



CARACTÉRISATION DES REMBLAIS ET SOLUTIONS DE RESTAURATIONS ENVISAGÉES

ANCIEN SITE D'ELKEM METAL CANADA BEAUHARNOIS (QUÉBEC)

07 avril 2009

N/D: HDS-6708-3



Hudon Desbiens St-Germain Environnement inc.

651, rue Notre-Dame Ouest, Bureau 240
Montréal (Québec) H3C 1H9

Tél.: (514) 398-0553

Fax: (514) 398-0554

Courriel : info@hdsenv.com

Site Web : www.hdsenv.com

RÉSUMÉ DE L'ÉTUDE

Un programme de sondage sur l'ancien site d'Elkem, réalisé à partir de douze tranchées, a permis de déterminer les caractéristiques physico-chimiques ainsi que le volume de remblais présents sur le terrain. On y retrouve des remblais noirs, grossiers, riches en manganèse, et des remblais bruns plus fins mais moindres, qui contiennent également une importante concentration de manganèse.

Des analyses chimiques sur les deux types de remblais ont montré qu'il ne s'agissait pas de matières dangereuses. Ils ont ensuite été classés selon le *Guide de valorisation des matières résiduelles inorganiques non dangereuses de source industrielle comme matériau de construction*. Cependant, le contenu en carbone organique total des remblais noirs étant supérieur au critère de 1 % prévu par le *Guide*, d'autres analyses ont été effectuées afin de s'assurer qu'il n'y avait pas de contamination significative par des composés organiques. Ceci ayant été montré, l'étude spécifique pour réintégrer la procédure de catégorisation nécessitait de s'assurer que la conductivité hydraulique est supérieure à 10^{-4} cm/s et que moins de 20 % (p/p) des particules sont d'un diamètre inférieur ou égal à 0,08 mm. Ceci a été validé par une analyse granulométrique. Ainsi, le remblai noir pouvait réintégrer la procédure. Ensuite, le contenu en soufre total et la concentration en manganèse, dépassant le critère C de la *Politique de protection des sols et de réhabilitation des terrains contaminés*, ont permis de classer les deux types de remblais dans la catégorie 3 du *Guide de valorisation*.

Pour le site, les deux solutions de restauration proposées sont :

1. excaver et recycler la totalité des remblais noirs ;
2. isoler les remblais par une couche de 25 cm de matériau propre et utiliser les remblais noirs excédentaires pour construire un talus dans le coin sud-est du site.

La première solution permet d'évacuer la totalité des remblais noirs du site en les transportant par camions jusqu'à l'usine de recyclage. À l'aide de matériaux propres, les zones excavées seraient comblées. La seconde alternative prévoit d'isoler les remblais noirs avec un matériau propre et d'utiliser les remblais excédentaires pour construire un talus dans le coin sud-est du site. Avec environ 5 000 m³ de remblais en excédant, sur une longueur d'environ 325 m, cela peut représenter plusieurs profils de talus, dont la base varie entre 8 et 13 m et la hauteur, inversement, entre 4 et 1,5 m. Une fois le talus achevé et végété pour offrir un meilleur aspect visuel, il permettra d'atténuer les impacts

négatifs du site liés aux activités actuelles. Cette solution est la moins dispendieuse étant donné qu'il n'y a pas ou peu de transport des remblais. Au préalable, des discussions avec le MDDEP et la ville de Beauharnois seront nécessaires pour s'assurer de la conformité légale du projet. Cependant, bien que plus dispendieuse, la solution n°1 permettrait d'évacuer tous les remblais noirs riches en manganèse.

Néanmoins, afin de vraiment assoir cette décision, il faudrait notamment :

1. débiter des discussions sur l'acceptabilité de la solution avec le MDDEP,
2. vérifier en détail la faisabilité technique et logistique des solutions proposées,
3. s'assurer d'obtenir les autorisations du MDDEP et de la ville de Beauharnois,
4. préparer et mettre en place un plan détaillé de l'option choisie.

TABLE DES MATIÈRES

	<u>Page</u>
1 INTRODUCTION	1
1.1 Mandat et objectifs	1
1.2 Approche.....	1
1.3 Limitations	1
2 DESCRIPTION DU SITE	3
2.1 Localisation	3
2.2 Installations et activités	3
2.3 Problématique	3
3 MÉTHODOLOGIE	6
3.1 Tranchées d'exploration.....	6
3.2 Échantillonnage.....	6
3.3 Analyses.....	6
3.4 Estimation des volumes et du tonnage	9
4 RÉSULTATS	11
4.1 Stratigraphie.....	11
4.2 Conformité relative au guide de valorisation	11
4.3 Analyses minéralogiques	18
4.4 Résultats du programme AQ/CQ	18
4.5 Coupes stratigraphiques	21
4.6 Calculs des volumes de remblais.....	21
5 DEUX SOLUTIONS DE RESTAURATION PROPOSEES	27
5.1 Solution n°1 – L'excavation et le recyclage des remblais	27
5.2 Solution n°2 – Isolement des remblais par une couche de matériau propre.	28
5.3 Comparatif des solutions et option préconisée	32
6 CONCLUSIONS	34
RÉFÉRENCES	35

FIGURES

	<u>Page</u>
Figure 1 – Localisation du site à l'étude.....	4
Figure 2 – Plan du site	5
Figure 3 – Localisation approximative des douze tranchées stratigraphique et des sondages et forages antérieurs	7
Figure 4 – Localisation des quatre (4) coupes stratigraphiques	10
Figure 5 – Coupe stratigraphique A-A'	22
Figure 6 - Coupe stratigraphique B-B'	23
Figure 7 – Coupe stratigraphique C-C'.....	24
Figure 8 – Coupe stratigraphique D-D'.....	25
Figure 9 – Différents profils du talus	31

TABLEAUX

	<u>Page</u>
Tableau 1 – Description des échantillons prélevés dans les tranchées stratigraphiques .	8
Tableau 2 – Analyses conformément au RMD	12
Tableau 3 – Analyses conformément au Guide de valorisation.....	14
Tableau 4 – Concentrations pour différents contaminants organiques.....	15
Tableau 5 – Analyses granulométriques sur un remblai noir et un remblai brun	17
Tableau 6 – Concentrations en métaux totaux et silicium (Si)	19
Tableau 7 – Concentrations en oxydes métalliques	20
Tableau 8 – Récapitulatif des volumes, tonnages et concentrations en oxydes métalliques.....	26
Tableau 9 – Évaluation des dimensions d'un talus érigé avec les remblais noirs dans le coin sud-est du site.....	30
Tableau 10 – Comparatif des deux solutions de restauration proposées	33

ÉQUIPE DE TRAVAIL

Elkem Métal Canada

Léo Bertrand, ing.

Hudon Desbiens St-Germain Environnement inc.

Richard Desbiens, M.Sc.Env.	Directeur de projet
Bruno Welfringer, B.Ing., M.Sc.A.	Chargé de projet
Kamal Chahboub	Dessins
Johanne Lafond	Secrétariat

Rapport préparé par:

Bruno Welfringer, B.Ing., M.Sc.A.

Rapport révisé par:

Richard Desbiens, M.Sc.Env.
Évaluateur environnemental de site agréé (EESA)

1 INTRODUCTION

1.1 Mandat et objectifs

Les services de Hudon Desbiens St-Germain Environnement inc. (HDS Environnement) ont été retenus le 3 avril 2009 afin de rédiger un rapport présentant les résultats de caractérisation et les solutions de restauration possibles envisagées pour les remblais de l'ancien site d'Elkem Métal Canada, sis au 1, boulevard Edgar-Hébert à Beauharnois (Québec). L'étude a été effectuée à la demande de monsieur Léo Bertrand, ingénieur représentant d'Elkem.

L'objectif de cette étude est donc de présenter les caractéristiques physico-chimiques des remblais que l'on retrouve sur l'ancien site d'Elkem à Beauharnois, ainsi que deux solutions proposées pour restaurer le site.

1.2 Approche

L'interprétation des résultats d'analyse tient compte du *Règlement sur les matières dangereuses (RMD)* et du *Guide de valorisation des matières résiduelles inorganiques non dangereuses de source industrielle comme matériau de construction* (appelé dans ce rapport : le *Guide de valorisation*).

Le présent rapport d'évaluation comprend notamment les éléments suivants :

- la présentation du site et de la méthodologie employée ;
- les résultats d'analyses des remblais et leur classification par rapport au *RMD* et au *Guide de valorisation* ;
- la présentation des deux solutions envisagées ;
- les descriptions techniques ainsi que les avantages et les inconvénients de chacune des solutions alternatives ;
- les coûts approximatifs pour chacune des solutions ;
- les conclusions.

1.3 Limitations

Les conclusions et les recommandations présentées dans ce rapport sont fondées sur des opinions professionnelles exprimées spécifiquement dans le contexte du mandat octroyé à HDS Environnement par Elkem. HDS Environnement n'assume aucune responsabilité pour toute utilisation de ce rapport dans un autre contexte ou par d'autres

parties, à moins d'avoir été informé expressément au préalable et d'avoir accepté une telle utilisation.

Par ailleurs, l'interprétation des valeurs de volume de remblais se veut approximative étant donné la faible densité d'échantillonnage sur le terrain à partir de laquelle ces volumes ont été établis. Ainsi, il se peut que la marge d'erreur des calculs soit relativement grande.

D'autre part, quelques dalles de béton ont été repérées sur l'ensemble du site. Cependant, étant donné que le repérage a été effectué en hiver, il est possible que la neige ait recouvert d'autres dalles de béton ou d'autres installations qui seraient alors restées invisibles.

Finalement la densité moyenne des remblais de 1,9 tonne métrique par mètre cube, sur une base humide, a été fournie par un représentant d'Elkem. Il est possible que celle-ci varie quelque peu sur le terrain et selon le type de remblais.

2 DESCRIPTION DU SITE

2.1 Localisation

La propriété à l'étude est sise au 1, boulevard Edgar-Hébert, Beauharnois (Québec). La localisation de la propriété à l'étude est montrée à la **Figure 1** tandis qu'un plan plus détaillé de la propriété est présenté à la **Figure 2**. Le terrain, qui couvre une superficie d'environ 15 ha, est situé sur la rive sud du lac Saint-Louis, entre le lac et la route 132, à environ un kilomètre à l'est du barrage hydroélectrique de Beauharnois.

Le site couvre certaines parties des lots 268, 269 et 562 du cadastre de Beauharnois (Québec). Les coordonnées approximatives du centre de la propriété sont de 45° 18.923 N' et 73° 53.532 O.

2.2 Installations et activités

Entre avril 1972 et septembre 1973, Union Carbide Canada inc. a construit, sur le terrain à l'étude, une usine de ferromanganèse. En juillet 1984, la compagnie norvégienne Elkem a fait l'acquisition de la division des métaux de la compagnie Union Carbide, dont l'usine de ferromanganèse de Beauharnois. Elkem s'est également servi de l'usine pour produire du silicomanganèse, en alternance avec du ferromanganèse, jusqu'à sa fermeture en mai 1991. Au cours des années d'opération, l'usine a utilisé des scories pour solidifier le fond du terrain à certains endroits et elle a aussi installé des dalles de béton pour la manutention de produits pour empêcher toute contamination.

En septembre 1995, le terrain a été vendu à Centre de Recyclage Beauharnois Inc. et à Excavation René St-Pierre Inc. Leur mission est le recyclage et la revalorisation de produits industriels tels que papiers/cartons, métal, produits réfractaires, etc.

2.3 Problématique

Une proportion importante de l'ancien site d'Elkem a été recouverte par des couches de remblais. L'épaisseur de cette couche varie entre 0,5 m à l'ouest du site jusqu'à environ 4,5 m dans la partie est. On retrouve sur l'ensemble du terrain deux types de remblais, un remblai noir principalement en surface et un remblai brun, parfois inexistant entre le roc et le remblai noir. Plusieurs études précédentes ont montré que les deux types de remblais n'étaient pas des matières dangereuses (HDS Environnement, 2009).

La préoccupation majeure concernant ces remblais réside dans le fait que ceux-ci peuvent être remaniés lors d'opérations qui ont lieu sur le site. Ainsi, les deux solutions proposées devront viser à empêcher tout contact entre les remblais et les opérations.



N° projet : HDS-6708

Client : Elkem Métal Canada inc.

Source : MNR, 31H05101 (1/20 000)



**FIGURE 1
LOCALISATION DU SITE À L'ÉTUDE**

0 1 2 Km


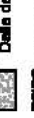

Échelle approximative

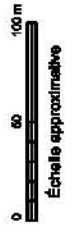


FIGURE 2
PLAN DU SITE

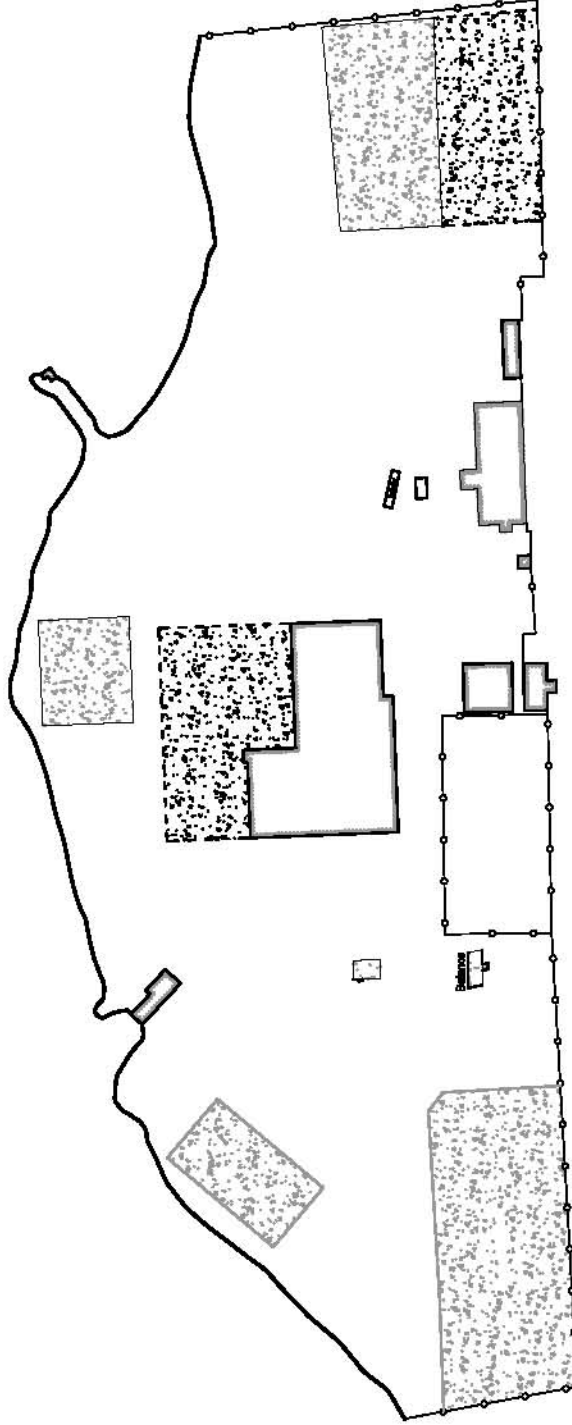
Projet N° : HDS-6708-3
Client : Ekorn Mijjal Canada Inc.
Dessiné par : K. Chahiboub
Vérifié par : B. Weiffinger
Date : Avril 2009

LÉGENDE

-  Bâtiments
-  Clôture métallique
-  Dalle de béton
-  Dalle de béton armée



Lac Saint-Louis



Route 132

3 MÉTHODOLOGIE

3.1 Tranchées d'exploration

Douze (12) tranchées d'exploration, réalisées à l'aide d'une rétro-excavatrice sur chenilles, ont permis de caractériser la stratigraphie jusqu'à une profondeur d'environ 4 m et de prélever des échantillons représentatifs des remblais. Sept (7) de ces tranchées ont été creusées le long de la berge du site, afin de pouvoir établir un profil des remblais à proximité du lac Saint-Louis (tranchées T-1 à T-7). Les cinq (5) autres ont été creusées à différents endroits sur le site afin de déterminer les épaisseurs des remblais sur l'ensemble du terrain.

La **Figure 3** présente la location approximative des douze (12) tranchées, ainsi que les emplacements des anciens forages et sondages effectués lors d'études antérieures (Bio Géo Environnement, 1996 ; 1997 ; 1999 ; 2003).

3.2 Échantillonnage

Les échantillons de remblai prélevés lors de la présente étude sont tous de type ponctuel et leur emplacement a été choisi sur une base aléatoire tout en tenant compte de la faisabilité des travaux d'excavation. Néanmoins, on juge que les tranchées ont été creusées sur l'ensemble du site de manière relativement représentative. Dans chaque unité stratigraphique, des remblais et des blocs de scories ont été prélevés en suivant les prescriptions du *Guide d'échantillonnage à des fins d'analyses environnementales*.

3.3 Analyses

Les échantillons prélevés ont été conservés dans une glacière au frais (à environ 4°C) et à l'abri de la lumière et transportés la journée même chez Bodycote Essais de Matériaux Canada inc. (Bodycote) à Pointe-Claire (Québec), un laboratoire accrédité par le MDDEP pour l'analyse des paramètres visés en vertu du *Programme d'accréditation des laboratoires d'analyse environnementale* (PALAE). Le laboratoire de sous-traitance pour les oxydes métalliques, situé en Californie, est également accrédité pour les analyses environnementales selon le *California State Environmental Laboratory Accreditation Program Branch*. Les certificats d'analyse, signés par un chimiste membre de l'Ordre des chimistes du Québec, sont insérés à l'**Annexe 1**.

Un sommaire du programme analytique (paramètres vs matrices) préconisé aux fins de la présente étude est consigné au **Tableau 1**, incluant une description des échantillons ainsi que les analyses effectuées sur chacun d'entre eux.



FIGURE 3

**LOCALISATION APPROXIMATIVE DES DONNÉES
TRANCHÉES STRATIGRAPHIQUES ET DES
SONDAGES ET DES FORAGES ANTÉRIEURS**

Projet N° : HDS-6708-3
Client : Ekern Médical Canada Inc.
Dessiné par : K. Cheliboub
Vérifié par : B. Weiffinger
Date : Avril 2009

LÉGENDE

- Bâtiments
- Clôture métallique
- Tranchées
- Sondage antérieur (Bio Géo Env., 1991, 1998)
- Forage antérieur (Bio Géo Env., 1991, 1998)
- Dalle de béton
- Dalle de béton surpompée

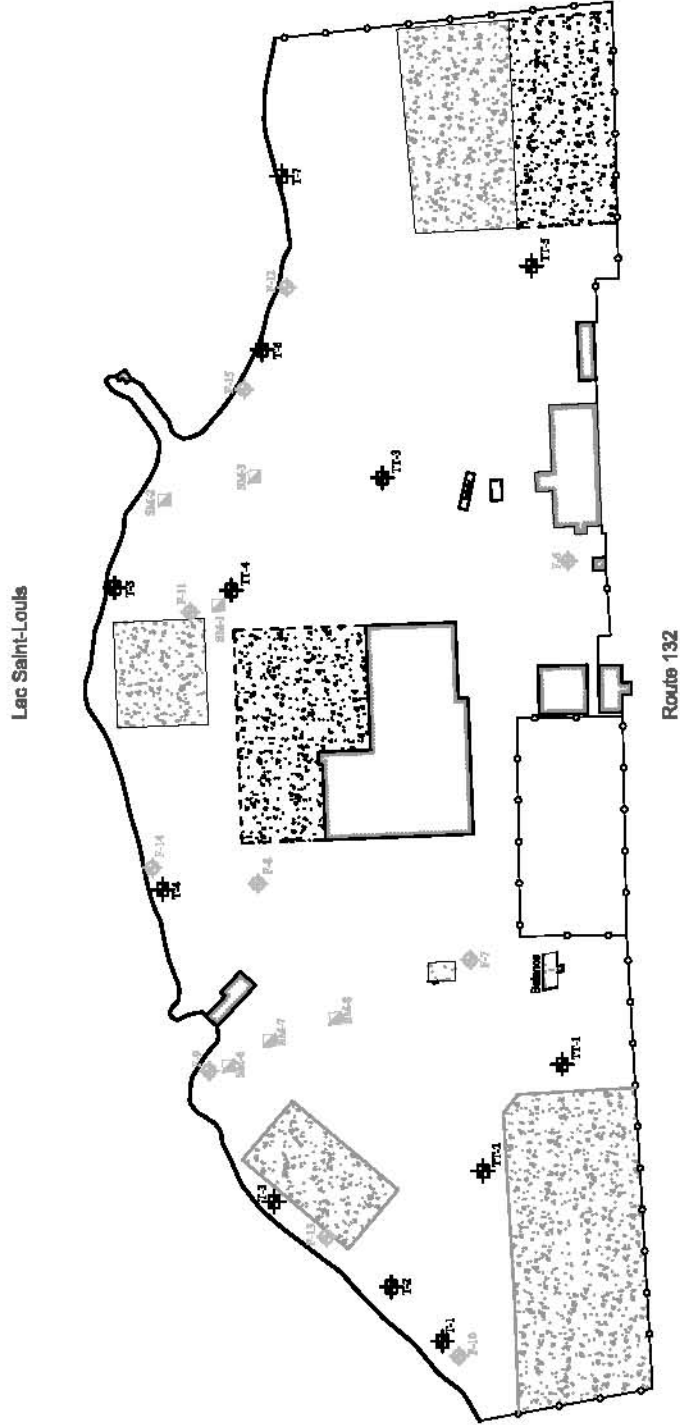
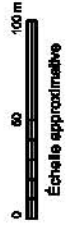


TABLEAU 1
Description des échantillons et analyses effectuées
Ancienne usine d'Elkem

Échantillon	Tranchée	Type	Granulométrie	Présence de scories visibles	Couleur	Matière organique	Analyses effectuées
RI-1	T-1	Remblai industriel	Sable fin à grossier avec traces de silt et de gravier	Quelques petits blocs de scorie verts	Noir	- ¹	RMD ² , COT ³ , ST ⁴ , Mn ⁵ et minéralogie
RI-3	T-3	Remblai industriel	Sable et gravier avec traces de blocs	Quelques blocs	Noir	-	RMD, COT, ST, Mn et minéralogie
RI-4	T-4	Remblai industriel	Sable fin à moyen	Quelques scories vertes	Noir	-	RMD, COT, ST, Mn et minéralogie
RI-5	T-5	Remblai industriel	Sable fin à moyen avec traces de gravier	Quelques rares scories	Noir	-	RMD, COT, ST, Mn, HAP ⁶ , composés phénoliques, BPC ⁸ , C ₁₀ , C ₅₀ et minéralogie
RI-7	T-7	Remblai industriel	Sable fin à grossier et gravier	Quelques rares scories	Noir	Quelques racines	RMD, COT, ST, Mn et minéralogie
RITT-1	TT-1	Remblai industriel	Sable fin à gravillons	Quelques blocs verdâtres	Noir	-	RMD et minéralogie
RITT-2	TT-2	Remblai industriel	Sable fin à gravillons	Quelques blocs verdâtres	Noir	-	RMD, COT ⁸ , ST ⁹ , Mn et minéralogie
RITT-4	TT-4	Remblai industriel	Sable et silt avec traces de gravier	Quelques scories bleues et vertes	Noir	-	RMD et minéralogie
RITT-5	TT-5	Remblai industriel	Sable fin silteux	Quelques blocs	Noir	-	RMD, COT, ST et Mn et minéralogie
R-1	T-1	Remblai industriel	Sable fin à grossier avec traces de silt et de gravier	-	Brun pâle	Quelques racines	Métaux ⁷ , Mn, COT, ST et minéralogie
R-3	T-3	Remblai industriel	Sable fin avec traces de silt et de gravier	-	Brun pâle	-	Métaux, Mn et minéralogie
R-4	T-4	Remblai industriel	Sable fin et silt	-	Brun pâle	Quelques racines	Métaux, Mn, mercure et minéralogie
SOTT-1	TT-1	Remblai industriel	Sable fin avec traces de silt et de blocs de grès	-	Brun	Quelques racines	RMD, métaux, Mn, HAP, composés phénoliques et C ₁₀ -C ₅₀ et minéralogie
SOTT-3	TT-3	Remblai industriel	Sable lâche	Quelques blocs (< 25 cm)	Brun pâle et noir	Quelques racines	RMD, métaux, Mn, COT, ST et minéralogie
S-1	T-1	Scorie	Bloc	s.o. ⁹	Noir-vert	-	Mn, Fe et minéralogie
S-4	T-4	Scorie	Bloc	s.o.	Noir-vert	-	Mn, Fe et minéralogie
STT-1	TT-1	Scorie	Bloc	s.o.	Vert	-	Fe ⁴ , Mn ⁵ , Si ⁶ et minéralogie
STT-3	TT-3	Scorie	Bloc	s.o.	Noir	-	Fe, Mn, Si et minéralogie
STT-4-1	TT-4	Scorie	Bloc	s.o.	Vert	-	Fe, Mn, Si et minéralogie
STT-4-2	TT-4	Scorie	Bloc	s.o.	Bleu	-	Fe, Mn, Si et minéralogie

Notes :
¹ - : aucun

² RMD : Règlement sur les matières dangereuses (essais de lixiviation TCLP (Toxicity Characteristic Leaching Procedure), As, Ba, B, Cd, Cr, Fluorures, Hg, NO₂, NO₂+NO₃, Pb, Se et U) - *Méthode d'analyse - Protocole de lixiviation pour les espèces inorganiques*
³ COT : Carbone organique total

⁴ ST : Soufre total

⁵ Mn : manganèse total

⁶ HAP : hydrocarbures aromatiques polycycliques

⁷ Métaux : Cd, Cr, Cu, Ni, Pb, Zn

⁸ BPC : biphényles polychlorés

⁹ s.o. : sans objet

Sur quelques échantillons de remblais noirs et bruns, des analyses conformes au *Règlement sur les matières dangereuses* ont été effectuées, afin de s'assurer qu'aucun remblai ne peut être considéré comme une matière dangereuse. Sur tous les échantillons, remblais et scories, des analyses minéralogiques ont été effectuées. Divers analyses chimiques et deux analyses granulométriques ont également été réalisées sur différents échantillons.

3.4 Estimation des volumes et du tonnage

Grâce aux douze (12) tranchées creusées et avec les informations des anciens sondages et forages, il a été possible de réaliser quatre (4) coupes stratigraphiques Nord – Sud (**Figure 4**).

Les volumes de remblais ont, par la suite, pu être déterminés en utilisant les coupes stratigraphiques et en posant quelques hypothèses de calcul, comme par exemple la proportion de dalles de béton et de bâtiments sur le site, en calculant les distances entre les coupes, les surfaces libres...

Afin d'estimer le tonnage des remblais, une densité moyenne de 1,9 tonne métrique par mètre cube (sur une base humide) a été considérée, selon l'information d'un représentant d'Elkem.

De plus, à l'aide des tranchées du long de la berge, les volumes de remblais ont pu être séparés entre ceux du terrain et ceux de la berge. Par « berge », on entend une bande d'une dizaine de mètres environ à partir du sommet du talus bordant le lac Saint-Louis.



FIGURE 4
LOCALISATION DES QUATRE (4) COUPES
STRATIGRAPHIQUES

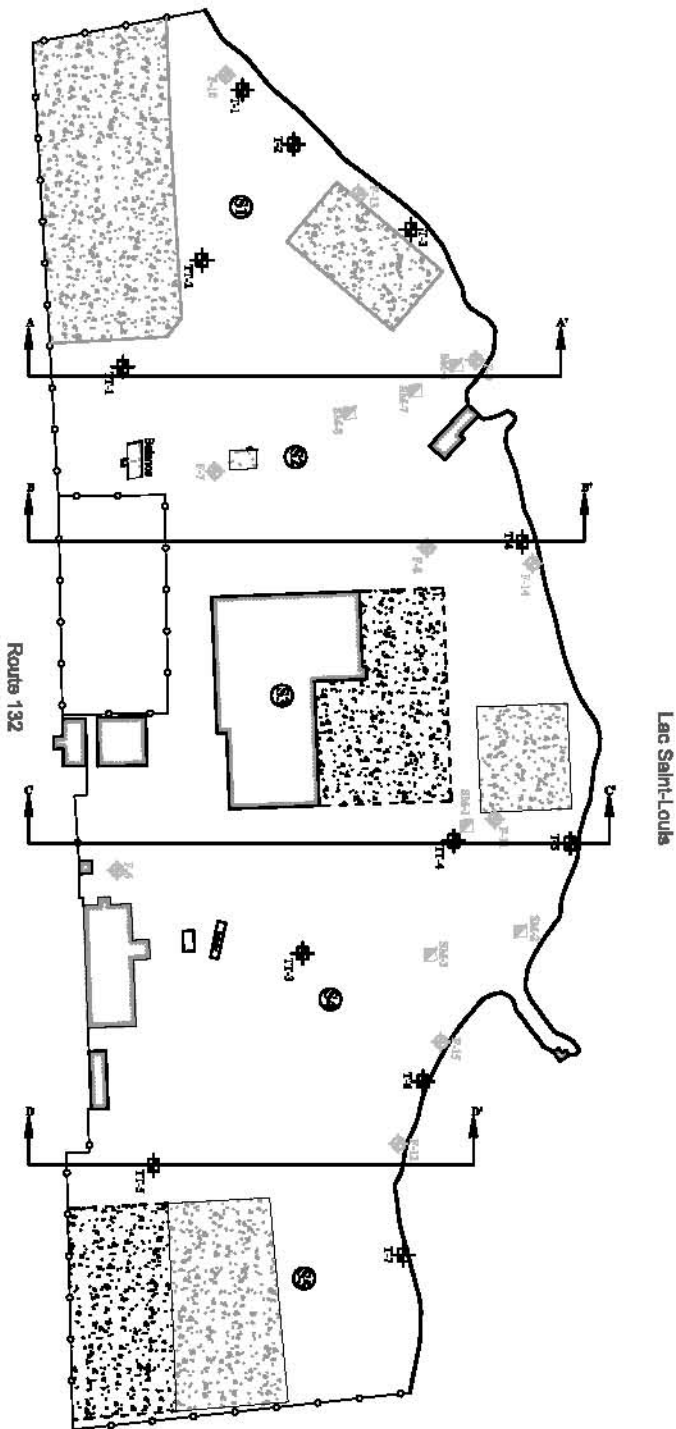
Projet N° : HD9-9709-3
Client : Etern Métal Canada Inc.
Dessiné par : K. Chalibout
Vérifié par : S. Wollinger
Date : Avril 2009

LÉGENDE

- Bâtiments
- Clôture métallique
- Tranchée
- Sondage antérieur
- Formage antérieur
- Dalle de béton
- Dalle de béton armé
- Secteur du terrain établis pour les calculs de volume
- Coupe stratigraphique



Echelle approximative



4 RÉSULTATS

4.1 Stratigraphie

Les principaux horizons stratigraphiques suivants ont été identifiés lors de la réalisation des tranchées sur le site à l'étude :

- un remblai noir de résidus industriels en surface variant de 0,3 à 4,5 m d'épaisseur, constitué d'un mélange hétérogène de sable fin, de silt et de traces de débris (plastique, bois, caoutchouc...), de gravier et de blocs, incluant au maximum environ 5 % de blocs de scories ;
- un remblai brun de résidus industriels variant de 0,2 à 0,5 m d'épaisseur, constitué d'un mélange hétérogène de sable fin, de silt et de traces de débris (plastique, bois, caoutchouc...), de gravier et de blocs, avec occasionnellement quelques rares blocs de scorie.

Le roc (grès) a été atteint dans toutes les tranchées à des profondeurs variant entre 1 et 4,5 m. Dans trois (3) des tranchées, il est fortement fracturé sur une épaisseur moyenne d'un (1) mètre à son sommet.

4.2 Conformité relative au guide de valorisation

Vingt (20) échantillons ont été prélevés sur l'ancien site d'Elkem. Neuf (9) proviennent des remblais noirs, cinq (5) des remblais bruns et six (6) sont des blocs de scories. Ces échantillons ont servi pour déterminer dans quelle catégorie du *Guide de valorisation* entrent les remblais noirs et les remblais bruns. Le **Tableau 1** présente les descriptions des échantillons prélevés sur l'ancien site d'Elkem, ainsi que les analyses auxquelles chacun d'entre eux a été soumis pour procéder à la classification.

Il est important de préciser que les échantillonnages ont été faits de manière représentative sur l'ensemble du site. Cependant, une contamination exceptionnelle à un endroit bien précis aurait pu ne pas être détectée. Les certificats d'analyses sont disponibles sur demande.

4.2.1 Conformité relativement au RMD

La première étape de la classification selon le *Guide de valorisation* consiste à identifier si les matières résiduelles sont considérées comme dangereuses au sens du *Règlement sur les matières dangereuses*. Onze (11) échantillons de remblais ont été analysés conformément au *Règlement sur les matières dangereuses*, neuf (9) provenant des remblais noirs et deux (2) provenant des remblais bruns (**Tableau 2**).

TABLEAU 2

Analyses conformément au RMD

Ancienne usine d'Elkem

Paramètres analytiques	LDM ¹	Critère du RMD ²	RI-1 Remblai noir	RI-3 Remblai noir	RI-4 Remblai noir	RI-5 Remblai noir	RI-7 Remblai noir	RI-TT-1 Remblai noir	RI-TT-2 Remblai noir	RI-TT-4 Remblai noir	RI-TT-5 Remblai noir	SOTT-1 Remblai brun	SOTT-3 Remblai brun
pH initial du solide (1/20)	- ⁴	-	8,7	8,7	8,1	8,5	8,4	4,8	8,5	7,7	8,1	8,4	8,1
Lixiviation pH après ajout d'acide	-	-	2,1	2,0	2,1	2,0	2,0	non requis	2,0	2,0	2,0	1,9	1,8
TCLP ³ pH après coulissage	-	-	6,0	5,6	5,5	5,4	5,8	5,0	5,7	5,5	5,2	5,9	5,3
Solution utilisée	-	-	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
As	0,01	5	< ⁵	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<
Ba	0,7	100	<	<	<	<	<	<	<	1,2	1,2	<	<
B	0,7	500	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<
Cd	0,01	0,5	<	0,02	0,03	0,01	<	<	<	<	<	<	<
Cr	0,01	20	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<
Fluorures	0,2	5	0,3	0,3	0,7	0,4	0,3	0,3	0,2	0,4	0,7	1,1	0,3
Hg	0,0004	0,1	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<
NO ₂	0,02	1000	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<
NO ₂ + NO ₃	0,02	100	<	<	0,13	<	<	<	0,16	<	<	0,21	<
Pb	0,1	5	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<
Se	0,01	1	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<
U	0,005	2	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<

Notes :

- ¹ Limite de détection méthodologique
- ² Règlement sur les matières dangereuses
- ³ Lixiviation TCLP (Toxicity Characteristic Leaching Procedure) : Méthode d'analyse - Protocole de lixiviation pour les espèces inorganiques
- ⁴ - : paramètre sans critère
- ⁵ Valeur < limite de détection méthodologique

Certificats d'analyses Bodycote 08-323004 et 08-323006

Tous les résultats montrent que les remblais noirs, comme les remblais bruns, ne sont pas des matières dangereuses, les concentrations pour les différents éléments étant nettement inférieures aux critères fixés par le règlement. Les étapes subséquentes à suivre pour classer les remblais de l'ancien site d'Elkem selon la procédure du *Guide de valorisation* peuvent donc être poursuivies.

4.2.2 Contenu en carbone organique total et contamination par des composés organiques

La seconde étape du *Guide de valorisation* consiste à évaluer la concentration en carbone organique total (COT) afin de s'assurer que celle-ci ne dépasse pas 1 %. Cette limite a été établie en fonction des besoins du Ministère des Transports du Québec quant aux constructions et réfections des infrastructures routières.

En effet, en utilisant des matières résiduelles contenant trop de la matière organique, la stabilité des infrastructures peut être remise en cause. Par ailleurs, si le contenu en COT dépasse 1 %, il faut s'assurer qu'aucune contamination par des composés organiques n'est présente.

En effet, dans le cas de matières résiduelles contaminées avec des composés organiques, aucune valorisation au sens du *Guide de valorisation* n'est possible. Enfin, si le contenu en COT est plus grand que 1 %, mais qu'il n'y a pas de contamination par des composés organiques, alors il est nécessaire de faire une étude spécifique pour réintégrer la procédure. Celle-ci dépend fortement de l'utilisation que l'on veut faire des matières résiduelles. Par exemple, si l'on souhaite les utiliser pour les remblais d'une infrastructure routière, il faut s'assurer qu'elles sont conformes aux normes du Ministère des Transports du Québec.

Ici, le contenu moyen en COT pour les remblais noirs est supérieur à 1 % (**Tableau 3**), tandis qu'il est inférieur à 1 % pour les remblais bruns (0,99 %). Cependant, des analyses ont montré qu'il n'y a pas de contamination significative par des composés organiques sur le site (**Tableau 4**). Ainsi, pour que les remblais noirs puissent réintégrer la procédure, il faut qu'ils respectent certaines exigences qui dépendent de leur utilisation future. Dans le cas d'une utilisation comme matériau de recouvrement, il faut qu'ils respectent des critères de perméabilité et de granulométrie conformément au *Règlement sur l'enfouissement et l'incinération des matières résiduelles* (REIMR).

TABEAU 3
Analyses conformément au Guide de valorisation

Ancienne usine d'Elkem

Paramètres analytiques	LDM ¹	Guide de valorisation ²	Critère B ³	Critère C ³	Critère D ⁴	R1-1 Remblai noir	R1-3 Remblai noir	R1-4 Remblai noir	R1-5 Remblai noir	R1-7 Remblai noir	R1TT-2 Remblai noir	R1TT-5 Remblai noir	R-1 Remblai brun	SOTT-3 Remblai brun	Moyenne
COT ⁵	0,01	< 1	- ⁷	-	-	1.35	6.28	1.53	1.88	6.08	0,59	7.39	0,94	1,04	3.01
ST ⁶	0,01	< 2	-	-	-	0,20	0,11	0,23	0,10	0,14	0,04	0,10	0,16	0,03	0,13
Mn	3	-	1 000	2 200	11 000	201 000	71 200	264 000	129 000	77 200	239 000	2 910	583 000	1 000	206 478

Notes :

- ¹ Limite de détection méthodologique
 - ² Guide de valorisation des matières résiduelles inorganiques non dangereuses de source industrielle comme matériau de construction
 - ³ Critères B et C de la Politique de protection des sols et de réhabilitation des terrains
 - ⁴ Critère du Règlement sur l'enfouissement des sols contaminés
 - ⁵ COT : carbone organique total
 - ⁶ ST : soufre total
 - ⁷ - : critère non défini ou paramètre non analysé
- Certificats d'analyses Bodycole 09-323745 et 09-324214

Légende :

1.35	: Valeur excédant le critère du guide de valorisation
2 910	: Valeur dans la plage C-D
201 000	: Valeur excédant le critère D

TABLEAU 4
Concentrations pour différents contaminants organiques
Ancienne usine d'Elkem

Paramètres analytiques	LDM ¹ mg/kg	Critères ou normes ²				RI-5	SOTT-1
		A	B	C	RESC	Remblai noir	Remblai brun
		mg/kg				mg/kg	mg/kg
Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques							
Naphtalène	<0,1	0,1	5	50	56	<	<
Méthyl-2 naphtalène	<0,1	0,1	1,0	10	56	<	<
Méthyl-1 naphtalène	<0,1	0,1	1,0	10	56	<	<
Diméthyl-1,3 naphtalène	<0,1	0,1	1,0	10	56	<	<
Acénaphtylène	<0,1	0,1	10	100	100	0,1	<
Acénaphène	<0,1	0,1	10	100	100	<	<
Triméthyl-2,3,5 naphtalène	<0,1	0,1	1,0	10	56	<	<
Fluorène	<0,1	0,1	10	100	100	<	<
Phénanthrène	<0,1	0,1	5	50	56	0,7	0,1
Anthracène	<0,1	0,1	10	100	100	0,2	<
Fluoranthène	<0,1	0,1	10	100	100	1,8	0,2
Pyrène	<0,1	0,1	10	100	100	1,6	0,2
Benzo (c) phénanthrène	<0,1	0,1	1,0	10	56	<	<
Benzo (a) anthracène	<0,1	0,1	1,0	10	34	0,8	<
Chrysène	<0,1	0,1	1,0	10	34	0,8	0,1
7,12-diméthylbenzoanthracène	<0,1	0,1	1,0	10	34	<	<
Benzo (b,j,k) fluoranthène	<0,1	0,1	1,0	10	136	2	0,2
Benzo (a) pyrène	<0,1	0,1	1,0	10	34	1	<
3-méthylcholanthrène	<0,1	0,1	1,0	10	150	<	<
Indéno (1,2,3-cd) pyrène	<0,1	0,1	1,0	10	34	0,8	<
Dibenzo (a,h) anthracène	<0,1	0,1	1,0	10	82	0,2	<
Benzo (g,h,i) pérylène	<0,1	0,1	1,0	10	18	1	<
Dibenzo (a,l) pyrène	<0,1	0,1	1,0	10	34	0,4	<
Dibenzo (a,i) pyrène	<0,1	0,1	1,0	10	34	<	<
Dibenzo (a,h) pyrène	<0,1	0,1	1,0	10	34	<	<
Composés phénoliques par colorimétrie							
Composés phénoliques ³	<0,5	0,1	0,5	5	56	0,55	0,6
Biphényles polychlorés (Aroclors)							
Aroclor 1242	<0,1	-	-	-	-	<	-
Aroclor 1248	<0,1	-	-	-	-	<	-
Aroclor 1254	<0,1	-	-	-	-	<	-
Aroclor 1260	<0,1	-	-	-	-	<	-
BPC totaux	<0,1	0,1	1	10	50	<	-
Hydrocarbures pétroliers C₁₀-C₅₀							
HP C ₁₀ -C ₅₀	100	300	700	3 500	10 000	<	<

Notes :
¹ Limite de détection méthodologique

² Politique de protection des sols et de réhabilitation des terrains contaminés (Critères A,B,C)

RESC: Règlement sur l'enfouissement des sols contaminés

³ les critères pour les composés phénoliques sont ceux du composé le plus conservateur (on remarque cependant que la LDM est égale au critère B)

Légende :

5	: Valeur dans la plage A-B
5	: Valeur dans la plage B-C (Annexe I du RPRT < valeur ≤ Annexe II du RPRT ³)
5	: Valeur > critères C (Annexe II du RPRT ³)
5	: Valeur ≥ RESC
<	: Valeur < limite de détection méthodologique
-	: Non analysé ou pas de critère disponible pour ce paramètre

Les échantillons ont été analysés plus de 14 jours après leur prélèvement, ce qui n'est pas souhaitable habituellement

Certificats d'analyses Bodycote 08-323004 et 09-327069

4.2.3 Granulométrie des échantillons et conformité par rapport au REIMR

Deux analyses granulométriques ont été réalisées sur un échantillon de remblai noir et un échantillon de remblai brun. Le remblai noir analysé contient environ 36 % de gravier (5 – 75 mm), 50,8 % de sable (0,08 – 5 mm) et 13,2 % de silt et argile (< 0,08 mm). Le remblai brun quant à lui contient environ 17 % de gravier (5 – 75 mm), 40,8 % de sable (0,08 – 5 mm) et 42,2 % de silt et argile (< 0,08 mm) (**Tableau 5**). Les remblais noirs peuvent donc être décrits comme sable et gravier avec un peu de silt et argile. Tandis que les remblais bruns peuvent être décrits comme sable et silt et argile avec un peu de gravier.

On peut estimer la perméabilité des remblais par la formule de Hazen qui exprime K, le coefficient de perméabilité en m/s, en fonction de d_{10} , le diamètre (en mm) pour lequel passe 10 % (p/p) du matériau. Dans le cas du remblai noir, d_{10} vaut environ 0,03 mm. Dans le cas du remblai brun, ce paramètre ne peut pas être facilement évalué. S'il était possible de projeter la courbe, il est évident que le d_{10} pour les remblais bruns serait inférieur à 0,001 mm. La formule de Hazen est donnée à l'équation (1) (Holtz et Kovacs, 1981). Elle est valide seulement pour K supérieur ou égal à 10^{-5} m/s, et dans le cas des sols uniformes, c'est-à-dire ayant un rapport $Cu = d_{60}/d_{10}$ supérieur à 2.

d_{60} (le diamètre pour lequel passe 60 % (p/p) du matériau) vaut environ 4 mm pour le remblai noir et 0,3 mm pour le remblai brun. Les deux types de remblais peuvent donc être considérés comme uniformes ($Cu_{\text{noir}} \approx 130$ et $Cu_{\text{brun}} \approx 300$).

$$(1) \quad K(m/s) = C \times d_{10}^2$$

Où C est une constante variant entre 0,004 et 0,012, prise égale à 0,01,
 d_{10} est le diamètre en mm pour lequel passe 10 % (p/p) du matériau.

Ainsi, la perméabilité du remblai noir est d'environ $9 \cdot 10^{-6}$ m/s, soit $9 \cdot 10^{-4}$ cm/s. Dans le cas du remblai brun, la perméabilité maximale est d'environ 10^{-8} m/s (10^{-6} cm/s). Le remblai noir est donc plus perméable que le remblai brun. Plusieurs études de Bio Géo Environnement avaient évalué la perméabilité sur l'ensemble du site et l'avait estimée proche de $6,4 \cdot 10^{-5}$ cm/s (Bio Géo Environnement, 1997), qui est une valeur intermédiaire entre nos deux résultats. La nappe phréatique se situant près de l'interface entre le roc et les remblais bruns, expliquerait le fait d'une perméabilité in-situ inférieure.

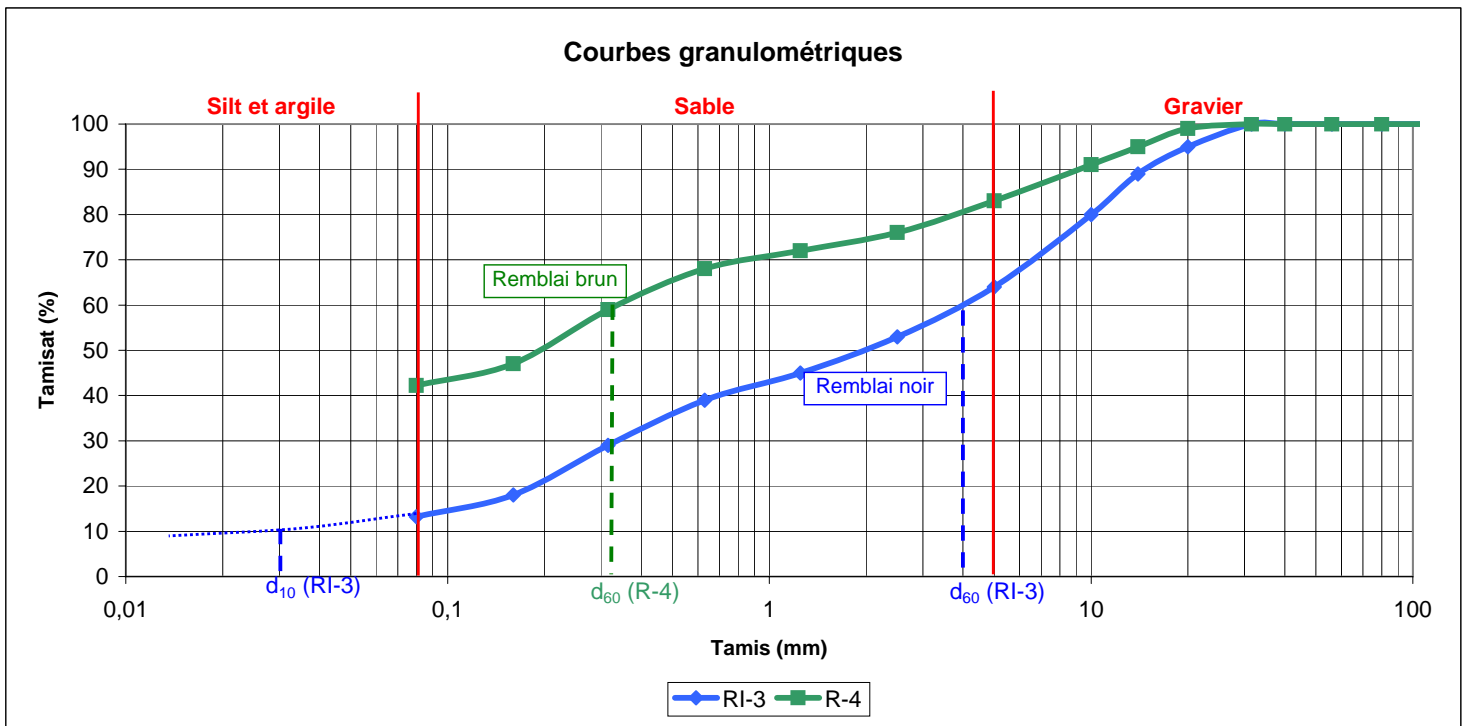
On constate donc que la fraction de remblai noir inférieure à 0,08 mm représente 13,2 % (p/p), soit moins de 20 % (p/p), et que la perméabilité moyenne est supérieure à 10^{-4} cm/s (exigences de l'article 42 du REIMR).

TABLEAU 5

Analyses granulométriques sur un remblai noir
et un remblai brun

Ancienne usine d'Elkem

Tamis (mm)	Tamisat (%)	
	RI-3 noir	R-4 brun
112	100	100
80	100	100
56	100	100
40	100	100
31,5	100	100
20	95	99
14	89	95
10	80	91
5	64	83
2,5	53	76
1,25	45	72
0,630	39	68
0,315	29	59
0,160	18	47
0,080	13,2	42,2
Silt et argile (< 0,08 mm)	13,2	42,2
Sable (0,08 < < 5 mm)	50,8	40,8
Gravier (> 5 mm)	36,0	17,0



Ainsi, les remblais noirs peuvent réintégrer la procédure du *Guide de valorisation*, pour une utilisation comme matériau de recouvrement. Toutefois cette classification devrait être validée par le Ministère du Développement Durable, de l'Environnement et des Parcs (MDDEP) parce qu'il existe aujourd'hui des incompatibilités entre le *Guide de valorisation* et le *REIMR*.

4.2.4 Contenu en soufre total et concentrations limites

Il faut ensuite s'assurer que le contenu en soufre total est inférieur à 2 %. Or, le contenu en soufre total dans tous les échantillons est inférieur à 1 % (**Tableau 3**). Dans ce cas, il faut ensuite évaluer les concentrations dans les matières résiduelles pour les différents contaminants et s'assurer que la granulométrie est inférieure à 2,5 mm. Pour le remblai noir, près de 55 % (p/p) du matériau est de granulométrie inférieure à 2,5 mm, tandis que pour le remblai brun, près de 75 % (p/p) du matériau est de granulométrie inférieure à 2,5 mm. Les deux remblais présentent donc une granulométrie inférieure à 2,5 mm. Étant donné que la concentration en manganèse dépasse le critère C de la *Politique de protection des sols et de réhabilitation des terrains contaminés* (**Tableaux 3 et 6**), les remblais peuvent directement être classés dans la catégorie 3 du *Guide de valorisation*.

4.3 Analyses minéralogiques

Des analyses minéralogiques ont également été effectuées sur des blocs de scories afin de déterminer les proportions d'oxydes métalliques (**Tableau 7**). Les résultats trouvés pour ces matériaux corrélerent assez bien avec les résultats totaux pour les remblais. Les concentrations en oxydes métalliques varient selon l'endroit où ont été prélevés les échantillons. En effet, pour les oxydes de manganèse, les concentrations sont plus élevées dans les remblais noirs du long de la berge que dans les remblais noirs du terrain. Elles sont également plus élevées que les concentrations dans les remblais bruns. Cependant, les remblais noirs sont beaucoup plus abondants que les remblais bruns sur le site.

4.4 Résultats du programme AQ/CQ

Les résultats des contrôles effectués au niveau du laboratoire aux fins du programme AQ/CQ, incluant l'identification des méthodes analytiques utilisées et des limites de détection obtenues pour chaque série d'échantillons, sont disponibles sur demande. Les méthodes d'analyse du laboratoire sont conformes aux méthodes identifiées dans la *Liste des méthodes suggérées pour la réalisation des analyses de laboratoire* et la *Liste des méthodes d'analyse relatives à l'application des règlements découlant de la Loi sur la qualité de l'environnement* du MDDEP.

TABLEAU 6

Concentrations en métaux totaux et silicium (Si)

Ancienne usine d'Elkem

Paramètres analytiques	LMD ¹ mg/kg	Critères ou normes ² mg/kg				S-1	S-4	SOT-1	SOT-3	SOT-4-1	SOT-4-2	RI-1	RI-3	RI-4	RI-5	RI-7	R-1	R-3	R-4	SOT-1	SOT-3
		A	B	C	RESC																
Cd	1	1,5	5	20	100	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5	<	<	<	<	<
Cr	2	85	250	800	4 000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	381	8	77	25	76	76
Cu	1	40	100	500	2 500	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	485	8	106	10	28	28
Fe	50	-	-	-	-	87 300	2 960	10 800	2 780	2 260	506	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Mn	3	770	1 000	2 200	11 000	516 000	97 500	78 000	81	2 220	178 000	201 000	71 200	264 000	129 000	583 000	1 980	34 200	2 270	1 000	1 000
Hg	0,04	0,2	2	10	50	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	20	31	31
Ni	2	50	100	500	2 500	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	662	9	59	<	<	<
Pb	10	50	500	1 000	5 000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	59	<	23	51	80	80
Zn	4	110	500	1 500	7 500	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	87	20	151	-	-	-
Si	5	-	-	-	-	-	-	16 400	6 510	1 230	10 500	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Notes :

¹ Limite de détection méthodologique

² Politique de protection des sols et de réhabilitation des terrains contaminés (Critères A,B,C)

RESC: Règlement sur l'enfouissement des sols contaminés

Certificat d'analyse Bodycote 08-323004 et 08-323006

Légende :

5	: Valeur dans la plage A-B
5	: Valeur dans la plage B-C (Annexe I du RPRT < valeur ≤ Annexe II du RPRT ³)
5	: Valeur > critères C (Annexe II du RPRT ³)
5	: Valeur ≥ RESC
<	: Valeur < limite de détection méthodologique
-	: Non analysé ou pas de critère disponible pour ce paramètre

TABLEAU 7
Concentrations en oxydes métalliques
Ancienne usine d'Elkem

Paramètres analytiques			MnO	SiO ₂	CaO	MgO	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃
			% (p/p)					
Scories	Berge	S-1	46,0	27,0	3,3	1,6	4,7	9,5
		S-4	20,0	34,0	13,0	2,8	14,0	0,22
		Moyenne	33,0	30,5	8,2	2,2	9,4	4,9
		Écart-type	18,4	4,9	6,9	0,8	6,6	6,6
	Terrain	STT-1	15,0	36,0	15,0	14,0	10,0	2,3
		STT-3	0,06	54,0	7,0	0,83	16,0	2,7
		STT-4-1*	29,0	26,0	17,0	0,8	16,0	0,1
		STT-4-2	0,75	77,0	1,4	0,72	2,5	2,5
		Moyenne	11,2	48,3	10,1	4,1	11,1	1,9
		Écart-type	13,7	22,4	7,2	6,6	6,4	1,2
		Moyenne	18,5	42,3	9,5	3,5	10,5	2,9
		Écart-type	17,5	19,7	6,5	5,2	5,8	3,4
	Remblais noirs	Berge	RI-1*	45,0	12,0	0,7	0,7	2,1
RI-3			17,0	47,0	5,1	1,3	6,7	4,0
RI-4			33,0	23,0	9,2	1,0	9,3	3,5
RI-5			18,0	44,0	10,0	2,1	8,8	3,1
RI-7			13,0	50,0	8,8	2,4	8,3	5,1
Moyenne			25,2	35,2	6,8	1,5	7,0	5,1
Écart-type			13,4	16,8	3,9	0,7	2,9	2,7
Terrain		RITT-1	0,1	67,0	1,3	1,5	9,4	3,4
		RITT-2	46,0	23,0	3,0	1,5	8,3	3,9
		RITT-4	8,1	45,0	9,7	3,4	12,0	4,5
		RITT-5	0,4	58,0	2,5	1,5	7,8	11,0
		Moyenne	13,7	48,3	4,1	2,0	9,4	5,7
		Écart-type	21,9	19,1	3,8	1,0	1,9	3,6
		Moyenne	20,1	41,0	5,6	1,7	8,1	5,4
	Écart-type	17,5	18,0	3,8	0,8	2,7	2,9	
Remblais bruns	Berge	R-1	29,0	28,0	11,0	1,2	8,6	4,2
		R-3	0,3	71,0	3,2	0,4	3,8	1,1
		R-4	1,9	62,0	3,8	3,4	13,0	6,2
		Moyenne	10,4	53,7	6,0	1,7	8,5	3,8
		Écart-type	16,1	22,7	4,3	1,5	4,6	2,6
	Terrain	SOTT-1	0,7	57,0	6,0	1,8	6,2	2,1
		SOTT-3	0,6	69,0	1,7	1,2	6,8	2,7
		Moyenne	0,7	63,0	3,9	1,5	6,5	2,4
		Écart-type	0,0	8,5	3,0	0,4	0,4	0,4
		Moyenne	6,5	57,4	5,1	1,6	7,7	3,3
		Écart-type	12,6	17,4	3,6	1,1	3,4	2,0

Notes :

Limite de détection méthodologique = 0,002 % (p/p)

* : échantillons évalués à partir des concentrations en éléments

Certificat d'analyse Bodycote 08-323004, 08-323006 et 09-325287

Le mode et le délai de conservation respectent les recommandations formulées selon les matrices et les paramètres analytiques dans les cahiers du *Guide d'échantillonnage à des fins d'analyses environnementales*. Les limites de détection et de quantification sont par ailleurs inférieures aux objectifs de qualité (normes ou critères).

4.5 Coupes stratigraphiques

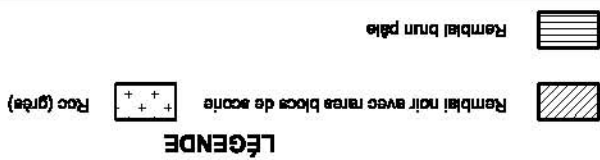
Grâce aux tranchées réalisées sur la berge et sur le terrain et avec les informations contenues dans les forages et sondages antérieurs, quatre (4) coupes stratigraphiques Nord – Sud ont pu être déterminées. Celles-ci sont présentées aux **Figures 5, 6, 7 et 8**.

4.6 Calculs des volumes de remblais

À l'aide des coupes établies, il est possible d'extrapoler les épaisseurs de remblais sur la longueur du terrain pour déterminer les volumes des différentes couches de remblais. En sommant sur toutes les sections, on peut évaluer le volume total de remblais sur l'ensemble du site. Cependant, en raison de la présence d'arbres sur une partie de la berge, le volume de remblai doit être revu légèrement à la baisse. Il s'agit d'un « engagement » faisant partie de l'étude d'impact portant sur la restauration de la berge du site (HDS Environnement, 2008).

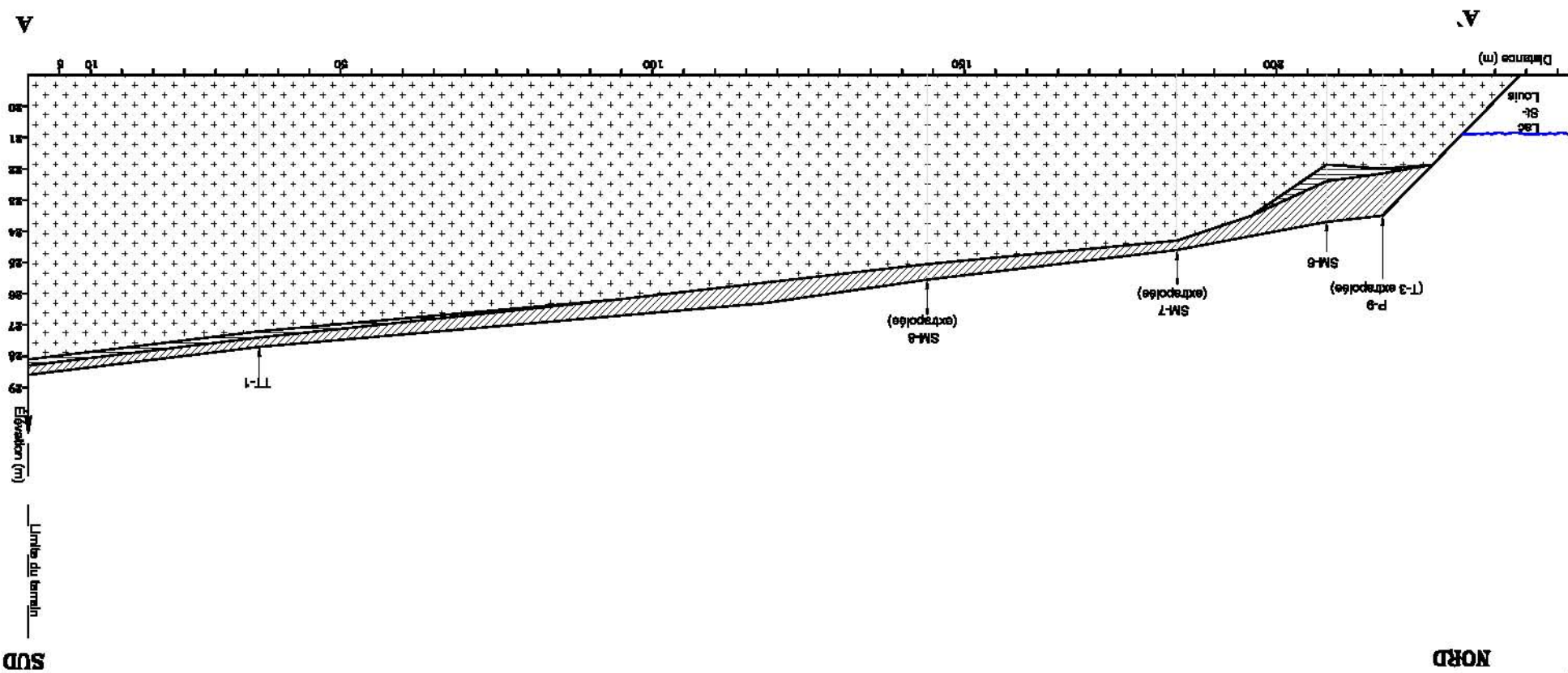
Ainsi, les remblais laissés sur place à cause des arbres représentent environ 13 000 m³, soit environ 12 000 m³ de remblais noirs et 1 000 m³ de remblais bruns. Donc les volumes totaux pour l'ensemble du site (berge comprise) sont, pour les remblais noirs et bruns respectivement, d'environ 128 000 m³ et 7 000 m³, pour un total de 135 000 m³. Pour la berge, les volumes valent environ 21 000 m³ pour les remblais noirs et 1 000 m³ pour les remblais bruns. Et pour le terrain, les volumes de remblais noirs et bruns valent respectivement environ 107 000 m³ et 6 500 m³. En considérant une densité de 1,9 tonne métrique par mètre cube (sur une base humide), ceci équivaut à environ 260 000 t de remblais, soit 245 000 t de remblais noirs et 15 000 t de remblais bruns. Ainsi, sur l'ensemble du site, les remblais noirs représentent environ 90 % des matériaux, les remblais bruns environ 5 % et les blocs de scories environ 5 % également, présents essentiellement dans les remblais noirs. Et la teneur en oxydes de manganèse vaut en moyenne environ 16 % (p/p) (**Tableau 8**).

N° projet : HDS-6708-3
Client : Eikem
Dessiné par : K. Chahboub
Véifié par : B. Weffinger
Date : Avril 2009



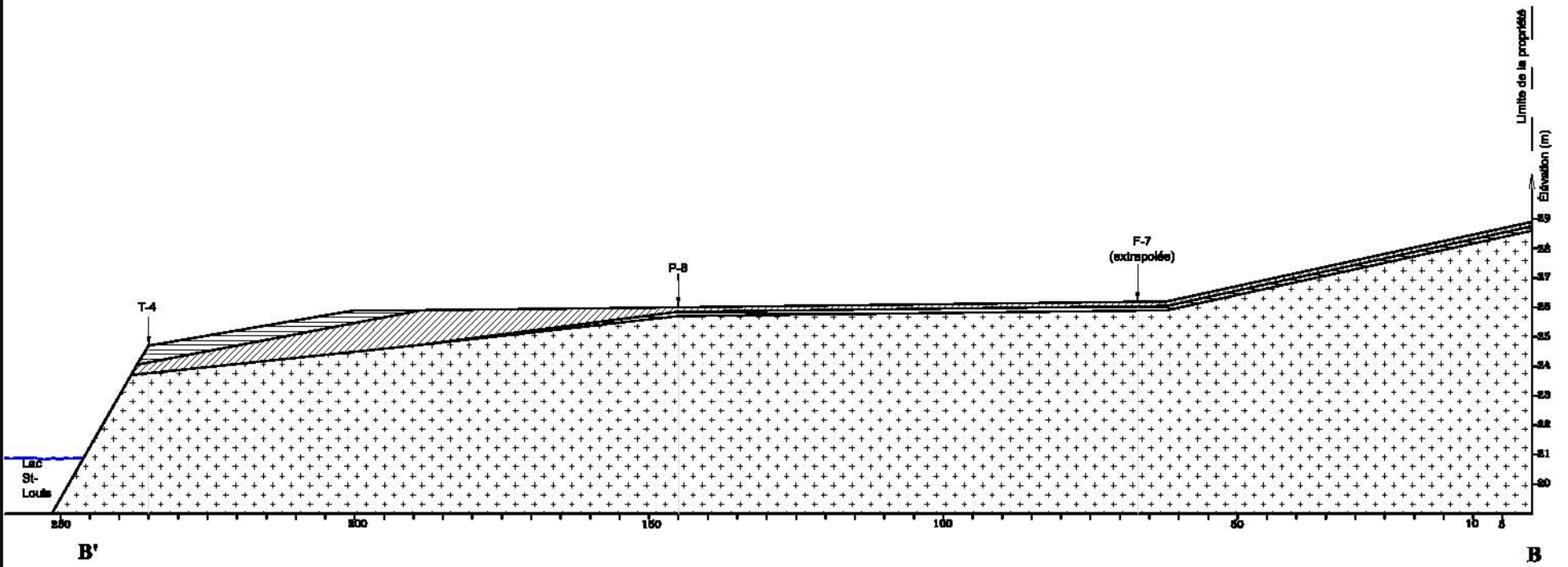
COUPE STRATIGRAPHIQUE A-A'

FIGURE 5



NORD

SUD



N° projet : HDS-6708-3
Client : Elkem
Dessiné par : K. Chahboub
Vérifié par : B. Welfinger
Date : Avril 2009

LÉGENDE




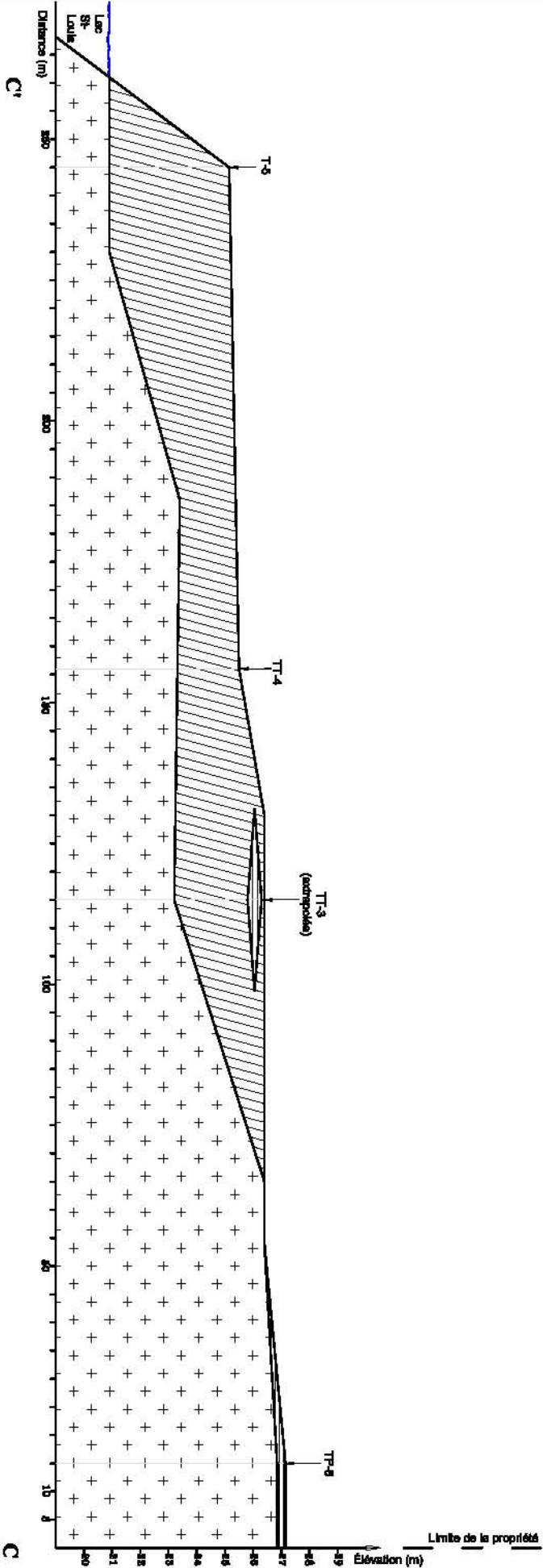
- | | | | |
|---|---|---|------------|
|  | Remblai noir avec rares blocs de scorie |  | Roc (grès) |
|  | Remblai brun pâle | | |



FIGURE 6
COUPE STRATIGRAPHIQUE B-B'

NORD

SUD



LÉGENDE

-  Remblai noir avec traces blanches de scorie
-  Remblai brun pâle
-  Roc (grès)

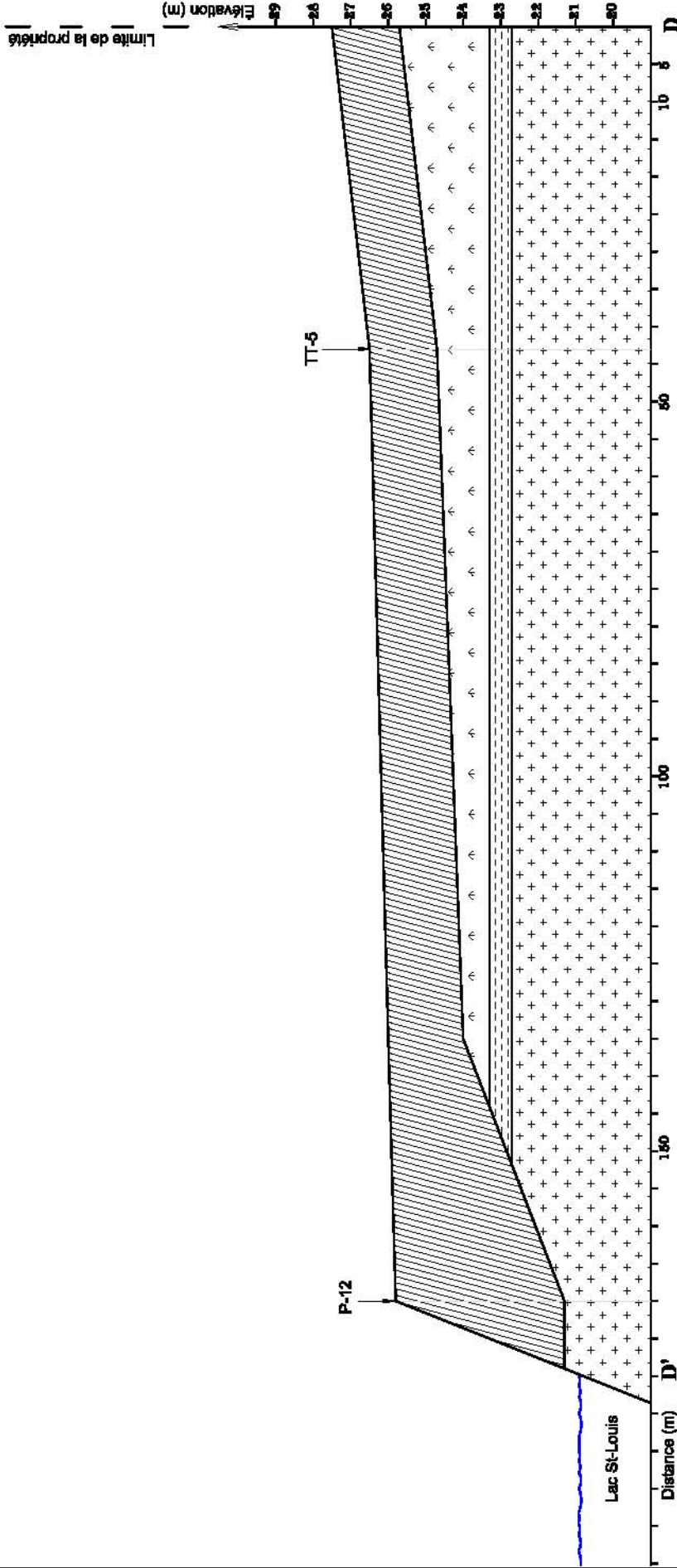
N° projet : HDS-0708-3
 Client : Elkem
 Dessiné par : K. Charhoub
 Vérifié par : B. Weffinger
 Date : Avril 2009



FIGURE 7
 COUPE STRATIGRAPHIQUE C-C'

NORD

SUD



N° projet : HDS-6708-3
 Client : Elkem
 Dessiné par : K. Chahbouh
 Vérifié par : B. Weifinger
 Date : Avril 2009

LÉGENDE

-  Remblai noir avec rares blocs de scorie
-  Roc (grès)
-  Silt argileux
-  Till



FIGURE 8
COUPE STRATIGRAPHIQUE D-D'

6708-3 Fig. 8 (07-04-2009)

TABLEAU 8
**Récapitulatif des volumes, tonnages
et concentrations en oxydes métalliques**
Ancienne usine d'Elkem

Paramètres analytiques	Proportion approx.	Volume approx.	Tonnage approx.	Oxydes métalliques	MnO	SiO ₂	CaO	MgO	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃		
	%	m ³	t		% (p/p)							
Berge (après diminution)	Remblais noirs (5 échantillons)	90%	20 000	38 000	Moyenne	25,2	35,2	6,8	1,5	7,0	5,1	
					Écart-type	13,4	16,8	3,9	0,7	2,9	2,7	
	Scories (2 échantillons)	5%	1 000	2 000	Moyenne	33,0	30,5	8,2	2,2	9,4	4,9	
					Écart-type	18,4	4,9	6,9	0,8	6,6	6,6	
	Remblais bruns (3 échantillons)	5%	1 000	2 000	Moyenne	10,4	53,7	6,0	1,7	8,5	3,8	
					Écart-type	16,1	22,7	4,3	1,5	4,6	2,6	
	Total pour la berge (10 échantillons)	100%	22 000	42 000	Moyenne	22,3	39,8	6,8	1,7	7,9	4,7	
					Écart-type	15,9	18,4	4,1	1,0	3,8	3,1	
	Terrain	Remblais noirs (4 échantillons)	90%	100 000	190 000	Moyenne	13,7	48,3	4,1	2,0	9,4	5,7
						Écart-type	21,9	19,1	3,8	1,0	1,9	3,6
		Scories (4 échantillons)	5%	6 500	12 500	Moyenne	11,2	18,3	10,1	4,1	11,1	1,9
						Écart-type	13,7	22,4	7,2	6,6	6,4	1,2
Remblais bruns (2 échantillons)		5%	6 500	12 500	Moyenne	0,7	63,0	3,9	1,5	6,5	2,4	
					Écart-type	0,0	8,5	3,0	0,4	0,4	0,4	
Total pour le terrain (10 échantillons)		100%	113 000	215 000	Moyenne	10,1	51,2	6,5	2,7	9,5	3,5	
					Écart-type	15,8	18,3	5,7	4,0	4,2	2,9	
Site (Berge + Terrain)	Remblais noirs (9 échantillons)	90%	120 000	230 000	Moyenne	20,1	41,0	5,6	1,7	8,1	5,4	
					Écart-type	17,5	18,0	3,8	0,8	2,7	2,9	
	Scories (6 échantillons)	5%	7 500	14 500	Moyenne	18,5	42,3	9,5	3,5	10,5	2,9	
					Écart-type	17,5	19,7	6,5	5,2	5,8	3,4	
	Remblais bruns (5 échantillons)	5%	7 500	14 500	Moyenne	6,5	57,4	5,1	1,6	7,7	3,3	
					Écart-type	12,6	17,4	3,6	1,1	3,4	2,0	
	Total pour le site (20 échantillons)	100%	135 000	260 000	Moyenne	16,2	45,5	6,6	2,2	8,7	4,1	
					Écart-type	16,6	18,8	4,9	2,9	4,0	3,0	

Note :

La densité moyenne utilisée pour les calculs est de 1,9 tonne métrique par mètre cube, sur une base humide

5 DEUX SOLUTIONS DE RESTAURATION PROPOSEES

Deux solutions ont été envisagées pour la restauration du site de l'ancienne usine d'Elkem :

- l'excavation des remblais riches en manganèse et leur recyclage ;
- le confinement des remblais par une couche de 25 cm de matériau propre et l'utilisation des remblais excédentaires pour ériger un talus sur une fraction du pourtour de la propriété.

Dans cette section, la préfaisabilité technique de ces deux options est présentée, ainsi qu'une évaluation des coûts associés à chacune d'entres elles.

5.1 Solution n°1 – L'excavation et le recyclage des remblais

L'option du recyclage des remblais serait, dans le cas où elle est réalisable, la meilleur solution de restauration étant donné qu'elle évacue tous les remblais noirs du site. En effet, en raison de leur forte teneur en oxydes de manganèse, les remblais noirs pourraient être revalorisés par un recycleur.

5.1.1 Description de la solution

Pour la solution de recyclage, tous les remblais noirs devraient être excavés du site et transportés par camion jusqu'à l'usine de recyclage. Celle-ci se situe à Melocheville à environ 5 minutes en camion. Le tonnage des remblais noirs pour le terrain (sans la berge) représente environ 202 000 tonnes métriques (244 000 tonnes métriques si on inclut la berge). Sur la durée des travaux, et pendant les heures ouvrables de la journée, le trafic de poids lourds sur la route 132 risque d'être relativement augmenté. Cependant, étant donné que l'usine de recyclage se situe à proximité du site, les impacts négatifs liés au transport des remblais devraient être minimes.

Bien entendu, les remblais noirs excavés et envoyés au recyclage devront être remplacés par des matériaux propres. Les matériaux du propriétaire actuel, déjà présents sur le site, pourraient être utilisés pour ce remblaiement s'ils sont conformes et propres. S'il n'y en avait pas assez, d'autres matériaux pourraient être acheminés jusqu'au site afin de combler les derniers remblais.

Le remblaiement du site pourrait également être réalisé de manière à obtenir une pente douce (environ 1 %) sur la largeur de la propriété. Ainsi, les eaux de surface pourraient s'écouler naturellement vers le lac Saint-Louis.

5.1.2 Avantages et inconvénients

Le principal avantage de cette solution de restauration réside dans le fait que tous les remblais noirs seraient excavés du site. Ainsi, il n'y aurait plus cette inquiétude de le remanier accidentellement lors des opérations en cours sur le site. De plus, le remblaiement par des matériaux propres permettrait d'isoler efficacement le peu de remblais bruns qui resteraient sur le site, et d'adapter le relief du terrain. Ainsi, en favorisant une pente douce de 1 % vers le lac, les eaux de surface pourraient s'écouler naturellement.

Cependant, cette solution engendrerait des travaux relativement importants puisqu'il faudrait excaver un grand volume de remblais et les transporter par camions jusqu'à l'usine de recyclage. Néanmoins, les impacts appréhendés devraient être minimes étant donné le court trajet que les camions devraient parcourir. Résidant en des opérations plus importantes, cette solution de restauration devrait être relativement dispendieuse. Dans le cas où elle serait retenue, des plans et devis détaillés des opérations devraient être réalisés afin de planifier les travaux de manière sécuritaire et efficace.

5.2 Solution n°2 – Isolement des remblais par une couche de matériau propre

La solution n°2 consiste à confiner les remblais noirs par une couche d'environ 25 cm de matériau propre. Cependant, à certains endroits du site, notamment autour des bâtiments et des dalles de béton, on ne peut laisser les remblais noirs et remblayer par-dessus, car il faut éviter que les eaux de ruissellement atteignent ces endroits. Dans ce cas, il faudrait excaver autour des bâtiments et des dalles de béton afin de pouvoir placer une couche de 25 cm de matériau propre. Les remblais noirs ainsi excavés pourraient être utilisés pour ériger un talus sur le pourtour du site, qui atténuerait les impacts négatifs liés aux utilisations actuelles du site (impact visuel, impact sonore...). Le remblaiement général permettrait également d'orienter la pente moyenne du site vers le lac Saint-Louis afin d'orienter le ruissellement des eaux de surface. On pourrait envisager de remblayer le site afin d'obtenir une pente moyenne d'environ 1 %. Pour ce faire, un nouvel arpentage du site, très détaillé, devrait être réalisé.

5.2.1 Hypothèses

Pour cette option, on excaverait seulement des remblais noirs autour des bâtiments et des dalles de béton. Afin d'en estimer le volume, on pourrait excaver sur une largeur de 5 m autour des bâtiments, sur une profondeur de 25 cm. Ensuite, on pourrait également excaver sur 5 autres mètres, mais avec une pente de 5 %. La zone excavée pourrait

ensuite être remblayée avec des matériaux propres. Sur environ 2 000 m linéaires de bordures de bâtiments et de dalles de béton, cela représenterait environ 5 000 m³ de remblais.

En utilisant ces 5 000 m³ de remblais, excavés autour des bâtiments, des dalles de béton et des autres structures présentes sur le site, on pourrait ériger un talus dans le coin sud-est du site, sur une longueur approximative de 325 m. Le profil envisagé du talus est un trapèze de hauteur h , de base inférieure B et de base supérieure S . Les pentes maximales sont estimées à environ 45° de chaque côté. La base B représente donc l'emprise du talus sur le site. Ces différentes hypothèses permettent de calculer les deux paramètres géométriques du talus, la base B et la hauteur h , en fonction de la longueur (325 m), de la base supérieure S et du volume de remblais (environ 5 000 m³). Les hypothèses, ainsi que les résultats pour la géométrie du talus, sont présentés au **Tableau 9**. Bien entendu, la faisabilité de cette option, notamment la possibilité d'excaver autour des bâtiments, la construction et l'emplacement du talus, etc. restera à confirmer avant le début des opérations.

Plusieurs hypothèses pour les opérations de déblaiement et de remblaiement par du matériau propre pourraient être posées :

- Conserver une pente vers le lac Saint-Louis, afin que les eaux de surface puissent ruisseler dans cette direction ;
- Sur les contours des bâtiments et des dalles de béton, ne pas remblayer avec du matériau propre plus haut que la base des structures ;
- Recouvrir tous les remblais noirs restés en place d'au moins 25 cm de remblai propre ;
- Végéter le talus et, à certains endroits, les remblais propres, pour améliorer l'aspect visuel du site.

5.2.2 Géométrie du talus

Avec l'utilisation de 5 000 m³ de remblais, on constate que la hauteur du talus varie d'environ 1,5 m à 4 m, tandis que la base varie inversement d'environ 13 m à 8 m. Étant donné que la largeur du talus varie peu, il vaudrait mieux ériger un talus moins haut, d'une hauteur d'environ 2,15 m, et avoir une base d'environ 9,30 m. Plusieurs profils de talus sont envisageables (**Figure 9**), mais on constate que pour une base qui varie d'environ 50 cm, la hauteur augmente de plus de 2 m. Ainsi, on pourrait privilégier un talus un peu plus large, mais plus bas.

TABLEAU 9

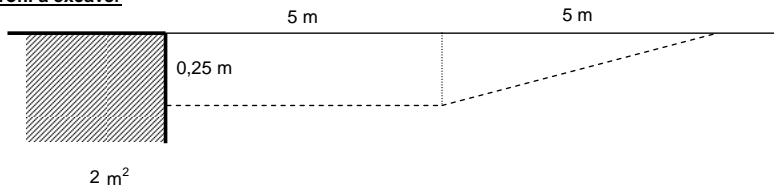
Évaluation des dimensions d'un talus érigé avec les remblais dans le coin sud-est du site

Ancienne usine d'Elkem

Longeur linéaire de bâtiments ou dalles de béton à excaver

2 000 m

Profil à excaver



Volume à excaver au coins des bâtiments et des dalles de béton

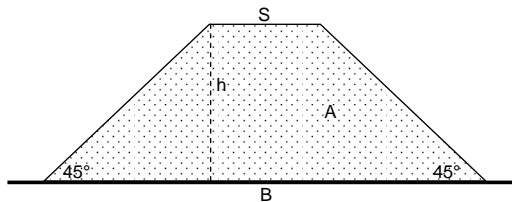
700 m³ dans les coins des dalles de béton et des bâtiments

Volume total de remblais

5 000 m³ pour la solution 1, de déblaiement autour des bâtiments et des dalles de béton

Profil envisagé

Talus avec un profil trapézoïdal avec des pentes de 45° et un sommet de largeur S (en m)



$$A = h^2 + h.S$$

l'aire du profil

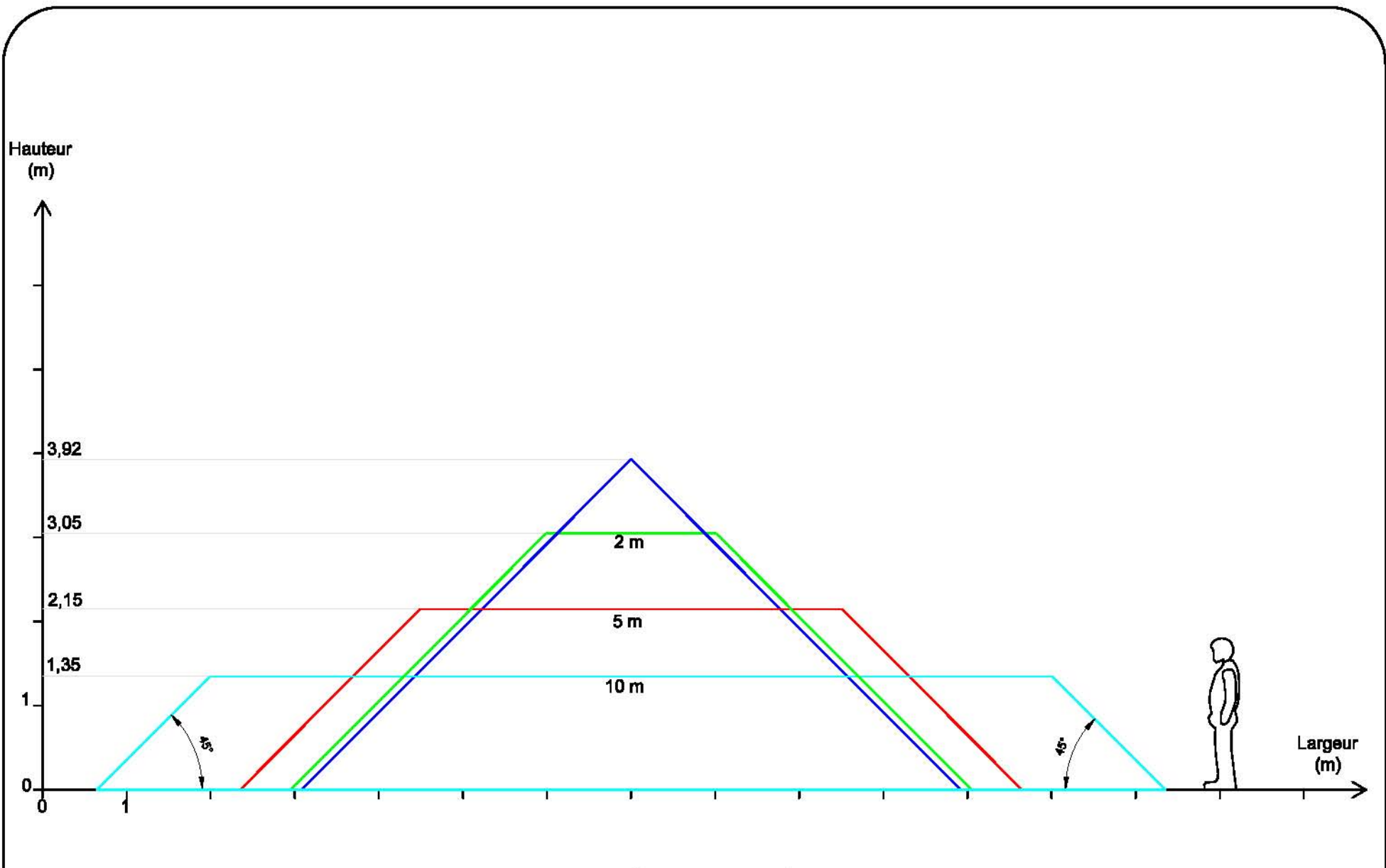
$$B = 2.h + S$$

la base du profil

Longueur linéaire sur laquelle on peut ériger un talus

325 m de cloture dans le coin sud-est du site

Solution 1			
S (m)	A (m ²)	h (m)	B (m)
0,00	15,38	3,92	7,84
1,00	15,38	3,45	7,91
2,00	15,38	3,05	8,10
3,00	15,38	2,70	8,40
4,00	15,38	2,40	8,81
5,00	15,38	2,15	9,30
6,00	15,38	1,94	9,88
7,00	15,38	1,76	10,51
8,00	15,38	1,60	11,20
9,00	15,38	1,47	11,94
10,00	15,38	1,35	12,71



N° projet : HDS-6708-3
 Client : Elkem
 Dessiné par : K. Chahboub
 Vérifié par : B. Welfringer
 Date : Avril 2009



FIGURE 3

DIFFÉRENTS PROFILS DU TALUS

5.2.3 Avantages et inconvénients

Les avantages de cette solution sont multiples. Tout d'abord, elle est relativement facilement réalisable étant donné qu'il ne faut que recouvrir les remblais d'une couche de matériau propre et qu'il n'y a pas à transporter les remblais que l'on devrait excaver sur une longue distance puisque le talus serait érigé sur le site. Ainsi, elle est relativement peu dispendieuse. Ensuite, par le recouvrement avec une couche de matériau propre, les remblais contaminés ne seront plus directement exposés à être remaniés. Et enfin, le talus ainsi érigé permettrait de limiter les impacts négatifs, notamment visuels et sonores, des activités actuellement en cours sur le site (recyclage, passage de camion, machinerie lourde, etc.). Il devrait également être végété afin de présenter un aspect visuel positif et protégé de toute opération qui pourrait l'endommager.

Cependant, cette solution devra probablement nécessiter les accords préalables de la municipalité de Beauharnois et du Ministère du Développement Durable, de l'Environnement et des Parcs du Québec (MDDEP). Elle est donc conditionnelle à plusieurs administrations. De plus, la largeur du talus envisagé peut varier de 8 à 13 m, ce qui représente une perte de terrain non négligeable. Il sera donc sans doute nécessaire d'obtenir l'accord des propriétaires actuels. Enfin, il faut également obtenir l'autorisation de laisser les matériaux sous-jacents en place.

5.3 Comparatif des solutions et option préconisée

Les deux (2) solutions décrites précédemment présentent chacune leurs avantages et leurs inconvénients propres, ainsi que des coûts différents (**Tableau 10**). Dépendamment que l'on souhaite favoriser l'évacuation des remblais noirs du site, ou la solution la moins coûteuse, on pourrait privilégier respectivement la solution 1 ou la solution 2.

TABLEAU 10

Comparatif des deux solutions de restauration proposées

Ancienne usine d'Elkem

	Solution 1				Solution 2					
	Excavation et recyclage des remblais				Isolement des remblais par une couche de matériau propre et construction d'un talus avec les remblais excédentaires					
Coûts approximatifs	Excavation des remblais et transport	205 000 t	@	5 \$/t	1 025 000 \$	Déblaiement et construction du talus	5 000 t	@	5 \$/t	25 000 \$
	Remblaiement du site	40 000 t	@	7,5 \$/t	300 000 \$	Remblaiement du site ¹	40 000 t	@	7,5 \$/t	300 000 \$
	Compactage	40 000 t	@	2 \$/t	80 000 \$	Compactage	40 000 t	@	2 \$/t	80 000 \$
	Suivi environnemental				25 000 \$	Végétation du talus et du site	6 000 m ²	@	30 \$/m ²	180 000 \$
	Services (supervision, rapport...)				50 000 \$	Suivi environnemental				25 000 \$
	Imprévus				20 000 \$	Services (supervision, rapport...)				50 000 \$
						Imprévus				40 000 \$
				Total	1 500 000 \$				Total	700 000 \$
Durée	environ 3 mois				environ 2 mois					
Avantages	<ul style="list-style-type: none"> - Permet d'évacuer totalement les remblais - Isolement efficace des remblais bruns - Adapter le relief du terrain 				<ul style="list-style-type: none"> - Solution la moins coûteuse - Permet d'atténuer les impacts négatifs des activités actuelles - Permet d'isoler les remblais sous-jacents de l'environnement immédiat - Meilleur aspect visuel du site - Adapter le relief du terrain 					
Inconvénients	<ul style="list-style-type: none"> - Travaux relativement importants - Impacts minimes des camions de transport - Solution plus compliquée à réaliser étant donné les importants volumes de remblais à déplacer - Solution la plus coûteuse en raison des travaux importants 				<ul style="list-style-type: none"> - Nécessité d'obtenir les permis de la ville et du ministère - Perte d'espace sur la propriété à cause de l'empiètement du talus 					

6 CONCLUSIONS

Douze tranchées stratigraphiques ont été creusées sur l'ancien site d'Elkem afin d'évaluer la qualité et la quantité des remblais industriels en place. Elkem étant soucieux de remettre en état son ancien site, deux solutions de restauration ont été analysées. La première option consiste à excaver et recycler la totalité des remblais noirs. La seconde solution consiste à confiner les remblais noirs sous une couche de matériau propre et à utiliser les remblais noirs excédentaires pour ériger un talus dans le coin sud-est du site.

Les remblais ont tout d'abord été analysés pour différents paramètres afin de les classer dans la catégorie 3 du *Guide de valorisation*. En effet, les remblais noirs présentent un contenu moyen en carbone organique total supérieur à 1 %, mais les exigences nécessaires de perméabilité et de granulométrie sont respectées pour réintégrer la procédure. Avec le contenu en soufre total et les concentrations pour les métaux on peut classer les remblais noirs et bruns dans la catégorie 3 du *Guide de valorisation*.

L'option n°1 consisterait à excaver et recycler les remblais noirs. Tous les remblais seraient transportés par camion jusqu'à l'usine de recyclage. Des matériaux propres seraient utilisés pour combler les zones excavées. La solution n°2 consisterait à isoler les remblais noirs en place par une couche de matériau propre et utiliser les remblais noirs excédentaires pour construire un talus dans le coin sud-est de la propriété. Cette solution, permettrait de réduire les impacts négatifs (visuels, sonores, etc.) des activités actuelles du site et de présenter un meilleur aspect visuel du site. Cependant cette option nécessite d'obtenir de la ville et du MDDEP les autorisations nécessaires.

Quelque soit l'option retenue, avec le remblaiement du terrain, le relief pourrait être adapté et on pourrait faire en sorte que la pente globale du site soit d'environ 1 % en direction du lac Saint-Louis. Ainsi, les eaux de surface pourraient naturellement ruisseler vers le lac. Au vu des avantages et des inconvénients énoncés dans ce rapport pour chacune des options, la solution potentiellement la plus intéressante serait la solution n°1, qui excave et recycle la totalité des remblais noirs. Néanmoins la solution n°2 est moins dispendieuse et isole efficacement les remblais noirs.

Cependant, afin de vraiment assoir cette décision, il faudrait notamment :

1. débiter des discussions sur l'acceptabilité des solutions avec le MDDEP,
2. vérifier en détail la faisabilité technique et logistique des solutions proposées,
3. s'assurer d'obtenir les autorisations du MDDEP et de la ville de Beauharnois,
4. préparer et mettre en place un plan détaillé de l'option choisie.

RÉFÉRENCES

- Bio Géo Environnement. 1996. *Suivi environnemental de la qualité de l'eau souterraine*. Site de la compagnie Elkem Métal à Beauharnois. Usine de ferromanganèse. Dossier 2636
- Bio Géo Environnement. 1997. *Suivi environnemental de la qualité de l'eau souterraine*. Site de la compagnie Elkem Métal à Beauharnois. Usine de ferromanganèse. Dossier 3326
- Bio Géo Environnement. 1999. *Suivi environnemental de la qualité de l'eau souterraine*. Site de la compagnie Elkem Métal à Beauharnois. Usine de ferromanganèse. Dossier 3826
- Bio Géo Environnement. 2003. *Suivi environnemental de l'eau souterraine aux sites de l'ancienne carrière et de l'ancienne usine d'Elkem Canada inc.* Mellocheville. Dossier 4959
- HDS Environnement. 2005. *Suivi environnemental de la qualité des eaux souterraines*. Ancienne usine de ferromanganèse à Beauharnois (Québec). Dossier 5731
- HDS Environnement. 2008. *Projet de restauration environnementale de la berge bordant le site d'une ancienne usine d'alliages de ferromanganèse à Beauharnois*. Étude d'impact sur l'environnement déposée au Ministère du Développement Durable, de l'Environnement et des Parcs. Rapport principal. Dossier HDS-5470.
- HDS Environnement 2009. *Caractérisation environnementale et estimation des volumes de remblais – Ancien site d'Elkem Métal Canada, à Beauharnois (Québec)*. Dossier HDS-6708.
- Holtz R.D. et Kovacs, W.D. 1981. *Introduction à la géotechnique*. Presses Internationales Polytechnique.
- Riscan. 1998. *Évaluation des risques reliés à la présence de manganèse au site de l'ancienne usine de Beauharnois*.
- Serrener Consultation inc. 1995. *Caractérisation de l'amas de scories de silico-manganèse*. Dossier 194-1472-120
- Lois et règlements du Québec (L.R.Q.)
 - *Loi sur la qualité de l'environnement* (Chapitre Q-2)
 - *Règlement sur l'enfouissement et l'incinération de matières résiduelles* (Q-2, D-451-205)
 - *Règlement sur les déchets solides* (Q-2, r 3.2)
 - *Règlement sur les matières dangereuses* (Q-2, r.15.2)
- Ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs
 - *Guide d'échantillonnage à des fins d'analyses environnementales*
 - *Cahier 1: Généralités* (2^e édition, 1999)
 - *Cahier 3: Échantillonnage des eaux souterraines* (1995)
 - *Cahier 5: Échantillonnage des sols* (2^e édition, 2001)
 - *Cahier 8: Échantillonnage des matières dangereuses* (1998)
 - *Guide de valorisation des matières résiduelles inorganiques non dangereuses de source industrielle comme matériau de construction* (2002)
 - *Répertoire des dépôts de sols et de résidus industriels*
http://www.mddep.gouv.qc.ca/sol/residus_ind/recherche.asp