



Agrandissement du lieu d'enfouissement sanitaire de Val-d'Or

Environnement

Étude hydrogéologique complémentaire

25 avril 2003

N/Réf. : 270123-100-HG-001-00



MRC de la Vallée-de-l'Or

Agrandissement du lieu d'enfouissement sanitaire de Val-d'Or

Environnement

Étude hydrogéologique complémentaire

Préparé par :

René Fontaine, ing.
Chargé de projet - Environnement

Louis-Marc Bédard, ing.
Chargé de discipline en
hydrogéologie - Environnement

Approuvé par :

Alessandro Cirella, ing.
Directeur de service – Infrastructures
et Environnement

Dessau-Soprin inc.
1032, 3^e Avenue Ouest
Val-d'Or (Québec) Canada J9P 1T6
Téléphone : (819) 825-1353
Télécopieur : (819) 825-1130
Courriel : val-dor@dessausoprin.com
Site Web : www.dessausoprin.com

REGISTRE DES RÉVISIONS ET ÉMISSIONS		
N ^o DE RÉVISION	DATE	DESCRIPTION DE LA MODIFICATION ET/OU DE L'ÉMISSION
0A	2002-12-11	Version préliminaire

25 avril 2003

N/Réf. : 0270123-100-HG-001-00

TABLE DES MATIÈRES

	Page
1 INTRODUCTION	1
2 MÉTHODOLOGIE	2
2.1 TRAVAUX DE TERRAIN	2
2.1.1 Implantation et nivellement des forages	3
2.1.2 Forages et aménagement des puits d'observation	3
2.1.3 Échantillonnage des sols.....	5
2.1.4 Échantillonnage du socle rocheux.....	6
2.1.5 Mesure des niveaux d'eau souterraine.....	6
2.1.6 Échantillonnage de l'eau souterraine.....	6
2.1.7 Essais de perméabilité <i>in situ</i> dans les puits d'observation	7
2.1.8 Cartographie des affleurements rocheux.....	7
2.2 TRAVAUX DE LABORATOIRE	7
2.2.1 Essais granulométriques et sédimentométriques	7
2.2.2 Analyses chimiques et contrôle de la qualité sur les échantillons d'eau souterraine.....	8
2.3 INVENTAIRE DES PUIITS D'ALIMENTATION EN EAU POTABLE	8
3 CONTEXTE GÉOLOGIQUE.....	9
3.1 CONTEXTE RÉGIONAL.....	9
3.2 CONTEXTE LOCAL	9
3.2.1 Stratigraphie.....	10
3.2.2 Socle rocheux	12
3.2.3 Dépôts meubles	12
4 CONTEXTE HYDROGÉOLOGIQUE.....	13
4.1 CONTEXTE RÉGIONAL.....	13
4.2 CONTEXTE LOCAL	13
4.2.1 Classification des eaux souterraines	13
4.2.2 Piézométrie	15
4.2.3 Conductivité hydraulique des matériaux.....	17
4.2.4 Vitesse d'écoulement des eaux souterraines	18
4.2.5 Qualité de l'eau souterraine.....	19
4.3 INVENTAIRE DES PUIITS D'ALIMENTATION EN EAU POTABLE	20
5 CONFORMITÉ DU SITE À L'ÉTUDE.....	21
5.1 ARTICLE 11	21
5.2 ARTICLE 12	21

TABLE DES MATIÈRES

5.3	ARTICLE 13	22
5.4	ARTICLE 14	22
5.5	ARTICLE 18	23
5.6	ARTICLE 19	23
5.7	ARTICLE 20	24
6	CONCLUSION ET RECOMMANDATIONS	26
	RÉFÉRENCES	28

Liste des figures

- Figure 1 : Localisation du site à l'étude
Figure 2 : Localisation des sondages
Figure 3 : Coupe stratigraphique A-A'
Figure 4 : Coupe stratigraphique B-B'
Figure 5 : Coupe stratigraphique C-C'
Figure 6 : Coupe stratigraphique D-D'
Figure 7 : Coupe stratigraphique E-E'
Figure 8 : Géologie du site à l'étude
Figure 9 : Carte schématique de la profondeur du roc
Figure 10 : Piézométrie du site à l'étude (23 septembre 2002)

Liste des tableaux

- Tableau 1** : Paramètres et méthodes analytiques utilisés
Tableau 2 : Relevé piézométrique (23 septembre 2002)
Tableau 3 : Conductivité hydraulique (m/s) – Dépôts meubles
Tableau 4 : Conductivité hydraulique (m/s) – Socle rocheux
Tableau 5 : Résultats d'analyses de l'eau souterraine

TABLE DES MATIÈRES

Liste des annexes

ANNEXE 1 LIMITES DE L'ÉTUDE

**ANNEXE 2 RÉSULTATS DES TRAVAUX DE LABORATOIRE ET DE
TERRAIN RÉALISÉS EN 2001 ET 2002**

**ANNEXE 3 RÉSULTATS DES TRAVAUX DE LABORATOIRE ET DE
TERRAIN RÉALISÉS AU COURS DES ÉTUDES
PRÉCÉDENTES**

ANNEXE 4 RÉSULTATS DES ESSAIS DE CONDUCTIVITÉ HYDRAULIQUE

ANNEXE 5 CERTIFICATS D'ANALYSES CHIMIQUES

1 INTRODUCTION

La présente étude complémentaire a été réalisée dans le but de répondre à la directive de la direction des évaluations environnementales du ministère de l'Environnement (MENV) concernant le projet d'agrandissement du lieu d'enfouissement sanitaire (LES) de Val-d'Or (mai 2002). Celle-ci vise spécifiquement à mieux définir les caractéristiques géologiques et hydrogéologiques dans le secteur du site à l'étude. En effet, suite à une étude hydrogéologique préliminaire seul le terrain situé directement à l'est du LES existant a été retenu pour l'agrandissement. Celui-ci possède une superficie d'environ 18 hectares et se situe à environ 300 m à l'ouest de la rivière Bourlamaque. La figure 1 présente la localisation du site à l'étude.

Le rapport présente et synthétise les résultats recueillis lors des travaux de terrain et en laboratoire réalisés en 2001 et 2002. Il présente également le contexte géologique et hydrogéologique ainsi que la conformité du site à l'étude concernant l'utilisation de ce terrain à des fins d'enfouissement de matières résiduelles tout en précisant les exigences de la réglementation, afin de minimiser les risques environnementaux.

Les limites de l'étude sont présentées à l'annexe 1.

2 MÉTHODOLOGIE

2.1 TRAVAUX DE TERRAIN

Les travaux de terrain réalisés en 2002 dans le cadre de la présente étude hydrogéologique sont les suivants :

- Réalisation de neuf (9) forages et leurs aménagements en puits d'observation afin de déterminer le niveau de la nappe d'eau souterraine;
- Échantillonnage des sols en cours de forages et description visuelle des échantillons de sols;
- Réalisation de six (6) analyses granulométriques, de trois (3) analyses sédimentométriques et de trois (3) limites d'Atterberg sur des échantillons de sols représentatifs des horizons rencontrés;
- La purge, l'échantillonnage et l'analyse de l'eau souterraine prélevée dans onze (11) puits d'observation;
- Réalisation de neuf (9) essais de perméabilité *in situ*;
- Relevé topographique complémentaire (en coordonnées géodésiques x, y, z) du site à l'étude et de chaque puits d'observation;
- Localisation sur plan des affleurements rocheux rencontrés lors des travaux;
- Relevé des niveaux d'eau dans dix-neuf (19) puits d'observation, dont neuf (9) nouveaux puits et dix (10) puits existants;
- Inventaire des usagers de puits d'eau potable dans un périmètre d'un (1) kilomètre de la périphérie du site à l'étude.

2.1.1 Implantation et nivellement des forages

L'emplacement des puits d'observation réalisés dans le cadre de cette étude a été préalablement déterminé par un hydrogéologue de Dessau-Soprin. Les différents puits d'observation ont été implantés sur le terrain du site proposé et en bordure de façon à pouvoir les réutiliser lors du suivi environnemental de l'eau souterraine durant les opérations d'enfouissement des matières résiduelles.

Une fois les puits d'observation installés, ceux-ci ont été nivelés et localisés par l'équipe d'arpenteurs de Sylvestre, Julien, Leclerc, arpenteurs-géomètres. L'élévation du terrain naturel et le haut du tubage en PVC de chacun des puits se réfèrent à un repère géodésique. La figure 2 montre l'emplacement des sondages réalisés au cours de cette étude et de ceux réalisés dans les études précédentes.

2.1.2 Forages et aménagement des puits d'observation

Au total, neuf (9) forages ont été réalisés entre 7 et 22 août 2002, dont trois (3) forages (PO-7-02, PO-8-02 et PO-9-02) dans les dépôts meubles et six (6) autres (PO-2R-02, PO-3R-02, PO-5R-02, PO-6R-02, PO-7R-02 et PO-8R-02) dans le socle rocheux. Les forages dans les dépôts meubles ont été réalisés par Forages Abitibi inc. et par Forage Mercier inc. pour ceux dans le socle rocheux. L'ensemble de ces travaux a été supervisé par monsieur Yvan Poirier, technicien senior en géotechnique et environnement de Dessau-Soprin.

Dépôts meubles

Les forages dans les dépôts meubles ont été effectués à l'aide d'une foreuse à tarière évidée (203,0 mm) de marque DIETRICH 50 montée sur un chenillard. La profondeur des forages effectués variait entre 2,92 et 6,12 mètres. La description stratigraphique des dépôts meubles interceptés est présentée aux rapports de sondage à l'annexe 2.

Les trois (3) forages ont été aménagés en puits d'observation à une profondeur maximale de 4,6 mètres. Chaque puits d'observation, de 50,8 mm de diamètre, est constitué d'un tube en PVC dont la section inférieure est munie d'une crépine (ouverture de 0,25 mm) de 1,5 mètres de longueur. L'espace annulaire entre le tubage de CPV et les parois du forage a été comblé, de façon générale, par un sable de silice au niveau de la crépine, suivi d'un bouchon de bentonite et du tout venant.

Le sable de silice utilisé comme massif filtrant fut prolongé d'au moins 50 cm au-dessus de la crépine. Tous les puits d'observation ont été terminés en surface par un tubage protecteur en PVC de 15 cm de diamètre et d'une hauteur d'au moins 0,8 mètre au-dessus du niveau du sol. Tous les puits d'observation ont été munis d'un couvercle cadencé afin de limiter l'accès au puits.

Le détail des aménagements des puits d'observation est illustré sur les rapports de sondage inclus à l'annexe 2.

Socle rocheux

Les forages dans le socle rocheux ont été effectués à l'aide d'une foreuse conventionnelle (NQ) de marque BOYLE (BS-1) tirée par un chenillard. La profondeur des forages effectués variait entre 11,20 et 23,41 mètres. La nature et la description du socle rocheux intercepté sont présentées aux rapports de sondage à l'annexe 2.

Les six (6) forages ont été aménagés en puits d'observation à une profondeur maximale de 22,6 mètres. Chaque puits d'observation, de 25,4 mm de diamètre, est constitué d'un tube en PVC dont la section inférieure est munie d'une crépine (ouverture de 0,25 mm) de 1,5 mètres de longueur. L'espace annulaire entre le tubage de CPV et les parois du forage a été comblé, de façon générale, par un sable de silice suivi d'un bouchon de bentonite d'au moins 0,5 m d'épaisseur installé dans la partie supérieure du socle rocheux et suivi de tout venant jusqu'à la surface.

Le sable de silice utilisé comme massif filtrant fut prolongé d'au moins 6 m au-dessus de la crépine afin de s'assurer d'intercepter la nappe d'eau souterraine véhiculée par les différentes fractures. Tous les puits d'observation ont été terminés en surface par un tubage protecteur en CPV de 10 cm de diamètre et d'une hauteur d'au moins 0,8 mètre au-dessus du niveau du sol. Tous les puits d'observation ont été munis d'un couvercle cadencé afin de limiter l'accès au puits.

Le détail des aménagements des puits d'observation est illustré sur les rapports de sondage inclus à l'annexe 2.

2.1.3 Échantillonnage des sols

Un total de trente et un (31) échantillons (cuillères fendues) de sols a été prélevé lors des forages afin de déterminer la stratigraphie des dépôts meubles interceptés. L'échantillonnage a été réalisé dans la plupart des forages en continu ou en semi-continu (à intervalles de 1,5 m). Pendant la progression des forages, l'indice N de pénétration standard a été mesuré à chaque prélèvement d'un échantillon de sol, selon la norme ASTM D-1586.

Tous les échantillons recueillis ont été décrits visuellement afin d'identifier la nature des sols. La localisation des échantillons prélevés est montrée dans les rapports de sondage à l'annexe 2.

2.1.4 Échantillonnage du socle rocheux

Un total de quarante deux (42) échantillons (carotte) de roc a été prélevé lors des forages afin de déterminer la stratigraphie du socle rocheux. L'échantillonnage a été réalisé en continu.

Tous les échantillons recueillis ont été décrits visuellement afin d'identifier la nature du roc. De plus, la qualité du socle rocheux de chacune des carottes de 1,5 m de longueur et de 75 mm de diamètre, l'indice appelé « RQD » a été déterminé. La localisation des échantillons prélevés est montrée dans les rapports de sondage à l'annexe 2.

2.1.5 Mesure des niveaux d'eau souterraine

Un relevé piézométrique a été effectué le 23 septembre 2002. Un délai d'au moins un (1) mois a été laissé entre les travaux de forage et d'aménagement des puits d'observation et le relevé piézométrique afin de permettre le retour à l'équilibre du niveau de l'eau souterraine. Les niveaux d'eau ont été mesurés à l'aide d'une sonde électrique de marque Solinst. Les mesures sont indiquées sur les rapports de sondage présentés à l'annexe 2.

2.1.6 Échantillonnage de l'eau souterraine

Les puits d'observation (P-2, PO-1-01, PO-2R-02, PO-3-01, PO-3R-02, PO-5R-02, PO-6R-02, PO-7-02, PO-7R-02, PO-8-02, PO-8R-02 et PO-9-02) ont été échantillonnés le 12 et le 16 septembre 2002. Tous les puits ont été purgés d'au moins trois fois leur volume d'eau ou jusqu'à l'assèchement des puits et ensuite échantillonnés à l'aide d'un tubage Waterra™ dédié, conformément aux directives du *Guide d'échantillonnage à des fins d'analyses environnementales* publié par le MENV (1998).

Une fois prélevés, les échantillons d'eau souterraine ont été placés dans des contenants de verre ou de plastique préalablement préparés par le laboratoire (Bodycote inc. de Pointe-Claire) et conservés dans une glacière jusqu'à leur remise au laboratoire. Les échantillons prélevés pour les analyses des métaux ont été filtrés au laboratoire.

2.1.7 Essais de perméabilité *in situ* dans les puits d'observation

Des essais de perméabilité à niveau ascendant ont été réalisés dans les puits d'observation PO-2R-02, PO-3R-02, PO-5R-02, PO-6R-02, PO-7-02, PO-7R-02, PO-8-02, PO-8R-02 et PO-9-02. Ces essais consistaient à enlever un volume d'eau appréciable à l'aide de tubage Waterra™ dédié afin de créer un changement brusque du niveau d'eau dans le puits.

Les données de remontée du niveau d'eau en fonction du temps ont été enregistrées à l'aide d'un système d'acquisition de données (Solinst Level Logger modèle 3001) et interprétées à l'aide de la méthode de Bouwer et Rice (1976), afin de déterminer la conductivité hydraulique *in situ* des unités hydrostratigraphiques. Les rapports d'essais de perméabilité sont présentés à l'annexe 4.

2.1.8 Cartographie des affleurements rocheux

Afin de préciser la profondeur du socle rocheux dans le secteur du site à l'étude, cinq (5) sondages à la tarière manuelle, ainsi qu'une cartographie des affleurements rocheux rencontrés ont été effectués. Les affleurements rocheux se retrouvent sur la figure 2, localisation des sondages.

2.2 TRAVAUX DE LABORATOIRE

2.2.1 Essais granulométriques et sédimentométriques

Six (6) échantillons de sols provenant des forages PO-7-02 (CF-2 et CF-5), PO-8-02 (CF-2 et CF-5) et PO-9-02 (CF-3 et CF-6) ont été expédiés au laboratoire de sols LVM-Fondatec (société affiliée à Dessau-Soprin) afin de réaliser des analyses granulométriques, sédimentométriques des limites d'Atterberg selon respectivement les normes NQ 2560-040, NQ 2501-025 et NQ 2501-092. Ces analyses permettent de qualifier le matériau analysé selon la proportion des diverses composantes granulométriques et de les identifier selon la classification unifiée.

Les rapports d'essais en laboratoire effectués pour les analyses granulométriques et sédimentométriques sont présentés à l'annexe 2.

2.2.2 Analyses chimiques et contrôle de la qualité sur les échantillons d'eau souterraine

Les échantillons d'eau souterraine (P-2, PO-1-01, PO-2R-02, PO-3-01, PO-3R-02, PO-5R-02, PO-6R-02, PO-7-02, PO-7R-02, PO-8-02, PO-8R-02 et PO-9-02) prélevés ont été soumis au laboratoire Bodycote inc. de Pointe-Claire pour analyses chimiques. Les paramètres analysés et les méthodes utilisées sont présentés au tableau 1. Les paramètres retenus pour l'analyse de l'eau souterraine sont ceux recommandés au tableau 3 de la directive de la direction des évaluations environnementales du MENV concernant le projet d'agrandissement du lieu d'enfouissement sanitaire de Val-d'Or (mai 2002).

Afin de démontrer la qualité des prélèvements effectués ainsi que la reproductibilité des résultats, un programme de contrôle de la qualité a été effectué. Outre le programme interne de contrôle de la qualité du laboratoire, qui comprend notamment l'analyse de témoins, de contrôles (matériaux de référence), de duplicata de laboratoire, d'échantillons fortifiés et d'étalons analogues, deux (2) prélèvements en duplicata ont été réalisés et analysés par le laboratoire.

Deux (2) duplicata (PO-6-02 et PO-9R-02) des échantillons d'eau souterraine ont été prélevés (le 16 septembre 2002) respectivement dans les puits d'observation PO-6R-02 et PO-9-02 et ensuite analysés pour les mêmes paramètres d'analyses que les autres échantillons.

2.3 INVENTAIRE DES PUIITS D'ALIMENTATION EN EAU POTABLE

Finalement, dans le but de juger des impacts potentiels de l'établissement du futur lieu d'enfouissement technique (LET) sur la ressource en eau souterraine, un inventaire des points d'approvisionnement en eau potable a été réalisé dans un rayon de un kilomètre en périphérie du site à l'étude.

3 CONTEXTE GÉOLOGIQUE

3.1 CONTEXTE RÉGIONAL

Le site à l'étude s'insère à la limite sud de la sous-province géologique d'Abitibi. Cette sous-province d'âge archéen est un vaste ensemble volcano-sédimentaire reconnu surtout pour ses gisements volcanogéniques de cuivre, de zinc, d'argent et d'or. D'une façon générale, le socle rocheux y est constitué d'un assemblage de granitoïdes divers (pour 50%), de roches volcaniques (40%) et sédimentaires (10%). La sous-province d'Abitibi est parcourue de plusieurs dizaines de zones de failles orientées est-ouest.

D'après la carte géologique simplifiée des sous-provinces d'Abitibi et de Pontiac (modifiée de Hocq, 1990a et de Simard *et al*, 1990), au 1 : 2 500 000, le socle rocheux du site à l'étude serait principalement constitué de volcanites.

Le socle rocheux est recouvert d'une épaisseur relativement faible de dépôts meubles quaternaire modelés par la dernière glaciation. Ceux-ci, des dépôts de till, diverses moraines, des eskers, des dépôts lacustres (argile varvée, sables, silts), des plages soulevées et des tourbières ont été mis en place et ont été remaniés au gré des avancées et des reculs du dernier glacier continental, il y a de 8 à 10 milliers d'années.

3.2 CONTEXTE LOCAL

L'examen des données géologiques fournies par les forages et sondages réalisés dans le cadre de cette étude et des études précédentes réalisées sur ce terrain a permis l'identification de la nature des dépôts meubles et du socle rocheux, ainsi que leur configuration stratigraphique et topographique respective.

Les sondages suivants, tels qu'illustrés à la figure 2 (Localisation des sondages), ont été utilisés afin de déterminer le contexte géologique local :

- Puits d'observation PO-2R-02, PO-3R-02, PO-5R-02, PO-6R-02, PO-7-02, PO-7R-02, PO-8-02, PO-8R-02 et PO-9-02 aménagés par Dessau-Soprin en août 2002;
- Forages F-1-01 et F-2-01 réalisés par Dessau-Soprin en août 2001;
- Puits d'observation PO-1-01, PO-2-01, PO-3-01 et PO-4-01 aménagés par Dessau-Soprin en août 2001;
- Sondages T-1 à T-5 réalisés à la tarière manuelle par Dessau-Soprin en août 2001;
- Puits d'observation PZ-1 et PZ-2 aménagés par Dessau-Soprin au printemps 2001;
- Sondages S-1 et S-4 à S-9 réalisés par Dessau-Soprin en novembre 2000;
- Puits d'observation P-7 aménagé par Dessau-Soprin en 1997;
- Puits d'observation P-2, P-4 et P-5 ainsi que le forage P-3 réalisés par Géoroche ltée en septembre 1989;
- Sondages PU-8, PU-9 et PU-11 réalisés par Monterval inc. en décembre 1988.

Les sections suivantes décrivent en détail la stratigraphie du site ainsi que les caractéristiques du socle rocheux et des dépôts meubles. On retrouve à l'annexe 2 les rapports de sondages réalisés en 2001 et 2002 tandis que l'on retrouve à l'annexe 3 une copie des rapports de sondages réalisés dans le cadre des études précédentes.

3.2.1 Stratigraphie

Les différents sondages réalisés sur le site à l'étude permettent de définir la séquence stratigraphique type suivante :

- Directement à la surface du site, la plupart des sondages ont traversé un horizon de terre végétale d'une épaisseur variant entre 0,02 m et 0,4 m. Dans le sondage T-3, réalisé dans le cadre de cette étude, un dépôt de tourbe de 0,8 m d'épaisseur a été intercepté en surface.

- Sous cet horizon, on retrouve généralement une couche de sable fin à silt sableux. Cet horizon est présent dans la plupart des secteurs du site. L'épaisseur de ce dépôt est très variable fluctuant entre environ 0,50 m et plus de 4,9 m.
- Finalement, sous le dépôt de sable fin, on retrouve un horizon de till. Cet horizon n'a pas été intercepté ou atteint dans tous les forages. Le till est principalement composé de silt avec des traces de sable et de gravier. Par endroit dans le secteur sud du site, on retrouve sous l'horizon de sable fin, au lieu du till, un horizon d'épaisseur variable d'argile varvée. La base de cette unité n'a pas été atteinte.
- Le till repose sur le socle rocheux, qui a été intercepté à des profondeurs variant entre 0,3 m et plus de 4,7 m.

Ce contexte stratigraphique est représentatif de dépôts meubles d'origine fluvio-glaciaire. Les figures 3 à 7 représentent des coupes stratigraphiques du site, orientées nord-sud. Ces coupes illustrent que la séquence type décrite ci-dessus (terre végétale, sable-silt, till, socle rocheux) est partout présente dans la partie nord du site.

On note que le till est généralement absent dans la partie centrale, là où les élévations du socle rocheux sont les plus grandes. Les plus faibles épaisseurs de dépôts meubles, voire des affleurements rocheux, reposent sur cette « crête » du socle rocheux.

La présence d'argile varvée, sous la couche de sable fin, n'a été observée que dans la partie sud du site, à la bordure de la tourbière. D'ailleurs, cette couche d'argile explique la présence de cette tourbière, due probablement à un ancien lac maintenant eutrophisé. Des analyses sédimentométriques, ainsi que des limites d'Atterberg, ont confirmé la nature et les caractéristiques mécaniques de ces argiles varvées. Ces résultats sont présentés à l'annexe 2.

3.2.2 Socle rocheux

Les informations régionales disponibles (carte géologique du ministère des Ressources naturelles no. 32-C-04, feuillet no. 290-0102, au 1 : 20 000) et les observations réalisées sur les nombreux affleurements rocheux présents sur le site, permettent d'identifier les roches du socle rocheux comme des volcanoclastites de composition intermédiaire à mafique dans la partie nord du site, et des andésites et volcanoclastites mafiques de composition tholéiitique dans la partie sud du site. La figure 8 présente la géologie du site à l'étude.

Ces deux types de roches sont séparés dans la zone centrale par une faille inverse, orientée est-ouest, à laquelle est accolé juste au nord un filon couche de gabbro. La figure 9 de la page suivante illustre la localisation des principaux affleurements rocheux observés sur le site ainsi que la représentation schématique des zones de profondeur du roc. La majorité des affleurements se situe le long d'une bande, de largeur relativement constante, qui pourrait représenter l'expression en surface du filon couche de gabbro, plus résistant à l'érosion associé au plan de la faille inverse.

3.2.3 Dépôts meubles

De part et d'autre de la bande d'affleurements rocheux, on observe des zones de dépôts meubles de profondeurs variables. La figure 9 indique également les profondeurs du roc par rapport au terrain naturel (ou épaisseur des dépôts meubles). On remarque que le roc affleure à plusieurs endroits dans le secteur sud-ouest et est du site à l'étude et que l'épaisseur des dépôts meubles est inférieure à 1,5 m. Le secteur est présente des dépôts meubles dont l'épaisseur varie entre 1,5 et 3 m, alors que le reste du secteur montre des épaisseurs de dépôts meubles supérieures à 3 m.

En ce qui concerne le projet d'aménagement du futur LET, le secteur sud du site est désavantagé par la présence d'une tourbière. L'aménagement du LET près de la tourbière n'est pas recommandé à cause de la présence de la faible capacité portante de ce genre de matériaux sursaturés en eau. Ainsi, malgré l'épaisseur plus faible de ses dépôts meubles, le secteur nord-est du site à l'étude est plus propice à l'aménagement du LET de par une meilleure capacité portante du terrain. La superficie nécessaire pour l'aménagement du LET devra toutefois être confirmée en fonction des quantités projetées de déchets à enfouir.

4 CONTEXTE HYDROGÉOLOGIQUE

4.1 CONTEXTE RÉGIONAL

Dans la région du site à l'étude, le système d'écoulement souterrain régional circulant dans le roc fissuré profond est probablement dirigé vers l'est et la rivière Bourlamaque. Cette direction d'écoulement est possiblement contrôlée en partie par les nombreux plans de failles, eux-mêmes généralement orientés ouest-est.

4.2 CONTEXTE LOCAL

Le système d'écoulement souterrain local circule dans les deux unités hydrostratigraphiques précédemment décrites, à savoir les dépôts meubles et le socle rocheux. Il s'agit d'une nappe libre s'écoulant dans une formation aquifère constituée des dépôts meubles et du socle rocheux sous-jacent. Cette nappe libre est limitée à sa base par la perméabilité relativement faible du socle rocheux qui, généralement, diminue avec la profondeur. L'écoulement de cette nappe libre est influencée principalement par l'épaisseur très variable, parfois nulle, des dépôts meubles et par le relief du socle rocheux. La présence d'une zone faillée pourrait également influencer l'écoulement dans le socle rocheux si elle met en contact des roches présentant des degrés de fissuration différents.

4.2.1 Classification des eaux souterraines

Le système de classification des eaux souterraines du *Guide de classification des eaux souterraines du Québec – février 1999*, du Ministère de l'Environnement du Québec (MENV), mesure par l'attribution d'une classe, la valeur d'une formation aquifère pour la société.

Les sites aquifères sont classifiés comme suit :

CLASSE	SOMMAIRE DES CRITÈRES
I	Formation hydrogéologique aquifère qui constitue une source irremplaçable d'alimentation en eau.
II	Formation hydrogéologique aquifère qui constitue une source courante ou potentielle d'alimentation en eau.
III	Formation hydrogéologique qui, bien que saturée en eau, ne peut constituer une source d'alimentation en eau.

Étant donné les faits suivants, la formation aquifère du site à l'étude est de classe III :

- Actuellement, à l'échelle locale (rayon de 1 km), il n'y a aucun puits de captage de l'eau souterraine dans la formation aquifère du site et les plans d'eaux adjacents (tourbière et ruisseaux affluents de la rivière Bourlamaque) ne constitue pas une source courante d'eau de consommation.
- Le site à l'étude est actuellement localisé dans une portion du territoire municipal où n'est pas envisagé l'aménagement d'un ouvrage de captage collectif des eaux souterraines.
- Par endroits les eaux souterraines ne respectent pas les critères de qualité d'une eau potable.

- Parce que l'épaisseur et la conductivité hydraulique de l'aquifère des dépôts meubles et du socle rocheux (respectivement de l'ordre de 1×10^{-6} m/s et de 1×10^{-7} m/s) ne suffirait pas, à long terme, à pourvoir aux besoins d'une famille de 4 personnes ($1,4 \text{ m}^3/\text{d}$).

Cependant, afin de pouvoir moduler les contraintes applicables au projet du futur LET, il faut garder à l'esprit que :

- La vulnérabilité de la formation aquifère du site est reliée à la protection qu'offrent les sédiments relativement peu perméables (silt et till) contre la pénétration dans le régime d'écoulement souterrain de contaminant en provenance de la surface. Dans certains secteurs du site, la faible épaisseur et la discontinuité latérale des couches de ces sédiments rendent les eaux souterraines du site partiellement vulnérable.
- Les eaux souterraines du site présentent des liens hydrauliques intermédiaires à élevés avec un milieu récepteur au potentiel plus élevé comme source d'approvisionnement en eau de consommation, la rivière Bourlamaque en l'occurrence.

4.2.2 Piézométrie

Les niveaux d'eau ont été mesurés le 23 septembre 2002 dans les puits d'observation présents sur le site de l'actuel LES ainsi que dans les puits d'observation aménagés dans le secteur du site à l'étude. Le tableau 2 résume les niveaux piézométriques déterminés pour les différents puits d'observation tandis que la figure 10 de la page suivante illustre la piézométrie des eaux souterraines du site. Cette piézométrie a été réalisée à l'aide des mesures provenant des puits P-2, P-4, P-5, P-7, PZ-1, PZ-2, PO-1-01, PO-2-01, PO-2R-02, PO-3-01, PO-3R-02, PO-4-01, PO-5R-02, PO-6R-02, PO-7-02, PO-7R-02, PO-8-02, PO-8R-02, PO-9-02 ainsi qu'à l'aide des informations recueillies lors de la réalisation des sondages F-1, T-1 et T-5.

La lettre "R", dans l'identification d'un puits, indique que la crépine de ce dernier a été mise en place au niveau du socle rocheux. En conséquence, les valeurs de niveau d'eau souterraine obtenues dans ces puits reflètent la piézométrie de l'unité hydrostratigraphique constituée par l'aquifère rocheux. La présence de la tourbière, des zones d'exploitation ainsi que de la topographie du site ont également été considérées dans l'établissement des courbes piézométriques de la figure 10.

Cette carte piézométrique indique un écoulement souterrain vers l'est, le sud et l'ouest à partir de l'actuelle zone d'exploitation du LES qui constitue un sommet tant piézométrique que topographique pour le site à l'étude. Ce qui est caractéristique d'un système d'écoulement souterrain local, et relativement peu profond, fortement influencé par la topographie du socle rocheux. Dans la partie sud du site l'eau souterraine s'écoule vers le sud, soit principalement en direction de la tourbière. Pour la partie est du site, l'écoulement s'effectue vers les creux topographiques situés à l'est et au sud-est.

La carte piézométrique de la figure 10 indique qu'en septembre 2002, la surface piézométrique des eaux souterraines se retrouvait en moyenne à environ 1,4 m sous la surface du sol. C'est à dire, qu'en général, la partie inférieure de la couche de dépôts meubles est saturée en eau. Toutefois, là où le socle rocheux affleure ou est près de la surface, comme on l'observe dans la zone centrale du site à flanc de talus, le niveau de l'eau souterraine se situe dans le socle rocheux. Les profondeurs minimales (0,22 m et 0,27 m) ont été respectivement mesurées aux puits PO-8-02 et PO-8R-02 dans le secteur nord-est du site. L'analyse de l'ensemble des résultats piézométriques indique également que les deux unités hydrostratigraphiques (dépôts meubles et socle rocheux) sont hydrauliquement reliées; c'est à dire qu'elles possèdent la même surface piézométrique, et constituent ensemble la formation aquifère du site à l'étude.

4.2.3 Conductivité hydraulique des matériaux

Des essais de perméabilité *in situ* à niveau ascendant ont été réalisés dans les puits d'observation PO-1-01, P-2R-02, PO-3-01, PO-3R-02, PO-4-01, PO-5R-02, PO-6R-02, PO-7-02, PO-7R-02, PO-8-02, PO-8R-02, PO-9-02, P-2 et P-4 aménagés sur le site ou à proximité, afin de déterminer la conductivité hydraulique de l'aquifère au niveau de la zone saturée dans les dépôts meubles et le socle rocheux. Ces essais consistaient à enlever un volume d'eau appréciable à l'aide d'une pompe Waterra afin de créer un changement du niveau d'eau dans le puits jusqu'à l'atteinte d'un niveau d'équilibre.

Les données de remontée du niveau d'eau en fonction du temps ont été notées et interprétées par la méthode de *Bouwer et Rice (1976)* à l'aide du logiciel *AQUIFER TEST (Waterloo Hydrogeologic, 1999)*. Cette méthode a permis de déterminer la conductivité hydraulique *in situ* des deux unités hydrostratigraphiques : les dépôts meubles et le socle rocheux.

Les résultats sont compilés sur des rapports d'essais et ils sont présentés à l'annexe 4. Les tableaux 3 et 4 résument les résultats obtenus respectivement dans les dépôts meubles et le socle rocheux.

Dépôts meubles

Le tableau 3 montre que les résultats des essais de perméabilité réalisés dans les dépôts meubles sont du même ordre de grandeur, à l'exception du résultat obtenu dans le puits P-2 qui est relativement plus faible que ceux des autres puits. La conductivité hydraulique des dépôts meubles varie de $1,9 \times 10^{-7}$ et $9,2 \times 10^{-6}$ m/s. Ces valeurs correspondent aux valeurs typiques d'une couche aquifère constituée de sable et de silt (*Freeze et Cherry, 1979*), telle que retrouvée au site du LES.

La conductivité hydraulique moyenne (basée sur une moyenne géométrique) est de $1,2 \times 10^{-6}$ m/s. Cette dernière valeur est plus représentative de la conductivité hydraulique du socle rocheux du site que les valeurs individuelles des essais de perméabilité.

Socle rocheux

Le tableau 4 indique que la conductivité hydraulique des premiers mètres du socle rocheux varie de $3,3 \times 10^{-8}$ et $2,0 \times 10^{-6}$ m/s. Ces valeurs sont typiques des aquifères constitués de roches ignées et métamorphiques, fissurées et fracturées (*Freeze et Cherry, 1979*), comme la partie supérieure du socle rocheux du site du LES.

La conductivité hydraulique moyenne (basée sur une moyenne géométrique) est de $6,2 \times 10^{-7}$ m/s.

4.2.4 Vitesse d'écoulement des eaux souterraines

La vitesse horizontale moyenne d'écoulement de l'eau souterraine a été estimée pour les deux unités hydrostratigraphiques, soit l'épaisseur saturée des dépôts meubles et les premiers mètres fissurés et fracturés du socle rocheux, en utilisant la relation de Darcy :

$$v = \frac{K i}{n}$$

où : K est la conductivité hydraulique moyenne (en m/s),
i est le gradient hydraulique horizontal (en m/m), et
n est la porosité volumétrique (sans dimension).

Le gradient hydraulique horizontal moyen a été déterminé graphiquement d'après la carte piézométrique du site en date du 23 septembre 2002. Ainsi d'après la figure 10, le gradient hydraulique moyen (en considérant 4 directions d'écoulement) serait de 0,023 variant entre 0,017 et 0,028.

Dépôts meubles

En considérant une conductivité hydraulique variant de $1,9 \times 10^{-7}$ et $9,2 \times 10^{-6}$ m/s, une porosité typique de 0,4 pour un mélange de sable et silt (*Freeze et Cherry, 1979*) ainsi qu'un gradient horizontal variant entre 0,017 et 0,028 m/m, la vitesse horizontale d'écoulement des eaux souterraines dans les dépôts meubles varierait entre 0,3 et 20 m/an.

Socle rocheux

En considérant une conductivité hydraulique moyenne de $1,2 \times 10^{-6}$ m/s, une porosité moyenne de 0,05 pour une roche ignée fissurée (Freeze et Cherry, 1979) ainsi qu'un gradient horizontal variant entre 0,017 et 0,028 m/m, la vitesse horizontale d'écoulement des eaux souterraines dans l'aquifère rocheux varierait entre 13 et 21 m/an.

4.2.5 Qualité de l'eau souterraine

4.2.5.1 Résultats d'analyses

Les résultats d'analyses des échantillons d'eau souterraine prélevés dans les puits d'observation (P-2, PO-1-01, PO-2R-02, PO-3-01, PO-3R-02, PO-5R-02, PO-6R-02, PO-7-02, PO-7R-02, PO-8-02, PO-8R-02 et PO-9-02) sont présentés au tableau 5. Ces résultats montrent que la plupart des échantillons analysés respectent les valeurs de l'article 49 du *Projet de règlement sur l'élimination des matières résiduelles* (modifié le 24 juillet 2002). Les échantillons qui excèdent les normes du *Projet de règlement* pour certains paramètres sont les suivants :

- Tous les échantillons au niveau des coliformes fécaux;
- Le PO-8-02 au niveau du mercure;
- Le PO-09-02 pour les sulfures.

Les secteurs ouest (actuel LES) et est (secteur des puits PO-8-02 et PO-09-02) du site à l'étude sont actuellement (septembre 2002) séparés par une ligne de partage des eaux souterraines. Cette démarcation correspond actuellement à la zone décapée prête à l'enfouissement de déchets et d'après la carte piézométrique de la figure 10, les dépassements observés au niveau des coliformes fécaux, le mercure et les sulfures ne seraient pas reliés à la présence de la zone d'enfouissement, car l'eau souterraine influencée par le LES existant s'écoule dans le sens opposé.

4.2.5.2 Contrôle de la qualité

Les résultats du contrôle interne de la qualité effectué par le laboratoire sont présentés sur les certificats d'analyses à l'annexe 5. Ils indiquent la conformité du contrôle interne de la qualité du laboratoire.

Le tableau 5 présente les résultats des échantillons prélevés en duplicata (PO-6-02 et PO-9R-02) et analysés par le laboratoire. L'analyse des résultats des duplicata démontre bien la reproductibilité des résultats analytiques à l'intérieur des marges d'erreurs propres aux méthodes analytiques employées par le laboratoire.

L'ensemble des résultats est jugé conforme pour le contrôle de la qualité et confirme la qualité des analyses effectuées par le laboratoire Bodycote inc et des prélèvements effectués par Dessau-Soprin.

4.3 INVENTAIRE DES PUIITS D'ALIMENTATION EN EAU POTABLE

Suite à un inventaire des lieux, dans un rayon d'un kilomètre de la limite du site à l'étude, aucun puits d'alimentation en eau potable n'a été relevé.

5 CONFORMITÉ DU SITE À L'ÉTUDE

Afin de pouvoir réaliser l'agrandissement du LES actuel, le site à l'étude doit se conformer au règlement en vigueur. En effet, le nouveau lieu d'enfouissement technique (LET) devra se conformer aux dispositions prévues actuellement au Projet de Règlement sur l'élimination des matières résiduelles (Gazette Officielle du Québec, 25 octobre 2000). Dans ce Projet, plusieurs articles visent la définition du contexte géologique et hydrologique du site dont les articles 11, 12, 13, 14, 18, 19 et 20.

Les prochaines sections présentent un résumé de chacun de ces articles et une discussion de la conformité du site à l'étude en fonction du Projet de Règlement.

5.1 ARTICLE 11

Il est prévu à l'article 11 que tout lieu d'enfouissement technique doit être situé à une distance minimale d'un kilomètre (mesuré à partir de la limite intérieure de la zone tampon ceinturant le lieu d'enfouissement technique) de toute prise d'eau servant à la production d'eau de source ou d'eau minérale au sens du *Règlement sur les eaux embouteillées* (R.R.Q., 1981, c. Q-2, r.5), ou servant à l'alimentation d'un réseau d'aqueduc municipal ou d'un réseau d'aqueduc privé.

En fonction de l'inventaire des puits effectué en périphérie du site, on peut conclure que le site serait conforme à cet article du Projet de Règlement.

5.2 ARTICLE 12

Il est interdit, selon l'article 12, d'aménager un lieu d'enfouissement technique dans la zone d'inondation d'un cours ou d'un plan d'eau, qui est comprise à l'intérieur de la ligne d'inondation de récurrence de 100 ans.

Le site à l'étude ne se trouve aucunement dans une zone d'inondation d'un cours d'eau de récurrence de 100 ans. Par conséquent, le site serait conforme à l'article 12 du Projet de Règlement.

5.3 ARTICLE 13

À l'article 13, il est mentionné qu'il est interdit d'aménager un lieu d'enfouissement technique dans les zones à risques de mouvement de terrain.

À notre connaissance, le site à l'étude pour l'agrandissement ne se trouve pas dans une zone à risques de mouvement de terrain. L'article 13 serait donc respecté.

5.4 ARTICLE 14

Selon l'article 14, l'aménagement d'un lieu d'enfouissement technique serait interdit sur un terrain en dessous duquel se trouve une nappe libre ayant un potentiel aquifère élevé. Selon cet article, un potentiel aquifère élevé est défini par des essais de pompage démontrant qu'il peut être soutiré en permanence, à partir d'un même puits de captage, au moins 25 m³ d'eau par heure.

La formation aquifère du site, constituée de l'épaisseur saturée de dépôts meubles et des premiers mètres du socle rocheux fissuré, ne permettrait pas de soutirer en permanence, à partir d'un même puits de captage, au moins 25 m³ d'eau par heure. Sans recourir à un essai de pompage, on peut le démontrer en calculant la capacité de la formation aquifère à partir de sa transmissivité. Des valeurs de transmissivités supérieures à 0,015 m²/s représentent de bons aquifères pour l'exploitation par puits de captage (usages industriels, municipaux ou agricoles). Alors que des valeurs inférieures 1,4 x 10⁻⁴ m²/s indique un aquifère propre à pourvoir tout juste à des besoins domestiques. Or, dans le cas de la présente formation aquifère, en considérant une épaisseur saturée moyenne de 3,6 m dans les dépôts meubles et une épaisseur de 3 m pour la portion supérieure du socle rocheux présentant le plus fort degré de fissuration, ainsi qu'une conductivité hydraulique globale de 9,1 x 10⁻⁷ m/s, on obtient en première analyse une transmissivité de 6,0 x 10⁻⁶ m²/s.

Ainsi, même en considérant un socle rocheux fissuré sur 30 m et équipé d'un puits de cette profondeur, la transmissivité demeure de l'ordre de $3 \times 10^{-5} \text{ m}^2/\text{s}$, indiquant que des usages domestiques seraient difficilement comblés par un tel puits; encore moins un débit de $25 \text{ m}^3/\text{h}$. Par conséquent, l'article 14 serait respecté pour l'aquifère de surface.

5.5 ARTICLE 18

Afin d'empêcher la contamination du sol et des eaux souterraines par les lixiviats, il est prévu à l'article 18 que les lieux d'enfouissement technique ne peuvent être aménagés que sur des terrains où les dépôts meubles sur lesquels seront déposées les matières résiduelles se composent d'une couche naturelle homogène ayant en permanence une conductivité hydraulique égale ou inférieure à $1 \times 10^{-6} \text{ cm/s}$ (mesurée *in situ*) sur une épaisseur minimale de 6 mètres.

En fonction des résultats des essais de perméabilité réalisés et du contexte stratigraphique présentés précédemment, le site à l'étude ne pourrait se conformer aux dispositions de l'article 18.

5.6 ARTICLE 19

Comme l'article 18 est relativement restrictif, il est prévu, à l'article 19 qu'un lieu d'enfouissement technique peut être aménagé sur un lieu donné lorsqu'on retrouve en profondeur une couche de dépôts meubles satisfaisant aux exigences de l'article 18. Dans ce cas, la zone où seront déposées les matières résiduelles doit comporter un écran périphérique d'étanchéité.

Encore ici, en fonction des résultats des essais de perméabilité réalisés et du contexte stratigraphique présentés précédemment, le site à l'étude ne pourrait également se conformer aux dispositions de l'article 19.

5.7 ARTICLE 20

Lorsqu'un site ne satisfait pas aux conditions d'imperméabilité mentionnées aux articles précédents (articles 18 et 19), un lieu d'enfouissement technique peut être aménagé sur un site pourvu que la zone où seront déposées les matières résiduelles comporte, sur son fond et ses parois, un système d'imperméabilisation à double niveau de protection. L'article 20 décrit spécifiquement les contraintes d'aménagement retenues.

Étant donné le contexte stratigraphique du site à l'étude, un système d'imperméabilisation à double niveau de protection tel que défini à l'article 20 devra être utilisé pour l'aménagement du lieu d'enfouissement technique.

Toutefois, tel que spécifié à l'article 20, la base du niveau inférieur du système de protection devra être située à une distance minimale de 1,5 m au-dessus du roc. Tel qu'illustré à la figure 3-7, plusieurs secteurs du site ne respectent pas cette contrainte d'aménagement. Dans ce contexte, le site pourra être aménagé en excavation seulement dans les secteurs respectant cette contrainte en s'assurant toutefois de respecter une distance de 1,5 m entre la base du niveau inférieur de protection et le roc.

Pour les secteurs ne respectant pas cette contrainte, le site devra être aménagé uniquement en surélévation en complétant le remblayage de ces secteurs pour s'assurer de conserver la distance minimale entre la base inférieure du système de protection et le roc.

Dans le cas d'un tel aménagement, l'abaissement du niveau des eaux souterraines par pompage, drainage ou autrement est interdit sur des terrains où le sol se compose d'une couche naturelle homogène ayant en permanence une conductivité hydraulique supérieure à 5×10^{-5} cm/s (mesurée *in situ*).

Comme la conductivité hydraulique moyenne déterminée dans les dépôts meubles pour le site est de $1,2 \times 10^{-6}$ m/s ($1,2 \times 10^{-4}$ cm/s) ce qui est supérieure à la conductivité hydraulique spécifiée, le pompage ou le drainage de l'eau souterraine serait interdit. Dans ce cas, la base du niveau inférieur de protection devra être au-dessus du niveau des eaux souterraines.

Comme le niveau moyen de l'eau souterraine se trouve à environ 1,2 mètres du sol, sous le LET proposé, l'excavation ne pourra être plus profonde qu'environ 0,6 mètre, dans certains secteurs, afin de s'assurer de respecter en permanence cette contrainte.

6 CONCLUSION ET RECOMMANDATIONS

L'ensemble des informations provenant de l'étude hydrogéologique nous permet de tirer les conclusions suivantes :

Contexte géologique

- La stratigraphie du site à l'étude est caractérisée par la présence en surface de dépôts meubles relativement peu perméables soit du sable et silt suivi d'un till qui reposent sur un socle rocheux fracturé, composé de roche volcanique intermédiaire à mafique. L'épaisseur des dépôts meubles varie de 0 à 10 m.

Contexte hydrogéologique

- La nappe phréatique du site à l'étude s'écoule vers le sud, l'est et le nord-est et est située relativement près de la surface (1,2 m de profondeur);
- Les deux unités hydrostratigraphiques (dépôts meubles et socle rocheux) possèdent le même niveau piézométrique et font partie de la même formation aquifère;
- La conductivité hydraulique moyenne des dépôts meubles et du socle rocheux est respectivement de $1,2 \times 10^{-6}$ m/s et de $6,2 \times 10^{-7}$ m/s;
- Les résultats d'analyses montrent que l'eau souterraine excède l'article 49 du Projet de règlement sur l'élimination des matières résiduelles pour tous les échantillons en coliformes fécaux et, à des endroits spécifiques, en mercure et sulfures. Compte tenu que ces résultats semblent peu probables, nous recommandons un échantillonnage additionnel avant l'exploitation d'un LET dans ce secteur. Ces dépassements ne seraient pas reliés à la présence du LES actuel compte tenu de la direction de l'écoulement des eaux souterraines se dirige dans le sens opposé du futur LET.

Conformité du site à l'étude

- Il n'existe aucun puits d'alimentation en eau potable dans un rayon d'un (1) kilomètre de la limite du site à l'étude;
- Le site à l'étude ne se trouve pas dans une zone d'inondation d'un cours d'eau de récurrence de 100 ans ou à risques de mouvement de terrain;
- La nappe phréatique ne possède pas un potentiel aquifère assez important pour soutirer en permanence, à partir d'un même puits de captage, 25 m³ d'eau par heure;
- Compte tenu de la nature relativement perméable des dépôts meubles, un système d'imperméabilisation à double niveau de protection devra être aménagé dans le fond et sur les parois du futur LET;
- L'excavation de l'aménagement du futur LET ne pourra être plus profonde qu'environ 0,6 mètre, dans certains secteurs, compte tenu que la nappe est relativement près de la surface (1,2 m).

RÉFÉRENCES

Bouwer, H. et Rice, R.C., 1976. A slug test method for determining hydraulic conductivity of unconfined aquifers with completely or partially penetrating wells. *Water Resources Research*, vol. 12, no 3, pp. 423-428.

Dessau-Soprin inc., novembre 2000. *Recherche préliminaire de sites dans le cadre de l'étude d'alternatives de gestion des matières résiduelles*, Réf. : 270017-100.

Freeze, R.A. et Cherry, J.A., 1979. *Groundwater*. Prentice-Hall, New-Jersey, 604 p.

Gouvernement du Québec, SIGEOM, janvier 2001, Carte géologique, 32C04-200-0102, échelle 1 :20 000.

Ministères des Forêts, Gouvernement du Québec, 1992. Carte des dépôts de surface, 32C-04, échelle 1 : 50 000.

Ministère de l'Environnement du Québec, 1995. *Guide d'échantillonnage à des fins d'analyses environnementales – Cahier 5 Échantillonnage des sols*. Les Éditions Le Griffon d'argile, Sainte-Foy, 72 p.

Ministère de l'Environnement du Québec, 1999. *Politique de protection des sols et de réhabilitation des terrains contaminés*. Les Publications du Québec, Sainte-Foy, 124 p.

Ministère de l'Environnement et de la Faune du Québec, 1999. *Guide de Classification des eaux souterraines du Québec*, 12 pages.

Ministère de l'Environnement du Québec, octobre 2000. *Projet de règlement sur l'élimination des matières résiduelles*.

Ministère des Ressources naturelles, 2000. Carte topographique, 32C-04-200-0102, échelle 1 : 20 000.

Monterval inc., janvier 1989. « Étude de convenance » dans le cadre de l'établissement du LES actuel, Réf. : 1189-T.

Figures

Figure 1 : Localisation du site à l'étude

Figure 2 : Localisation des sondages

Figure 3 : Coupe stratigraphique A-A'

Figure 4 : Coupe stratigraphique B-B'

Figure 5 : Coupe stratigraphique C-C'

Figure 6 : Coupe stratigraphique D-D'

Figure 7 : Coupe stratigraphique E-E'

Figure 8 : Géologie du site à l'étude

Figure 9 : Carte schématique de la profondeur du roc

Figure 10 : Piézométrie du site à l'étude (23 septembre 2002)

Tableaux

Tableau 1 : Paramètres et méthodes analytiques utilisés

Paramètres	Méthode analytique
pH	Standard Method No 4500-H (19 ^e édition, 1995)
Azote ammoniacal	Standard Method No 4500 NH3 H (18 ^e édition 1992) (12-05-95 en vigueur)
Chlorures	Standard Method No 4500 Cl-E (18 ^e édition) (Méthode en vigueur 12-11-95)
Coliformes fécaux	EM-FEC
Coliformes totaux	EM-COLIT
Composés phénoliques	Méthode colorimétrique (12-10-99 en vigueur)
Conductivité électrique	Standard Method (19 ^e édition, 1995)
Cyanures totaux	Méthode colorimétrique (12-015-95 en vigueur)
DBO5	Standard Method No 5210-B (19 ^e édition 1995) (12-18-95 en vigueur)
DCO	Standard Method No 5220-C (19 ^e édition 1995) (12-019-95 en vigueur)
Mercure	Dosage AA (vapeur froide) (Standard Method No 3112)
Métaux (Arsenic, Bore, Baryum, Cadmium, Calcium, Chrome, Cuivre, Fer, Plomb, Potassium, Magnésium, Manganèse, Sodium, Zinc)	Absorption atomique (par ICP ou ICP-MS)
Nitrites et Nitrates en N	Standard Method No 4500-NO ₂ , Standard Method No 4500-NO ₃ , (18 ^e édition, 1992)
Sulfates	Colorimétrie au bleu de méthylène (Standard Method No 4500-S ² , D)
Sulfures totaux en H2S	Colorimétrie au bleu de méthylène (Standard Method No 4500-S ² , D)

Tableau 2 : Relevé piézométrique (23 septembre 2002)

Puits d'observation	UTM X (m)	UTM Y (m)	Élévation		Profondeur eau (m) p/r au T.N.	Élévation eau souterraine (m)
			Tubage PVC (m)	Terrain naturel (m)		
PO-1-01	217 284,842	5 328 281,306	319,920	319,010	1,33	317,68
PO-2-01	217 248,182	5 328 571,098	325,850	325,090	> 1,69	< 323,40
PO-2R-02	217 245,970	5 328 571,697	325,610	324,940	2,1	322,84
PO-3-01	216 853,552	5 328 478,037	327,630	326,790	0,41	326,38
PO-3R-02	216 856,333	5 328 477,612	327,37	326,740	0,31	326,43
PO-4-01	216 416,553	5 328 072,076	324,150	323,410	2,8	320,61
PO-5R-02	217 052,393	5 328 479,751	325,160	324,520	1,79	322,73
PO-6R-02	216 725,611	5 328 620,889	329,760	329,100	0,58	328,52
PO-7-02	216 833,707	5 328 788,297	328,410	327,580	1,89	325,69
PO-7R-02	216 831,824	5 328 787,658	328,240	327,600	1,91	325,69
PO-8-02	217 193,854	5 328 804,457	319,930	319,070	0,22	318,85
PO-8R-02	217 195,275	5 328 804,028	319,69	319,040	0,27	318,77
PO-9-02	216 996,395	5 328 613,284	325,57	324,770	2,28	322,49
P-2	216 707,503	5 328 741,871	330,460	329,940	1,25	328,69
P-4	216 373,717	5 328 354,017	328,500	327,540	1,37	326,17
P-5	216 185,780	5 328 747,377	323,310	323,100	1,06	322,04
P-7	215 937,909	5 328 710,739	320,280	319,340	1,36	317,98
PZ-1	216 089,110	5 328 758,149	322,060	321,010	2,2	318,81
PZ-2	216 170,896	5 328 801,968	322,330	321,160	1,18	319,98

Tableau 3 : Conductivité hydraulique (m/s) – Dépôts meubles

Puits	PO-1-01	PO-3-01	PO-4-01	PO-7-02	PO-8-02	PO-9-02	P-2	P-4
Conductivité hydraulique (m/s)	$2,8 \times 10^{-6}$	$4,0 \times 10^{-6}$	$9,2 \times 10^{-6}$	$7,5 \times 10^{-7}$	$1,7 \times 10^{-6}$	$2,4 \times 10^{-7}$	$1,9 \times 10^{-7}$	$7,1 \times 10^{-7}$
Moyenne ⁽¹⁾ (m/s)	$1,2 \times 10^{-6}$							

Note : (1) La moyenne géométrique a été utilisée.

Tableau 4 : Conductivité hydraulique (m/s) – Socle rocheux

Puits	PO-2R-02	PO-3R-02	PO-5R-02	PO-6R-02	PO-7R-02	PO-8R-02
Conductivité hydraulique (m/s)	$2,0 \times 10^{-6}$	$6,6 \times 10^{-7}$	$9,5 \times 10^{-7}$	$1,7 \times 10^{-6}$	$3,3 \times 10^{-8}$	$7,9 \times 10^{-7}$
Moyenne ⁽¹⁾ (m/s)	$6,2 \times 10^{-7}$					

Note : (1) La moyenne géométrique a été utilisée.

Tableau 5 : Résultats d'analyses de l'eau souterraine

Paramètres	P-2	PO-2R-02	PO-3-01	PO-3R-02	PO-5R-02	PO-6-02 (Duplicata de PO-6R-02)	PO-6R-02	PO-7-02	PO-7R-02	PO-8-02	PO-8R-02	PO-9-02	PO-9R-02 (Duplicata de PO-9-02)	Projet de règlement (art. 49)
	02-09-12	02-09-16	02-09-12	02-09-16	02-09-16	02-09-16	02-09-16	02-09-12	02-09-16	02-09-12	02-09-12	02-09-12	02-09-12	
Bore soluble (mg / L)	< 0,02	< 0,02	< 0,02	0,02	0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	0,02	<0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	5 mg / L
Barium soluble (mg / L)	< 0,01	0,03	0,01	0,03	0,24	0,02	0,01	<0,01	0,04	0,04	0,14	0,03	0,03	NA
Coliformes totaux (UFC / 100ml)	<300	<100	<300	<100	<100	<100	<100	740	<100	<300	<300	<300	<300	NA
Coliformes fécaux (UFC / 100ml)	920	< 1 000	<300	41000	4000	< 1 000	<10 000	24000	30000	12000	21000	>1 100 000	110000	0 UFC / 100 ml
pH	6,3	7,8	6,5	3,0	8,1	8,2	8,1	6,4	7,8	7,6	7,8	7,5	7,8	NA
Azote ammoniacal (mg / L)	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	0,09	<0,02	<0,02	1,1	0,37	1.5 mg / L
Nitrates & Nitrites en N (mg / L)	0,03	<0,02	0,04	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	0,04	<0,02	<0,10	<0,04	10 mg / L
Fer soluble (mg / L)	0,1	0,02	0,09	0,02	0,02	0,02	0,02	0,05	0,01	<0,01	0,01	0,05	0,03	0.3 mg/ L
Cuivre soluble (mg / L)	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	0,005	0,003	<0,001	0,011	<0,001	0,002	<0,001	<0,001	1mg/ L
Plomb soluble (mg / L)	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	0.01 mg / L
Composés phénoliques (mg / L)	<0,006	< 0,006	< 0,006	< 0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	NA
Cadmium (mg / L)	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	0.005 mg / L
Chrome soluble (mg / L)	<0,001	<0,001	<0,001	0,001	0,001	0,001	<0,001	<0,001	0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	0.05 mg/ L
Mercure soluble (mg / L)	<0.0002	<0,0001	<0.0002	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0.0002	<0.0001	0,003	<0.0002	<0.0002	<0.0002	0.001 mg / L
Sulfures totaux (mg/ L)	<0,02	<0,02	<0,02	0,02	<0,02	<0,02	<0,02	0,03	<0,02	<0,02	<0,02	0,19	<0,02	0.05 mg/ L
Sulfates (mg / L)	4	3	8	13	6	4	1	12	14	28	9	10	10	500 mg / L
Cyanures totaux en CN (mg / L)	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0.2 mg / L
Chlorures (mg / L)	4,6	< 0,3	0,5	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	1,3	0,4	4,7	0,5	1,5	1,3	250 mg / L
Zinc soluble (mg / L)	0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	5 mg / L
DBO5 (mg / L)	4	<3	<3	<3	<3	<3	<3	<3	<3	<3	<3	12	8	NA
DCO (mg / L)	20	13	66	27	27	8	120	55	44	59	160	2100	550	NA

2400 = Valeur excédant les normes du projet de règlement sur l'élimination des matières résiduelles (art.49) - 24 juillet 2002

-- : échantillon non analysé pour ce paramètre

NA : pas de critère applicable pour ce paramètre actuellement

Annexe 1

Limites de l'étude

LIMITES DE L'ÉTUDE

Les conditions d'eau souterraine décrites dans ce rapport se rapportent uniquement à celles observées aux endroits et aux dates indiqués dans ce rapport. Il est important de noter que le niveau de l'eau souterraine peut être influencé par plusieurs facteurs dont, entre autres, les précipitations, la fonte des neiges et les modifications apportées au milieu physique et qu'ainsi, il peut varier avec les saisons et les années.

À moins d'avis contraire, l'interprétation des données, les commentaires et les recommandations contenus dans ce rapport sont fondés, au meilleur de notre connaissance, sur les politiques, les critères et les règlements environnementaux en vigueur au moment de la réalisation du projet, jusqu'à leurs limites applicables, compte tenu de la nature spécifique du projet. Si ces politiques, critères et règlements sont différents de ceux présumés ou s'ils sont changés après la remise du rapport, Dessau-Soprin devrait être consultée pour réviser les recommandations à la lumière de ces changements.

Lorsque aucune politique, critère ou réglementation n'est disponible pour permettre l'interprétation des données, les commentaires et recommandations exprimés par Dessau-Soprin sont basés sur la meilleure connaissance possible des règles acceptées dans la pratique professionnelle s'appliquant au projet concerné.

Les concentrations indiquées dans ce rapport correspondent à celles détectées aux endroits et aux dates d'observation indiqués dans ce rapport. Elles peuvent varier dans le temps suite aux activités sur le site à l'étude ou sur des sites adjacents ou encore suite à des événements naturels, à des réactions naturelles ou autres. Les concentrations sont déterminées à partir des résultats des analyses chimiques effectuées sur un nombre limité d'échantillons et peuvent varier entre les points d'échantillonnage.

La liste des paramètres analysés est basée sur les exigences de la MRC Vallée-de-l'Or. Le fait qu'un paramètre n'ait pas été analysé n'exclut pas qu'il soit présent à une concentration supérieure au bruit de fond ou à la limite de détection de ce paramètre.

Dessau-Soprin a préparé ce rapport pour répondre aux besoins exclusifs indiqués par les représentants de la MRC Vallée-de-l'Or.

Annexe 2

**Résultats des travaux de
laboratoire et de terrain
réalisés en 2001 et 2002**

Annexe 3

**Résultats des travaux de
laboratoire et de terrain
réalisés au cours des
études précédentes**

Annexe 4

**Résultats des essais de
conductivité hydraulique**

Annexe 5

**Certificats d'analyses
chimiques**