniques de l'argile permettraient l'aménagement de cellule de confinement jusqu'à une profondeur maximale de 12,55 m. Cependant, la conception préliminaire des cellules prévoit une profondeur maximale de seulement 8 mètres, pour une moyenne de 6 mètres. 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'environ 22 mètres avec une conductivité hydraulique de l'ordre de 1×10^{-7} cm/s, ce qui assure une étanchéité nettement supérieure aux 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 3,5 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 à environ 0,006 en direction générale du fleuve Saint-Laurent.

Un gradient vertical a pu être calculé entre les puits d'observation K-1-P et K-1-TP crépinés, respectivement dans l'argile silteuse 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 0,203.

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 0,1⁴, le gradient hydraulique horizontal de 0,006 et la conductivité hydraulique moyenne de $6,3 \times 10^{-6}$ cm/s pour la portion supérieure de l'argile, on obtient une vitesse de migration horizontale d'environ 0,1 mètre par année. En utilisant la conductivité hydraulique moyenne de l'argile mesurée sous le fond prévu des cellules (de l'ordre de 1×10^{-7} cm/s), on obtient une vitesse de migration d'environ 0,002 mètre par année.

La vitesse de migration verticale dans l'argile est de 0,06 m/année. Cette valeur a été calculée en utilisant la conductivité hydraulique moyenne de 1×10^{-7} cm/s, le gradient hydraulique vertical de 0,202 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, d'une épaisseur d'environ 28 mètres, 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

Le puits K-1-TP est le seul puits crépiné dans l'horizon de till sur le site. Le niveau d'eau mesuré dans ce puits le 6 octobre 2006 est inclus au Tableau 1. Aucune direction

⁴ Domenico, P.A., and Schwartz, F.W., 1990, Physical and Chemical Hydrogeology : John Wiley and Sons, New York, 824 p.

d'écoulement n'a pu être estimée sur le site puisqu'un seul puits crépiné dans l'unité de till y est présent.

Cependant, d'après les données régionales, la direction d'écoulement dans l'unité de till semble être vers le nord-nord-est, soit en direction du fleuve Saint-Laurent.

5.3.2 Essais de conductivité hydraulique *in situ*

Aucun essai de conductivité hydraulique concluant n'a pu être complété dans le puits K-1-TP, crépiné dans l'horizon de till. Cependant, la conductivité hydraulique de cette unité a été évaluée sur la propriété voisine par des essais *in situ* effectués dans deux puits. La valeur de conductivité hydraulique moyenne pour le till a été estimée à $5,9 \times 10^{-4}$ cm/s.

5.3.3 Gradient hydraulique et vitesse d'écoulement

Aucun gradient hydraulique n'a pu être estimé sur le site puisqu'un seul puits crépiné dans l'unité de till y est présent. Cependant, le gradient hydraulique horizontal mesuré dans le till présent sur la propriété voisine est de l'ordre de 0,005.

En estimant la porosité effective du till à 25 % et en utilisant la conductivité hydraulique moyenne 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 horizontal d'environ 4,3 m/an, donc environ 450 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 ses eaux. En effet, comme le montrent les résultats analytiques présentés à la Section 6.2.3 de ce rapport, les concentrations naturelles en chlorures dans le puits K-1-TP crépiné dans le till est supérieure au critère pour fins de consommation de la Politique du MDDEP. 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 2 et le 26 octobre 2006. Des échantillons d'eau ont été prélevés dans les nouveaux puits d'observation K-1-P et K-1-TP.

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 *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 de l'eau stagnante jusqu'à ce que le puits soit sec.

6.1.2 Analyses chimiques

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

- Métaux dissous : cadmium, chrome, cuivre, fer, manganèse, mercure, nickel, plomb et zinc;
- Composés inorganiques : chlorures, cyanures totaux;
- Hydrocarbures pétroliers C₁₀-C₅₀;
- Phénols.

6.2 RÉSULTATS D'ANALYSES

Selon la Politique du MDDEP, les critères pour certains métaux (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 120 mg/L de CaCO₃ nous a été communiquée par le représentant de Mittal, qui possède des données sur la qualité de l'eau du fleuve Saint-Laurent à la hauteur du site.

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

6.2.1 Eau souterraine de l'argile silteuse

Les résultats obtenus pour l'eau souterraine prélevée dans l'argile silteuse sont présentés au Tableau 3.

L'eau souterraine prélevée dans le puits d'observation K-1-P ne présente aucun dépassement des critères de résurgence pour les eaux de surface ou d'infiltration dans les égouts du MDDEP.

Le prélèvement de l'eau souterraine du puits d'observation K-1-P a été pris en duplicata. Les concentrations obtenues montrent une bonne reproductibilité des résultats, tels que présentés au Tableau 4.

6.2.2 Eau souterraine du till

Les résultats analytiques sont présentés au Tableau 3.

On constate un dépassement des critères de résurgence dans les eaux de surface ou d'infiltration dans les égouts du MDDEP pour les chlorures seulement. Le fait que l'unité de till se trouve sous l'unité d'argiles marines de l'ancienne mer de Champlain peut expliquer ce résultat. De plus, les résultats d'analyses indiquent une augmentation de la concentration en chlorures avec la profondeur, entre l'unité d'argile silteuse et le till.

Une anomalie a cependant été notée dans les résultats d'analyses du puits K-1-TP. Les résultats d'analyses des échantillons prélevés le 6 octobre 2006 indiquaient que des hydrocarbures pétroliers C₁₀-C₅₀ étaient mesurés en concentrations de 240 ug/L dans l'unité de till. L'eau souterraine du puits K-1-TP a été ré-échantillonnée le 23 octobre 2006 et analysée pour ce composé. Les résultats de la deuxième campagne sont sous la limite de détection, soit moins de 100 ug/L. Vu la nature et la profondeur de l'unité de till présente sur le site, il semblerait peu probable que les résultats suggérant la présence d'hydrocarbures pétroliers dans cette unité soient valables. Une erreur analytique

pourrait expliquer ce résultat. Le résultat du deuxième échantillon est donc considéré comme représentatif de la qualité de l'eau souterraine du till.

7.0 CONCLUSIONS

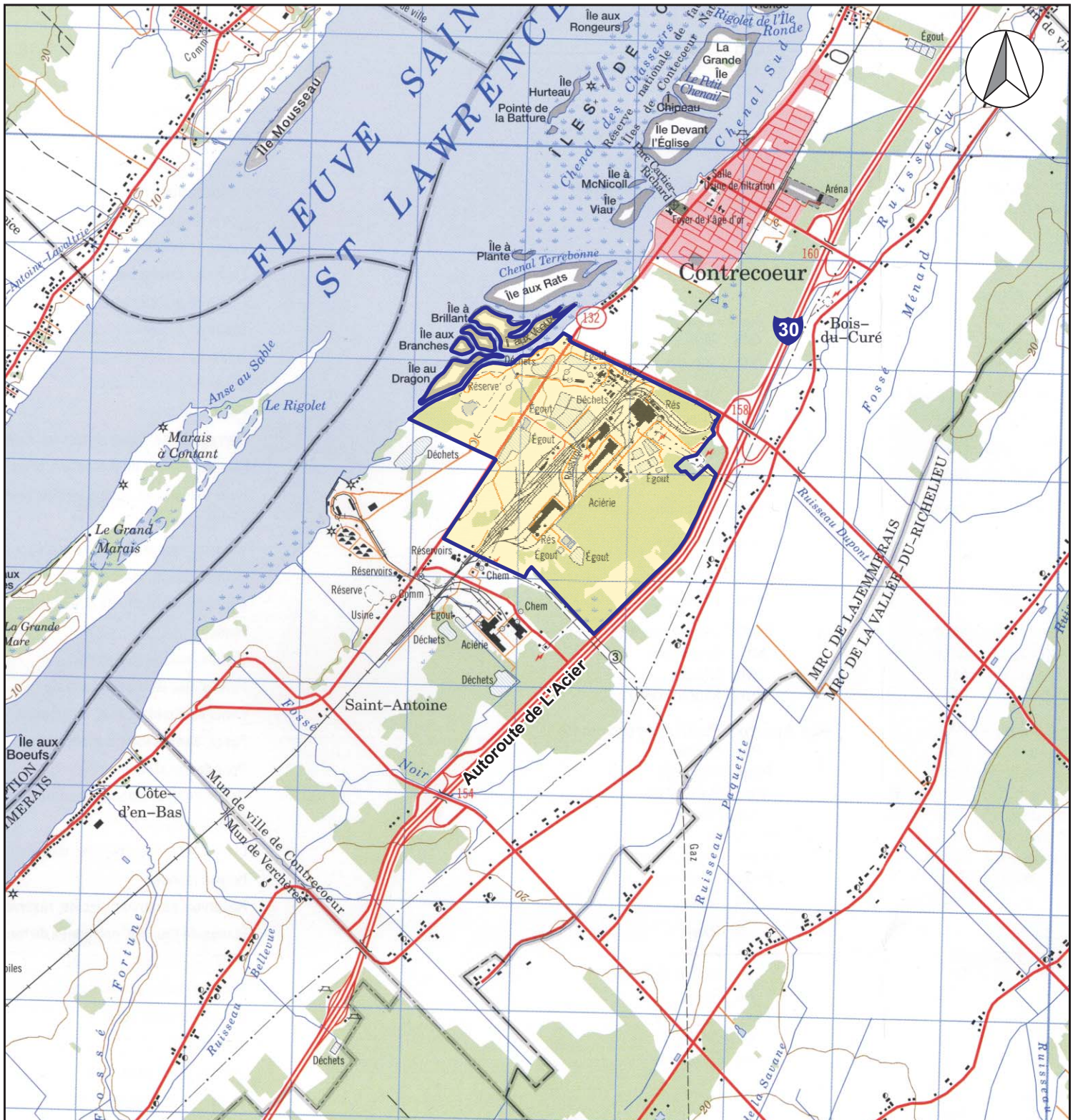
L'étude hydrogéologique et géotechnique réalisée sur la propriété de MCI en vue de la construction d'un dépôt définitif des poussières d'aciérage permet de faire les constats suivants :

- 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 les chlorures excèdent les critères de consommation du MDDEP. 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 géotechniques de l'argile permettraient l'aménagement de cellule de confinement jusqu'à une profondeur maximale de 12,55 m. Cependant, la conception préliminaire des cellules prévoit une profondeur maximale de seulement 8 mètres, pour une moyenne de 6 mètres;
- La couche d'argile présente à une profondeur supérieure à environ 3,5 mètres sous la surface du sol respecte donc 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 de conductivité hydraulique, de laboratoire ou *in situ* effectués sur les argiles situées à des profondeurs supérieures à 3,5 mètres sont inférieurs à 10^{-6} cm/s. La couche d'argile présente à une profondeur supérieure à environ 3,5 mètres sous la surface du sol respecte donc les exigences du RMD pour l'aménagement d'une cellule comportant une seule membrane d'étanchéité. Cependant, les résultats obtenus dans les intervalles chevauchant la partie supérieure de l'argile (moins que 3,5 mètres) ne respectent pas ce critère. Pour pallier ces résultats, une deuxième membrane de confinement devrait être installée sur les parois des cellules dans la


partie supérieure de l'argile. Ces résultats sont similaires à ceux obtenus sur la propriété voisine (MCCOI);

- 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 contaminants sont négligeables.

FIGURES



Légende

 Mittal Canada inc. 3900, route des Acieries



Échelle approximative (1: 50 000)

Source : Ressources naturelles Canada (2002), Verchères 31H/14.

FIGURE 1
EMPLACEMENT DE
MITTAL CANADA INC.
MCI - Complexe de Contrecoeur
Étude d'impact
Étude hydrogéologique et géotechnique



DDH Environnement ltée
 505, boul. René-Lévesque Ouest
 8e étage, Montréal (Québec)

Préparé par : A.G.

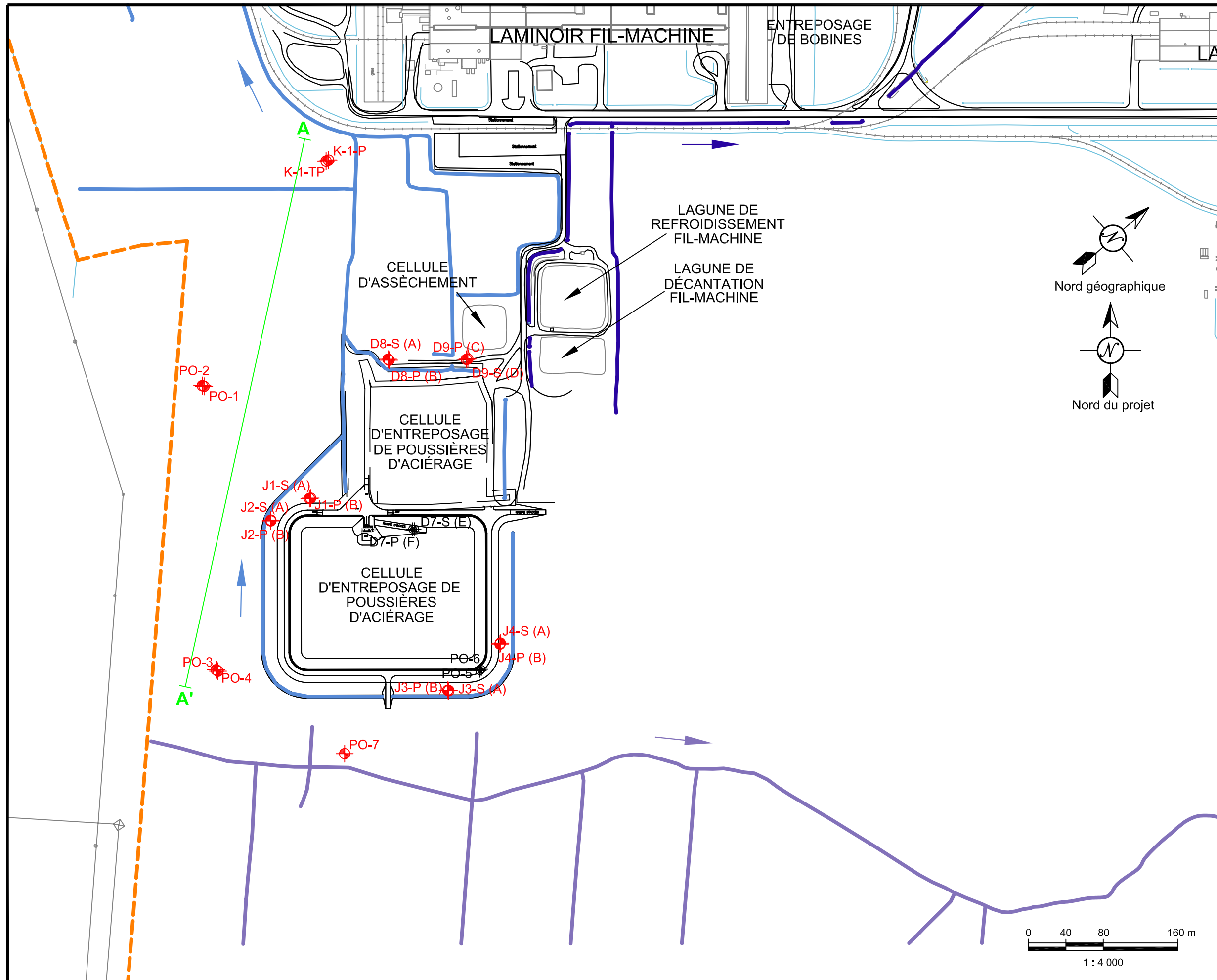
Vérifié par : J.H.

N° Dossier :

Dessiné par : M.L.

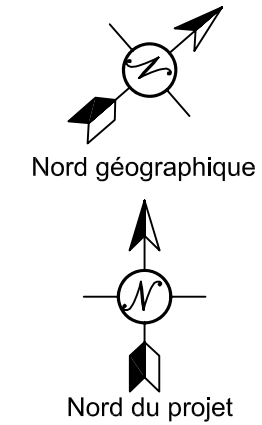
Date : 15/12/2006

06-049 \ Étude d'impact \ F1-empl.cdr

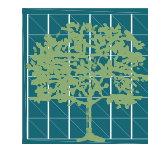


Légende

- Limite de propriété
- Drainage du secteur ouest
- Drainage du secteur est
- Drainage du secteur sud
- Drainage général
- Puits d'observation
- Puits d'observation (détruit)
- Coupe stratigraphique



Source : - Benoît Pélouquin, arpenteur géomètre (10 sept. 1998). Certificat de localisation, Propriété Ispat-Sidbec, Cadastre. Dessins 10-3100-11-046.dwg et 10-3100-11-045.dwg.
 - Gendron Lefebvre et associés, arpenteurs-géomètres (Décembre 1996). Levées topographiques, dessins 10-3100-11-032-01 à 10-3100-11-041-01.dwg
 - Ispat-Sidbec (2006-07-18). Attestation d'assainissement, plan d'aménagement. Dessin 10-3001-11-026.dwg.
 - Michel Dansereau, arpenteur-géomètre (29 juin 2001). Minute 01-3108. Dessin 10-3200-11-019.dwg.
 - Gratien Busque, arpenteur-gomètre (19 oct. 2006). Dessin 1822GM.dwg.



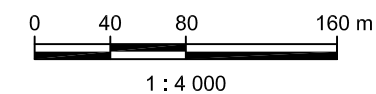
DDH Environnement ltée
 505, boul. René-Lévesque Ouest
 8e étage, Montréal (Québec)

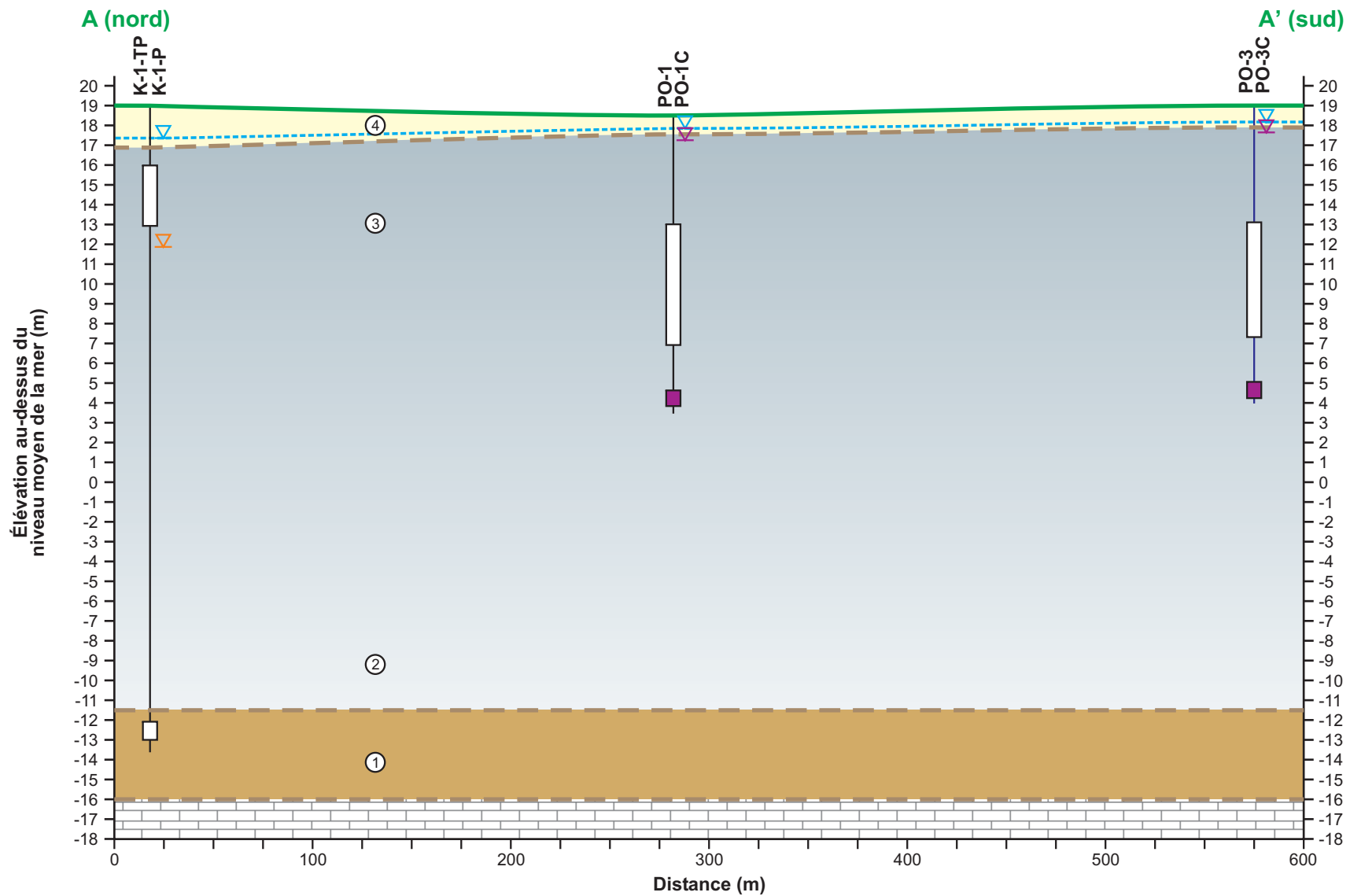
MITTAL

**FIGURE 2
 EMPLACEMENT DES SONDAGES ET DE
 LA COUPE STRATIGRAPHIQUE**

**MCI - Complexe de Contrecoeur - Étude d'impact
 Étude hydrogéologique et géotechnique**

| | | |
|---|----------------------|----------------------|
| Préparée par : A.G. | Approuvée par : J.H. | Feuille no. 1 / 1 |
| Dessinée par : M.L. | No Projet : 06-049 | |
| Date : 15/12/2006 | Échelle : 1 : 4 000 | |
| Document : Mittal-plan-géoréférencé.dwg | | |





Légende

- Surface du terrain
- Contact géologique présumé
- ④ Sable silteux
- ③ Argile grise
- ② Till
- ① Roc

- PO-1** Puits d'observation
- Forage
- Puits crépiné
- Casagrande

- Niveau d'eau argile (relevé le 06/10/2006)
- Niveau d'eau argile (+profond) (relevé le 06/10/2006)
- Niveau d'eau till (relevé le 06/10/2006)
- Élévation estimée de la nappe d'eau souterraine

Notes : L'orientation de la coupe est indiquée à la Figure 2.
Exagération verticale 10X : échelle verticale (1 : 300), horizontale (1 : 3 000).

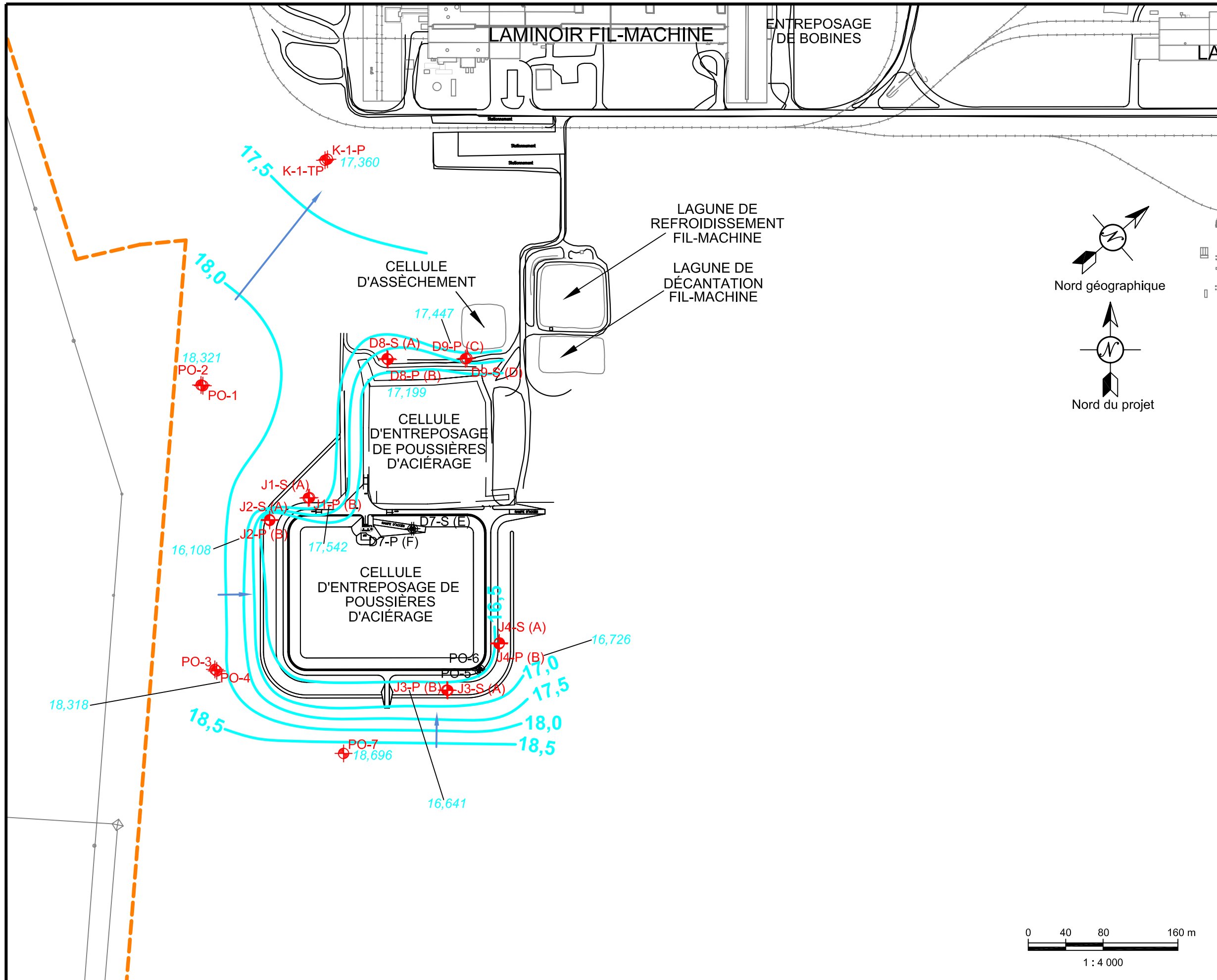


DDH Environnement ltée
505, boul. René-Lévesque Ouest
8e étage, Montréal (Québec)

| | |
|--|---------------------|
| Préparée par : S.L. | Vérifiée par : J.H. |
| Dessinée par : M.L. | Date : 15/12/2006 |
| N° Dossier : 06-049 \ Étude impact \ F6-coupe-strati.cdr | |

FIGURE 3
COUPE STRATIGRAPHIQUE
A-A'

MCI - Complexe de Contrecoeur
Étude d'impact
Étude hydrogéologique et géotechnique



Légende

--- Limite de propriété

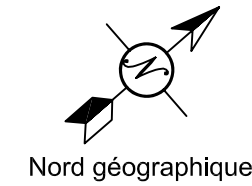
⊕ Puits d'observation

⊙ Puits d'observation (détruit)

29,20 Élévation de l'eau souterraine (m) au dessus du niveau de la mer (6 oct. 2006)

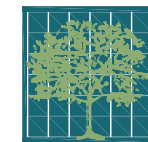
17,0 Isocontours piézométriques (m)

→ Direction d'écoulement des eaux souterraines



NOTE : Seuls les puits crépinés à des profondeurs d'environ 3 à 6 mètres sous la surface du sol ont été utilisés pour la piézométrie.

Source : - Benoît Péloquin, arpenteur géomètre (10 sept. 1998). Certificat de localisation, Propriété Ispat-Sidbec, Cadastre. Dessins 10-3100-11-046.dwg et 10-3100-11-045.dwg.
 - Gendron Lefebvre et associés, arpenteurs-géomètres (Décembre 1996). Levées topographiques, dessins 10-3100-11-032-01 à 10-3100-11-041-01.dwg
 - Ispat-Sidbec (2006-07-18). Attestation d'assainissement, plan d'aménagement. Dessin 10-3001-11-026.dwg.
 - Michel Dansereau, arpenteur-géomètre (29 juin 2001). Minute 01-3108. Dessin 10-3200-11-019.dwg.
 - Gratien Busque, arpenteur-gomètre (19 oct. 2006). Dessin 1822GM.dwg.



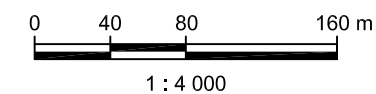
DDH Environnement ltée
 505, boul. René-Lévesque Ouest
 8e étage, Montréal (Québec)

MITTAL

FIGURE 4
CARTE PIÉZOMÉTRIQUE
(ARGILE PEU PROFONDE)

MCI - Complexe de Contrecoeur - Étude d'impact
Étude hydrogéologique et géotechnique

| | | |
|---|----------------------|----------------------|
| Préparée par : A.G. | Approuvée par : J.H. | Feuille no. 1 / 1 |
| Dessinée par : M.L. | No Projet : 06-049 | |
| Date : 18/12/2006 | | |
| Échelle : 1 : 4 000 | | |
| Document : Mittal-plan-géoréférencé.dwg | | |



TABLEAUX

Tableau 1 Niveaux piézométriques des puits du site – 6 octobre 2006

| Puits | Élévation sol (m) | Élévation margelle (m) | 6 octobre 2006 | |
|--------------------------|-------------------|------------------------|-------------------------------|-------------------------------|
| | | | Profondeur eau p/r tubage (m) | Élévation eau souterraine (m) |
| D-7-S (E) ⁽¹⁾ | 19.000 | 20.288 | - | - |
| D-7-P (F) ⁽¹⁾ | 19.000 | 20.239 | - | - |
| D-8-S (A) | 19.900 | 19.386 | 1.625 | 17.761 |
| D-8-P (B) | 19.900 | 19.403 | 2.204 | 17.199 |
| D-9-S (D) | 19.900 | 20.648 | 3.133 | 17.515 |
| D-9-P (C) | 19.900 | 20.727 | 3.280 | 17.447 |
| J1-S (A) | 18.583 | 18.583 | 1.180 | 17.403 |
| J1-P (B) | 18.583 | 18.583 | 1.041 | 17.542 |
| J2-S (A) | 17.783 | 17.783 | 1.264 | 16.519 |
| J2-P (B) | 17.783 | 17.783 | 1.675 | 16.108 |
| J3-S (A) | 19.003 | 19.003 | 2.390 | 16.613 |
| J3-P (B) | 19.003 | 19.003 | 2.362 | 16.641 |
| J4-S (A) | 19.018 | 19.018 | 2.180 | 16.838 |
| J4-P (B) | 19.018 | 19.018 | 2.292 | 16.726 |
| K1-P | 19.026 | 19.960 | 2.600 | 17.360 |
| K1-TP | 18.994 | 19.985 | 8.115 | 11.870 |
| PO-1 | 18.500 | 19.604 | 1.755 | 17.849 |
| PO-1C | 18.500 | 19.582 | 2.330 | 17.252 |
| PO-2 | 18.500 | 19.569 | 1.248 | 18.321 |
| PO-3 | 19.000 | 20.022 | 1.850 | 18.172 |
| PO-3C | 19.000 | 19.974 | 2.328 | 17.646 |
| PO-4 | 19.000 | 19.973 | 1.655 | 18.318 |
| PO-5 ⁽¹⁾ | 19.500 | 20.243 | - | - |
| PO-5C ⁽¹⁾ | 19.500 | 20.229 | - | - |
| PO-6 ⁽¹⁾ | 19.500 | 20.390 | - | - |
| PO-7 | 18.850 | 19.776 | 1.080 | 18.696 |

Notes:

1: Puits abandonné lors de la construction de la cellule no. 5 en 2003.

Tableau 2 Résultats des essais de conductivité hydraulique

| 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> |
| Roche, 2002 ⁽¹⁾ | | | | | | |
| PO-1 | - ⁽²⁾ | - | 14,1 à 8,0 | 5,49 à 11,58 | - | $1,2 \times 10^{-7}$ |
| PO-3 | - | - | 14,1 à 8,3 | 5,89 à 11,68 | - | $1,3 \times 10^{-7}$ |
| PO-5 | - | - | 14,9 à 9,1 | 5,38 à 11,18 | - | $1,6 \times 10^{-7}$ |
| DDH, 2006 | | | | | | |
| K-1-P | - | - | 16,0 à 13,0 | 3,0 à 6,0 | - | $6,3 \times 10^{-6}$ |
| K-1-TP | 16,19 à 16,09 | 2,80 à 2,90 | - | - | $3,1 \times 10^{-6}$ | - |
| K-1-TP | 4,19 à 4,09 | 14,80 à 14,90 | - | - | $8,3 \times 10^{-8}$ | - |

Note:

- (1): Roche. ISPAT SIDBEC, Étude hydrogéologique de la cellule d'enfouissement des poussières d'aciérage. Mars 2002 - Rapport
- (2): - Non applicable ou non évalué

Tableau 3 Résultats analytiques de l'eau souterraine – 6 et 26 octobre 2006

| Paramètres | Critères ou Normes (µg/L) | LDR ⁽²⁾ (µg/L) | Identification de l'échantillon, Résultats d'analyse (µg/L) | | |
|--|---------------------------|------------------------------|---|----------------|--------------|
| | ESE ⁽¹⁾ | | K-1-P | K-1-TP | K-1-TP |
| | | | 6 oct. 2006 | 6 oct. 2006 | 23 oct. 2006 |
| HP(C₁₀-C₅₀) | 3500 | 100 | <100 | 240 | <100 |
| Métaux | | | | | |
| <i>Cadmium</i> | 5,5 ⁽³⁾ | 1 | <1 | <1 | - |
| <i>Chrome</i> | - | 30 | <30 | <30 | - |
| <i>Cuivre</i> | 17 ⁽³⁾ | 3 | 4 | <3 | - |
| <i>Fer</i> | - | 100 | <100 | <100 | - |
| <i>Manganèse</i> | - | 3 | 330 | 110 | - |
| <i>Mercur</i> e | 0,13 | 0,1 | <0,1 | <0,1 | - |
| <i>Nickel</i> | 547 ⁽³⁾ | 10 | <10 | <10 | - |
| <i>Plomb</i> | 103 ⁽³⁾ | 1 | <1 | <1 | - |
| <i>Zinc</i> | 140 ⁽³⁾ | 3 | 44 | 8 | - |
| Autres composés | | | | | |
| <i>Chlorures (Cl)</i> | 860000 | 3000 | 320000 | 1200000 | - |
| <i>Cyanure total (CN-)</i> | - | 10 | <10 | <10 | - |
| <i>Phénols - 4AAP</i> | 500 | 1 | 2 | 4 | - |

NOTES:

⁽¹⁾: Critère "Eau de surface et égouts" de la *Politique de protection des sols et de réhabilitation des terrains contaminés* (MENV 1999, mis à jour sur le portail du MDDEP)

⁽²⁾: Limite de détection rapportée par le laboratoire d'analyses (µg/L), sauf si indiqué différemment dans les résultats.

⁽³⁾: Ajustement de la valeur du critère en fonction d'une dureté de 120 mg/L (dureté du milieu récepteur).

LÉGENDE:

- : Non défini ou non analysé

100 : Concentration supérieure au critère "Eau de surface et égouts" de la *Politique*.

Tableau 4 Résultats analytiques de l'eau souterraine – Contrôle de la qualité

| Paramètres | Critères ou Normes (µg/L) | LDR ⁽²⁾ (µg/L) | Identification de l'échantillon, Résultats d'analyse (µg/L) | | |
|--|---------------------------|---------------------------|---|--------|-------------------------|
| | ESE ⁽¹⁾ | | K-1-P | CQ-1 | Variance ⁽³⁾ |
| HP(C₁₀-C₅₀) | 3500 | 100 | <100 | <100 | 0% |
| Métaux | | | | | |
| <i>Cadmium</i> | 5,5 ⁽³⁾ | 1 | <1 | <1 | 0% |
| <i>Chrome</i> | - | 30 | <30 | <30 | 0% |
| <i>Cuivre</i> | 17 ⁽³⁾ | 3 | 4 | 5 | 22% |
| <i>Fer</i> | - | 100 | <100 | <100 | 0% |
| <i>Manganèse</i> | - | 3 | 330 | 330 | 0% |
| <i>Mercuré</i> | 0,13 | 0,1 | <0,1 | <0,1 | 0% |
| <i>Nickel</i> | 547 ⁽³⁾ | 10 | <10 | <10 | 0% |
| <i>Plomb</i> | 103 ⁽³⁾ | 1 | <1 | <1 | 0% |
| <i>Zinc</i> | 140 ⁽³⁾ | 3 | 44 | 49 | 11% |
| Autres composés inorganiques | | | | | |
| <i>Cyanure total (CN-)</i> | - | 10 | <10 | <10 | 0% |
| <i>Chlorures (Cl)</i> | 860000 | 3000 | 320000 | 320000 | 0% |
| <i>Phénols - 4 AAP</i> | 500 | 1 | 2 | 2 | 0% |

NOTES:

- ⁽¹⁾: Critère "Eau de surface et égouts" de la *Politique de protection des sols et de réhabilitation des terrains contaminés* (MENV 1999, mis à jour sur le portail du MDDEP)
- ⁽²⁾: Limite de détection rapportée par le laboratoire d'analyses (µg/L), sauf si indiqué différemment dans les résultats.
- ⁽³⁾: Ajustement de la valeur du critère en fonction d'une dureté de 120 mg/L (dureté du milieu récepteur).
- ⁽⁴⁾: Variance calculée selon l'équation suivante: $(|Conc. \text{ éch\#1} - Conc. \text{ éch\#2}| / Conc. \text{ moyenne}) * 100$.
Pour une valeur inférieure à la LDR, la concentration utilisée correspond à $|LDR|$.

LÉGENDE:

- : Non défini ou non analysé
- 100** : Concentration supérieure au critère "Eau de surface et égouts" de la *Politique*.

ANNEXE A
FICHES DE FORAGES

ANNEXE B
ÉTUDE GÉOTECHNIQUE

ANNEXE C
ESSAIS DE CONDUCTIVITÉ HYDRAULIQUE

ANNEXE D
CERTIFICATS D'ANALYSES DU LABORATOIRE