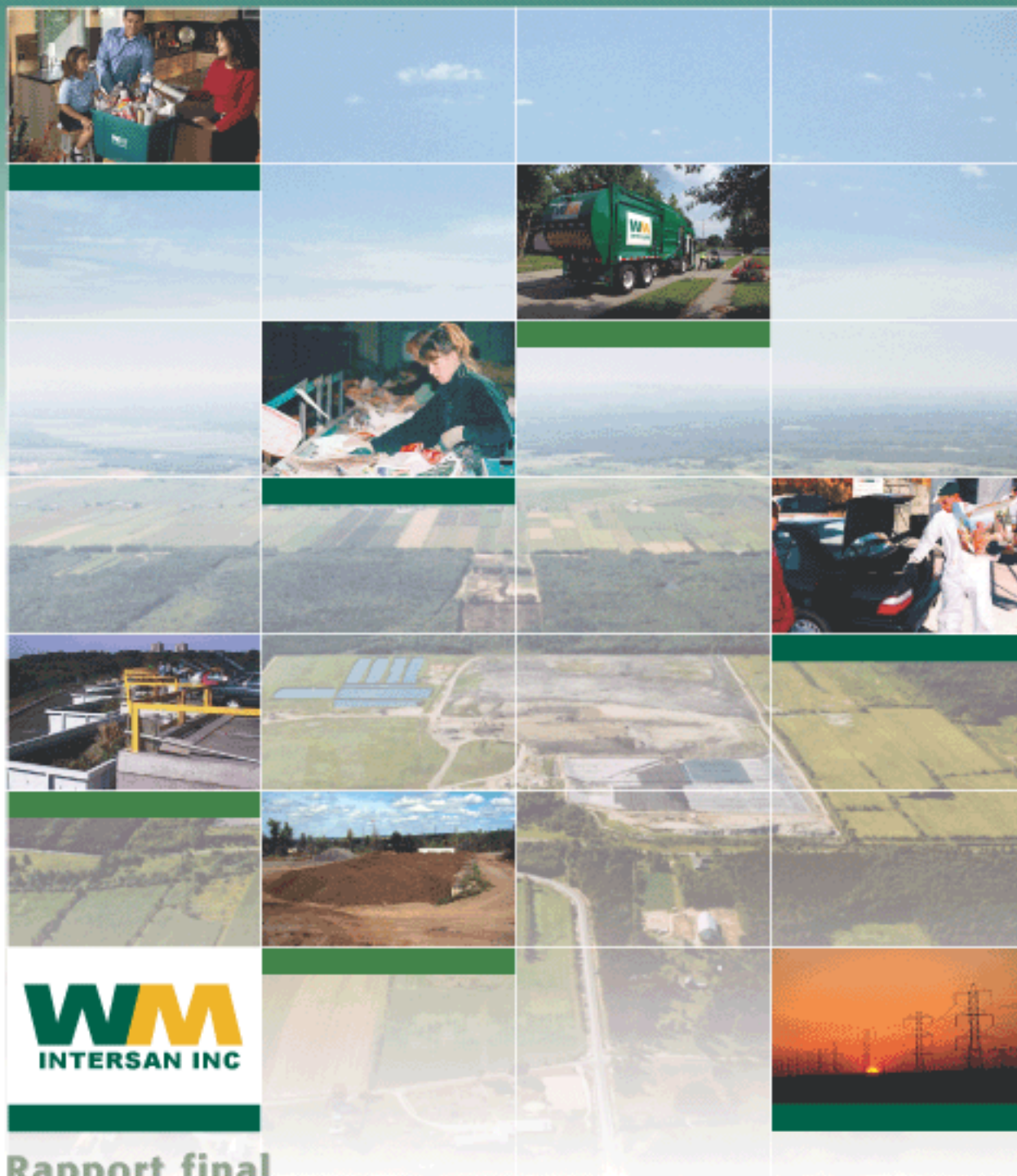


Projet de développement du bioréacteur - Centre de Valorisation Environnementale des Résidus (CVER) de Sainte-Sophie ÉTUDE GÉOTECHNIQUE



WMM
INTERSAN INC

Rapport final
(Décembre 2002)



011-7112-5100

**Projet de développement du bioréacteur - Centre de
Valorisation Environnementale des Résidus (CVER)
de Sainte-Sophie
ÉTUDE GÉOTECHNIQUE**

Rapport final

Décembre 2002

Golder Associés Ltée

9200, boul. de l'Acadie, bureau 10
Montréal, Québec, Canada H4N 2T2
Téléphone (514) 383-0990
Fax (514) 383-5332



**PROJET DE DÉVELOPPEMENT DU BIORÉACTEUR
CENTRE DE VALORISATION
ENVIRONNEMENTALE DES RÉSIDUS (CVER)
DE SAINTE-SOPHIE**

ÉTUDE GÉOTECHNIQUE

Rapport présenté à:

Intersan Inc.
2535, 1^{ière} Rue
Sainte-Sophie, Québec
J5J 2R7

DISTRIBUTION:

15 exemplaires: Ministère de l'environnement du Québec
9 exemplaires: Intersan Inc., Sainte-Sophie, Québec
3 exemplaires: Tecsub Inc., Montréal, Québec
3 exemplaires: Golder Associés Ltée, Montréal, Québec

Décembre 2002

011-7112-5100



Certifié ISO 9001:2000

Golder Associés Ltée

9200, boul. de l'Acadie, bureau 10
Montréal, Québec, Canada H4N 2T2
Téléphone (514) 383-0990
Fax (514) 383-5332



Le 23 décembre 2002

011-7112-5100

Intersan Inc.
2535, 1^{ère} Rue
Sainte-Sophie, Québec
J5J 2R7

À l'attention de Monsieur Nicolas Marcotte

**OBJET: ÉTUDE GÉOTECHNIQUE – ZONE D'IMPLANTATION DU
FUTUR BIORÉACTEUR DE SAINTE-SOPHIE**

Monsieur Marcotte,

Vous trouverez ci-joint, notre rapport géotechnique final pour la zone d'implantation du futur bioréacteur de Sainte-Sophie.

Nous vous prions d'agréer, Monsieur, nos meilleures salutations.

GOLDER ASSOCIÉS LTÉE

Monya Ostiguy, ing., M.Sc.A.
Chargée de projet

Michael Snow, ing., M.Sc.A.
Géotechnicien senior
Associé

MO/JC/MS/MP/lr

N:\ACTIF\7100\011-7112\FINAL-5100 RAPPORT GÉOTECHNIQUE\SECRÉTARIAT\RAPPORT- 011-7112-5100\FINAL.DOC

TABLE DES MATIÈRES

<u>SECTION</u>	<u>PAGE</u>
1.0 INTRODUCTION.....	1
1.1 Objectifs.....	1
1.2 Localisation et description de la zone d'étude	2
2.0 REVUE DES RAPPORTS ANTÉRIEURS.....	4
2.1 Leroux, Leroux, Nantel, Papin & Associés (1975).....	4
2.2 Hydrogéologie Canada Inc. (1981a)	5
2.3 Hydrogéologie Canada Inc. (1981b)	6
2.4 Hydrogéologie Canada Inc. (1982)	7
2.5 Université Laval (1986)	7
2.6 Foratek Inc. (1989).....	8
2.7 Foratek Inc. (1990).....	9
2.8 Foratek Inc. (1991).....	9
2.9 Dessau-Soprin Inc. (2000).....	10
2.10 Golder Associés Ltée (2000)	10
2.11 Autres données (1995 à 2002)	12
3.0 DESCRIPTION DES TRAVAUX RÉALISÉS.....	13
3.1 Travaux de forage	13
3.1.1 Sommaire des travaux réalisés en respect de la directive du MENV.....	13
3.1.2 Réalisation des forages et échantillonnage des sols.....	17
3.2 Travaux de laboratoire	19
3.3 Travaux d'arpentage	19
3.4 Relevé piézométrique.....	19
4.0 CONDITIONS DE TERRAIN	21
4.1 Physiographie régionale.....	21
4.2 Unités stratigraphiques.....	22
4.2.1 Couvert végétal	22
4.2.2 Dépôt sablonneux	22
4.2.3 Formation argileuse.....	23
4.2.4 Till glaciaire	24

TABLE DES MATIÈRES (SUITE)

4.2.5 Socle rocheux..... 25

4.2.6 Niveaux des eaux souterraines 25

5.0 ANALYSES TECHNIQUES 27

5.1 Concept d'aménagement projeté..... 27

5.2 Analyses de soulèvement..... 28

5.3 Stabilité de pentes..... 28

5.3.1 Méthodologie..... 28

5.3.2 Choix des propriétés géotechniques..... 30

5.3.3 Résultats des analyses de stabilité..... 31

5.4 Évaluation des tassements..... 31

6.0 CONCLUSIONS ET RECOMMANDATIONS 33

7.0 CONDITIONS GÉNÉRALES ET LIMITATIONS..... 35

RÉFÉRENCES 36

TABLE DES MATIÈRES (SUITE)**LISTE DES TABLEAUX**

Tableau 1	Sommaire des essais de laboratoire
Tableau 2	Sommaire de la stratigraphie
Tableau 3A	Résultats des essais géotechniques réalisés sur le sable au laboratoire
Tableau 3B	Résultats des essais géotechniques réalisés sur l'argile au laboratoire
Tableau 3C	Résultats des essais géotechniques réalisés sur le till au laboratoire
Tableau 4A	Caractéristiques des puits d'observation installés dans la zone d'implantation du futur bioréacteur de Sainte-Sophie
Tableau 4B	Caractéristiques des puits d'observation existants dans le secteur à l'ouest de la zone d'implantation du futur bioréacteur de Sainte-Sophie
Tableau 4C	Caractéristiques des puits d'observation installés dans le LES de Sainte-Sophie
Tableau 4D	Caractéristiques des puits d'observation installés dans le secteur sud-est et nord à l'extérieur des limites du LES de Sainte-Sophie
Tableau 4E	Élévation du niveau des eaux de surface
Tableau 5	Paramètres utilisés pour les analyses de stabilité de pente
Tableau 6	Résultats des analyses de stabilité de pente

LISTE DES FIGURES

Figure 1	Plan de localisation
Figure 2	Localisation des travaux d'investigation
Figure 3A	Coupes géologiques A-A' et B-B'
Figure 3B	Coupes géologiques C-C' et D-D'
Figure 3C	Coupes géologiques E-E' et F-F'
Figure 4A	Carte piézométrique de la nappe aquifère du sable fin – 12 novembre 2002
Figure 4B	Carte piézométrique de la nappe semi-captive du roc – 12 novembre 2002
Figure 4C	Carte piézométrique anticipée de la nappe semi-captive du roc en condition de crues printanières
Figure 5A	Isocontours des épaisseurs de sable
Figure 5B	Isocontours des épaisseurs d'argile et élévations du sommet de l'argile
Figure 5C	Isocontours de l'élévation du roc

TABLE DES MATIÈRES (SUITE)

Figure 6	Division du site pour fin d'analyses
Figure 7	Élévations minimales des fonds du futur bioréacteur en conditions statiques anticipées de crues printanières
Figure 8	Fonds d'excavation projetés
Figure 9	Élévations finales projetées des matières résiduelles
Figure 10	Vue schématique en section du concept d'aménagement projeté

LISTE DES ANNEXES

Annexe A	Conditions générales et limitations
Annexe B	Photographies aériennes
Annexe C	Journaux des sondages
Annexe D	Journaux des sondages et essais in situ des études antérieures
Annexe E	Résultats des essais de laboratoire
Annexe F	Résultats des essais de laboratoire des études antérieures
Annexe G	Relevé géodésique
Annexe H	Documents photographiques de terrain
Annexe I	Résultats des analyses de stabilité de pente
Annexe J	Résultats des essais de perméabilité et de l'essai de pompage

1.0 INTRODUCTION

Intersan Inc. (Intersan) a mandaté Golder Associés Ltée (Golder) pour réaliser une étude géotechnique dans le cadre de l'étude d'impact sur l'environnement du projet de développement du bioréacteur du Centre de valorisation environnementale des résidus (CVER) de Sainte-Sophie.

1.1 Objectifs

L'étude géotechnique a pour objectifs de décrire la géologie et la stratigraphie du site et de produire des recommandations pertinentes à la conception préliminaire du futur bioréacteur. L'étude géotechnique comprend les points suivants:

1. La description de la nature des matériaux rencontrés sur le site de la zone d'implantation du futur bioréacteur par:
 - la réalisation d'un nombre représentatif de sondages stratigraphiques et de coupes géologiques; et
 - des analyses in situ et en laboratoire sur un nombre représentatif d'échantillons pour caractériser les propriétés des zones stratigraphiques rencontrées en chantier.

2. Une discussion sur les contraintes géotechniques pouvant s'imposer lors de la conception et la construction comprenant:
 - la sensibilité des dépôts argileux en place;
 - les pentes d'excavation et la stabilité environnante;
 - les pressions hydrostatiques et le potentiel de soulèvement des fonds d'excavation des cellules d'enfouissement;
 - le socle rocheux; et
 - les tassements potentiels.

Après une description du site à l'étude, ce rapport présente d'abord une revue des études antérieures, suivie d'une description des travaux réalisés dans le cadre de l'étude géotechnique. Par la suite, les conditions de terrain sont présentées. Finalement, une conclusion résume l'essentiel des résultats et des recommandations sont émises en regard du projet de développement du futur bioréacteur et des articles pertinents du *Projet de Règlement sur l'élimination des matières résiduelles* (juillet 2002).

1.2 Localisation et description de la zone d'étude

La zone d'étude est située dans la municipalité de Sainte-Sophie, soit à 5 km au sud-ouest de l'agglomération principale (figure 1). Le projet d'implantation du futur bioréacteur est, par ailleurs, situé directement au sud-ouest du LET actuel d'Intersan, soit du côté sud-est de la 1^{ère} Rue (entre la Montée Lafrance et le LET actuel d'Intersan) sur le lot 10-41 (anciennes parties 10-11 et 10-34) du cadastre officiel de Mirabel. L'ensemble des terrains ciblés pour le projet d'implantation du futur bioréacteur présente une superficie totale d'environ 65 ha, dont environ 53 ha seront aménagés en aire d'enfouissement. La zone d'implantation du futur bioréacteur, d'une forme rectangulaire d'environ 1230 m par 530 m, est adjacent à la limite sud-ouest du LET actuel et du LES de Sainte-Sophie. La topographie du site de la zone d'implantation du futur bioréacteur est généralement plane ayant des élévations géodésiques comprises entre 73 et 75 m. Il est à noter que Intersan est également propriétaire d'environ 65 ha additionnels dans le secteur sud-ouest adjacent à la zone d'implantation du futur bioréacteur.

Un cours d'eau (ruisseau aux Castors) est situé à environ 250 m au nord-est de la zone d'implantation du futur bioréacteur, alors que l'on retrouve une carrière en exploitation à environ 750 m à l'ouest. À partir des observations de terrain et de l'examen des photos aériennes (annexe B), environ 60 % de la superficie de la zone est constituée de terrains en friche, et ce principalement dans les secteurs nord et est de la zone d'implantation du futur bioréacteur. Les secteurs sud et ouest de la zone d'implantation du futur bioréacteur sont, quant à eux, partiellement boisés dans le secteur ouest, alors que le secteur sud est plus densément boisé avec la présence d'arbres matures. Des fossés de drainage sillonnent la zone et une accumulation d'eau est généralement visible au fond des fossés. Un résident occupe une propriété du côté sud-est de la 1^{ère} rue, soit près du coin nord-ouest de la zone d'implantation du futur bioréacteur. Les photos aériennes montrent

également les empreintes laissées par d'anciens bassins de disposition de boues de fosses septiques utilisées antérieurement à 1997 (annexe B).

2.0 REVUE DES RAPPORTS ANTÉRIEURS

Les travaux antérieurs sont présentés par ordre chronologique et les références sont citées à la fin de ce rapport. Il est à noter que la majorité des travaux antérieurs ont été effectués dans le secteur du LET actuellement exploité par Intersan.

Il est à noter que les plans de localisation des sondages, les journaux de sondages et les essais de perméabilité effectués au cours de ces études antérieures sont présentés à l'annexe D, alors que les essais en laboratoire, tels les analyses granulométriques et les résultats d'analyses chimiques, sont présentés à l'annexe F.

2.1 Leroux, Leroux, Nantel, Papin & Associés (1975)

Étude hydrogéologique, Site de disposition Sainte-Sophie, Comté de Prévost, P.Q., Propriété de A. Richer (décembre 1975).

Résultats pertinents rapportés:

- L'étude hydrogéologique fut effectuée sur le lot 28 du cadastre officiel de la paroisse de Sainte-Sophie de la Corne, Comté de Prévost. L'étude est scindée en deux parties, soit l'hydrogéologie et l'aménagement. Aucune référence à des rapports de forage ou à des puits d'observation installés. Les résultats de deux analyses granulométriques dans l'unité de sable de surface et deux résultats d'analyses chimiques de l'eau, dont un provient d'une eau de surface et l'autre de l'eau souterraine de la nappe de surface, sont joints à l'étude.
- Les dépôts meubles présents dans la région sont du sable de hautes terrasses (sable fin uniforme d'une épaisseur allant jusqu'à 5,2 m et d'une conductivité hydraulique de $5,7 \times 10^{-4}$ à $5,7 \times 10^{-5}$ cm/s), de l'argile marine et des dépôts fluvio-glaciaires, alors que la roche en place sous-jacente est une dolomie.
- Le niveau de la nappe d'eau de surface se situe à 1,2 m de profondeur. Le sens d'écoulement des eaux de cette nappe est vers le sud-est à une vitesse de 0,02 à 0,23 m/an.
- La qualité de l'eau de surface et de l'eau souterraine de la nappe de surface montre des indices de pollution, alors qu'elle est très chargée en solides dissous.

- Au moment de l'investigation, 90 440 m³ de déchets sont accumulés à la surface du dépôt de sable, dont 61 560 m³ de déchets brûlés et 28 880 m³ de déchets non brûlés.
- L'aménagement de cellules d'enfouissement sur la formation d'argile est recommandé.

2.2 Hydrogéologie Canada Inc. (1981a)

Étude hydrogéologique enfouissement sanitaire Sainte-sophie, présentée à Les Services Sanitaires Robert Richer Ltée (juin 1981).

Les principaux travaux réalisés sont décrits ci-après:

- Réalisation de 6 forages géotechniques d'une profondeur de 4 à 6 m, dont 1 forage stratigraphique jusqu'à 1,5 m dans le socle rocheux (profondeur totale de 10,4 m). Installation de 5 piézomètres dans les forages (tubage de 38 mm de diamètre) dans le sable (TH-1 à TH-5) et d'un piézomètre au contact argile/roc (TH-6).
- Réalisation d'un puits d'essai de 102 mm de diamètre et d'une profondeur de 2,44 m aménagé dans l'unité de sable, et soumis à un essai de pompage avec lectures de rabattement et remontée dans le piézomètre voisin (TH-5).
- Analyses granulométriques de 8 échantillons de sable.
- Réalisation d'essais de perméabilité dans les 6 piézomètres installés.
- Carte topographique, carte piézométrique dans les dépôts meubles de surface et carte illustrant la topographie du toit de l'argile.

Principales conclusions:

- L'épaisseur de sable fin varie de 2,9 à 4,5 m et sa conductivité hydraulique moyenne est de l'ordre de 5×10^{-3} cm/s.
- Environ 5,6 m d'argile recouvre le roc (dolomie), dont le contact se situe à une profondeur de 8,5 m et pour lequel la conductivité hydraulique est de l'ordre de 3×10^{-6} cm/s.

- Le niveau d'eau de la nappe de surface se situe à moins de 0,5 m de profondeur. Le sens d'écoulement des eaux de cette nappe est vers le nord-ouest, avec des gradients hydrauliques horizontaux de l'ordre de 0,001 m/m vers le nord au puits TH-2, et de l'ordre de 0,0008 m/m vers le nord-ouest au TH-1. Le gradient hydraulique vertical dans l'argile est de 0,093 m/m vers le roc.

2.3 Hydrogéologie Canada Inc. (1981b)

Poursuite de l'étude hydrogéologique du site d'enfouissement sanitaire de Sainte-Sophie (octobre 1981).

Travaux réalisés:

- Réalisation de 3 piézomètres (R-1 à R-3) aménagés dans le roc au moyen de cellules piézométriques de type Rocktest en PVC de 19 mm de diamètre et 330 mm de longueur isolée dans les premiers 60 cm du socle rocheux.
- Réalisation de 3 essais de perméabilité in situ dans les piézomètres installés au roc.

Principales conclusions:

- La topographie du roc est variable alors que celle-ci passe d'une profondeur de 5 à 16,4 m en direction sud-est, soit de R-3 vers R-1. Il en va de même pour l'épaisseur de la couche d'argile qui varie de 1,5 à 9,45 m.
- La conductivité hydraulique du roc varie de l'ordre de 1×10^{-8} à 1×10^{-3} cm/s selon le degré de fracturation du roc, alors qu'une couche de sable reposant à la base du contact avec le socle rocheux indique une conductivité hydraulique de l'ordre de 10^{-4} cm/s.
- L'écoulement de l'eau au niveau de l'aquifère du roc s'effectue vers le sud-est sous un gradient hydraulique horizontal de 0,015 m/m, alors qu'un gradient hydraulique vertical dans l'argile de 0,77 à 1 m/m est calculé selon les piézomètres utilisés pour fins de comparaison.

2.4 Hydrogéologie Canada Inc. (1982)

Étude hydrogéologique enfouissement sanitaire Sainte-Sophie, présentée à Les Services Sanitaires Robert Richer Ltée (Annexe 1 au rapport d'octobre 1981).

Travaux réalisés:

- Approfondissement des piézomètres R-1 et R-2 aménagés dans le roc.

Principaux résultats:

- Les gradients hydrauliques horizontaux dans l'aquifère du roc sont révisés à 0,006 m/m entre R-1 et R-2, à 0,022 m/m entre R-3 et R-2 et à 0,015 m/m entre R-3 et R-1.
- La conductivité hydraulique du roc a été sommairement estimée de l'ordre de 10^{-2} à 10^{-3} cm/s.

2.5 Université Laval (1986)

Étude de contamination par le lixiviat faite aux lieux d'enfouissement sanitaire de Laterrière et Sainte-Sophie, présentée au MENV (mai 1986).

Principales conclusions:

- Dans le secteur nord du site actuel, le gradient hydraulique horizontal dans la nappe d'eau souterraine de surface est de 0,004 m/m avec une vitesse d'écoulement de 8 m/an.
- Des résurgences sont observées autour du site à certaines périodes de l'année et la nappe d'eau souterraine remonte de 2 m dans les déchets.
- L'écoulement de l'eau dans la nappe d'eau souterraine de surface est divergent (radial) par rapport au centre du lieu d'enfouissement.

- À 200 m de la bordure du lieu d'enfouissement, la concentration des contaminants dans l'eau souterraine est inférieure aux normes de rejet dans le réseau hydrographique.
- Des concentrations importantes en substances organiques (huiles et graisses totales, phénols) ont été mesurées dans l'eau souterraine à la limite du site.

2.6 Foratek Inc. (1989)

Étude hydrogéologique des lots P10-35 et P10-36, présentée à Les Services Sanitaires Robert Richer Ltée (novembre 1989).

Travaux réalisés:

- Réalisation de 18 sondages jusqu'au substratum imperméable (2,4 à 4,6 m de profondeur) et aménagement de ces sondages en puits d'observation (PZ-1 à PZ-18).
- Réalisation de 2 forages stratigraphiques (S-1 et A-2) jusqu'au socle rocheux, et installation d'un puits (A-2) dans cette unité.
- Réalisation de 6 essais de perméabilité in situ dans le sable et de 6 essais de perméabilité en laboratoire sur l'argile.
- Réalisation de 18 analyses granulométriques sur le sable de surface.
- Réalisation de levés de sismique réfraction aux quatre coins du terrain.

Principales conclusions:

- La stratigraphie générale à partir de la surface est établie comme suit: sable fin des hautes terrasses (2,5 à 4,6 m d'épaisseur), argile de la mer de Champlain (6,7 à 12,5 m d'épaisseur du nord-ouest vers le sud-ouest du secteur investigué), till glaciaire (1 m d'épaisseur) et socle rocheux identifié à une dolomie (profondeur de 9,9 à 18,3 m du nord-ouest vers le sud-ouest du secteur investigué).
- Trois unités hydrostratigraphiques sont identifiées: le sable saturé de la surface, l'argile qui constitue un aquiclude, et le roc qui constitue un aquifère confiné.

- La conductivité hydraulique moyenne du sable de surface est de l'ordre de $3,8 \times 10^{-3}$ cm/s, alors que la vitesse d'écoulement horizontal est estimée à 14 m/an.
- La conductivité hydraulique moyenne de l'argile est de l'ordre de 10^{-8} cm/s, alors que la vitesse d'écoulement vertical est estimée à 0,01 m/an.
- La conductivité hydraulique moyenne du roc est de l'ordre de $8,8 \times 10^{-3}$ cm/s.
- Le site de Sainte-Sophie est en tout point conforme à la réglementation en vigueur en 1989 sur les déchets solides.

2.7 Foratek Inc. (1990)

Réponses aux conditions énumérées dans l'accord de principe du 6 avril 1990 (septembre 1990).

Principales conclusions:

- Réalisation d'un essai de perméabilité in situ et calcul d'une conductivité hydraulique de l'ordre $3,8 \times 10^{-7}$ cm/s, alors que les conductivités hydrauliques obtenues des essais en laboratoire (6) ont varié entre 1×10^{-7} et $8,2 \times 10^{-8}$ cm/s.
- Le lixiviat est retenu par l'argile très près de la surface et celui-ci n'affecte que les premiers centimètres de l'argile.

2.8 Foratek Inc. (1991)

Données complémentaires présentées à Les Services Sanitaires Robert Richer Ltée (février 1991).

Travaux réalisés:

- Réalisation de 9 sondages (S-3 à S-11) afin de vérifier la profondeur de la roche en place et installation d'un piézomètre (PZ-A-3) dans l'argile à 4,6 m de profondeur, soit 1 m sous le toit de l'argile.
- Réalisation d'un essai de perméabilité in situ dans le piézomètre PZ-A-3.
- Réalisation de 3 analyses granulométriques.

- Présentation de 2 coupes géologiques.

Principales conclusions:

- La profondeur du socle rocheux varie entre 11,8 et 18,9 m.
- La conductivité hydraulique de l'argile à partir de l'essai effectué au piézomètre PZ-A-3 est de l'ordre de $1,6 \times 10^{-7}$ cm/s.

2.9 Dessau-Soprin Inc. (2000)

Qualité des eaux souterraines propriété adjacente au site de Sainte-Sophie (rapport préliminaire, juin 2000).

Travaux réalisés:

- Échantillonnage de 9 puits d'observation localisés dans le secteur des anciens bassins de disposition des boues de fosses septiques.

Principales conclusions:

- Les résultats obtenus sont représentatifs de l'eau souterraine de la nappe de surface.
- En vertu du *Projet de Règlement sur l'élimination des matières résiduelles*, les résultats ont indiqué des dépassements de norme en DCO dans 8 des 9 puits échantillonnés, alors que d'autres dépassements ont été observés en fer et en sulfures dans 2 des 9 puits, et en nickel et en coliformes totaux dans 1 des 9 puits. Le puits ECZ-2 indiquait le plus de paramètres hors normes (coliformes totaux, DCO, fer, nickel et sulfures).

2.10 Golder Associés Ltée (2000)

Investigations géotechniques de la zone d'opération Aire 1 – Partie 2 du site d'enfouissement de Sainte-Sophie (Juillet 2000).

Travaux réalisés:

- Réalisation de 15 forages, dont 4 forages stratigraphiques (S-00-1 à S-00-4) et 11 forages stratigraphiques aménagés en puits d'observation (PO-00-1 à PO-00-11);
- Réalisation de 4 profils scissométriques;
- Réalisation d'un programme complet d'essais en laboratoire (analyses granulométriques par tamisage et sédimentométrie, déterminations de la teneur en eau, déterminations des limites d'Atterberg, déterminations du poids spécifique, essai de consolidation oedométrique); et
- Réalisation de 5 essais de perméabilité à niveau ascendant.

Conclusions pertinentes:

- Stratigraphie composée successivement d'un sable / argile ferme et très sensible / till glaciaire / socle rocheux (dolomie);
- Environ 70 % de la superficie de la future zone d'opération ne présente pas une épaisseur d'au moins 6 m (épaisseur disponible d'argile varie entre 0,6 et 8,4 m);
- Profondeur du roc entre 3 et 12,5 m de la surface;
- Quatre (4) unités hydrostratigraphiques sont présentes sur le site, soit les unités de sable fin, d'argile silteuse, de till et de roc;
- Conditions de pression hydrostatique positive dans certains secteurs du roc;
- Conductivités hydrauliques de l'ordre de 7×10^{-3} cm/s dans le sable, $8,3 \times 10^{-6}$ cm/s dans le till et variant de $1,4 \times 10^{-4}$ à $1,8 \times 10^{-3}$ cm/s dans le roc;
- Tassements différentiels maximaux anticipés de l'ordre de 1 m; et
- Aucun problème de stabilité de pente d'excavation anticipé pour les sections vérifiées en autant que les conditions de l'étude sont respectées (épaisseur de matières résiduelles de 17 m, fond argileux à l'élévation 70 m, pente de 1V:3H dans les matières résiduelles).

3.0 DESCRIPTION DES TRAVAUX RÉALISÉS

La présente section décrit les travaux réalisés.

3.1 Travaux de forage

3.1.1 Sommaire des travaux réalisés en respect de la directive du MENV

Les travaux réalisés à l'hiver 2001-2002 ont été projetés en respectant la directive du MENV pour la réalisation d'une étude d'impact sur l'environnement d'un projet de lieu d'enfouissement sanitaire (1998, mise à jour décembre 2000) exigeant un nombre représentatif de sites de sondages en fonction de la superficie de la zone d'implantation du futur bioréacteur. Les travaux d'investigation ont porté sur un terrain d'une superficie totale de 130 ha, dont les 65 ha correspondant à la zone de développement du futur bioréacteur et les 65 autres ha du secteur adjacent à l'ouest de la zone.

En vertu de la directive du MENV pour la réalisation d'une étude d'impact sur l'environnement d'un projet de lieu d'enfouissement technique de matières résiduelles, une superficie de terrain à développer de 65 ha requiert au minimum 16 sites de sondages. Vingt (20) sites de sondages ont été localisés dans la zone d'implantation du futur bioréacteur de Sainte-Sophie, alors que le secteur à l'ouest de la même zone en comporte neuf (9).

La répartition des sites et des types de sondages effectués est la suivante:

Description	Secteur à l'ouest de la zone d'implantation du futur bioréacteur	Zone d'implantation du futur bioréacteur	Total
Superficie (ha)	65	65	130
Sites de sondages	9	20	29
Puits d'observation aménagé dans sable fin de surface (S)	5	9	14
Puits d'observation aménagé dans l'argile silteuse (A)	2	2	4

Description	Secteur à l'ouest de la zone d'implantation du futur bioréacteur	Zone d'implantation du futur bioréacteur	Total
Puits d'observation aménagé dans le till (T)	0	2	2
Puits d'observation aménagé dans le roc (R)	5	11	16
Sondages stratigraphiques	0	2	2
Essais de pénétration dynamique au cône	3	2	5
Nombre total de sondages	15	28	43

La désignation de chacun des sites de sondages et leurs installations correspondantes dans la zone d'implantation du futur bioréacteur, ainsi que dans le secteur à l'ouest de cette même zone, est listée ci-après:

Zone d'implantation du futur bioréacteur (20 sites de sondages):

- S-1: PZ-10, puits crépiné de 50 mm de diamètre aménagé dans le roc (Envirotecheau, 1995);
- S-2: PO-00-1, puits crépiné de 50 mm de diamètre aménagé dans le roc installé en 2000;
- S-3: P-6, puits d'observation de 200 mm de diamètre ouvert dans le roc installé en 2000;
- S-4: AS-10, puits crépiné de 50 mm de diamètre aménagé dans le sable fin installé en 2000;
- S-5: PO-00-5, puits crépiné de 50 mm de diamètre aménagé dans le roc;
- S-6: S-6S, puits crépiné de 50 mm de diamètre aménagé dans le sable;
- S-7: S-7S, puits crépiné de 50 mm de diamètre aménagé dans le sable;
S-7R, puits crépiné de 50 mm de diamètre aménagé dans le roc;
- S-8: S-8T, puits crépiné de 50 mm de diamètre aménagé dans le till;
S-8R, puits crépiné de 50 mm de diamètre aménagé dans le roc
- S-9: S-9A, puits crépiné de 50 mm de diamètre aménagé dans l'argile;
S-9R, puits crépiné de 50 mm de diamètre aménagé dans le till/roc;
- S-10: ECZ-1, puits crépiné de 50 mm de diamètre aménagé dans le sable fin (Dessau-Soprin, 1999);

- S-11: S-11R, puits crépiné de 50 mm de diamètre aménagé dans le roc;
- S-12: S-12S, puits crépiné de 50 mm de diamètre aménagé dans le sable;
S-12A, puits crépiné de 50 mm de diamètre aménagé dans l'argile;
S-12T, puits crépiné de 50 mm de diamètre aménagé dans le till
S-12R, puits crépiné de 50 mm de diamètre aménagé dans le roc;
Essai de pénétration dynamique au cône, essai de calibrage;
- S-13: ECZ-2, puits crépiné de 50 mm de diamètre aménagé dans le sable fin (Dessau-Soprin, 1999);
- S-14: S-14R, puits crépiné de 50 mm de diamètre aménagé dans le roc;
- S-15: SB-3, puits de surveillance de biogaz de 25 mm de diamètre crépiné dans le sable et l'argile (Biothermica, 2000);
Essai de pénétration dynamique au cône;
- S-16: Sondage stratigraphique au roc;
- S-17: SB-4, puits de surveillance de biogaz de 25 mm de diamètre crépiné dans le sable et l'argile (Biothermica, 2000);
- S-18: S-18R, puits crépiné de 50 mm de diamètre aménagé dans le roc;
- S-19: Sondage stratigraphique au roc;
- S-29: S-29S, puits crépiné de 50 mm de diamètre aménagé dans le sable.

Secteur à l'ouest de la zone d'implantation du futur bioréacteur (9 sites de sondages):

- S-20: S-20S, puits crépiné de 50 mm de diamètre aménagé dans le sable;
S-20R, puits crépiné de 50 mm de diamètre aménagé dans le roc;
- S-21: S-21R, puits crépiné de 50 mm de diamètre aménagé dans le roc;
- S-22: S-22S, puits crépiné de 50 mm de diamètre aménagé dans le sable;
S-22R, puits crépiné de 50 mm de diamètre aménagé dans le roc;
- S-23: S-23S, puits crépiné de 50 mm de diamètre aménagé dans le sable;
S-23A, puits crépiné de 50 mm de diamètre aménagé dans l'argile;
- S-24: S-24R, puits crépiné de 50 mm de diamètre aménagé dans le roc;
- S-25: S-25S, puits crépiné de 50 mm de diamètre aménagé dans le sable;
S-25A, puits crépiné de 50 mm de diamètre aménagé dans l'argile;
Essai de pénétration dynamique au cône;

- S-26: Essai de pénétration dynamique au cône;
- S-27: S-27S, puits crépiné de 50 mm de diamètre aménagé dans le sable;
Essai de pénétration dynamique au cône;
- S-28: S-28R, puits crépiné de 50 mm de diamètre aménagé dans le roc.

Les emplacements des sites de sondages sont présentés à la figure 2.

Les travaux réalisés ont compris les tâches suivantes:

- l'échantillonnage des sols à la cuillère fendue et au tube à paroi mince (tube Shelby) en cours de forage et détermination de l'indice de pénétration standard (N);
- la réalisation de profils scissométriques dans 10 forages et de profils de pénétration dynamique dans 5 forages;
- la réalisation, sur un nombre représentatif d'échantillons de sol, d'essais et d'analyses géotechniques: granulométrie, sédimentométrie, teneur en eau, densité relative, limites d'Atterberg, essais de consolidation oedométriques et essais de cisaillement;
- l'installation de 15 nouveaux puits d'observation dans la zone du futur bioréacteur, dont 4 puits dans l'unité de sable superficiel, 2 puits dans l'argile, 2 puits dans le till et 7 puits d'observation au niveau de l'aquifère du roc;
- l'installation de 12 nouveaux puits d'observation dans le secteur à l'ouest de la zone, dont 5 puits dans l'unité de sable superficiel, 2 puits dans l'argile et 5 puits d'observation au niveau de l'aquifère du roc;
- la réalisation de 14 essais de conductivité hydraulique in situ à raison de 4 essais dans l'unité de sable superficiel, 4 essais dans l'unité d'argile, 1 essai dans l'unité de till et 5 essais dans le roc;
- l'arpentage de tous les puits installés sur la base du système géodésique de coordonnées utilisé pour l'exploitation du LET actuel (MTM – NAD 83);
- le relevé piézométrique des 27 nouveaux puits installés dans la zone d'implantation du futur bioréacteur ainsi que dans le secteur à l'ouest de cette même zone, des 35 puits existants sur le terrain du LET actuel et du LES d'Intersan, des 19 puits existants à l'extérieur des limites nord-est et sud-est du LES d'Intersan et de 17 points de mesure de l'eau de surface dans les fossés; et

- la production du rapport d'étude géotechnique.

Tous les rapports de sondages des 27 puits installés dans la zone d'implantation du futur bioréacteur ainsi que dans le secteur à l'ouest de cette même zone sont présentés à l'annexe C, alors que les rapports de sondage des 35 puits existants sur le terrain du LET actuel et du LES d'Intersan de même que des 19 puits existants à l'extérieur des limites nord-est et sud-est du LES d'Intersan sont présentés à l'annexe D. Des photographies illustrant certains aspects des travaux réalisés sont présentées à l'annexe H.

3.1.2 Réalisation des forages et échantillonnage des sols

Les travaux se sont déroulés du 30 octobre au 12 décembre 2001. Les travaux de forage ont été réalisés sur le terrain à l'aide de foreuses sur chenilles de type CME-55 et Canterra CT-150. Le tableau 1 présente une synthèse des profondeurs des forages à chacun des sites de sondages réalisés dans le cadre de la présente étude. L'identification des sites de sondages est marquée par un « S » suivi d'un numéro séquentiel de 1 à 29 correspondant ainsi au nombre de sites d'informations géologiques et hydrogéologiques couvrant à la fois la zone d'implantation du futur bioréacteur ainsi qu'un terrain adjacent au nord-ouest appartenant à Intersan. La lettre (S, A, T ou R) suivant le numéro séquentiel désigne, quant à elle, la géologie au sein de laquelle le puits fut installé, soit dans l'unité de sable superficiel (S), dans la couche argileuse (A), dans le till (T) ou dans le roc (R). Il est à noter qu'un site de sondage peut comporter des installations à différentes profondeurs à un même endroit où plusieurs forages ont été réalisés, car un seul puits d'observation fut installé par forage.

La méthode de forage utilisée fut la tarière évidée dans le cas des sondages effectués dans le sable et l'argile, alors que la méthode conventionnelle au tubage de calibre HQ et lavage à l'eau fut utilisée pour l'avancement des forages dans le till et le roc. Le roc a été carotté à l'aide d'un tube carottier de calibre HQ dont le diamètre extérieur est de 96 mm. L'eau utilisée en forage provenait du puits de pompage P-5 localisé en amont hydraulique du LET actuel d'Intersan. Des volumes d'eau au moins équivalents à ceux injectés furent retirés suivant l'installation des puits d'observation. Un échantillon témoin de l'eau prélevée au puits P-5 fut analysé.

Il est à noter qu'en début de travaux les forages S-8R, S-9R et S-11R furent réalisés à la tarière évidée avec l'utilisation d'un marteau fond-de-trou pour le forage dans le roc. Cette méthode a dû être abandonnée en raison des problèmes de fortes remontées de sols générées par les pressions hydrostatiques positives au niveau du roc.

Il est à noter qu'au cours du forage du roc au site S-9R, par la méthode du marteau fond-de-trou, des bulles d'air ont fait résurgence au niveau du fossé adjacent, à ce moment rempli d'eau. D'autre part, en cours de forage au site S-14R, au moment du retrait du tubage de l'horizon de till, des venues gaz ont été observées. Celles-ci ont cessé lors de l'installation du puits d'observation au niveau du roc, soit après l'obturation de l'horizon de till par la bentonite et le coulis ciment-bentonite.

L'échantillonnage des sols dans les forages a été effectué au moyen d'une cuillère fendue standard normalisée de 60 cm de longueur et de 51 mm de diamètre ou encore à l'aide de tubes Shelby de 60 cm de longueur et de 76 mm de diamètre pour des échantillons intacts argileux. Les échantillons de sols ont été prélevés en continu dans cinq forages profonds, et à intervalles de 0,6 m dans les autres. Aux sites où il était prévu d'installer un nid de puits (puits distancés de 2 à 3 m), le forage le plus profond était d'abord réalisé et échantillonné alors que les autres forages réalisés pour l'installation de puits à différents niveaux au même site ne faisaient pas l'objet d'échantillonnage.

Pour tous les échantillons prélevés avec la cuillère fendue, l'indice de pénétration standard (indice N) a été mesuré. Cet indice est défini comme étant le nombre de coups nécessaires pour enfoncer une cuillère fendue standard de 300 mm et il permet une estimation de la densité relative des sols granulaires.

D'autre part, un profil scissométrique a été réalisé dans 10 forages au moment de leur réalisation, et ce, à l'aide d'un scissomètre à palette adaptable aux tiges de forage de calibre AX. Un soin particulier a été pris afin de varier les élévations des essais de façon à obtenir une couverture verticale étendue.

Enfin, cinq forages ont fait l'objet de la réalisation d'un profil de pénétration dynamique. L'interprétation des résultats de cet essai, corrélée avec les données recueillies des forages échantillonnés avoisinants, a permis une évaluation de la profondeur du contact entre les couches de sol.

Les échantillons prélevés ont été décrits visuellement. La description de la stratigraphie, les résultats des essais scissométriques ainsi que les résultats des essais de pénétration standard (indice N) apparaissent dans les journaux de sondage à l'annexe C.

3.2 Travaux de laboratoire

Les échantillons récupérés ont été acheminés au bureau de Golder où ils ont fait l'objet d'une description visuelle de la part d'un géotechnicien. Par la suite, un programme d'essais a été établi et les échantillons devant subir des essais ont été envoyés à notre laboratoire de Mississauga. Le but de ce programme était d'obtenir des valeurs des caractéristiques physiques et mécaniques des unités géologiques présentes sur le site. Le tableau 1 résume le programme d'essais réalisés en laboratoire, et ce, pour chaque unité géologique rencontrée. Le nombre d'essais réalisés a été adapté en fonction des conditions rencontrées. Les résultats des essais de laboratoire sont présentés à l'annexe E.

3.3 Travaux d'arpentage

Tous les nouveaux puits et sondages, ainsi que quelques uns des puits existants ont été localisés et raccordés au système de repère géodésique Mercator Transverse Modifié (MTM) NAD83, utilisé pour l'exploitation du LET actuel. Les relevés d'arpentage et de nivellement ont été effectués du 10 au 14 décembre 2001 et du 8 au 11 janvier 2002 à l'aide d'une station totale et d'un niveau standard opérés par le personnel de Golder. Les élévations du terrain naturel et de la margelle des puits (au CPV de 50 mm) ont été déterminées à chaque emplacement.

Les coordonnées géodésiques des sondages (forages stratigraphiques et essais de pénétration dynamique au cône) et des puits d'observation sont présentées à l'annexe G.

3.4 Relevé piézométrique

Un relevé piézométrique effectué en date du 12 novembre 2002 fut réalisé sur l'ensemble de la propriété d'Intersan afin de définir la piézométrie de la nappe aquifère du sable et de la nappe semi-captive de l'aquifère du roc, et également de déterminer les niveaux d'eau dans la couche confinante d'argile et de till.

2.11 Autres données (1995 à 2002)

Des données ont été incorporées à l'étude sans qu'il n'y ait eu nécessairement de rapports émis ou encore de rapports disponibles. Ces documents sont listés comme suit:

- Deux (2) rapports de forage pour les puits PZ-10 et PZ-11 (Envirotecheau, 1995).
- Neuf (9) rapports de forage pour les puits AS-1 à AS-9 (André Simard & Associés, 1997).
- Deux (2) rapports de forage pour les puits de surveillance des biogaz pour les puits SB-3 (S-15S) et SB-4 (S-17S) (Biothermica International Inc., 2000).
- Sept (7) rapports de forage pour les puits PE-1, P-2, P-5, P-6, P-9, AS-10 et PZ-12 (Golder, 2000).
- Quatre (4) rapports de forage pour les puits AS-11 à AS-14 (Dessau-Soprin, 2002).
- Huit (8) rapports de forage pour les puits AS-15 à AS-22 et douze pointes filtrantes PB-1 à PB-12 (Golder, 2002a).

Une sonde électrique permettant une précision de 5 mm fut utilisée pour la mesure des niveaux d'eau dans tous les puits. Tous les niveaux furent mesurés par rapport au sommet du tube de CPV (50 mm) du puits. Les tableaux 4A à 4E présentent les niveaux d'eau mesurés en date du 12 novembre 2002.

4.0 CONDITIONS DE TERRAIN

4.1 Physiographie régionale

Située dans les Basses Terres du St-Laurent, dans une région qui fut envahie par la mer Champlain, la zone d'étude présente un relief plat à ondulé. La géologie régionale est caractérisée par une couverture de sédiments marins et continentaux d'âge quaternaire, recouvrant en discordance le socle rocheux. La zone d'implantation du futur bioréacteur est localisée sur les sables fins de hautes terrasses sous lesquelles sont présentes les argiles de la mer de Champlain (Maranda, 1977 - carte 1973). La limite nord-ouest de la zone d'implantation du futur bioréacteur est bordée par une bande de dépôts de surface (sable, alluvions ou argile) sous laquelle le socle rocheux peut se retrouver à moins de 6 m, et même jusqu'à moins de 3 m à l'extrême nord-ouest de cette même zone.

Le socle rocheux est constitué de roches sédimentaires (grès, dolomie, calcaire et argilite) du paléozoïque de la province géologique des Basses-Terres du St-Laurent, reposant en discordance sur les roches ignées et métamorphiques d'âge précambrien de la province géologique de Grenville. Sous la zone d'implantation du futur bioréacteur, le socle rocheux s'identifie à des dolomie et grès de la formation Thérèse du Groupe de Beekmantown d'âge ordovicien inférieur (Globensky, 1987).

L'élévation de la surface de la zone d'implantation du futur bioréacteur varie entre 73 m et 75 m. Les fossés de drainage des terres boisées et agricoles traversant la zone d'implantation du futur bioréacteur se drainent vers le fossé principal longeant la 1^{ière} rue pour ensuite se déverser dans le ruisseau aux Castors. Ce ruisseau est un affluent de la rivière Jourdain, qui est elle-même un affluent de la rivière l'Achigan, puis de la rivière l'Assomption qui se déverse dans le fleuve St-Laurent.

L'interprétation des conditions de terrain présentée ci-dessous est basée principalement sur les forages effectués dans la zone d'implantation du futur bioréacteur, mais s'appuie également sur les données obtenues à partir des forages effectués à l'ouest de cette même zone. Six (6) coupes géologiques représentatives de ce secteur sont présentées aux figures 3A, 3B et 3C.

4.2 Unités stratigraphiques

Un sommaire de la stratigraphie est présenté au tableau 2.

4.2.1 Couvert végétal

Dans environ la moitié des forages, un mince couvert végétal a été rencontré en surface. Lorsque présente, cette couche possède une épaisseur d'environ 0,1 à 0,3 m.

4.2.2 Dépôt sablonneux

Sous le couvert végétal ou directement en surface, un dépôt sablonneux a été intercepté dans l'ensemble des forages sur une épaisseur d'environ 2,4 à 4,5 m. La figure 5A présente les courbes d'isocontours des épaisseurs de sable sur l'ensemble du site, tel qu'interprété à partir des observations de forages.

Cette couche est décrite comme étant un sable fin uniforme brun à gris avec des traces de silt à silteux (pourcentage passant le tamis 80 μm variant de 7 à 22 %). La présence d'oxydation a parfois été notée en surface dans cette couche.

Les mesures d'indice de pénétration standard effectuées dans cet horizon permettent de qualifier la densité relative du sable comme étant généralement compacte (indice "N" moyen de 17).

En laboratoire, six (6) évaluations du poids spécifique (Gs) et cinq (5) analyses granulométriques ont été réalisées sur des échantillons représentatifs. Les résultats de poids spécifique varient de 2,69 à 2,75, avec une moyenne de 2,73, tandis que les analyses granulométriques permettent de classifier le sable "SP" à "SM" selon le système de classification unifiée des sols, soit un sable uniforme contenant des traces à un peu de silt non plastique. Selon la littérature consultée, ce type de matériau est peu susceptible au gel. D'autre part, les essais de perméabilité effectués dans les puits d'observation S-6S, S-22S, S-23S et S-29S (Golder, 2002b) indiquent que le dépôt sablonneux possède une conductivité hydraulique moyenne de $3,1 \times 10^{-3}$ cm/s. De telles valeurs de conductivité hydraulique témoignent d'un sol à bon drainage, soit un sol

perméable. Le tableau 3A regroupe les résultats des essais de laboratoire réalisés sur le sable.

4.2.3 Formation argileuse

Sous le dépôt sablonneux, tous les forages réalisés ont intercepté une formation argileuse. Cette dernière est généralement décrite comme une argile grise avec un peu de silt à silteuse ou silt argileux. La formation argileuse est rencontrée à une élévation approximative de 71 m (entre 69,9 m et 71,6 m, selon les résultats des forages et relevés géodésiques) et, sur une épaisseur très variable (de 2,3 m du côté nord-ouest à 13,6 m dans le coin est dans la zone d'implantation du futur bioréacteur). La surface de la formation argileuse baisse en élévation vers l'est. La figure 5B présente les courbes d'isocontours de l'épaisseur d'argile ainsi que les élévations du sommet de la couche d'argile. Ces courbes interprétées montrent que sur environ 90 % de la superficie du site la couche argileuse est d'au moins 3 m d'épaisseur.

En laboratoire et in situ au moment de la réalisation des forages, plusieurs essais ont été réalisés afin de définir les propriétés géotechniques et mécaniques de l'argile. Des essais de détermination de la résistance au cisaillement non drainé ont été réalisés in situ (53 essais) et en laboratoire (11 essais). Les résultats des essais in situ ont été corrigés en fonction du niveau de plasticité de l'argile selon les relations publiées par Bjerrum (1972). Les résultats indiquent que l'argile est généralement de consistance ferme (C_u varie de 27 à 70 kPa in situ et de 19 à 110 kPa en laboratoire) et de sensibilité moyenne (S_t varie de 2 à 8 in situ et de 2 à 22 en laboratoire). La figure I-1 à l'annexe I présente un sommaire des résultats corrigés des essais de cisaillement. D'autre part, les 12 déterminations des limites d'Atterberg indiquent que deux types d'argile sont présents sur le site, soit une argile de faible plasticité, CL (w_L varie de 33 à 43 %) et une argile de plasticité élevée, CH (w_L varie de 50 à 76 %). Les résultats obtenus ne permettent pas d'observer une répartition distincte des deux types d'argile sur le site. Les teneurs en eau s'échelonnent de 29 à 82 % et les poids spécifiques varient de 2,67 à 2,79. Les valeurs les plus faibles de teneur en eau sont généralement observées sur l'argile de faible plasticité et inversement.

Deux essais de consolidation oedométrique ont été réalisés. Ces derniers indiquent que l'argile sur le site se trouve dans un état légèrement surconsolidé avec une pression de

préconsolidation (σ'_p) de 140 et 170 kPa et une contrainte effective verticale in situ (σ'_{vo}) de 50 et 75 kPa, respectivement, soit un ratio de surconsolidation (σ'_p / σ'_{vo}) de 2,8 et 2,3. Les essais de consolidation oedométrique ont également permis d'effectuer une évaluation de la conductivité hydraulique (k) de l'argile. Cette dernière fut estimée à une valeur de l'ordre de 1×10^{-7} cm/sec. Le tableau 3B présente les résultats des essais de laboratoire réalisés sur des échantillons représentatifs de la formation argileuse.

Des essais de perméabilité in situ ont aussi été effectués dans les puits d'observation S-9A, S-12A, S-23A et S-25A (Golder, 2002b). Les conductivités hydrauliques interprétées à partir de ces essais indiquent des valeurs de l'ordre de $2,3 \times 10^{-5}$ cm/s pour les puits S-9A et S-12A localisés dans la zone d'implantation du futur bioréacteur, et des valeurs de l'ordre de $2,2 \times 10^{-7}$ cm/s pour les puits S-23A et S-25A localisés dans le secteur à l'ouest de la zone d'implantation du futur bioréacteur.

4.2.4 Till glaciaire

Sous-jacent à la formation argileuse dans la zone d'implantation du futur bioréacteur, la plupart des forages réalisés interceptent une formation de till glaciaire gris foncé. Cette dernière est de composition très variable, allant d'un gravier sablonneux à une argile avec un peu de silt et de gravier. Sa densité relative est également variable (consistance raide dans les zones à prédominance argileuse et compacte à très dense dans les zones plus granulaires). Dans la zone d'implantation du futur bioréacteur, le till glaciaire est rencontré entre les élévations 60,5 et 69,2 m sur des épaisseurs très variables, soit entre 0,2 m et 7,7 m. Les épaisseurs les plus importantes de till sont rencontrées dans le secteur nord-ouest, alors que celles-ci diminuent vers le sud-est, jusqu'à être inexistantes au forage S-7R. Dans le secteur à l'ouest de la zone d'implantation du futur bioréacteur, les épaisseurs de till sont beaucoup moindres et varient entre 0,2 et 2,0 m, alors qu'il est plus fréquent d'observer des endroits où le till est absent (S-20R, S-21R et S-28R).

Les essais effectués en laboratoire ont comporté la réalisation de trois déterminations de la teneur en eau, trois poids spécifiques et quatre analyses granulométriques par tamisage et sédimentométrie. Les résultats de teneurs en eau varient de 8 à 10 % et le poids spécifique est d'environ 2,75. Les résultats individuels de ces essais sont présentés au tableau 3C.

Enfin, un essai de conductivité hydraulique a également été réalisé in situ dans le puits S-12T au niveau de la couche de till glaciaire. Le résultat montre une conductivité hydraulique de $2,5 \times 10^{-2}$ cm/s.

4.2.5 Socle rocheux

Sous la zone d'implantation du futur bioréacteur, le socle rocheux a été intercepté entre 7,6 et 17,5 m de la surface du terrain, correspondant aux élévations géodésiques de 66,3 à 56,3 m. Une dépression locale est observée dans le coin ouest (forage S-19) de la zone d'implantation du futur bioréacteur, alors qu'une butte de roc est présente (S-9) dans la partie centrale nord-ouest de la zone. Dans le secteur à l'ouest de la zone d'implantation du futur bioréacteur, le socle rocheux est moins profond, et ce dernier fut rencontré à des profondeurs variant entre 3,8 et 13,4 m, soit entre les élévations géodésiques 70,8 et 61,6 m. La figure 5C présente les courbes d'isocontours de l'élévation du toit du socle rocheux.

La surface du socle rocheux présente une pente générale descendante d'environ 1 % de l'ouest vers l'est (près de 15 m de dénivellation dans l'axe ouest-est entre S-28R et S-7R).

Le socle rocheux est constitué de roches dolomitiques ordoviciennes du Beekmantown (MRN, 1978). Les carottes de roc prélevées ont été décrites par un géologue comme étant une dolomie grise non altérée. Des zones de fracturation ont été notées, comme en témoignent les mesures de l'indice de qualité du roc (RQD) qui se situent généralement entre 30 et 75 %, soit une roche de qualité médiocre à moyenne.

Des essais de perméabilité effectués dans les puits d'observation S-21R, S-22R, S-24R et S-28R indiquent des valeurs de conductivité hydraulique moyenne de $1,8 \times 10^{-2}$ cm/s.

4.2.6 Niveaux des eaux souterraines

Les conditions hydrogéologiques sont décrites en détail dans le rapport d'étude hydrogéologique couvrant le secteur du projet de développement du futur bioréacteur (Golder, 2002b). Une synthèse des niveaux d'eau relevés en novembre 2002 sur l'ensemble de la propriété d'Intersan est présentée aux tableaux 4A à 4E.

Sous la zone d'implantation du futur bioréacteur, une nappe libre de surface est présente dans le dépôt sablonneux et son niveau se situe entre les élévations 71,5 m et 73,5 m. L'écoulement de cette nappe aquifère s'effectue vers le nord et le nord-ouest, soit vers le fossé principal de la 1^{ière} Rue et le ruisseau aux Castors. Le réseau de fossés de drainage agricole contrôle en partie l'écoulement souterrain puisqu'il intercepte en plusieurs endroits la nappe aquifère du sable fin. Les mêmes observations sont effectuées sous le secteur à l'ouest de la zone d'implantation du futur bioréacteur, alors que les niveaux d'eau se situent entre les élévations 73,85 et 72,0 m. Les gradients d'écoulement horizontaux sont très faibles, soit inférieurs à 0,1 % (figure 4A).

Les niveaux d'eau relevés sous la zone d'implantation du futur bioréacteur indiquent que le secteur nord-ouest de la zone est soumis à des gradients verticaux ascendants générés par des pressions hydrostatiques au niveau de l'horizon de till et de l'aquifère semi-captif du roc. Des gradients verticaux descendants sont par ailleurs observés dans le secteur sud-est de la zone d'implantation du futur bioréacteur.

Selon le relevé piézométrique effectué en novembre 2002, la nappe aquifère semi-captive du roc possède un sens d'écoulement général en direction sud-est, soit en concordance avec l'écoulement régional horizontal qui s'effectue en direction sud-est vers la rivière des Mille-Îles (figure 4B). Pour cette période du relevé, les niveaux d'eau obtenus des puits aménagés au niveau du socle rocheux varient entre l'élévation 72 m dans le secteur à l'ouest de la zone d'implantation du futur bioréacteur et l'élévation 59 m sous le secteur sud-est de la zone d'implantation du futur bioréacteur. Les gradients d'écoulement horizontaux sont de l'ordre de 1 %.

Une carte piézométrique anticipée de la nappe semi-captive du roc en périodes de crues printanières fut tracée à partir des données historiques disponibles de niveaux d'eau obtenus dans le secteur du LET actuel (figure 4C). Cette carte indique que les niveaux piézométriques de l'aquifère du roc pourraient atteindre, sous la zone d'implantation du futur bioréacteur, des élévations estimées jusqu'à 72,7 m. Les valeurs indiquées sur cette carte piézométrique ont servi de critères à l'élaboration de la carte des élévations minimales des fonds des cellules d'enfouissement contre les effets de soulèvement (voir section 5.0 et figure 7).

5.0 ANALYSES TECHNIQUES

Cette section présente les résultats des analyses géotechniques effectuées pour appuyer le concept d'aménagement préliminaire du projet de développement du futur bioréacteur de Sainte-Sophie. Ces analyses ont été entreprises en tenant compte du *Projet de Règlement sur l'élimination des matières résiduelles*. Les analyses techniques comprennent une évaluation du potentiel de soulèvement des fonds lors des travaux d'excavation, de la stabilité des pentes d'excavation et des remblais de matières résiduelles, ainsi que des tassements engendrés par les surcharges imposées par les remblais. Une description du concept d'aménagement projeté est présentée. Par la suite, la méthodologie et les résultats des analyses sont présentés et discutés.

5.1 Concept d'aménagement projeté

Dans le concept d'aménagement projeté, l'étanchéité des cellules d'enfouissement est prévue être assumée par un système de double membrane installé directement sur l'assise argileuse de l'excavation. Les élévations de l'assise argileuse sont tributaires des pressions hydrostatiques rencontrées sous cette même couche argileuse.

D'une façon générale, le fond d'excavation est relativement plat sur le deux tiers nord-ouest de zone d'implantation du futur bioréacteur, avec une pente de l'ordre de 0,5 % vers le nord-est. Les élévations du fond dans cette zone varient entre 68,8 m et 73,6 m. Dans le tiers sud-est, le fond d'excavation s'abaisse vers le sud-est et rejoint une élévation minimale de 61,2 m dans le coin sud-est (figure 8).

D'autre part, la figure 9 montre les élévations projetées du dessus du couvert final à la fin de l'exploitation de la zone d'implantation du futur bioréacteur. De même que pour le fond d'excavation, les élévations finales des matières résiduelles sont plus hautes dans le deux tiers nord-ouest. Dans ce secteur, les élévations atteignent 92,6 m à 98,80 m, tandis qu'elles sont de 89,7 m à 93,4 m dans le tiers sud-est.

Enfin, dans le concept de l'aménagement projeté, une berme de 4 m de haut ceinturant le site est prévue au pied de l'empilement de matières résiduelles. Également, dans l'empilement de matières résiduelles, principalement aux extrémités nord-ouest et sud-est, des paliers de 4 m de large et d'une hauteur maximale de 10 m sont prévus. La

figure 10 montre une section schématique du concept d'aménagement projeté pour le futur bioréacteur de Sainte-Sophie.

5.2 Analyses de soulèvement

Lors des travaux d'excavation, les niveaux piézométriques de l'aquifère du roc induiront, par endroit, des pressions hydrostatiques sous les fonds d'excavation. Les élévations minimales des fonds d'excavation des cellules projetées ont été évaluées à partir d'analyses de soulèvement et de boulangerie selon les conditions piézométriques anticipées de la nappe semi-captive du roc en période de crues printanières (figure 4C). Les analyses ont été exécutées selon les méthodes prescrites par Cedergren (1989) en considérant un poids volumique de l'argile à 16 kN/m^3 et un facteur de sécurité d'au moins 1,0. Les fonds d'excavation obtenus en fonction des conditions piézométriques anticipées en période de crues printanières sont présentés à la figure 7 et ont servi au développement du concept de fond présenté à la figure 8.

5.3 Stabilité de pentes

L'aménagement du site comprendra des pentes d'excavation dans les sols en place ainsi que des pentes constituées de remblais de matières résiduelles. Cette section présente les méthodes, paramètres et résultats d'analyses de stabilité de pentes. Des analyses préliminaires ont été préalablement réalisées pour appuyer le développement de concepts d'aménagement. Les analyses présentées ci-après sont celles qui correspondent au concept d'aménagement retenu. Pour fins d'analyse de stabilité, la zone d'implantation du futur bioréacteur fut subdivisée en trois secteurs (nord-ouest, central, sud-est) en raison de l'hétérogénéité des conditions géologiques identifiées à la section 4.0 (figure 6).

5.3.1 Méthodologie

Les analyses de stabilité ont été effectuées à l'aide du logiciel Slope/W en appliquant la méthode développée par Morgenstern et Price (1965), satisfaisant à la fois l'équilibre des forces et des moments. Les méthodes et conditions d'analyse de stabilité pour les cas distincts des remblais de matières résiduelles et des pentes d'excavation sont résumées ci-après:

CAS ANALYSÉ	MÉTHODE	TYPE DE RUPTURE	CONDITIONS	FACTEUR DE SÉCURITÉ MINIMUM REQUIS
Remblais de matières résiduelles	Morgernstern-Price	Blocs	Statique	1,5
			Pseudo-statique a = 0,09g	1,1
Pentes d'excavation	Morgernstern-Price	Blocs	Statique (condition à court terme seulement)	1,3
		Circulaire		

Les analyses de stabilité pour les pentes d'excavation ont été faites en considérant la profondeur d'excavation projetée la plus critique. Les profondeurs critiques sont généralement dans la partie sud-est du site, là où les conditions de terrain permettent les excavations les plus profondes et où se situe également la présence d'un remblai existant important de matières résiduelles (zone 2A) à proximité. Les analyses de stabilité de pentes d'excavation ont été réalisées en conditions drainées et non drainées. Dans le dépôt sablonneux, les conditions hydrostatiques ont été modélisées avec un léger rabattement de la nappe de surface sur une distance horizontale de 50 m. Les pentes d'excavation n'ont pas été analysées pour les conditions pseudo-statiques, ces pentes étant considérées temporaires, et un facteur de sécurité de 1,3 était visé.

Les analyses de stabilité pour les pentes de remblais de matières résiduelles ont été effectuées pour les géométries proposées lors de l'élaboration des concepts d'aménagement, soit des pentes de 3H:1V avec la mise en place de paliers de 4 m de large à chaque 10 m de hauteur et les fonds d'excavation proposés à la figure 8. Il est important de noter que, dans toutes les analyses effectuées, les matières résiduelles sont considérées non saturées (supposant le drainage complet des matières résiduelles). Les conditions hydrostatiques dans le dépôt sablonneux et dans le dépôt argileux ont été modélisées comme étant statiques (aucun rabattement). La stabilité des pentes de remblai de matières résiduelles ont été réalisées en condition non drainées dans l'argile, soit une simplification du processus complexe de consolidation qui se produira sous les charges du remblai.

Les analyses pseudo-statiques effectuées pour les pentes de remblai de matières résiduelles ont été faites en considérant un coefficient sismique de 0,09 g (g = accélération sous gravité). Ceci correspond à 50 % (Bray et al., 1998) de l'accélération maximale au sol provenant d'un séisme ayant une période de récurrence d'environ 1 dans 475 ans. Cette accélération a été tirée à partir des cartes des zones sismiques fournies dans le nouveau Code national des ponts (Canadian Standards Association, 2001). Les conditions hydrostatiques ont été supposées identiques à celles des analyses statiques.

Pour les remblais de matières résiduelles, deux modes de rupture en bloc ont été préconisés, soit à travers le dépôt argileux et le long du système d'étanchéité.

5.3.2 Choix des propriétés géotechniques

Les paramètres des matériaux utilisés dans nos analyses sont en partie basés sur les résultats des mesures de terrain et de laboratoire ainsi que par expérience avec des matériaux similaires.

Le choix de la résistance au cisaillement non drainé de l'argile est basé sur les mesures effectuées durant la campagne de forages, tel que résumé à la figure I-1 présentée à l'annexe I. Pour les analyses effectuées dans le cadre de cette étude, les valeurs de résistance au cisaillement non drainé ont été considérées comme variant avec la profondeur, tel que montré à la figure I-1. Pour les secteurs nord et central, les résistances au cisaillement ont été modélisées en considérant une augmentation de 38 kPa à 55 kPa à partir de l'élévation 71,0 m jusqu'à la base de l'argile. Par ailleurs, pour le secteur sud, une augmentation de 33 kPa à 50 kPa à partir de l'élévation 68,0 m a été utilisée dans le modèle du logiciel d'analyses de stabilité. Pour les analyses pseudo-statiques, les résistances au cisaillement non drainé de l'argile ont été augmentées d'environ 10 % en tenant compte du taux de déformation plus élevée.

Pour le dépôt sablonneux et le till, la résistance des matériaux est représentée par un angle de frottement de 30 degrés et 35 degrés, respectivement.

Pour les matières résiduelles, le poids unitaire a été considéré à 13,5 kN/m³ dans le cas d'un concept en bioréacteur et à 11 kN/m³ dans le cas où ce concept ne s'applique pas

(zone 2A). La résistance a été représentée par un angle de frottement de 30 degrés pour les conditions statiques et de 33 degrés pour les conditions pseudo-statiques selon les données publiées par Kavazanjian (2001) et Augello et al (1995), respectivement.

Les paramètres géotechniques utilisés pour les analyses de stabilité des différents matériaux sont présentés au tableau 5.

5.3.3 Résultats des analyses de stabilité

Les résultats d'analyse présentés à l'annexe I et compilés au tableau 6 montrent que le concept d'aménagement projeté rencontre le facteur de sécurité minimum visé, soit 1,5 en conditions statiques et 1,1 en conditions pseudo-statiques. L'emplacement des coupes de stabilité correspondant aux résultats présentés au tableau 6 est donné à l'annexe I. Il en va de même pour les pentes d'excavation du coin sud-est à proximité de l'empilement de matières résiduelles existant de la zone 2A, qui rencontrent le facteur de sécurité minimum visé de 1,3 pour des pentes temporaires.

Malgré qu'une carrière en exploitation soit présente dans le secteur (extrémité sud-ouest de la carrière localisée environ 700 m à l'ouest de la zone d'implantation du futur bioréacteur), les vibrations produites ne devraient pas entraîner d'effets néfastes. L'ampleur et la fréquence des vibrations ne causent pas de mouvements importants au niveau du concept d'aménagement projeté.

5.4 Évaluation des tassements

Sous les contraintes nettes imposées par le remblai de matières résiduelles, il se produira des tassements totaux et différentiels, notamment dans l'argile. En particulier, les tassements différentiels devront être considérés dans la conception des systèmes d'étanchéité et de récupération des lixiviats.

L'ampleur des tassements est fonction:

- de l'épaisseur de la couche d'argile (variable sur le site et dépendante de la profondeur d'excavation);

- du niveau des contraintes imposées par le remblai de matières résiduelles (fonction des conditions de stabilité et du concept d'aménagement projeté); et
- des caractéristiques mécaniques de l'argile.

Pour une profondeur donnée, en comparant la contrainte effective en place σ'_{vo} et la pression de préconsolidation σ'_p (obtenue à partir de l'essai de consolidation et supposée constante sur toute la couche), il est possible d'établir si l'argile est surconsolidée ou normalement consolidée. Dans le cas présent, l'argile serait, selon notre estimation, initialement surconsolidée, d'autant plus que les travaux d'excavation produiront une diminution des contraintes effectives. Lorsque la contrainte induite par le poids des matières résiduelles amène la contrainte finale à dépasser la contrainte de préconsolidation, le tassement total est estimé selon la relation suivante:

$$S = C_r \frac{H_o}{(1+e_o)} \log \frac{\sigma'_p}{\sigma'_{vo}} + C_c \frac{H_o}{(1+e_o)} \log \frac{\sigma'_{vo} + \Delta\sigma_v}{\sigma'_p}$$

dans laquelle C_r est l'indice de recompression de l'argile et C_c son indice de compression, H_o est l'épaisseur initiale de la couche d'argile considérée et e_o son indice des vides initial.

L'indice de compression C_c de l'argile, l'indice de recompression C_r ainsi que l'indice des vides initial e_o ont été obtenus à partir des essais de consolidation réalisés lors de cette étude.

Les tassements ont été estimés en se basant sur les paramètres types présentés au tableau 5 ainsi qu'avec $C_c = 0,76$, $C_r = 0,1$, $\sigma'_p = 140$ kPa, et $e_o = 1,4$. Tel que montré à la figure 10, les tassements totaux sous le remblai périphérique (Δ_1) ainsi que les tassements induits par l'empilement de matières résiduelles (Δ_2) ont été calculés pour chaque secteur. Ces valeurs de tassements totaux peuvent varier d'environ 0,3 m sur des distances horizontales d'environ 300 m. La figure 10 montre également une variation approximative des tassements totaux en périphérie du site. Il apparaît que le tassement total maximum susceptible de se produire est de l'ordre de 1 m et se situe au centre de la zone d'implantation du futur bioréacteur.

6.0 CONCLUSIONS ET RECOMMANDATIONS

Ce rapport géotechnique présente les résultats des travaux de chantier et en laboratoire ainsi que les résultats d'analyses techniques effectués à l'endroit de la zone d'implantation du futur bioréacteur de Sainte-Sophie. Les données présentées dans ce rapport ont servi au développement de concepts d'aménagement alors que les analyses techniques ont validé la faisabilité du concept d'aménagement retenu.

Les caractéristiques du dépôt argileux et les pressions hydrostatiques positives générées au niveau du socle rocheux sous la couche argileuse sont les deux plus importantes contraintes géotechniques qui se sont imposées pour l'aménagement de la zone d'implantation du futur bioréacteur. En résumé:

- ◆ Sable fin de surface avec une épaisseur minimale d'environ 2,5 m du côté nord-ouest à une épaisseur maximale de 4,5 m dans le secteur central. Une nappe aquifère à surface libre est présente dans ce dépôt de sable dont la conductivité hydraulique est de l'ordre de $3,1 \times 10^{-3}$ cm/s;
- ◆ Dépôt argileux de consistance ferme et légèrement surconsolidé avec des épaisseurs très variables. De façon générale, les épaisseurs d'argile silteuse sont plus faibles du côté nord-ouest (2,3 à 3,4 m) et central est (2,7 m), alors qu'elles sont les plus élevées du côté sud-est (13,6 m). Une épaisseur d'argile d'au moins 3 m se présente sur environ 90 % du site. Les limites de liquidité obtenues (variant de 33 % à 76 %) indiquent que les caractéristiques de l'argile silteuse sont, elles aussi, variables sur le site. La conductivité hydraulique in situ de l'argile sous la zone d'implantation du futur bioréacteur est de l'ordre de $2,3 \times 10^{-5}$ cm/s;
- ◆ Till glaciaire de composition variable allant d'un gravier sablonneux à une argile avec un peu de silt et de gravier et d'épaisseur variant de 0,2 à 7,7 m. La conductivité hydraulique de cette unité hydrostratigraphique fut estimée à $2,5 \times 10^{-2}$ cm/s au site de forage S-12; et

- ◆ Socle rocheux identifié à une dolomie intercepté à des profondeurs de 7,6 m dans le secteur nord-ouest de la zone d'implantation du futur bioréacteur et de 17,5 m dans le secteur sud-est. Cette unité hydrostratigraphique présente une nappe aquifère semi-captive confinée par le dépôt d'argile silteuse. Des pressions hydrostatiques positives sont également générées au sein de cet aquifère, et ce principalement dans la partie nord-ouest de la zone d'implantation du futur bioréacteur.

Les caractéristiques de l'aménagement projeté se résument comme suit:

- ◆ En fonction des conditions du site, des pentes d'excavation de 3H:1V dans le sable de surface et dans l'argile sont recommandées;
- ◆ Les élévations des fonds d'excavation sont contrôlées par les pressions hydrostatiques positives et la figure 7 présente les élévations minimales recommandées des fonds d'excavation. Il est à noter que ces dernières devront être validées après la période de crue printanière de 2003; et
- ◆ L'épaisseur des remblais de matières résiduelles peut atteindre 22 à 29 m (élévations variant de 89,7 m à 98,8 m) sur l'ensemble du site en fonction du plan d'aménagement. La configuration finale retenue présentera des pentes de 3H:1V avec des paliers de 4 m de large à chaque 10 m de hauteur maximum aux extrémités nord-ouest et sud-est ainsi qu'une berme périphérique de 4 m de haut. Une telle configuration permettra des remblais stables et produira des tassements totaux maximum de l'ordre de 1,0 m.

7.0 CONDITIONS GÉNÉRALES ET LIMITATIONS

Les conditions générales et les limitations de la présente étude sont présentées à l'annexe A du présent document.

GOLDER ASSOCIÉS LTÉE

Monya Ostiguy, ing., M.Sc.A.
Chargée de projet

Jimmy Côté, ing., M.Sc.
Hydrogéologue senior

Michael Snow, ing., M.Sc.A
Géotechnicien senior
Associé

Martin Poulin, géo., M.Sc.
Hydrogéologue senior
Associé principal
Directeur régional

MO/JC/MS/MP/lr

N:\ACTIF\7100\011-7112\FINAL-5100 RAPPORT GÉOTECHNIQUE\SECRÉTARIAT\RAPPORT-011-7112-5100\FINAL.DOC

RÉFÉRENCES

- AUGELLO, A.J., MATASOVIC, N. BRAY, J.D., KAVAZANJIAN, E. JR., et SEED, R.B., 1995. Evaluation of solid waste landfill performance during the Northridge earthquake, ASCE, Earthquake design and performance of solid waste landfills, pp. 17-50.
- BIOTHERMICA, 2000. Extrait de rapport. Rapports de forages.
- BRAY, J.D., RATHJE, E.M., AUGELLO, A.J., MERRY, S.M., 1998. Simplified seismic design procedure for geosynthetic-lined solid waste landfills, Geosynthetics International, vol. 5, no. 1-2, pp. 203-235.
- BJERRUM, L. (1972). Embankments on soft ground process, Specialty Conference on Earth and Earth Supported Structures, ASCE, Purdue University, vol. 2, pp. 1-54.
- CEDERGREN, H.R., 1989. Seepage, Drainage, and Flow Nets, Third Edition, John Wiley & Sons, 465p.
- CANADIAN STANDARDS ASSOCIATION, 2001. Canadian Highway Bridge Design Code.
- DESSAU-SOPRIN, 1999. Extrait de rapport. Rapports de forages.
- DESSAU-SOPRIN, 2000. Qualité des eaux souterraines, propriété adjacente au site de Sainte-Sophie. Échantillonnage du 10 mai 2000, Site Technique des Laurentides, Sainte-Sophie. Rapport préliminaire, Réf. 450392-140. Juin 2000.
- ÉNERGIE, MINES ET RESSOURCES Canada, 1989. Cartes topographiques 31 H12 (1988) et 31 H 13 (1989). Échelle 1 : 50 000.
- ENVIROTECHEAU, 1995. Extrait de rapport. Rapports de forages.
- FORATEK INC., 1989. Étude hydrogéologique des lots P10-35 et P10-36. Services sanitaires Robert Richer Ltée. Rapport no. 1089. Projet no 89143. Novembre 1989.

FORATEK INC., 1990. Réponses aux conditions énumérées dans l'accord de principe du 6 avril 1990. Rapport no 1152. Projet no 89143. Référence no 90219RIC. Septembre 1990.

FORATEK INC., 1991. Données complémentaires – Services Sanitaires Robert Richer Ltée. Rapport 1170, février 1991.

GAZETTE OFFICIELLE DU QUÉBEC, 2000. Projet de règlement sur l'élimination des matières résiduelles. Octobre 2000, 132^e année, no 43 (modifications des articles 45 et 49 en juillet 2002).

GLOBENSKY, Y., 1987. Géologie des Basses-Terres du Saint-Laurent. Ministère de l'Énergie et des Ressources, Québec; MM 85-02

GOLDER ASSOCIÉS LTÉE, 2000. Résultats préliminaires – Investigations géotechniques – Zone d'opération Aire 1 Partie 2 – Site d'enfouissement de Ste-Sophie. Rapport no 001-7077. Juillet 2000.

GOLDER ASSOCIÉS LTÉE, 2002a. Projet de développement du bioréacteur - Centre de valorisation environnementale des résidus (CVER) de Sainte-Sophie - Qualité des eaux au lieu d'enfouissement sanitaire de Sainte-Sophie. Rapport référence 011-7112-5500. Décembre 2002.

GOLDER ASSOCIÉS LTÉE, 2002b. Projet de développement du bioréacteur - Centre de valorisation environnementale des résidus (CVER) de Sainte-Sophie - Étude hydrogéologique. Rapport référence 011-7112-5200. Décembre 2002.

HYDROGÉO CANADA INC., 1981a. Étude hydrogéologique, enfouissement sanitaire Sainte-Sophie (présenté à Les Services Sanitaires Robert Richer Ltée). Juin 1981.

HYDROGÉO CANADA INC., 1981b. Poursuite de l'étude hydrogéologique du site d'enfouissement sanitaire de Sainte-Sophie (présenté à Les Services Sanitaires Robert Richer Ltée). 13 octobre 1981.

HYDROGÉO CANADA INC., 1982. Annexe I au rapport d'octobre 1981 (présenté à Les Services Sanitaires Robert Richer Ltée).

KAVAZANJIAN, E. JR., 2001. Mechanical properties of municipal solid waste, Proceedings, Sandinia 2001, pp. 415-424.

KAVAZANJIAN, E. JR., MATASOVIC, N., BONAPARTE, R., ET SCHMERTMANN, G.R., 1995. Evaluation of MSW Properties for Seismic Analysis, Proceedings, Conférence Géoenvironnement 2000, ASCE, vol. 2, pp. 1126-1141.

LEROUX, LEROUX, NANTEL, PAPIN & ASSOCIÉS, 1975. Étude hydrogéologique, site de disposition Sainte-Sophie, Comté de Prévost, P.Q., Propriété de A. Richer. Réf. dossier no. 2830 (présentée à Les Services Sanitaires Robert Richer Ltée). Décembre 1975.

MINISTÈRE DE L'ENVIRONNEMENT DU QUÉBEC, 1989. Règlement sur les déchets solides. Q-2, r.14. Janvier 1989, 26 pages.

MINISTÈRE DE L'ENVIRONNEMENT ET DE LA FAUNE DU QUÉBEC, 1996. Projet de Règlement sur la mise en décharge et l'incinération des déchets. Mars 1996, 67 pages.

MINISTÈRE DE L'ENVIRONNEMENT DU QUÉBEC, (1998, mise à jour 2000). Directive pour la réalisation d'une étude d'impact sur l'environnement d'un projet de lieu d'enfouissement sanitaire. Direction des évaluations environnementales. Version février 1998 (mise à jour de décembre 2000).

MINISTÈRE DES RICHESSES NATURELLES, 1977. Levé géotechnique de la région de Lachute-Terrebonne. Rapport d'étude et carte d'aptitude (1973). Direction générale des Mines. Rapport DPV537 de R. Maranda.

MINISTÈRE DES RICHESSES NATURELLES, 1978. Hydrogéologie de la région de Mirabel. Services des eaux souterraines. Rapport H.-G.-11 par Georges Simard.

MINISTÈRE DES RESSOURCES NATURELLES DU QUÉBEC. Extraits des cartes topographiques numériques 31H09-200-0201 et 31H13-200-0101 de la banque de données topographiques du Québec (BDTQ).

MORGERNSTERN, N. R., ET PRICE, V. E., 1965. The analysis of the stability of general slip surfaces, *Géotechnique*, 15(1), pp. 79-93.

UNIVERSITÉ LAVAL, 1986. Étude de contamination par le lixiviat faite aux lieux d'enfouissement sanitaire de Laterrière et de Sainte-Sophie. Université Laval, département de géologie, faculté des sciences et de génie. Cité universitaire. Québec. Mai 1986.

TABLEAU 1

SOMMAIRE DES ESSAIS DE LABORATOIRE

Type de sol et essais réalisés	Paramètre	Nombre d'essais
Sable		
Analyse granulométrique	M	5
Densité relative	G_s	6
Argile		
Teneur en eau	W_n	21
Densité relative (poids unitaire)	G_s	15
Limites de consistance	W_l, W_p, I_p	12
Résistance au cisaillement	C_u, C_{ur}	11
Analyse à l'hydromètre	H	4
Essai de consolidation	σ_p', C_c, C_r	2
Till		
Teneur en eau	W_n	3
Densité relative	G_s	4
Analyse à l'hydromètre	H	4

TABLEAU 2
SOMMAIRE DE LA STRATIGRAPHIE

Forage	Élévation sol (m)	Élev. Sommet sable (m)	Épaisseur sable (m)	Élev. Sommet argile (m)	Épaisseur argile (m)	Élev. Sommet till (m)	Épaisseur till (m)	Élev. Sommet roc (m)
ZONE DE L'AGRANDISSEMENT PROJÉTÉ								
S-6S	74,05	74,05	3,35	70,70	> 6,41	--	--	--
S-7S	Voir S-7R							
S-7R	73,79	73,69	3,71	69,98	13,64	NP	0,00	56,34
S-8T	Voir S-8R							
S-8R	74,51	74,51	3,05	71,46	2,30	69,16	4,71	64,45
S-9A	Voir S-9R							
S-9R	73,90	73,90	2,44	71,46	4,27	67,19	0,91	66,28
S-11R	74,23	74,23	3,50	70,73	5,64	65,09	1,53	63,56
S-12S	Voir S-12R							
S-12A	Voir S-12R							
S-12T	Voir S-12R							
S-12R	73,72	73,72	2,75	70,97	7,31	63,66	5,35	58,31
S-14R	73,27	73,07	3,15	69,92	9,46	60,46	2,12	58,34
S-15*	73,72	73,72	2,9	70,82	6,71	64,11	--	--
S-16	74,08	74,08	3,05	71,03	6,10	64,93	1,98	62,95
S-18R	73,77	73,77	2,75	71,02	6,44	64,58	1,22	63,36
S-19	74,24	74,24	2,60	71,64	3,40	68,24	7,71	60,53
S-29S	73,97	73,97	2,74	71,23	3,66	67,57	> 0,61	--
SECTEUR À L'OUEST DE LA ZONE D'AGRANDISSEMENT PROJÉTÉ								
S-20S	Voir S-20R							
S-20R	74,76	74,76	3,20	71,56	3,20	NP	0,00	68,36
S-21R	74,20	74,00	3,76	70,24	6,05	NP	0,00	64,19
S-22S	Voir S-22R							
S-22R	74,44	74,14	2,90	71,24	7,32	63,92	0,15	63,77
S-23S	Voir S-23A							
S-23A	74,97	74,77	4,53	70,24	6,85	63,39	1,78	61,61
S-24R	74,94	74,84	3,86	70,98	7,78	65,19	1,99	63,20
S-25S	Voir S-25A							
S-25A	74,23	74,08	2,75	71,33	5,33	66,00	> 0,61	--
S-26*	74,13	74,13	2,74	71,39	5,18	66,21	1,15	65,06
S-27S*	74,78	74,78	4,11	70,67	4,58	66,09	0,23	65,86
S-28R	74,65	74,55	2,64	71,91	1,09	NP	0,00	70,82

Notes:

- * : Valeurs obtenues à l'aide d'essais de pénétration dynamique au cône in-situ.
- : Information non disponible.
- NP : Non présent.

TABLEAU 3A

RÉSULTATS DES ESSAIS GÉOTECHNIQUES RÉALISÉS SUR LE SABLE AU LABORATOIRE

Échantillon	Profondeur (m)	Densité relative (G _s)	Analyse granulométrique				
			Pourcentage de gravier	Pourcentage de sable	Pourcentage de silt et argile	Coefficient d'uniformité (C _u)	Coefficient de courbure (C _c)
S-7 CF-1	3,05 - 3,66	2,73	--	--	--	--	--
S-11 CF-4	1,83 - 2,44	--	0	78	22	1,43	0,91
S-12 CF-1	0,61 - 1,22	2,75	0	89	11	2,13	0,83
S-14 CF-2	1,83 - 2,44	--	0	93	7	2,25	0,84
S-19 CF-2	0,61 - 1,22	2,75	0	81	19	1,43	0,91
S-21 CF-1	0,61 - 1,22	2,74	0	92	8	2,15	0,90
S-24 CF-2	1,83 - 2,44	2,69	--	--	--	--	--
S-28 CF-2	1,83 - 2,44	2,74	--	--	--	--	--

Notes:

-- : Non mesuré.

C_u = D₆₀/D₁₀

C_c = (D₃₀)²/D₁₀D₆₀

TABLEAU 3B

RÉSULTATS DES ESSAIS GÉOTECHNIQUES RÉALISÉS SUR L'ARGILE AU LABORATOIRE

Échantillon	Profondeur (m)	Teneur en eau W _n (%)	Densité relative (G _s)	Limites de consistance				Résistance au cisaillement		Analyse à l'hydromètre			Essai de consolidation			
				W _l (%)	W _p (%)	I _p	I _l	C _u (kPa)	ST	% sable	% silt	% argile	e ₀	σ _p ' (kPa)	C _r	C _c
S-6 TS-1	6,10 - 6,71	48	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
S-7 TS-1	6,71 - 7,32	51	2,79	42	18	24	1,38	--	--	--	--	--	--	--	--	--
S-8 CF-9	4,88 - 5,49	67	2,67	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
S-9 CF-7	3,66 - 4,27	60	2,71	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
S-12 TS-1	5,49 - 6,10	39	2,74	33	12	21	1,28	21	10	--	--	--	1,480	140	0,069	0,66
S-12 TS-2	9,14 - 9,75	61	--	76	24	52	0,71	110	12	--	--	--	--	--	--	--
S-14 CF-4	3,66 - 4,27	--	2,74	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
S-16 TS-1	5,49 - 6,10	41	2,75	72	24	47	0,34	22	22	2	20	78	--	--	--	--
S-16 TS-2	7,32 - 7,92	74	--	71	23	48	1,06	24	6	--	--	--	--	--	--	--
S-18 TS-1	4,88 - 5,49	66	--	70	26	44	0,91	19	6	--	--	--	--	--	--	--
S-18 TS-2	7,32 - 7,92	56	2,74	43	22	21	1,62	24	10	2	36	62	--	--	--	--
S-19 CF-7	3,66 - 4,27	82	2,72	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
S-20 CF-4	4,27 - 4,88	80	2,76	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
S-21 CF-4	4,27 - 4,88	66	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
S-21 TS-1	7,92 - 8,53	53	2,74	64	22	42	0,74	61	3	2	35	63	--	--	--	--
S-22 TS-2	6,71 - 7,32	80	--	74	24	50	1,12	33	8	--	--	--	--	--	--	--
S-22 TS-3	9,75 - 10,36	72	2,77	75	24	51	0,94	25	8	--	--	--	1,976	170	0,129	0,86
S-23 TS-1	7,62 - 8,23	70	2,74	72	24	47	0,96	--	--	--	--	--	--	--	--	--
S-24 TS-1	6,10 - 6,71	38	2,75	50	20	30	0,60	30	2	3	26	71	--	--	--	--
S-24 TS-2	8,53 - 9,14	38	--	--	--	--	--	65	5	--	--	--	--	--	--	--
S-28 CF-3	3,05 - 3,66	76	2,75	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
S-29 TS-1	6,10 - 6,40	29	2,71	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Notes:

-- : Non mesuré.

TABLEAU 3C

RÉSULTATS DES ESSAIS GÉOTECHNIQUES RÉALISÉS SUR LE TILL AU LABORATOIRE

Échantillon	Profondeur (m)	Teneur en eau W_n (%)	Densité relative (G_s)	Analyse à l'hydromètre			
				% gravier	% sable	% silt	% argile
S-8 CF-10	5,49 - 6,10	8	2,76	--	--	--	--
S-12 CF-7	10,36 - 10,97	--	--	0	18	74	8
S-14 CF-6	14,02 - 14,63	--	2,75	15	1	16	68
S-19 CF-12	6,71 - 7,32	10	--	43	31	21	5
S-29 CF-2	6,40 - 7,01	9	2,76	11	26	51	12

Notes:

-- : Non mesuré.

TABLEAU 4 A

CARACTÉRISTIQUES DES PUIITS D'OBSERVATION INSTALLÉS DANS LA ZONE D'IMPLANTATION DU FUTUR BIORÉACTEUR DE SAINTE-SOPHIE

Identification	Profondeur du puits (m)	Hauteur de la margelle (m)	Élévation (m)												Géologie de la zone de captage	Élévation du niveau d'eau 12 novembre 2002		Conductivité hydraulique cm/s.
			Surface Élévation (m)	Tubage CPV Élévation (m)	Zone de captage du puits ⁽¹⁾					Zone crépinée						Prof. (m)	Élév. (m)	
					De Prof. (m)	À Élév. (m)	Prof. (m)	À Élév. (m)	Longueur (m)	De Prof. (m)	À Élév. (m)	Longueur (m)						
Puits aménagés dans la nappe aquifère du sable																		
S-6S	2,98	0,80	74,05	74,92	0,60	73,45	3,30	70,75	2,70	0,85	73,20	2,98	71,07	2,13	sable	1,38	73,54	4,9 x 10 ⁻³
S-7S	3,00	0,80	73,79	74,66	0,40	73,39	3,00	70,79	2,60	0,56	73,23	3,00	70,79	2,44	sable	1,67	72,99	--
S-10S (ECZ-1)	4,28	0,83	74,34	75,17	0,90	73,44	5,13	69,21	4,23	1,18	73,16	4,28	70,06	3,10	sable	2,12	73,05	--
S-12S	3,16	0,50	73,72	74,34	0,90	72,82	3,16	70,56	2,26	1,03	72,69	3,16	70,56	2,13	sable	1,24	73,10	--
S-13S (ECZ-2)	3,22	0,95	74,49	75,44	1,22	73,27	5,18	69,31	3,96	1,64	72,85	3,22	71,27	1,58	sable	-	-	--
S-15 (SB-3)	7,93	0,62	73,72	74,34	0,92	72,80	7,93	65,79	7,01	1,83	71,89	7,93	65,79	6,10	sable	1,91	72,43	--
S-17 (SB-4)	7,32	0,73	73,58	74,31	0,92	72,66	7,32	66,26	6,40	1,83	71,75	7,32	66,26	5,49	sable	sec	sec	--
S-29S	2,80	0,80	73,97	74,82	1,00	72,97	3,00	70,97	2,00	1,30	72,67	2,80	71,17	1,50	sable	1,46	73,36	1,7 x 10 ⁻³
Puits aménagés dans l'horizon d'argile																		
S-9A	4,69	0,78	73,90	74,76	3,10	70,80	4,80	69,10	1,70	3,49	70,41	4,69	69,21	1,20	argile	1,64	73,13	1,5 x 10 ⁻⁵
S-12A	6,15	0,45	73,72	74,25	5,00	68,72	6,15	67,57	1,15	5,35	68,37	6,15	67,57	0,80	argile	1,14	73,12	3,4 x 10 ⁻⁵
Puits aménagés dans l'horizon de till																		
S-8T	9,01	0,89	74,51	75,41	5,70	68,81	9,09	65,42	3,39	8,25	66,26	9,01	65,50	0,76	till	4,70	70,71	---
S-12T	12,89	0,68	73,72	74,57	10,30	63,42	12,89	60,83	2,59	12,07	61,65	12,89	60,83	0,82	till	8,70	65,87	2,5 x 10 ⁻²
Puits aménagés dans la nappe aquifère semi-captive du roc																		
S-7R	18,60	0,90	73,79	74,67	17,70	56,09	19,20	54,59	1,50	17,84	55,95	18,60	55,19	0,76	roc	-	-	4,0 x 10 ⁻⁷
S-8R	14,90	0,40	74,51	74,90	10,43	64,08	14,90	59,61	4,47	13,90	60,61	14,90	59,61	1,00	roc	4,05	70,85	--
S-9R	9,05	0,60	73,90	74,46	7,00	66,90	9,05	64,85	2,05	7,25	66,65	9,05	64,85	1,80	roc	3,69	70,78	--
S-11R	14,93	0,62	74,23	74,92	11,20	63,03	14,93	59,30	3,73	13,93	60,30	14,93	59,30	1,00	roc	5,45	69,47	--
S-12R	17,20	0,81	73,72	74,73	15,85	57,87	17,20	56,52	1,35	16,30	57,42	17,20	56,52	0,90	roc	10,29	64,44	--
S-14R	16,46	0,75	73,27	74,03	15,10	58,17	16,46	56,81	1,36	15,70	57,57	16,46	56,81	0,76	roc	15,05	58,98	--
S-18R	12,01	0,75	73,77	74,51	10,67	63,10	12,01	61,76	1,34	11,01	62,76	12,01	61,76	1,00	roc	3,96	70,55	--
PO-00-1	17,37	0,86	73,93	74,79	12,80	61,13	17,37	56,56	4,57	14,37	59,56	17,37	56,56	3,00	roc	3,95	70,85	--
PO-00-5	15,70	0,69	73,64	74,33	14,80	58,84	18,84	54,80	4,04	15,00	58,64	15,70	57,94	0,70	roc	3,75	70,58	--
PZ-10	13,57	0,73	75,44	76,17	10,22	65,22	13,57	61,87	3,35	10,57	64,87	13,57	61,87	3,00	roc	5,28	70,89	--
P-6	30,00	0,60	73,63	74,23	15,86	57,77	30,00	43,63	14,14	--	--	--	--	--	roc	3,05	71,19	--

Notes:

- 1) La zone de captage du puits est définie comme étant la longueur de la lanterne de sable filtrant.
- Donnée non disponible.

TABLEAU 4 B

**CARACTÉRISTIQUES DES PUIITS D'OBSERVATION EXISTANTS DANS LE SECTEUR À L'OUEST
DE LA ZONE D'IMPLANTATION DU FUTUR BIORÉACTEUR DE SAINTE-SOPHIE**

Identification	Profondeur du puits (m)	Hauteur de la margelle (m)	Élévation (m)												Géologie de la zone de captage	Élévation du niveau d'eau 12 novembre 2002		Conductivité hydraulique (cm/s.)
			Surface Élévation (m)	Tubage CPV Élévation (m)	Zone de captage du puits ⁽¹⁾					Zone crépinée						Prof. (m)	Élev. (m)	
					De Prof. (m)	Élev. (m)	A Prof. (m)	Élev. (m)	Longueur (m)	De Prof. (m)	Élev. (m)	A Prof. (m)	Élev. (m)	Longueur (m)				
Puits aménagés dans la nappe aquifère du sable																		
S-20S	2,81	0,70	74,76	75,45	0,50	74,26	3,00	71,76	2,50	0,68	74,08	2,81	71,95	2,13	sable	1,83	73,62	--
S-22S	3,06	0,61	74,44	74,94	0,70	73,74	3,06	71,38	2,36	0,93	73,51	3,06	71,38	2,13	sable	1,42	73,52	1,5 x 10 ⁻³
S-23S	3,80	0,92	75,10	76,08	0,70	74,40	3,80	71,30	3,10	0,80	74,30	3,80	71,30	3,00	sable	2,23	73,85	7,1 x 10 ⁻³
S-25S	2,96	0,60	74,23	74,61	0,60	73,63	3,00	71,23	2,40	0,83	73,40	2,96	71,27	2,13	sable	0,77	73,84	--
S-27S	2,63	0,60	74,78	75,78	0,60	74,18	2,63	72,15	2,03	0,83	73,95	2,63	72,15	1,80	sable	2,17	73,61	--
Puits aménagés dans l'horizon d'argile																		
S-23A	10,86	0,75	74,97	75,73	5,79	69,18	10,95	64,02	5,16	9,36	65,61	10,86	64,11	1,50	argile	6,51	69,22	3,6 x 10 ⁻⁷
S-25A	6,10	0,67	74,23	74,90	4,40	69,83	6,20	68,03	1,80	4,57	69,66	6,10	68,13	1,53	argile	2,48	72,43	1,4 x 10 ⁻⁷
Puits aménagés dans la nappe aquifère semi-captive du roc																		
S-20R	8,86	0,80	74,76	75,50	6,60	68,16	9,14	65,62	2,54	8,10	66,66	8,86	65,90	0,76	roc	4,00	71,50	--
S-21R	11,63	0,70	74,20	74,81	10,20	64,00	11,81	62,39	1,61	10,87	63,33	11,63	62,57	0,76	roc	7,24	67,57	1,6 x 10 ⁻²
S-22R	12,37	0,86	74,44	75,18	10,80	63,64	12,37	62,07	1,57	11,61	62,83	12,37	62,07	0,76	roc	5,86	69,32	2,4 x 10 ⁻²
S-24R	13,18	0,85	74,94	75,85	12,19	62,75	13,18	61,76	0,99	12,42	62,52	13,18	61,76	0,76	roc	13,18	62,68	3,7 x 10 ⁻²
S-28R	5,20	0,70	74,65	75,39	4,10	70,55	5,43	69,22	1,33	4,44	70,21	5,20	69,45	0,76	roc	3,30	72,09	7,8 x 10 ⁻³

Notes:

- 1) La zone de captage du puits est définie comme étant la longueur de la lanterne de sable filtrant.
- Donnée non disponible.

TABLEAU 4 C

CARACTÉRISTIQUES DES PUIITS D'OBSERVATION INSTALLÉS DANS LE LES DE SAINTE-SOPHIE

Identification	Profondeur du puits (m)	Hauteur de la margelle (m)	Élévation (m)												Géologie de la zone de captage	Élévation du niveau d'eau 12 novembre 2002		Conductivité hydraulique cm/s.
			Surface Élévation (m)	Tubage CPV Élévation (m)	Zone de captage du puits ⁽¹⁾					Zone crépinée						Prof. (m)	Élév. (m)	
					De (m)	Élév. (m)	Prof. (m)	À Élév. (m)	Longueur (m)	De (m)	Élév. (m)	Prof. (m)	À Élév. (m)	Longueur (m)				
Puits aménagés dans la nappe aquifère de sable																		
AS-1	3,73	0,65	74,16	74,81	0,00	74,16	5,18	68,98	5,18	2,23	71,93	3,73	70,43	1,50	sable/argile	3,55	71,26	--
AS-2	2,29	0,56	74,27	74,83	0,00	74,27	3,05	71,22	3,05	0,79	73,48	2,29	71,98	1,50	sable	1,19	73,64	--
AS-3	2,92	0,35	74,86	75,21	0,00	74,86	3,66	71,20	3,66	1,42	73,44	2,92	71,94	1,50	sable	1,58	73,64	--
AS-4	3,45	0,80	75,67	76,47	0,00	75,67	5,18	70,49	5,18	1,95	73,72	3,45	72,22	1,50	sable	2,50	73,97	--
AS-5	4,05	0,87	74,84	75,71	0,00	74,84	4,57	70,27	4,57	2,55	72,29	4,05	70,79	1,50	sable	2,07	73,64	--
AS-6	4,35	0,20	75,56	75,76	0,00	75,56	4,66	70,90	4,66	2,85	72,71	4,35	71,21	1,50	sable	2,52	73,24	--
AS-7	4,18	0,75	73,98	74,73	0,00	73,98	5,18	68,80	5,18	2,68	71,30	4,18	69,80	1,50	sable	1,74	72,99	--
AS-8	2,44	1,47	73,53	75,00	0,00	73,53	3,65	69,88	3,65	0,94	72,59	2,44	71,09	1,50	sable	1,40	73,61	--
AS-9	3,33	0,40	74,90	75,30	0,00	74,90	3,66	71,24	3,66	1,83	73,07	3,33	71,57	1,50	sable/argile	2,74	72,56	--
AS-10	3,35	1,00	73,12	74,12	1,25	71,87	4,23	68,89	2,98	1,20	71,92	3,35	69,77	2,15	sable/argile	2,20	71,93	--
AS-11	3,05	0,82	74,35	75,17	1,07	73,28	3,25	71,10	2,18	1,22	73,13	3,05	71,30	1,83	sable	1,76	73,41	--
AS-12	4,57	0,80	76,04	76,84	1,17	74,87	4,72	71,32	3,55	1,52	74,52	4,57	71,47	3,05	sable	2,95	73,90	--
AS-13	4,57	0,84	75,68	76,52	1,07	74,61	4,57	71,11	3,50	1,40	74,28	4,44	71,24	3,04	sable	3,05	73,47	--
AS-14	7,82	0,80	85,34	86,14	1,42	83,92	8,23	77,11	6,81	1,83	83,51	7,82	77,52	5,99	sable	4,48	81,66	--
AS-15	3,66	0,86	77,06	77,92	0,40	76,66	3,66	73,40	3,26	0,61	76,45	3,66	73,40	3,05	sable	1,32	76,61	--
Puits aménagés dans la nappe aquifère semi-captive du roc																		
PZ-1	--	0,50	74,84	74,34	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	roc (2)	15,31	59,03	--
PZ-2	28,33	0,30	73,93	74,23	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	roc (2)	13,15	61,08	--
PZ-7	28,60	0,20	74,27	74,47	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	roc (2)	10,71	63,77	--
PZ-8	27,74	0,20	75,01	75,21	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	roc (2)	16,45	58,77	--
PZ-9	--	0,05	75,46	75,51	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	roc (2)	5,52	69,99	--
PZ-11	14,79	0,71	74,22	74,93	11,44	62,78	14,79	59,43	3,35	11,79	62,43	14,79	59,43	3,00	roc	4,04	70,90	--
PZ-12	22,93	0,91	75,08	75,99	18,80	56,28	22,93	52,15	4,13	18,95	56,13	22,93	52,15	3,98	roc	17,81	58,18	--
PZ-13	25,00	0,80	73,38	74,18	21,20	52,18	25,00	48,38	3,80	--	--	--	--	--	roc	18,01	56,17	--
PE-1	17,50	0,74	74,00	74,74	11,30	62,70	17,80	56,20	6,50	11,30	62,70	17,50	56,50	6,20	roc	3,82	70,92	--
P-2	30,00	1,78	74,01	72,23	11,75	62,26	30,00	44,01	18,25	--	--	--	--	--	roc	-	-	--
P-5	30,00	0,80	74,60	75,40	13,22	61,38	30,00	44,60	16,78	--	--	--	--	--	roc	4,54	70,87	--
P-9	30,00	0,55	74,04	74,59	11,90	62,14	30,00	44,04	18,10	--	--	--	--	--	roc	4,63	69,96	--

Notes:

- 1) La zone de captage du puits est définie comme étant la longueur de la lanterne de sable filtrant.
- 2) Roc probable.
- Donnée non disponible.

TABLEAU 4 D

CARACTÉRISTIQUES DES PUIITS D'OBSERVATION INSTALLÉS DANS LE SECTEUR SUD-EST ET NORD À L'EXTÉRIEUR DES LIMITES DU LES DE SAINTE-SOPHIE

Identification	Profondeur du puits (m)	Hauteur de la margelle (m)	Élévation (m)												Géologie de la zone de captage	Élévation du niveau d'eau 12 novembre 2002		Conductivité hydraulique cm/s.
			Surface Élévation (m)	Tubage CPV Élévation (m)	Zone de captage du puits ⁽¹⁾					Zone crépinée						Prof. (m)	Élév. (m)	
					De Prof. (m)	À Élév. (m)	Longueur (m)	De Prof. (m)	À Élév. (m)	Longueur (m)								
Puits aménagés dans la nappe aquifère de sable																		
AS-16	3,96	0,90	73,77	74,67	0,60	73,17	3,96	69,81	3,36	0,91	72,86	3,96	69,81	3,05	sable	0,95	73,72	--
AS-17	3,66	0,95	73,95	74,90	0,40	73,55	3,66	70,29	3,26	0,61	73,34	3,66	70,29	3,05	sable	1,09	73,81	--
AS-18	3,66	0,91	73,85	74,76	0,40	73,45	3,66	70,19	3,26	0,61	73,24	3,66	70,19	3,05	sable	1,71	73,05	--
AS-19	3,66	0,85	73,93	74,78	0,40	73,53	3,66	70,27	3,26	0,61	73,32	3,66	70,27	3,05	sable	1,77	73,02	--
AS-20	3,66	0,78	74,11	74,89	0,40	73,71	3,66	70,45	3,26	0,61	73,50	3,66	70,45	3,05	sable	1,88	73,01	--
AS-21	3,66	0,81	73,26	74,07	0,40	72,86	3,66	69,60	3,26	0,61	72,65	3,66	69,60	3,05	sable	1,07	73,00	--
AS-22	1,89	0,86	73,78	74,64	0,40	73,38	1,89	71,89	1,49	0,67	73,11	1,89	71,89	1,22	sable	1,82	72,82	--
Pointes filtrantes aménagés dans la nappe aquifère de sable																		
PB-1	3,44	0,36	74,02	74,37	--	--	--	--	--	2,69	71,33	3,44	70,58	0,75	sable	0,78	73,59	--
PB-2	3,50	0,60	73,47	74,08	--	--	--	--	--	2,75	70,72	3,50	69,97	0,75	sable	0,82	73,26	--
PB-3	3,27	0,53	73,48	74,02	--	--	--	--	--	2,52	70,96	3,27	70,21	0,75	sable	1,22	72,80	--
PB-4	3,00	0,58	73,80	74,41	--	--	--	--	--	2,25	71,55	3,00	70,80	0,75	sable	0,57	73,84	--
PB-5	3,10	0,45	73,69	74,17	--	--	--	--	--	2,35	71,34	3,10	70,59	0,75	sable	0,58	73,59	--
PB-6	3,41	1,00	74,13	75,15	--	--	--	--	--	2,66	71,47	3,41	70,72	0,75	sable	1,27	73,88	--
PB-7	2,84	0,96	74,11	75,20	--	--	--	--	--	2,09	72,02	2,84	71,27	0,75	sable	1,02	74,18	--
PB-8	2,90	1,20	74,43	75,63	--	--	--	--	--	2,15	72,28	2,90	71,53	0,75	sable	2,14	73,49	--
PB-9	3,03	1,07	74,31	75,43	--	--	--	--	--	2,28	72,03	3,03	71,28	0,75	sable	2,07	73,37	--
PB-10	3,42	0,38	73,29	73,69	--	--	--	--	--	2,67	70,62	3,42	69,87	0,75	sable	0,60	73,09	--
PB-11	3,27	0,53	73,49	74,01	--	--	--	--	--	2,52	70,97	3,27	70,22	0,75	sable	1,06	72,95	--
PB-12	3,38	0,39	73,53	73,93	--	--	--	--	--	2,63	70,90	3,38	70,15	0,75	sable	1,17	72,76	--

Notes:

- 1) La zone de captage du puits est définie comme étant la longueur de la lanterne de sable filtrant.
- Donnée non disponible.

TABLEAU 4 E

ÉLÉVATION DU NIVEAU DES EAUX DE SURFACE

Identification	Élévation 12 novembre 2002				
	Repère (m)	Niveau d'eau		Fond du fossé	
		prof (m)	Élev. (m)	prof (m)	Élev. (m)
Eaux de surface en bordure du LES					
Fossé près de AS-7 (1)	--	--	72,79	--	72,675
Fossé près de AS-7 (2)	--	--	72,80	--	72,465
Fossé près de AS-7 (3)	--	--	72,81	--	72,435
Fossé près de AS-18	--	--	73,00	--	72,89
Fossé près de AS-19	--	--	72,96	--	72,78
Fossé près de AS-20	--	--	72,83	--	72,56
Eaux de surface au sud-est du LES					
Fossé près de PB-10	--	--	72,60	--	72,41
Fossé près de PB-11	--	--	72,87	--	72,695
Fossé près de PB-12	--	--	72,77	--	72,72
Fossé près de AS-21	--	--	72,84	--	72,675
Fossé près de AS-21	--	--	72,84	--	72,805
Fossé près de SS-5	--	--	70,79	--	70,675
Eaux de surface à l'intérieur et à l'ouest de la zone d'implantation du futur bioréacteur de Sainte-Sophie					
Fossé près de S-17S	--	--	72,05	--	71,945
Fossé près de S-15S	--	--	72,325	--	71,195
Fossé près de S-25S	--	--	73,87	--	72,975
Fossé près de S-22S	--	--	73,29	--	73,12
Fossé près de S-12S	--	--	72,89	--	72,61
Fossé près de S-7S	--	--	72,67	--	72,64
Fossé près de PZ-10	--	--	71,54	--	71,44

TABLEAU 5

PARAMÈTRES UTILISÉS POUR LES ANALYSES DE STABILITÉ DE PENTE

Matrice	γ (kN/m ³)	Cohésion (kPa)	Angle de frottement interne (en degrés)	
Matières résiduelles (sans bio-réacteur)	11,0	5	30	
Matières résiduelles (avec bio-réacteur)	13,5	5	30 (statique)	33 (pseudo-statique)
Dépôt sablonneux	17,0	0	30	
Argile (en conditions drainées)	16,1	7,5	24	
Argile (en conditions non-drainées) (NORD et CENTRE)	16,1	de 38 à 55	0	
Argile (en conditions non-drainées) (SUD)	16,1	de 33 à 50	0	
Membrane	16,0	2,5	10	
Till	19,0	2,5	35	

TABLEAU 6

RÉSULTATS DES ANALYSES DE STABILITÉ DE PENTE

Secteur	Conditions	Élévation du fond argileux	Élévation / épaisseur des déchets	FACTEUR DE SÉCURITÉ MINIMUM OBTENU (statique/pseudo-statique) (référence au no. de figure)	FACTEUR DE SÉCURITÉ MINIMUM VISÉ (statique/pseudo-statique)
NORD	Remblai final - rupture dans l'argile	72,0m (moyenne approximative entre 70,56m (est) et 72,76m (ouest))	97,90m / 25,90m	(I-1) 1,617 / 1,133 (I-2)	1,50/1,10
	Remblai final - rupture le long du syst. d'étanchéité			(I-3) 1,701 / 1,267 (I-4)	
CENTRE	Remblai final - rupture dans l'argile	70,7m (côté est plus critique que côté ouest)	93,70m / 23,00m	(I-5) 1,799 / 1,291 (I-6)	1,50/1,10
	Remblai final - rupture le long du syst. d'étanchéité			(I-7) 1,881 / 1,485 (I-8)	
SUD	Remblai final - rupture dans l'argile	63,5m (moyenne approximative entre 61,70m (est) et 66,42m (ouest))	93,40m / 29,90m	(I-9) 2,043 / 1,155 (I-10)	1,50/1,10
	Remblai final - rupture le long du syst. d'étanchéité			(I-11) 2,253 / 1,505 (I-12)	
	Drainé - En période d'excavation (rupture en blocs)	61,70m (côté est plus critique)	NA	(I-13) 1,557 / NA	1,30/NA
	Non drainé - En période d'excavation (rupt. en blocs)			(I-14) 2,810 / NA	
	Drainé - En période d'excavation (rupture circulaire)			(I-15) 1,325 / NA	
	Non drainé - En période d'excavation (rupt. circulaire)			(I-16) 1,525 / NA	