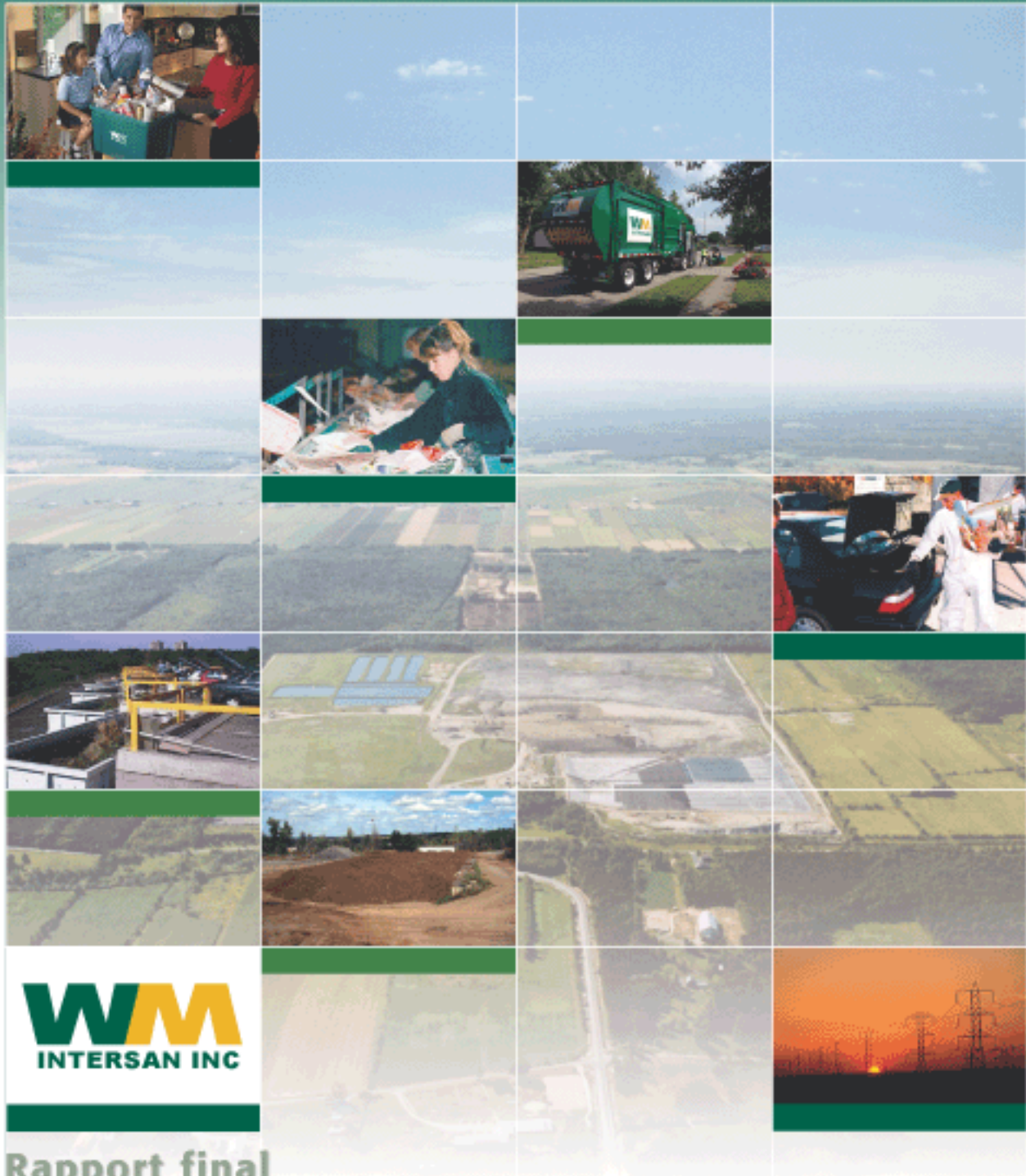


# Projet de développement du bioréacteur - Centre de Valorisation Environnementale des Résidus (CVER) de Sainte-Sophie ÉTUDE HYDROGÉOLOGIQUE



**WWM**  
INTERSAN INC

**Rapport final**  
(Décembre 2002)



011-7112-5200

---

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

**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 HYDROGÉOLOGIQUE**

Rapport présenté à:

Intersan Inc.  
2535, 1<sup>ère</sup> 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

011-7112-5200



**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

011-7112-5200

Intersan Inc.  
2535, 1<sup>ère</sup> Rue  
Sainte-Sophie, Québec  
J5J 2R7

À l'attention de Monsieur Nicolas Marcotte

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

Monsieur,

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

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

**GOLDER ASSOCIÉS LTÉE**

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

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

JC/MP/lr

N:\ACTIF\7100\011-7112\FINAL-5200 RAPPORT HYDROGÉOLOGIQUE\SECRÉTARIAT\RAPPORT-011-7112-5200FINAL.DOC



Certifié ISO 9001:2000

**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 .....	3
2.0 TRAVAUX RÉALISÉS ET MÉTHODOLOGIE .....	4
2.1 Travaux antérieurs .....	4
2.1.1 Leroux, Leroux, Nantel, Papin & Associés (1975) .....	4
2.1.2 Hydrogé Canada Inc. (1981a) .....	5
2.1.3 Hydrogé Canada Inc. (1981b) .....	6
2.1.4 Hydrogé Canada Inc. (1982) .....	7
2.1.5 Université Laval (1986).....	7
2.1.6 Foratek Inc. (1989).....	8
2.1.7 Foratek Inc. (1990).....	9
2.1.8 Foratek Inc. (1991).....	9
2.1.9 Dessau-Soprin Inc. (2000).....	10
2.1.10 Golder Associés Ltée (2000) .....	11
2.1.11 Autres données (1995 à 2002) .....	12
2.2 Travaux réalisés.....	12
2.2.1 Sommaire des travaux réalisés en respect de la directive du MENV .....	12
2.2.2 Réalisation des forages et échantillonnage des sols .....	16
2.2.3 Analyses granulométriques et sédimentométriques .....	18
2.2.4 Aménagement et développement des puits d'observation.....	18
2.2.5 Relevé piézométrique.....	19
2.2.6 Échantillonnage des eaux souterraines .....	19
2.2.7 Échantillonnage des eaux de surface .....	20
2.2.8 Programme analytique et contrôle de qualité .....	21
2.2.9 Essais de perméabilité .....	22
2.2.10 Relevé d'arpentage et nivellement.....	23
2.2.11 Inventaire des sources d'approvisionnement en eau .....	23

**TABLE DES MATIÈRES (SUITE)**

<u>SECTION</u>	<u>PAGE</u>
3.0 HYDROLOGIE .....	25
3.1 Hydrographie régionale .....	25
3.2 Drainage de surface .....	25
3.3 Qualité des eaux de surface .....	25
3.4 Bilan hydrique .....	26
4.0 GÉOLOGIE .....	28
4.1 Physiographie régionale .....	28
4.2 Unités stratigraphiques .....	28
4.2.1 Sable fin .....	29
4.2.2 Argile silteuse .....	29
4.2.3 Till .....	30
4.2.4 Socle rocheux .....	30
5.0 HYDROGÉOLOGIE .....	31
5.1 Hydrogéologie régionale .....	31
5.2 Unités hydrostratigraphiques .....	33
5.3 Propriétés hydrauliques .....	33
5.3.1 Sable fin (unité 1) .....	34
5.3.2 Argile silteuse (unité 2) .....	34
5.3.3 Till (unité 3) .....	35
5.3.4 Roc (unité 4) .....	35
5.4 Écoulement des eaux souterraines .....	36
5.4.1 Sable fin (unité 1) .....	36
5.4.2 Argile silteuse (unité 2) .....	37
5.4.3 Till (unité 3) .....	37
5.4.4 Roc (unité 4) .....	37
5.5 Qualité des eaux souterraines .....	39
5.5.1 Nappe libre de l'unité de sable fin en surface .....	41
5.5.2 Nappe semi-captive du roc .....	42
5.6 Résultats de l'inventaire des sources d'approvisionnement en eau .....	43
5.6.1 Prises d'eau individuelles .....	43
5.6.2 Prises d'eau municipales .....	46

**TABLE DES MATIÈRES (SUITE)**

<u>SECTION</u>	<u>PAGE</u>
5.7 Classification des eaux souterraines .....	47
5.7.1 Contexte hydrogéologique.....	47
5.7.2 Classification des eaux souterraines .....	47
6.0 ÉVALUATION DE LA RESSOURCE EN EAU SOUTERRAINE.....	49
6.1 Vulnérabilité des eaux souterraines.....	49
6.1.1 Cas de l'aquifère en nappe libre dans l'unité de sable fin superficiel .....	50
6.1.2 Cas de l'aquifère en nappe semi-captive dans le roc .....	50
6.2 Détermination des liens hydrauliques avec les milieux récepteurs .....	51
7.0 PROGRAMME DE CONTRÔLE DE LA QUALITÉ.....	54
8.0 CONCEPT D'AMÉNAGEMENT DU FUTUR BIORÉACTEUR DE SAINTE-SOPHIE.....	56
9.0 CONCLUSIONS.....	58
9.1 Mandat et travaux réalisés .....	58
9.2 Hydrologie .....	58
9.3 Géologie.....	58
9.4 Hydrogéologie .....	59
9.4.1 Unités hydrostratigraphiques.....	60
9.4.2 Propriétés hydrauliques.....	60
9.4.3 Écoulement des eaux souterraines .....	60
9.4.4 Qualité des eaux souterraines .....	62
9.4.5 Inventaire hydrogéologique .....	63
9.4.6 Classification des eaux souterraines .....	64
9.5 Évaluation de la ressource en eau souterraine.....	65
9.5.1 Vulnérabilité des eaux souterraines.....	65
9.5.2 Détermination des liens hydrauliques avec les milieux récepteurs.....	65
9.6 Concept d'aménagement du futur bioréacteur de Sainte-Sophie .....	67
10.0 CONDITIONS GÉNÉRALES ET LIMITATIONS.....	68
RÉFÉRENCES .....	69

## **TABLE DES MATIÈRES (SUITE)**

### **LISTE DES TABLEAUX**

Tableau 1	Description des travaux de forage
Tableau 2A	Caractéristiques des puits d’observation installés dans la zone d’implantation du futur bioréacteur de Sainte-Sophie
Tableau 2B	Caractéristiques des puits d’observation existants dans le secteur à l’ouest de la zone d’implantation du futur bioréacteur de Sainte-Sophie
Tableau 2C	Caractéristiques des puits d’observation installés dans le LES de Sainte-Sophie
Tableau 2D	Caractéristiques des puits d’observation installés dans le secteur sud-est et nord à l’extérieur des limites du LES de Sainte-Sophie
Tableau 2E	Élévation du niveau des eaux de surface
Tableau 3	Qualité des eaux de surface
Tableau 4A	Qualité des eaux souterraines de la nappe libre de surface
Tableau 4B	Bruit de fond des eaux souterraines de la nappe libre de surface
Tableau 5A	Qualité des eaux souterraines de l’aquifère semi-captif du roc
Tableau 5B	Bruit de fond des eaux souterraines de l’aquifère semi-captif du roc

### **LISTE DES FIGURES**

Figure 1	Plan de localisation
Figure 2	Hydrographie régionale
Figure 3A	Géologie régionale - Dépôts meubles
Figure 3B	Géologie régionale - Roc
Figure 4	Hydrogéologie régionale
Figure 5	Localisation des travaux d’investigation
Figure 6A	Coupes géologiques A-A’ et B-B’
Figure 6B	Coupes géologiques C-C’ et D-D’
Figure 6C	Coupes géologiques E-E’ et F-F’
Figure 7A	Carte piézométrique de la nappe aquifère du sable fin – 12 novembre 2002
Figure 7B	Carte piézométrique de la nappe semi-captive du roc – 12 novembre 2002
Figure 7C	Carte piézométrique anticipée de la nappe semi-captive du roc en condition de crues printanières
Figure 8	Coupes hydrogéologiques A-A’ et C-C’



## **TABLE DES MATIÈRES (SUITE)**

Figure 9	Élévations minimales des fonds du futur bioréacteur en conditions statiques anticipées de crues printanières
Figure 10A	Qualité des eaux souterraines de la nappe aquifère du sable fin
Figure 10B	Qualité des eaux souterraines de la nappe semi-captive du roc
Figure 11	Coupe hydrogéologique régionale G – G'
Figure 12	Concept d'aménagement du futur bioréacteur de Sainte-Sophie
Figure 13	Inventaire des sources d'approvisionnement en eau (plan en pochette)

## **LISTE DES ANNEXES**

Annexe A	Portée de l'étude - 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	Résultats des essais de perméabilité et de l'essai de pompage
Annexe H	Documents photographiques de terrain
Annexe I	Fiches de calcul des indices DRASTIC
Annexe J	Relevé géodésique
Annexe K	Inventaire hydrogéologique
Annexe L	Diagrammes de Piper et bilans ioniques

## 1.0 INTRODUCTION

Intersan Inc. (Intersan) a mandaté Golder Associés Ltée (Golder) pour réaliser une étude hydrogéologique 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

Le ministère de l'Environnement du Québec (MENV<sup>1</sup>) a émis une mise à jour de la directive pour la réalisation d'une étude d'impact sur l'environnement d'un projet de lieu d'enfouissement sanitaire en décembre 2000 (MENV, 1998, mise à jour 2000). L'étude hydrogéologique a pour objectifs de décrire l'hydrologie, la géologie, l'hydrogéologie, et la qualité des eaux souterraines et des eaux de surface. Tel que décrit dans la directive du MENV, l'étude hydrogéologique comprend les points suivants:

1. La description de la géologie et de l'hydrogéologie locales dans un rayon de 1 km, tout en présentant un portrait qualitatif de l'hydrologie et de l'hydrogéologie régionale (+/- 10 km)
2. La description de l'hydrologie:
  - réseau de drainage des eaux de surface; et
  - bilan hydrique sommaire.
3. La description de la géologie locale dans un rayon de 1 km comprenant, pour la zone d'implantation du futur bioréacteur:
  - une stratigraphie détaillée;
  - un relevé géologique effectué à partir d'un nombre représentatif de sondages stratigraphiques existants ou additionnels (minimum de 16 sites de sondages); et

---

<sup>1</sup> Aussi anciennement connu sous l'appellation de Ministère de l'Environnement et de la Faune du Québec (MEF).

- des analyses granulométriques (sédimentométriques et autres) sur un nombre représentatif d'échantillons.
4. La description de l'hydrogéologie locale dans un rayon de 1 km comprenant, pour la zone d'implantation du futur bioréacteur:
- la localisation des nappes, leur profondeur (carte piézométrique), leur conductivité hydraulique, les piézométries des nappes à partir d'un nombre représentatif de puits d'observation existants ou additionnels (minimum de 16 puits d'observation), le sens d'écoulement et la vitesse de migration;
  - la relation entre les diverses unités hydrostratigraphiques et aussi avec le réseau hydrographique de surface;
  - la vulnérabilité de ces eaux à la pollution à partir d'un nombre représentatif de puits d'observation ou piézomètres existants ou additionnels; et
  - un modèle hydrogéologique conceptuel.
5. Les caractéristiques physico-chimiques et bactériologiques des eaux souterraines et des eaux de surface dans la zone d'étude et ce, à partir d'un nombre représentatif d'échantillons.

Après une description de la zone d'étude, ce rapport présente d'abord une revue des études antérieures, suivie d'une description des travaux réalisés dans le cadre de l'étude hydrogéologique et des méthodes de travail utilisées (section 2.0). Les résultats sont présentés aux sections sur l'hydrologie (section 3.0), la géologie (section 4.0), l'hydrogéologie (section 5.0), l'évaluation de la ressource en eau souterraine (section 6.0), le programme de contrôle de la qualité (section 7.0) et le concept d'aménagement du futur bioréacteur. Finalement, une conclusion résume l'essentiel des résultats et des recommandations émises en regard du projet de développement du futur bioréacteur et des articles pertinents du *Projet de Règlement sur l'élimination des matières résiduelles* (Gazette officielle, 2000).

## 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<sup>ère</sup> 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<sup>ère</sup> rue, soit près du coin nord-ouest de la zone d'implantation du futur bioréacteur. Tout juste au sud de cette même propriété, on remarque la présence d'un étang (figure 5). 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 TRAVAUX RÉALISÉS ET MÉTHODOLOGIE

### 2.1 Travaux 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.

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.

#### 2.1.1 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 m<sup>3</sup> de déchets sont accumulés à la surface du dépôt de sable, dont 61 560 m<sup>3</sup> de déchets brûlés et 28 880 m<sup>3</sup> de déchets non brûlés.
- L'aménagement de cellules d'enfouissement sur la formation d'argile est recommandé.

### **2.1.2 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  $5 \times 10^{-3}$  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  $3 \times 10^{-6}$  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.

### **2.1.3 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  $1 \times 10^{-8}$  à  $1 \times 10^{-3}$  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.

#### **2.1.4 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.

#### **2.1.5 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.

#### **2.1.6 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.

### **2.1.7 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  $1 \times 10^{-7}$  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.

### **2.1.8 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.

### **2.1.9 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).

### 2.1.10 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  $7 \times 10^{-3}$  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).

### **2.1.11 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).
- Neuf (9) rapports de forage pour les puits AS-15 à AS-22 et PZ-13, et douze pointes filtrantes PB-1 à PB-12 (Golder, 2002).

## **2.2 Travaux réalisés**

### **2.2.1 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
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 5.

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);
- 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;
- le prélèvement et l'analyse chimique des eaux de surface en deux points situés en amont ainsi qu'à un troisième point en aval de la zone du futur bioréacteur;
- le prélèvement et l'analyse chimique de l'eau souterraine dans 23 puits d'observation, dont 11 puits d'observation dans l'unité hydrostratigraphique du sable et 12 puits d'observation dans l'unité hydrostratigraphique du roc; et
- la production d'un rapport d'étude hydrogéologique.

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.

### **2.2.2 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.

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 dans les couches argileuses. Les échantillons de sols ont été prélevés en continu dans cinq forages profonds et à intervalles de 0,6 m aux autres sites. Aux sites où il était prévu d'installer un nid de puits (puits distancés de l'ordre de 2 à 3 m) le forage le plus profond était d'abord réalisé et échantillonné tandis que les autres forages réalisés pour l'installation de puits à différents niveaux au même site ne faisaient pas l'objet d'échantillonnage. Les échantillons prélevés ont été décrits visuellement, alors que certains échantillons ont été soumis à des analyses granulométriques en laboratoire. La description de la stratigraphie ainsi que les résultats des essais de pénétration standard (indice N) apparaissent dans les journaux de sondages à l'annexe C.

### **2.2.3 Analyses granulométriques et sédimentométriques**

Des échantillons représentatifs de chacune des unités géologiques ont été soumis à des essais granulométriques et sédimentométriques. Cinq analyses granulométriques ont été effectuées sur le sable et huit analyses sédimentométriques furent effectuées, dont quatre sur la formation argileuse et quatre sur le till.

Les courbes granulométriques obtenues sont présentées à l'annexe E.

### **2.2.4 Aménagement et développement des puits d'observation**

Tous les forages ont été aménagés en puits d'observation, à l'exception de S-16 et de S-19 qui ont consisté en des forages stratigraphiques. Les puits d'observation ont été aménagés à l'aide de tubages et de crépines de CPV de 50 mm de diamètre. La section crépinée de 0,76 m à 3,00 m de longueur (de cédule 40 et d'ouvertures de 0,25 mm) a été entourée de sable filtrant jusqu'à environ 0,3 m au-dessus de l'intervalle crépiné. La lanterne de sable est surmontée d'un bouchon de bentonite en pastilles. L'espace annulaire du trou de forage a ensuite été rempli d'un coulis ciment-bentonite jusqu'en surface (22 litres d'eau pour un sac de ciment avec 3 % en poids de bentonite en poudre). En surface, les puits de CPV sont protégés par l'installation d'un tubage de PEHD muni d'un couvercle cadenassable en aluminium. L'aménagement des puits d'observation apparaît sur les journaux de sondages à l'annexe C.

Il est à noter que lorsque la profondeur du forage était supérieure à la position du fond du puits prévu, ou lorsque le roc était atteint pour l'installation d'un puits au till, un bouchon de bentonite en pastilles était mis en place afin d'imperméabiliser et d'obturer le dessous de la zone crépinée du puits.

Les puits d'observation ont été développés afin de restaurer la conductivité hydraulique naturelle de la formation et pour enlever les sédiments étrangers afin d'obtenir des échantillons d'eau les moins turbides possible. Le développement a été réalisé au moyen d'une pompe à inertie (Watterra) munie d'un piston à son extrémité, qui fut agité durant au moins 10 minutes. Par la suite, les puits ont été purgés des volumes d'eau injectés en cours de forage. Un volume d'eau au moins équivalent à celui absorbé par les unités stratigraphiques a été retiré des puits. L'eau de purge retirée fut rejetée dans le fossé de

surface le plus rapproché du puits pompé afin d'éviter le retour de l'eau de purge vers les puits de surface lorsque présents. Un tableau de compilation des volumes purgés est présenté à la fin de l'annexe C.

Les procédures d'aménagement des puits d'observation et de développement ont été conformes à celles préconisées dans le *Guide d'échantillonnage à des fins d'analyses environnementales – Cahier 3 – Échantillonnage des eaux souterraines* (MENV, 1994).

### **2.2.5 Relevé piézométrique**

Un relevé piézométrique des 27 puits installés dans la zone d'implantation du futur bioréacteur et dans le secteur adjacent à l'ouest, ainsi que des 35 puits existants sur le terrain du LET actuel et du LES d'Intersan et des 19 puits existants à l'extérieur des limites nord-est et sud-est du LES d'Intersan fut effectué le 12 novembre 2002. Ce relevé a permis 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. En raison d'une très faible perméabilité occasionnée par le peu de fractures interceptées lors du forage ou par des problèmes de mise en place des matériaux scellants (bentonite et coulis ciment-bentonite au-dessus de l'intervalle crépiné), le niveau d'eau relevé au puits d'observation S-7R a été jugé non représentatif. Celui-ci n'a donc pas été considéré lors de l'établissement de la piézométrie de l'aquifère du roc.

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 tubage de CPV (50 mm) du puits. Les données du relevé piézométrique du 12 novembre 2002 sont présentées par secteurs aux tableaux 2A à 2D. Le tableau 2E présente tous les niveaux d'eau de surface relevés au cours de ce même relevé piézométrique.

### **2.2.6 Échantillonnage des eaux souterraines**

Une première campagne d'échantillonnage de l'eau a été effectuée du 14 au 19 décembre 2001 et du 9 au 11 janvier 2002. Durant ces travaux, 23 puits d'observation

furent échantillonnés. De plus, deux duplicata de terrains furent prélevés pour fins de contrôle de qualité.

Deux autres campagnes d'échantillonnage de l'eau furent réalisées sur un nombre restreint de puits d'observation, soit en juillet et en septembre 2002.

Avant le prélèvement d'un échantillon d'eau souterraine, chaque puits fut vidangé d'au moins trois fois son volume d'eau à l'aide d'une pompe manuelle dédiée de type Waterra. Des mesures de la température, du pH et de la conductivité ont été effectuées lors de la purge et avant la prise des échantillons.

Les échantillons d'eau souterraine destinés à l'analyse des métaux et métalloïdes ont été filtrés sur le site durant l'échantillonnage. Les échantillons d'eau souterraine ont été transvidés directement dans les bouteilles appropriées fournies par le laboratoire d'analyse et munies des agents de conservation adéquats.

Tous les échantillons d'eau ont été placés dans des glacières et conservés à une température d'environ 4°C jusqu'à leur livraison au laboratoire analytique. Les procédures de prélèvement et de préservation des échantillons d'eau ont été conformes aux méthodes spécifiées au *Guide d'échantillonnage à des fins d'analyses environnementales – Cahier 1 – Généralités* (MENV, 1999a) et au *Guide d'échantillonnage à des fins d'analyses environnementales – Cahier 3 – Échantillonnage des eaux souterraines* (MENV, 1994).

### **2.2.7 Échantillonnage des eaux de surface**

Une première campagne d'échantillonnage de l'eau a été effectuée du 14 au 19 décembre 2001 et du 9 au 11 janvier 2002. Durant ces travaux, trois points d'eau de surface furent échantillonnés et un duplicata de terrains fut constitué pour fin de contrôle de qualité.

Les échantillons d'eau de surface furent prélevés directement dans les fossés à l'aide d'un contenant de 1 litre en plastique dédié au point d'échantillonnage. Son contenu fut par la suite transvidé dans les bouteilles d'échantillonnage préparées par le laboratoire d'analyses. Les échantillons d'eau de surface n'ont pas été filtrés pour les métaux. La

figure 5 illustre la localisation des trois points d'échantillonnage des eaux de surface, soit les stations ES-1, ES-2 et ES-3. Les stations identifiées ES-4, ES-5 et ES-6 n'ont servi qu'au relevé du niveau d'eau de surface présent dans les fossés de drainage.

Tous les échantillons d'eau ont été placés dans des glacières et conservés à une température d'environ 4°C jusqu'à leur livraison au laboratoire analytique. Les procédures de prélèvement et de préservation des échantillons d'eau ont été conformes aux méthodes spécifiées au *Guide d'échantillonnage à des fins d'analyses environnementales – Cahier 1 – Généralités* (MENV, 1999a).

### 2.2.8 Programme analytique et contrôle de qualité

Le programme analytique pour les échantillons d'eau souterraine et les échantillons d'eau de surface correspond à la liste de paramètres exigés dans le *Projet de Règlement sur l'élimination des matières résiduelles* (version modifiée en date du 24 juillet 2002). Cette dernière version du projet de règlement modifiait les listes de paramètres d'analyses chimiques de l'article 49 pour les eaux souterraines et de l'article 45 pour les eaux de surface.

Pour les eaux souterraines, ces paramètres sont:

- Coliformes fécaux;
- Azote ammoniacal;
- Alcalinité\*;
- Bore;
- Cadmium;
- Calcium\*;
- Chlorures;
- Chrome;
- Cyanures totaux;
- Magnésium\*;
- Manganèse;
- Mercure;
- Nickel;
- Potassium\*;
- Plomb;
- Zinc;
- Fer;
- Sodium\*;
- Sulfates totaux;
- Sulfures totaux;
- Nitrates et nitrites;

Les paramètres marqués d'un astérisque ont été incorporés à la liste par Intersan et ne font pas partie des paramètres listés au *Projet de Règlement sur l'élimination des matières résiduelles* (version modifiée en date du 24 juillet 2002).

Il est à noter que lors de la première campagne d'échantillonnage, soit avant la modification du *Projet de Règlement sur l'élimination des matières résiduelles*, une liste plus exhaustive de paramètres fut analysée. Ces résultats sont consignés aux certificats d'analyses du laboratoire, mais ne sont ni présentés, ni discutés dans le cadre de la présente étude. Cette note est également valable pour les paramètres des eaux de surface. Suite à la modification du *Projet de Règlement sur l'élimination des matières résiduelles* en juillet 2002, la liste des paramètres de contrôle pour les eaux de surface s'établissait comme suit:

- Coliformes fécaux;
- Azote ammoniacal;
- DBO<sub>5j</sub>;
- Matières en suspension;
- Composés phénoliques totaux  
(indice phénol 4-AAP);
- Zinc;
- pH.

Toutes les analyses furent effectuées par le laboratoire Maxxam Analytique Inc. (Maxxam), qui est accrédité par le MENV pour la réalisation de ce type d'analyses environnementales. En plus des duplicata de terrain prélevés par Golder, Maxxam a effectué son propre contrôle de qualité via des duplicata de laboratoire.

### **2.2.9 Essais de perméabilité**

Afin d'évaluer les caractéristiques hydrauliques des diverses formations géologiques, des essais de perméabilité à niveau ascendant ont été réalisés dans les puits d'observation. Au total, 14 essais de perméabilité in situ à charge ascendante ont été réalisés dans les

puits d'observation à raison de quatre (4) essais dans le sable, quatre (4) essais dans l'argile, un (1) essai dans le till et cinq (5) essais dans le roc.

Les essais dans le sable et l'argile ont été réalisés en abaissant le niveau statique dans le puits d'observation à l'aide de pompes dédiées de type Waterra et en mesurant la remontée à intervalles prédéterminés, avec une sonde électrique de mesure de niveau d'eau permettant une précision de 5 mm. Les essais réalisés dans le till et le roc ont été compilés à l'aide d'une sonde de pression combinée à un accumulateur de données (Levelogger™) procurant une meilleure précision pour la mesure de la remontée. Les résultats des essais ont été interprétés selon la méthode de Hvorslev (1951) ou Bouwer Rice (Bouwer, 1989) suivant la position du niveau d'eau dans l'intervalle de captage du puits. Les résultats de l'interprétation des essais de perméabilité sont présentés à l'annexe G.

#### **2.2.10 Relevé d'arpentage et nivellement**

Tous les nouveaux puits et sondages, quelques uns des puits existants ainsi que les points d'échantillonnage des eaux de surface 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 J.

#### **2.2.11 Inventaire des sources d'approvisionnement en eau**

Un inventaire des sources d'approvisionnement en eau a été réalisé dans la région immédiate de la zone d'implantation du futur bioréacteur de Sainte-Sophie. Dans un premier temps, l'inventaire des sources d'approvisionnement en eau souterraine (puits) fut réalisé à partir des informations recueillies dans l'*Annuaire des puits et forages* (internet) ainsi que d'entretiens téléphoniques avec des représentants des municipalités de Sainte-Sophie, Mirabel et Sainte-Anne-des-Plaines. Afin de valider et compléter les



informations obtenues lors de cette première étape et afin de faire l'inventaire des autres sources d'approvisionnement en eau (puits de surface, pointes filtrantes, étangs, etc.), l'inventaire a été complété par la visite de toutes les résidences du secteur retenu pour l'inventaire.

Tel que convenu avec Intersan, le secteur retenu pour l'inventaire comprenait:

- la 1<sup>ère</sup> Rue, la 2<sup>e</sup> Rue et la Montée Masson, qui font partie de la municipalité de Sainte-Sophie;
- le rang Trait Carré, la Montée Morel et le secteur résidentiel du domaine des Cyprès, qui font partie de la municipalité de Sainte-Anne-des-Plaines; et
- la Montée Lafrance, le Rang Ste-Marguerite et la Côte Saint-Pierre, localisés à l'intérieur des limites de Mirabel.

L'inventaire s'est déroulé du 15 au 25 novembre 2002. En premier lieu, Golder a contacté les représentants municipaux concernés pour les informer du déroulement de l'inventaire. Trois représentants de Golder ont visité toutes les résidences et établissements identifiés dans le secteur visé par l'inventaire. À chaque visite, une fiche d'inventaire a été remplie et les informations obtenues ont été compilées dans une banque de données. Chaque source d'approvisionnement a été localisée à l'aide d'un GPS. Un exemple de la fiche d'inventaire utilisée est présenté à l'annexe K-1. Afin de rejoindre le plus de résidents possible, les visites se sont déroulées sur 10 jours, incluant les fins de semaine et les soirées.

### **3.0 HYDROLOGIE**

#### **3.1 Hydrographie régionale**

Trois sous-bassins hydrographiques traversent la zone d'étude (figure 2) du projet de développement du futur bioréacteur de Sainte-Sophie. Le premier sous-bassin hydrographique est celui du ruisseau Vignault qui est localisé dans le coin nord-ouest de la zone d'étude d'impact. Ce dernier s'écoule vers le sud-ouest et fait partie d'un sous-bassin hydrographique du bassin versant de la rivière du Nord. Le ruisseau aux Castors constitue le deuxième sous-bassin. Celui-ci est localisé tout juste au nord de la zone d'implantation du futur bioréacteur de Sainte-Sophie et s'écoule vers le nord-est. Ce cours d'eau fait partie d'un sous-bassin hydrographique du bassin versant de la rivière l'Assomption. Le troisième sous-bassin hydrographique est constitué d'une multitude de fossés de drainage agricole et de ruisseaux situés au sud-est de la zone d'implantation du futur bioréacteur qui se drainent au sein du bassin versant de la rivière Mascouche.

#### **3.2 Drainage de surface**

Le cours d'eau le plus près de la zone d'implantation du futur bioréacteur de Sainte-Sophie est le ruisseau aux Castors localisé à environ 250 m de la limite nord de la zone d'implantation du futur bioréacteur. Dans cette même zone, l'écoulement des eaux de surface est contrôlé par les fossés de drainage qui entourent et sillonnent la zone d'implantation du futur bioréacteur (figure 5). Ces fossés se déchargent dans le fossé principal longeant la 1<sup>ère</sup> Rue, qui se décharge à son tour en direction nord-est dans le ruisseau aux Castors. Le ruisseau aux Castors 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.

#### **3.3 Qualité des eaux de surface**

Les résultats des analyses chimiques effectuées sur l'eau de surface sont présentés au tableau 3. La localisation des échantillons prélevés et identifiés ES-1, ES-2 et ES-3 apparaît sur la figure 5, alors que les certificats d'analyses sont consignés à l'annexe E. Les résultats ont été comparés aux valeurs limites maximales de l'article 45 du *Projet de*

*Règlement sur l'élimination des matières résiduelles (PREMR, modifié en date du 24 juillet 2002).*

Trois échantillons d'eau de surface ont été prélevés et analysés. Un premier échantillon (ES-1) est localisé en aval du réseau de drainage sillonnant la zone d'implantation du futur bioréacteur et le secteur adjacent à l'ouest dans le fossé principal de la 1<sup>ère</sup> Rue à la limite nord-est de la zone. Un deuxième échantillon (ES-2) est situé en amont, au sud-est du fossé de drainage périphérique de la zone d'implantation du futur bioréacteur. Le troisième échantillon (ES-3) est quant à lui localisé en amont d'un embranchement de fossé traversant la portion sud du secteur adjacent à l'ouest de la zone d'implantation du futur bioréacteur.

La majorité des paramètres analysés ont montré des concentrations inférieures aux valeurs limites maximales de l'article 45 du PREMR, sauf l'azote ammoniacal détecté à une concentration de 64 mg/L dans l'échantillon ES-2. La concentration de 8 mg/L en azote ammoniacal obtenue pour l'échantillon ES-1, localisé en aval hydraulique de la station d'échantillonnage ES-2, indique une atténuation de la concentration observée à la station ES-2. Il est à noter que la station d'échantillonnage ES-1 est représentative de la qualité des eaux de surface provenant à la fois de la zone d'implantation du futur bioréacteur et des secteurs situés plus à l'ouest de la zone.

### **3.4 Bilan hydrique**

L'équation du bilan hydrologique est la suivante:

$$P = R + E \pm \Delta S$$

où P = les précipitations;

R = l'écoulement;

E = l'évapotranspiration;

$\Delta S$  = variations de l'accumulation d'eau (humidité du sol, eau souterraine et de surface).

Lorsque le bilan hydrologique est étudié sur une longue période (quelques années) la valeur de  $\Delta S$  est négligeable. Simard (1978) présente une évaluation du bilan hydrologique de la région de Mirabel:

- Pour une précipitation de 1015 mm (valeur moyenne établie sur la période allant de 1974 à 1977);
- l'écoulement annuel moyen est de 545 mm, alors que de ce nombre 500 mm (49,3 % des précipitations) retournent aux rivières et au fleuve et 45 mm (4,4 % des précipitations) constituent la recharge des eaux souterraines; et
- l'évapotranspiration annuelle est de 470 mm (46,3 % des précipitations).

Simard mentionne que, pour la période de 1974 à 1977, la recharge des nappes se faisait principalement à la fonte des neiges et à l'automne où la remontée des niveaux piézométriques était la plus importante. Les données de Simard furent revalidées par Savard et al. (2002) à l'aide d'un modèle numérique qui a permis d'estimer le taux de recharge totale de l'aquifère régional du roc à 6 % de la précipitation moyenne annuelle pour la région, soit l'équivalent d'une lame d'eau de 65 mm. Cette valeur demeure du même ordre que celle de 45 mm évaluée antérieurement par Simard.

A l'échelle locale de la zone d'implantation du futur bioréacteur, l'aire de recharge de l'aquifère semi-captif du roc est constituée d'une bande de dépôts meubles de sable et alluvions reposant sur le roc à une profondeur de 0 à 6 m. Cette bande de dépôts meubles est localisée tout juste au nord-ouest de la 1<sup>ère</sup> Rue et présente une largeur de 100 à 200 m sur environ 700 m de longueur, alors que son axe longitudinal se situe à la hauteur de la 2<sup>e</sup> Rue (figure 3A).

## **4.0 GÉOLOGIE**

### **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 (figure 3A).

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) (figure 3B).

### **4.2 Unités stratigraphiques**

La séquence stratigraphique rencontrée dans la zone d'étude est illustrée sur six coupes stratigraphiques dont deux (A-A' et B-B') traversent le site du nord-ouest vers le sud-est. Quatre coupes traversent le site du sud-ouest vers le nord-est (C-C', D-D', E-E' et F-F'). Ces coupes sont localisées sur la figure 5 et sont présentées aux figures 6A, 6B et 6C.

L'élévation du sol de la zone d'implantation du futur bioréacteur et du secteur adjacent à l'ouest varie entre 73 m et 75 m. Reposant sur le roc situé à des profondeurs variant entre 3,8 et 17,5 m, les dépôts meubles sont constitués, du sommet vers la base, d'une couche de sable fin d'une épaisseur variant de 2,4 à 4,5 m, d'une couche d'argile silteuse d'une épaisseur variant de 1,1 à 13,6 m et d'une couche de till discontinue d'une épaisseur

variant de 0,2 à 7,7 m. En effet, la couche de till est parfois absente alors qu'on retrouve la couche argileuse reposant directement sur le socle rocheux.

De façon générale, l'épaisseur des dépôts meubles est minimale à 3,8 m (S-28R) dans le coin nord-ouest du secteur adjacent à l'ouest de la zone d'implantation du futur bioréacteur alors qu'elle s'accroît en direction sud-est pour atteindre une épaisseur maximale de 17,5 m (S-7R).

La stratigraphie du secteur est donc définie par quatre unités qui sont, du sommet vers la base:

1. le sable fin;
2. l'argile silteuse;
3. le till; et
4. le socle rocheux.

#### **4.2.1 Sable fin**

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. Cette couche est décrite comme étant un sable fin (unité 1) uniforme, brun à gris, avec des traces de silt à silteux (pourcentage passant le tamis 80  $\mu\text{m}$  variant de 7 à 22 %). La présence d'oxydation a parfois été notée en surface dans cette couche. Des analyses granulométriques effectuées sur cinq échantillons montrent une distribution uniforme, soit un coefficient d'uniformité compris entre 1,4 et 2,3. Les épaisseurs maximales de l'unité de sable à 4,5 m se retrouvent aux sondages S-10, dans le secteur centre de la zone d'implantation du futur bioréacteur, et S-23, dans le secteur sud à l'ouest de la zone. L'épaisseur minimale de l'unité de sable, à 2,4 m, se situe au sondage S-9, dans le secteur nord de la zone.

#### **4.2.2 Argile silteuse**

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 (unité 2). La formation argileuse est rencontrée autour de

l'élévation 71 m (entre 69,8 m et 71,9 m) sur une épaisseur très variable (de 2,3 m au nord-ouest à S-8 et de 13,6 m au sud-est à S-7). Le toit de la formation argileuse baisse en élévation de l'ouest vers l'est.

#### **4.2.3 Till**

Sous-jacent à la formation argileuse, la majorité des forages réalisés interceptent une formation de till glaciaire (unité 3) gris foncé. Ce till est de composition très variable, allant d'un gravier sablonneux à une argile avec un peu de silt et de gravier. Il est rencontré entre les élévations 60,5 et 69,2 m sur des épaisseurs très variables (entre 0,2 m et 7,7 m). De façon générale, le toit du till descend vers l'est, alors que cette unité est absente à l'ouest de la zone d'implantation du futur bioréacteur. Des épaisseurs maximales de till entre 4,7 et 7,7 m ont été rencontrées aux sondages S-8 et S-19 dans le secteur nord-ouest de la zone et au sondage S-12 dans le secteur sud-est de la zone. La couche de till est absente aux sondages S-20 et S-28 dans la portion nord-ouest et au sondage S-21 dans la portion sud-ouest du secteur à l'ouest de la zone, ainsi qu'au sondage S-7 dans le secteur sud-est de la zone.

#### **4.2.4 Socle rocheux**

En profondeur, dans la majorité des forages, le socle rocheux a été intercepté entre 3,8 m et 17,5 m de la surface du terrain, correspondant aux élévations géodésiques de 56,3 m à 70,8 m. La surface du socle rocheux présente une pente descendante de l'ouest vers l'est (près de 15 m de dénivellation sur l'étendue du site à l'étude incluant le secteur à l'ouest de la zone d'implantation du futur bioréacteur et cette même zone, soit environ 1 450 m, pour une pente d'environ 1 %). Une dépression locale du toit du roc est observée au coin nord-ouest de la zone (forage S-19), alors qu'un buton est présent dans la portion centrale au nord-ouest de la zone (S-9 (figure 6A)).

Les carottes de roc prélevé ont été décrites par un géologue comme étant une dolomie grise non altérée. Des zones de fracturation ont été observées, comme en témoignent les mesures de l'indice de qualité du roc (RQD) qui se situent généralement entre 30 et 7 %, soit une roche de qualité médiocre à moyenne.

## 5.0 HYDROGÉOLOGIE

### 5.1 Hydrogéologie régionale

La zone d'implantation du futur bioréacteur est dans la région couverte par l'étude hydrogéologique de la région de Mirabel du Service des eaux souterraines du ministère des Richesses Naturelles du Québec (Simard, 1978) ainsi que, plus récemment, par l'étude intitulée *Hydrogéologie régionale du système aquifère fracturé du sud-ouest du Québec* (Savard et al., 2002).

Le système aquifère régional est ici délimité au nord et nord-ouest par le Bouclier canadien et la rivière du Nord, à l'est par le bassin versant de la rivière Mascouche, au sud-ouest par la rivière des Outaouais et le lac des Deux-Montagnes, et au sud-est par la rivière des Milles-Îles. Les séquences d'argile et de silts marins forment l'aquitard régional. Des conditions de nappes captives caractérisent les aquifères rocheux et granulaires sous-jacents. La nappe en milieu fracturé est parfois artésienne. La recharge des aquifères rocheux provient surtout des hauts topographiques qui sont caractérisés par une mince couverture de till, sable ou alluvions sur les roches sédimentaires paléozoïques. Des conditions de nappe libre caractérisent ces aires de recharge. La recharge annuelle du système aquifère régional a été évaluée à  $75 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{an}$ . Ce taux équivaut à 6 % de la précipitation moyenne annuelle et à une lame d'eau uniforme de 62 mm. L'utilisation actuelle de l'eau souterraine par la population est équivalente à 18 % de la recharge annuelle des nappes ou l'équivalent de 11 mm de précipitations sur la superficie du système aquifère régional. La répartition de l'utilisation de l'eau souterraine est la suivante (Savard et al., 2002):

- consommation humaine: 41,5 % (26,5 % pour les aqueducs et 15 % pour les puits domestiques);
- exploitation de carrières: 37,4 %;
- activités agricoles: 17,1 %;
- embouteillage commercial: 3,4 % (l'embouteilleur commercial le plus près se trouve dans la municipalité de Mirabel à environ 15 km à l'ouest de la zone d'implantation du futur bioréacteur de Sainte-Sophie);
- irrigation des golfs: 0,6 %



Les meilleurs aquifères de cette région se retrouvent principalement dans les roches sédimentaires cambro-ordoviciennes et dans des dépôts de sables et graviers. De fait, la principale ressource exploitable en eau souterraine se retrouve dans les roches sédimentaires fracturées, particulièrement à l'interface du roc et des dépôts granulaires sus-jacents et jusqu'à une profondeur de 100 m dans la séquence rocheuse. Les secteurs où l'eau souterraine est de meilleure qualité sont ceux de Saint-Hermas, Rivière-du-Nord et de Lachute/St-Janvier. Les secteurs des Collines d'Oka et de Grenville/Chatham ont une qualité d'eau souterraine moyenne, alors que les secteurs de Sainte-Anne-des-Plaines, Ste-Thérèse et de St-Benoit/St-Joseph ont une qualité inférieure (Savard et al., 2002).

Les roches carbonatées (dolomie et calcaire) ont une transmissivité minimale à maximale de respectivement  $1 \times 10^{-10}$  à  $1 \times 10^{-3}$  m<sup>2</sup>/s, pour une moyenne géométrique de  $1,5 \times 10^{-6}$  m<sup>2</sup>/s. Les dolomies peuvent présenter des transmissivités de  $2,4 \times 10^{-4}$  à  $2,2 \times 10^{-2}$  m<sup>2</sup>/s et des coefficients d'emmagasinement de  $8 \times 10^{-5}$  à  $7 \times 10^{-3}$ . Plus spécifiquement, l'unité de roc sous-jacente à la zone d'implantation du futur bioréacteur, composée de roches dolomitiques ordoviciennes de la formation Thérèse du groupe de Beekmantown, montre une transmissivité moyenne estimée à  $3,4 \times 10^{-3}$  m<sup>2</sup>/s (Savard et al., 2002).

On distingue deux types de perméabilité dans l'unité rocheuse soit celle provenant d'une altération bien développée qui origine de la décomposition de la roche par les agents météoriques lors des périodes postérieures à sa genèse, et celle provenant du roc fracturé. La conductivité hydraulique de l'unité rocheuse altérée d'une épaisseur moyenne de 3,0 m est de l'ordre de  $2,6 \times 10^{-1}$  cm/s, alors que la conductivité hydraulique du roc fracturé est de l'ordre de  $5,8 \times 10^{-3}$  cm/s (Simard, 1978). La conductivité hydraulique moyenne des dolomies de la formation Thérèse est évaluée à  $1,4 \times 10^{-2}$  cm/s, alors que celle des dolomies de la formation de Beauharnois, faisant également partie du groupe de Beekmantown, est évaluée à  $5 \times 10^{-3}$  cm/s (Savard et al., 2002).

L'écoulement souterrain régional, contrôlé par le roc qui constitue le milieu aquifère, se fait principalement vers le sud et le sud-est, soit en direction du lac des Deux-Montagnes et de la rivière des Milles-Îles (Simard, 1978). L'écoulement de l'eau souterraine en milieu de roc fracturé s'effectue à une vitesse moyenne approximative de 150 m/an (Savard et al., 2002).

## 5.2 Unités hydrostratigraphiques

À l'endroit de la zone d'implantation du futur bioréacteur, on distingue quatre unités hydrostratigraphiques qui sont définies comme suit, du sommet vers la base:

N° d'unité	Description	Type
1 -	Sable fin	Aquifère en nappe libre
2 -	Argile silteuse	Aquitard
3 -	Till / Sable (3a)	Aquitard ou aquifère en nappe semi-captive
4 -	Roc (dolomie)	Aquifère en nappe semi-captive

Le système hydrogéologique se compose donc de deux zones aquifères, dont un aquifère en nappe libre en surface et un aquifère en nappe semi-captive dans le roc, entre lesquels viennent s'intercaler un aquitard composé d'une unité d'argile silteuse et une unité de till, tantôt à matrice argileuse qui agira comme un aquitard, tantôt à matrice sablonneuse qui agira comme un aquifère semi-captif. Dans la zone d'implantation du futur bioréacteur, aucun lien hydraulique n'existe entre l'aquifère de sable fin en nappe libre et l'aquifère semi-captif du roc.

## 5.3 Propriétés hydrauliques

Les tableaux 2A à 2D présentent les résultats des essais de perméabilité qui ont été effectués dans certains puits d'observation installés au cours de la présente étude. L'interprétation des essais in situ de perméabilité a été effectuée selon la méthode de Bouwer Rice (1976) qui est plus appropriée en condition de nappe libre dans le cas des intervalles de captage de puits d'observation positionnés au niveau du sable et de l'argile. L'avantage de la méthode de Bouwer Rice est qu'elle permet de tenir compte, dans le cas de lanterne de sable partiellement saturée, de l'effet de drainage se produisant dans le sable de la lanterne au cours de l'essai. Pour ce qui est des puits dont les intervalles de captage sont positionnés dans le till et le roc, la méthode de Hvorslev (1951) a été utilisée en raison des conditions de nappe captives prévalant à ces endroits. Les graphiques d'interprétation des essais sont fournis à l'annexe G.

### 5.3.1 Sable fin (unité 1)

Les essais de perméabilité indiquent que l'unité de sable de surface (unité 1), telle que caractérisée dans les puits d'observation S-6S, S-22S, S-23S et S-29S, présente une conductivité hydraulique variant de  $1,5 \times 10^{-3}$  cm/s à  $7,1 \times 10^{-3}$  cm/s, pour une moyenne géométrique de  $3,1 \times 10^{-3}$  cm/s. En considérant une épaisseur moyenne saturée de sable de 2,6 m, la transmissivité moyenne de cette unité hydrostratigraphique est évaluée à  $7 \text{ m}^2/\text{j}$ .

Les conductivités hydrauliques sont du même ordre que les valeurs retrouvées dans les études antérieures, soit une conductivité hydraulique de l'ordre de  $1,0 \times 10^{-3}$  cm/s.

### 5.3.2 Argile silteuse (unité 2)

La conductivité hydraulique de l'argile silteuse (unité 2) mesurée dans deux puits d'observation installés dans la zone d'implantation du futur bioréacteur (S-9A et S-12A) indique des valeurs de  $1,5 \times 10^{-5}$  cm/s et de  $3,4 \times 10^{-5}$  cm/s, pour une moyenne géométrique de  $2,3 \times 10^{-5}$  cm/s. Alors que la conductivité hydraulique mesurée dans les puits d'observation S-23A et S-25A, localisés dans le secteur à l'ouest de la zone, indique des valeurs de  $3,6 \times 10^{-7}$  cm/s et  $1,4 \times 10^{-7}$  cm/s, pour une moyenne géométrique de  $2,2 \times 10^{-7}$  cm/s.

Les études antérieures présentent très peu de valeurs de conductivité hydraulique obtenues au moyen d'essais de perméabilité in situ. Dans son étude de juin 1981, Hydrogéo Canada Inc. rapportait une valeur de conductivité hydraulique de  $3 \times 10^{-6}$  cm/s dans l'argile. Ce résultat n'est toutefois pas représentatif puisque la lanterne de sable de l'installation piézométrique semble incorporer une partie du socle rocheux sous-jacent à l'argile. Pour ce qui est des études produites par Foratek Inc., un seul essai de perméabilité in situ fut rapporté (Foratek, 1991), alors qu'une conductivité hydraulique de  $1,6 \times 10^{-7}$  cm/s était mesurée. Par ailleurs, les essais de perméabilité en laboratoire effectués antérieurement (Foratek, 1990) indiquaient des valeurs comprises entre  $1,0 \times 10^{-7}$  et  $8,2 \times 10^{-8}$  cm/s.

La présente étude indique que l'argile possède des conductivités hydrauliques variables selon les secteurs, alors que les valeurs obtenues, inférieures à  $5 \times 10^{-5}$  cm/s, pourraient

être indicatrices d'une micro-fissuration ou d'un pourcentage de silt et sable plus élevé au niveau de l'argile en place. Toutefois, aucune de ces observations n'a été confirmée par les observations visuelles des échantillons ou par les résultats d'analyses granulométriques en laboratoire.

### 5.3.3 Till (unité 3)

La conductivité hydraulique du till (unité 3) mesurée dans le puits d'observation S-12T, installé du côté est de la zone d'implantation du futur bioréacteur, est de  $2,5 \times 10^{-2}$  cm/s. Cette valeur est plus représentative d'un till à matrice sablonneuse et graveleuse.

### 5.3.4 Roc (unité 4)

Selon les essais de perméabilité effectués dans les puits d'observation S-21R, S-22R, S-24R et S-28R, l'unité de roc possède une conductivité hydraulique variant de  $7,9 \times 10^{-3}$  cm/s à  $3,6 \times 10^{-2}$  cm/s, pour une moyenne géométrique de  $1,8 \times 10^{-2}$  cm/s. Un essai de perméabilité fut réalisé au puits S-7R. Sa conductivité hydraulique, calculée à  $4 \times 10^{-7}$  cm/s, n'est pas représentative du roc fracturé en place. Il est à noter que des problèmes de construction ont été rencontrés lors de la mise en place de ce puits. La conductivité hydraulique moyenne du socle rocheux à  $1,8 \times 10^{-2}$  cm/s est en concordance avec la valeur moyenne régionale évaluée à  $1,4 \times 10^{-2}$  cm/s pour une roche dolomitique de la formation de Thérèse.

Un essai de pompage réalisé en 2000 au puits P-2 a été interprété et est inclus dans le cadre de la présente étude (annexe G). L'interprétation basée sur les six premières heures de l'essai, à un débit de 43 L/s au puits de pompage P-2, a indiqué une valeur de transmissivité moyenne de  $9,5 \times 10^{-3}$  m<sup>2</sup>/s pour les puits S-2 (PO-00-1), S-3 (P-6), P-9 et PZ-11 situés à limite nord-est de la zone d'implantation du futur bioréacteur et dans le secteur nord-ouest du LET actuel (figure 5). La moyenne du coefficient d'emmagasinement (S) est de l'ordre de  $1,3 \times 10^{-3}$ . La valeur de transmissivité dans le secteur de la zone d'implantation du futur bioréacteur est d'un demi-ordre de grandeur moins élevé que la valeur moyenne régionale évaluée à  $3,4 \times 10^{-3}$  m<sup>2</sup>/s pour une roche dolomitique de la formation de Thérèse. Toutefois, la valeur moyenne de  $9,5 \times 10^{-3}$  m<sup>2</sup>/s se situe à l'intérieur des valeurs minimale de  $2,4 \times 10^{-4}$  m<sup>2</sup>/s à maximale de  $2,2 \times 10^{-2}$  m<sup>2</sup>/s mesurées régionalement pour une dolomie. Il en est de même pour le

coefficient d'emmagasinement dont la valeur moyenne de  $1,3 \times 10^{-3}$  se retrouve à l'intérieur de l'intervalle régional mesuré de  $8 \times 10^{-5}$  à  $7 \times 10^{-3}$  (Savard et al., 2002).

#### **5.4 Écoulement des eaux souterraines**

Les niveaux d'eau mesurés en novembre 2002 dans tous les piézomètres et puits d'observation présents dans la zone d'implantation du futur bioréacteur, à l'ouest de la zone, ainsi que dans les secteurs du LET actuel et du LES d'Intersan, sont présentés aux tableaux 2A à 2D. Les piézométries sont ainsi basées sur les niveaux d'eau mesurés le 12 novembre 2002. L'interprétation de la piézométrie de la nappe libre de surface a également inclus les élévations des niveaux d'eau de surface observés dans les fossés sillonnant les secteurs précédemment énoncés. Ces mesures sont présentées au tableau 2E.

La figure 7A illustre l'écoulement des eaux souterraines dans la nappe libre de surface. Les figures 7B et 7C illustrent respectivement l'écoulement de la nappe semi-captive du roc en condition statique tel que mesuré en novembre 2002, et en conditions statiques anticipées de crues printanières.

##### **5.4.1 Sable fin (unité 1)**

Le patron d'écoulement de l'eau souterraine dans cette unité est illustré en plan à la figure 7A. L'écoulement de l'eau souterraine dans le secteur de la zone d'implantation du futur bioréacteur s'effectue principalement vers le nord. La nappe de surface est drainée par les fossés de drainage sillonnant la zone, et ce particulièrement le long de la 1<sup>ère</sup> Rue alors que les eaux souterraines font résurgence dans le fossé longeant le côté sud-est de cette même rue. Les eaux interceptées au niveau du fossé de drainage de la 1<sup>ère</sup> Rue s'écoulent en direction nord-est pour se décharger dans le ruisseau aux Castors.

Le gradient hydraulique horizontal calculé à partir du niveau d'eau souterraine mesuré au puits S-10S (73,05 m) en direction du nord jusqu'à un point de résurgence dans le fossé de la 1<sup>ère</sup> Rue (71,54 m) est d'environ 0,002 m/m. En considérant une conductivité hydraulique moyenne de  $3,1 \times 10^{-3}$  cm/s, une porosité effective estimée de 0,20 et un gradient de 0,002 m/m, il en résulte une vitesse d'écoulement de l'ordre de 10 m/an au niveau de la nappe libre de surface.

#### **5.4.2 Argile silteuse (unité 2)**

Les gradients verticaux estimés dans l'unité d'argile silteuse en novembre 2002 aux nids de puits S-9A/S-9R et S-12A/S-12T sont respectivement de l'ordre de 0,6 à 1 m/m vers le bas. Les coupes hydrogéologiques A-A' et C-C' (figure 8) illustrent la piézométrie selon deux sections typiques nord-ouest/sud-est et sud-ouest/nord-est. Les niveaux d'eau des puits d'observation montrent bien que le gradient hydraulique est vers le bas et s'accroît du nord-ouest vers le sud-est. En condition statique de crues printanières, le gradient hydraulique sera nul jusqu'à légèrement vers le haut (positif) dans la moitié nord-ouest de la zone d'implantation du futur bioréacteur, alors que dans la moitié sud-est de la zone, le gradient demeurera vers le bas, tout en diminuant de 1 à environ 0,8 m/m.

#### **5.4.3 Till (unité 3)**

Les gradients verticaux estimés en novembre 2002 aux nids de puits S-8T/S-8R et S-12T/S-12R dans l'unité de till sont respectivement de l'ordre de 0,02 m/m vers le haut (positif) dans la moitié nord-ouest de la zone d'implantation du futur bioréacteur, alors que dans la moitié sud-est de la zone le gradient vertical s'accroît à 0,3 m/m vers le bas. En période de crues printanières, les gradients verticaux dans la moitié nord-ouest s'accroîtront vers le haut, alors que ceux dans la moitié sud-est demeureront du même ordre.

#### **5.4.4 Roc (unité 4)**

L'écoulement de l'eau souterraine de la nappe semi-captive du roc s'effectue en direction est et sud-est (figure 7B), soit en concordance avec l'écoulement régional horizontal qui s'effectue en direction sud et sud-est vers la rivière des Milles-Îles (figure 4). En considérant un gradient hydraulique horizontal de 0,01 m/m mesuré en direction sud-est entre les puits S-28R et S-14R, une conductivité hydraulique moyenne de  $1,8 \times 10^{-2}$  cm/s pour la dolomie de la formation de Thérèse et une porosité effective de 0,05, la vitesse d'écoulement de l'eau souterraine est de l'ordre de 1135 m/an sous la zone d'implantation du futur bioréacteur. Toutefois, il est à noter que la vitesse d'écoulement diminuera de presque un ordre de grandeur compte tenu de son passage dans une autre formation du groupe de Beekmantown, soit celle de Beauharnois, dont le contact

géologique est situé à environ 500 m de la limite sud-est de la zone. En considérant une conductivité hydraulique moyenne de  $5 \times 10^{-3}$  cm/s pour une dolomie de la formation de Beauharnois, d'un gradient maximal régional de 0,006 et une porosité effective de 0,05, la vitesse d'écoulement de l'eau souterraine serait de l'ordre de 190 m/an, soit six fois moins élevée que la vitesse obtenue sous la zone d'implantation du futur bioréacteur, mais du même ordre que la vitesse moyenne régionale estimée à 150 m/an (Savard et al., 2002). Cet écart dans la vitesse d'écoulement en milieu fracturé s'explique donc par le changement de conductivité hydraulique d'une formation géologique (Thérèse) à une autre (Beauharnois) et également par un changement de gradient hydraulique passant d'une valeur plus élevée (0,01), dû à la proximité d'une aire de recharge importante (nord-ouest de la 1<sup>ère</sup> Rue), à une valeur maximale régionale plus faible (0,006).

Le débit d'écoulement naturel dans le roc, en direction du sud-est et sous-jacent à la zone d'implantation du futur bioréacteur, est estimé à 50 L/s. Ce débit d'écoulement ( $Q = TiL$ ) est obtenu en utilisant une transmissivité moyenne de  $9,5 \times 10^{-3}$  m<sup>2</sup>/s, un gradient horizontal de 0,01 m/m (calculé entre S-8R et S-14R) et une section de 525 m de largeur (largeur de la zone d'implantation du futur bioréacteur perpendiculairement à la direction d'écoulement).

Compte tenu de la présence d'une nappe semi-captive sous la couche d'argile silteuse et des niveaux d'eau relevés dans la moitié nord-ouest de la zone d'implantation du futur bioréacteur, des pressions hydrostatiques positives seront engendrées lors des travaux d'excavation sous cette couche. De fait, les pressions hydrostatiques calculées sous la couche argileuse ne doivent pas excéder la contrainte totale du poids des terres laissées en place. Dans le cas où les pressions hydrostatiques excéderaient la contrainte totale, il y aurait alors un phénomène de soulèvement des fonds d'excavation suivi d'importantes venues d'eau souterraine qui ne pourraient être contrôlées que par pompage de l'aquifère semi-confiné. Une carte piézométrique des niveaux d'eau anticipés en période de crues printanières fut établie à partir de données historiques des niveaux d'eau recueillis dans les secteurs du LET actuel et du LES d'Intersan (figure 7C). Cette carte a permis d'évaluer les élévations critiques des fonds des cellules d'enfouissement projetées (figure 9). Il est à noter que les élévations piézométriques en conditions de crues printanières devront être validées en 2003, soit avant le début de la construction des cellules d'enfouissement dans la zone d'implantation du futur bioréacteur.

## 5.5 Qualité des eaux souterraines

Les résultats des analyses chimiques effectuées sur l'eau souterraine de la nappe de surface et de la nappe profonde au roc sont présentés aux tableaux 4A et 5A, alors que les certificats d'analyses sont consignés à l'annexe E. À titre comparatif, les résultats ont été comparés aux valeurs limites de l'article 49 du *Projet de Règlement sur l'élimination des matières résiduelles* (PREMR, modifié en date du 24 juillet 2002). Les résultats des analyses chimiques ont également été représentés sous forme de diagrammes de Stiff (figure 10A et 10B) et Piper (annexe L).

La chimie des eaux souterraines est dominée par la présence de certains ions, appelés ions majeurs, plus abondants que d'autres dans les systèmes hydrogéologiques. Ce sont, dans un ordre non relié à leur abondance relative possible, le calcium, le magnésium, le potassium et le sodium pour les cations ainsi que les bicarbonates, les carbonates, les chlorures et les sulfates pour les anions. Toute étude géochimique des eaux souterraines commence par la caractérisation des ions majeurs (mesure des concentrations, expression en milliéquivalents (még), balance ionique, représentation graphique), ce qui conduit par la suite à la détermination du faciès chimique et à l'étude de l'évolution spatiale et temporelle de l'empreinte géochimique des eaux. L'interprétation des ions majeurs exprimés en még est pratique à réaliser en ayant recours à une représentation graphique appropriée. Les deux types de représentation graphique les plus pertinents et les plus pratiques pour la représentation des analyses et l'interprétation de leur évolution spatiotemporelle sont les diagrammes de Stiff et Piper.

Le diagramme de Piper est composé de deux triangles représentant la répartition des anions et celle des cations, respectivement, et d'un losange représentant la répartition synthétique des ions majeurs. Dans ce losange, le pôle haut correspond à 100 % de sulfate et chlorure et 100 % de calcium et magnésium, le pôle bas représentant 100 % de carbonate et bicarbonate et 100 % de sodium et potassium. Ainsi, dans ce diagramme, une eau bicarbonatée calcique serait située au pôle gauche du losange alors qu'une eau chlorurée sodique serait située au pôle droit. La superposition de plusieurs analyses sur un même diagramme permet de comparer leur empreinte géochimique (annexe L).

Le diagramme de Stiff présente les analyses de façon différente. Les cations présentés à gauche de l'axe vertical sont les ions sodium et potassium, le calcium et le magnésium.



Les anions, présentés à droite de l'axe, sont les chlorures, les bicarbonates, les carbonates et les sulfates. L'axe horizontal exprime les concentrations en méq/L. Un polygone est dessiné en reliant les points correspondant aux différentes concentrations. Pour une eau équilibrée, l'aire de la partie droite (anions) devrait égaler celle de la partie gauche (cations). Ce type d'analyse permet de présenter les analyses en séquence et les comparer entre elles (figures 10A et 10B).

Les résultats d'analyses chimiques obtenus des puits présents dans la zone d'implantation du futur bioréacteur furent également comparés aux valeurs de bruit de fond local déterminés à partir des résultats obtenus des puits présents à l'amont hydraulique, soit dans le secteur à l'ouest de la zone.

Les valeurs de bruit de fond des eaux souterraines de la nappe libre de surface sont présentées au tableau 4B et ont été établies en fonction des résultats analytiques de cinq puits d'observation localisés en amont hydraulique de la zone d'implantation du futur bioréacteur (S-20S, S-22S, S-23S, S-25S et S-27S). Les puits présents dans la zone d'implantation du futur bioréacteur ne furent pas jugés comme étant représentatifs du bruit fond local, compte tenu de la présence passée de bassins de disposition de boues de fosses septiques utilisés antérieurement à 1997. Pour chaque paramètre visé par l'article 49 du PREMR, la concentration la plus élevée mesurée parmi les trois campagnes d'échantillonnage (décembre 2001, juillet 2002 et septembre 2002) a été retenue comme valeur représentative du bruit de fond pour ce paramètre.

Les valeurs de bruit de fond des eaux souterraines de l'aquifère semi-captif du roc sont présentées au tableau 5B et ont été établies en fonction des résultats analytiques de cinq puits d'observation localisés en amont hydraulique de l'actuel LET et du LES de Sainte-Sophie (S-12R, S-14R, S-18R, S-22R et S-28R). Pour chaque paramètre visé par l'article 49 du PREMR, la concentration la plus élevée mesurée parmi les trois campagnes d'échantillonnage (décembre 2001, juillet 2002 et septembre 2002) a été retenue comme valeur représentative du bruit de fond pour ce paramètre.

### 5.5.1 Nappe libre de l'unité de sable fin en surface

Onze (11) puits d'observation installés au niveau de la nappe libre contenue dans les sables fins en surface ont été échantillonnés. Il s'agit de:

- 5 puits à l'ouest de la zone d'implantation du futur bioréacteur (S-20S, S-22, S-23S, S-25S et S-27S); et
- 6 puits dans la zone d'implantation du futur bioréacteur (S-6S, S-7S, S-10S (ECZ-1), S-12S, S-13S (ECZ-2) et S-29S).

Ces puits d'observation sont localisés sur la figure 10A où est représentée la qualité des eaux souterraines de la nappe libre de l'unité de sable fin en surface. D'abord, le contenu en anions et en cations de chaque échantillon est illustré sous la forme de diagramme de Stiff. De plus pour la campagne d'échantillonnage la plus tardive, soit celle de septembre 2002, les paramètres dont la concentration excède les valeurs limites de l'article 49 du PREMR apparaissent sur la même figure. Le diagramme de Piper présenté à l'annexe L illustre les domaines de qualité de l'eau souterraine.

En comparant les résultats obtenus lors des campagnes d'échantillonnage les plus tardives à chacun des puits échantillonnés aux valeurs limites du PREMR (tableau 4A), il est constaté que les valeurs sont en excès dans:

- 10 puits sur 11 pour le manganèse;
- 7 puits sur 11 pour le fer;
- 2 puits sur 11 pour les sulfures; et
- 1 puits sur 11 pour l'azote ammoniacal

L'excès ou non des valeurs limites de l'article 49 du PREMR ne peut donc être considéré représentatif de la qualité de l'eau souterraine car certains paramètres, comme le fer et le manganèse, sont présents naturellement dans l'eau souterraine de la nappe libre de l'unité de sable fin. En considérant le secteur à l'ouest de la zone d'implantation du futur bioréacteur comme représentatif des teneurs de fond, on observe alors des concentrations naturelles plus élevées que les valeurs maximales de l'article 49 du PREMR. Les teneurs de fond établies à partir des résultats du secteur à l'ouest de la zone d'implantation du futur bioréacteur indiquent que celle du fer et du manganèse sont de l'ordre de

respectivement 12 et 0,29 mg/L, alors que celles établies pour les sulfures et l'azote ammoniacal sont de l'ordre de respectivement 1 et 8,8 mg/L (tableau 4B). En comparant avec les teneurs de fond pour chacune des campagnes d'échantillonnages effectuées à chacun des puits situés dans la zone d'implantation du futur bioréacteur, il a été observé à au moins une des campagnes que:

- les puits S-6S et S-13S(ECZ-2) sont affectés en manganèse;
- le puits S-29S est affecté en nitrite et nitrate;
- le puits S-12S est affecté en fer; et
- les puits S-7S et S-13S(ECZ-2) sont affectés en azote ammoniacal.

Les diagrammes de Stiff indiquent que l'eau souterraine de la nappe libre aux puits S-13S et S-29S possède un contenu en anions et en cations relativement plus élevé que les autres puits. Dans l'ensemble, le diagramme de Piper indique une eau de qualité relativement homogène. En ce qui concerne les puits S-6S, S-12S, S-13S et S-29S, les anomalies dans la qualité de l'eau souterraine pourraient être dues à la présence des anciens bassins de disposition de boues. En ce qui a trait à la qualité de l'eau souterraine au puits S-7S, celle-ci pourrait être localement affectée par les activités au LES de Sainte-Sophie.

### **5.5.2 Nappe semi-captive du roc**

Douze (12) puits d'observation installés au niveau de la nappe d'eau semi-captive de l'aquifère du roc ont été échantillonnés. Les puits considérés sont les suivants:

- 5 puits à l'ouest de la zone d'implantation du futur bioréacteur (S-20R, S-21R, S22-R, S-24R et S-28R); et
- 7 puits dans la zone d'implantation du futur bioréacteur (PZ-10, S-8R, S-9R, S-11R, S-12R, S-14R et S-18R).

La qualité de l'eau souterraine de la nappe semi-captive du roc est illustrée à la figure 10B.

En comparant les résultats obtenus lors des campagnes d'échantillonnage les plus tardives à chacun des puits échantillonnés aux valeurs limites du PREMR (tableau 5A), il est constaté que les valeurs sont en excès dans:

- 5 puits sur 12 pour le fer;
- 3 puits sur 12 pour le manganèse
- 2 puits sur 12 pour l'azote ammoniacal; et
- 1 puits sur 12 pour les sulfures.

Comme dans le cas de la nappe de surface, la présence de plusieurs paramètres au-delà des valeurs limites du PREMR n'est pas nécessairement significative d'une eau souterraine affectée. Les teneurs de fond établies à partir des résultats du secteur à l'ouest de la zone d'implantation du futur bioréacteur indiquent que celles du fer et du manganèse sont de l'ordre de respectivement 2,5 et 0,24 mg/L, alors que celles établies pour les sulfures et l'azote ammoniacal sont de l'ordre de respectivement 0,15 et 2 mg/L (tableau 5B). En comparant avec les teneurs de fond, il est observé que:

- aucun des puits n'est significativement affecté en excès des teneurs de fond.

Les diagrammes de Stiff de la figure 10B et le diagramme de Piper présenté à l'annexe L indiquent que l'eau souterraine dans la nappe semi-captive du roc est de qualité comparable autant à l'ouest de la zone d'implantation du futur bioréacteur que sous cette même zone. L'eau souterraine n'est donc pas affectée en amont du LES de Sainte-Sophie, outre certains dépassements attribués aux teneurs de fond locales.

## **5.6 Résultats de l'inventaire des sources d'approvisionnement en eau**

### **5.6.1 Prises d'eau individuelles**

Un total de 254 résidences et/ou établissements ont été identifiés dans le secteur ciblé par l'inventaire. Ces résidences et/ou établissements sont alimentés par une ou plusieurs sources d'approvisionnement en eau et quelques résidences et/ou établissements sont alimentés par une source d'approvisionnement commune. Ces informations ont été notées dans la base de données. Parmi ces 254 résidences et/ou établissements, aucune information n'a pu être obtenue de 38 résidences et/ou établissements. Bien que

l'inventaire se soit déroulé sur plusieurs jours (incluant les fins de semaine) et à différentes heures de la journée (incluant les soirées), 25 résidences n'ont pu être visitées puisque les propriétaires et/ou locataires étaient toujours absents. Treize (13) résidents ont refusé de collaborer. Dans ces deux situations, aucune source d'approvisionnement en eau n'a pu être inventoriée ou localisée, mais nous avons considéré que ces résidences et/ou établissements étaient également alimentés par des puits.

Les sources d'approvisionnement en eau sont présentées aux tableaux de l'annexe K-2 et par type à la figure 13. Les différents types de sources d'approvisionnement en eau et le nombre inventorié par type sont:

Puits dans le roc:	142
Puits de surface:	31
Pointes filtrantes:	20
Étangs:	12
Sources inconnues:	20
Informations non disponibles:	38

En périphérie de la zone d'implantation du futur bioréacteur, les résidents s'alimentent en eau potable à l'aide de puits domestiques principalement installés dans l'unité du roc (142). La profondeur de ces puits varie de 9 à 137 m. Selon les informations obtenues des propriétaires, quelques puits seulement étaient terminés au contact de l'argile et du roc. Ces puits ont été inclus dans le type de source « puits dans le roc ». Le puits le plus près (GP003, figure 13) situé dans l'aquifère du roc est localisé le long de la 1<sup>ère</sup> Rue, à environ 70 m à l'ouest et en amont hydraulique de la zone d'implantation du futur bioréacteur. En aval hydraulique de cette même zone, les puits les plus près situés dans l'aquifère du roc sont ceux localisés le long du rang Trait Carré dans la municipalité de Sainte-Anne-des-Plaines.

Plusieurs résidences sont également alimentées par des puits de surface (31) ou des pointes filtrantes (20). Les puits de surface incluent tous les puits aménagés dans les dépôts meubles à faible profondeur. Leur diamètre varie de 0,150 m (6 pouces) à ± 1 m et leur profondeur varie de 2,4 à 10,6 m. Les puits de surface les plus près de la zone d'implantation du futur bioréacteur sont situés à plus de 1 km au nord-est (GP002, AT017 et AT018, figure 13). Ces puits ont un diamètre de 0,9 m (3 pieds) et sont aménagés à

faible profondeur dans le sable. Un petit réseau d'aqueduc privé qui alimente une dizaine de maisons est localisé en aval hydraulique de la zone d'implantation du futur bioréacteur à environ 1,6 km au sud-est de la zone d'implantation du futur bioréacteur. Ce réseau d'aqueduc est alimenté par deux bassins d'environ 1,2 m de profondeur (AT100, figure 13). Les résidences alimentées par des pointes filtrantes sont presque toutes localisées dans le domaine des Cyprès. Ce secteur résidentiel est localisé à environ 2,5 km à l'est de la zone d'implantation du futur bioréacteur (figure 13). Une zone humide est présente à proximité de ce secteur résidentiel, et vient s'intercaler entre ce même secteur et la zone du futur bioréacteur. Les pointes filtrantes ont habituellement un diamètre de 5 cm (2 pouces) et leur profondeur varie de 2,4 à 5,5 m. Il est à noter que ces types de puits (puits de surface et pointes filtrantes) ne sont pas répertoriés dans *l'Annuaire des puits et forages*.

Selon les informations obtenues de l'Annuaire, le niveau statique de l'eau souterraine dans les puits varie de 0,3 à 33,5 m par rapport au terrain naturel, avec une majorité de niveaux entre 1,5 et 13,7 m de profondeur. La moyenne des débits mesurés dans les puits, lors de leur installation, était de 103 L/min. Ces données s'appliquent principalement aux puits dans le roc. Ces informations n'ont pas été validées lors de la visite des résidences et/ou établissements.

Une douzaine d'étangs ont été relevés au cours de l'inventaire des sources d'approvisionnement en eau. Ces étangs servent à l'irrigation ou à l'abreuvement des animaux dans le cas de certaines exploitations agricoles. La plupart de ces étangs sont localisés en aval hydraulique à la limite du secteur boisé et des terres agricoles, soit à une distance de 1,3 à 2,4 km au sud-est de la zone d'implantation du futur bioréacteur et sont utilisés par les producteurs agricoles du rang du Trait-Carré (figure 13).

Plusieurs propriétaires et/ou locataires des résidences et/ou établissements visités n'avaient aucunes informations sur les caractéristiques particulières à leur puits. Lorsque les informations obtenues ne nous permettaient pas de déduire le type de source d'approvisionnement en eau, le type « source inconnue » a été assigné. Le type de source d'approvisionnement n'a donc pu être déterminé à 20 endroits.

Plusieurs puits et/ou forages tirés de *l'Annuaire des puits et forages* apparaissent aussi sur la figure 13. Dans ce type de référence, il est à noter que les coordonnées tirées de

l'annuaire sont parfois imprécises et par conséquent, la localisation des puits et forages sur la carte peut être inexacte. Dans plusieurs cas, il peut également s'agir de forages qui n'ont jamais été utilisés comme puits. En raison de l'imprécision des coordonnées des puits et forages dans l'annuaire, les puits et forages qui étaient localisés à l'intérieur d'un rayon de 150 m des puits inventoriés n'apparaissent pas sur la figure 13. Ceux-ci sont toutefois répertoriés à l'annexe K-2.

### **5.6.2 Prises d'eau municipales**

Trois municipalités sont présentes à l'intérieur de la zone d'étude d'impact, soit les municipalités de Sainte-Sophie, Mirabel et Sainte-Anne-des-Plaines.

La municipalité de Sainte-Sophie puise son eau dans la rivière l'Achigan. La prise d'eau municipale se situe sur la Route 158, à proximité de l'usine de filtration localisée à environ 5,8 km au nord-est de la zone d'implantation du futur bioréacteur. Cette prise d'eau de surface située dans la rivière l'Achigan est aussi localisée à environ 1,5 km en amont de l'embouchure de la rivière Jourdain qui est l'effluent du ruisseau aux Castors. Aucune autre prise d'eau de surface n'a été identifiée en aval de l'embouchure de la rivière Jourdain au niveau de la rivière l'Achigan, et ce dans la municipalité voisine de St-Lin qui s'approvisionne en eau potable à partir de puits dans le roc.

Le réseau d'aqueduc de la municipalité de Sainte-Anne-des-Plaines est alimenté par six puits installés au roc (figure 13). Le puits (P3/90) le plus près de la zone d'implantation du futur bioréacteur est localisé sur la Montée Barette à environ 4,5 km vers le sud-est, soit en aval hydraulique de cette même zone. Le pénitencier fédéral de Sainte-Anne-des-Plaines est également alimenté par deux puits aménagés dans le roc. Ces deux puits (W1 et W2) sont localisés à environ 4,4 km au sud-est et en aval hydraulique de la zone d'implantation du futur bioréacteur.

La municipalité de Mirabel dont fait partie le village de St-Janvier constitue une agglomération voisine se situant au sud-ouest de la zone d'implantation du futur bioréacteur. Le réseau d'aqueduc de St-Janvier se prolonge sur le Rang Sainte-Marguerite jusqu'à la Montée Gascon. Un puits dans le roc qui alimente cette partie du réseau d'aqueduc est localisé tout près du chemin des Pins à environ 3,3 km au

sud-ouest et en amont hydraulique de la zone d'implantation du futur bioréacteur (figure 13).

## **5.7 Classification des eaux souterraines**

### **5.7.1 Contexte hydrogéologique**

La ressource en eau souterraine utilisée dans le secteur pour l'approvisionnement en eau potable des résidents provient majoritairement de l'aquifère du roc.

Sous la zone d'implantation du futur bioréacteur, la continuité de la couche argileuse fait en sorte de limiter les liens hydrauliques entre la nappe aquifère contenue dans l'horizon de sable superficiel et l'aquifère sous-jacent du roc. La géologie régionale (figure 3A) indique toutefois que la couche argileuse est absente au nord-ouest de la 1<sup>ère</sup> Rue ainsi qu'à l'ouest de la Montée Lafrance. Ce secteur constitue une zone de recharge préférentielle pour la réalimentation de la nappe aquifère du roc (figure 11).

### **5.7.2 Classification des eaux souterraines**

Le système hydrogéologique se compose donc de deux zones aquifères, dont un aquifère en nappe libre au niveau de l'horizon superficiel de sable et un aquifère en nappe semi-captive dans le roc, entre lesquels viennent s'intercaler un aquitard composé d'argile silteuse et de till. Le till peut également, selon sa composition, constituer un aquifère semi-confiné.

- **Sable fin (unité 1)**

D'après les sondages réalisés dans le sable, l'épaisseur saturée moyenne de cette unité est de 2,6 m, alors que sa conductivité hydraulique moyenne, estimée à partir des essais de perméabilité in situ, est de l'ordre de  $3,1 \times 10^{-3}$  cm/s. Compte tenu d'une transmissivité estimée à  $7 \text{ m}^2/\text{j}$ , que des puits de surface sont présents dans le secteur et que sa qualité indique des valeurs de conductivité inférieures à 1 000 uS/cm, cet aquifère est de classe II selon le *Guide de classification des eaux souterraines du Québec* (MENV, 1999b) puisqu'il constitue une source courante ou potentielle d'eau de consommation pour un usage domestique privé, mais toutefois insuffisant pour soutenir l'approvisionnement d'une collectivité.



- **Argile silteuse (unité 2)**

La formation argileuse qui constitue un aquitard est de classe III selon le Guide de classification du MENV puisque que sa transmissivité est inférieure à  $1 \text{ m}^2/\text{j}$ , et que celle-ci ne pourrait satisfaire adéquatement à un besoin domestique.

- **Till (unité 3)**

Cette unité qui constitue un aquitard peu parfois présenter une granulométrie sablonneuse avec présence de gravier. Cette unité est généralement de faible épaisseur (moins de 2 m) et même absente en certains endroits; celle-ci serait donc, dans la plupart de cas, considérée comme un aquifère de classe II puisque celui-ci ne pourrait soutenir l'approvisionnement d'une collectivité.

- **Roc (unité 4)**

Cette unité constituée de roches dolomitiques ordoviciennes du Beekmantown fait partie des aquifères les plus performants de la région, alors que sa transmissivité a été estimée à  $821 \text{ m}^2/\text{j}$  à partir d'un essai de pompage réalisé près de la limite nord-est de la zone d'implantation du futur bioréacteur. Elle est une source courante d'alimentation en eau pour des prises d'eau individuelles et municipales, et sa qualité indique des valeurs de conductivité inférieures à  $1000 \text{ uS/cm}$ . En considérant que la formation aquifère du roc sous la zone d'implantation du futur bioréacteur se situe dans l'aire d'alimentation d'ouvrages de captage collectif (puits P3/90 de la municipalité de Sainte-des-Plaines et puits du pénitencier fédéral de Sainte-Anne-des-Plaines, TechnoRem 2002), cette portion d'aquifère constitue un aquifère de classe I selon le Guide de classification du MENV.

## 6.0 ÉVALUATION DE LA RESSOURCE EN EAU SOUTERRAINE

Cette section discute de la vulnérabilité des eaux souterraines ainsi que des liens hydrauliques avec les milieux récepteurs.

### 6.1 Vulnérabilité des eaux souterraines

Les eaux souterraines sont considérées vulnérables lorsqu'un contaminant donné peut pénétrer et être transporté au sein de leur régime d'écoulement. Dans la zone d'implantation du futur bioréacteur, la vulnérabilité des eaux souterraines a été évaluée pour les cas suivants:

- aquifère en nappe libre dans l'unité de sable fin superficiel; et
- aquifère semi-captif du roc.

La vulnérabilité des eaux souterraines, dans chacun des cas, a été évaluée par la méthode DRASTIC. L'approche DRASTIC se veut une méthode standardisée pour évaluer le degré de vulnérabilité d'un gîte aquifère face aux contaminants de surface. Cette méthode a été développée par le *National Water Well Association* pour l'*Environmental Protection Agency* (EPA) aux États-Unis.

Selon les analyses effectuées à ce jour, la méthode DRASTIC s'avère être l'une des meilleures méthodes d'évaluation de la vulnérabilité faisant appel à un système de cotation numérique. L'indice DRASTIC est calculé à partir des caractéristiques hydrogéologiques du gîte aquifère, soit:

- profondeur de l'eau;
- recharge annuelle;
- milieu aquifère;
- type de sol;
- pente de terrain;
- impact de la zone vadose;
- conductivité hydraulique.

Il est important de souligner que cette méthode n'a pas été conçue pour évaluer de façon précise et absolue la vulnérabilité. Elle vise essentiellement à offrir une approximation de la vulnérabilité à partir d'un minimum de données. Pour certains paramètres, il est

difficile d'obtenir une valeur précise et l'influence de ces paramètres sur l'indice DRASTIC calculé peut être considérable.

Les fiches de calcul des indices DRASTIC, pour chacun des deux cas énoncés, sont présentées à l'annexe I.

### **6.1.1 Cas de l'aquifère en nappe libre dans l'unité de sable fin superficiel**

Dans ce cas, la cote des paramètres DRASTIC a été évaluée comme suit:

- profondeur de l'eau: en moyenne à environ 1 m (cote: 10);
- recharge annuelle: supérieure à 25 cm (cote: 9);
- milieu aquifère: sable fin (cote: 8);
- type de sol: sable (cote: 9);
- topographie: terrain relativement plat, pente de 0 à 2 % (cote: 10);
- impact de la zone vadose: la portion non saturée au-dessus du niveau d'eau est constituée de sable (cote: 8); et
- conductivité hydraulique: moyenne géométrique de 2,7 m/j (cote: 1).

En utilisant les poids correspondant à chacun des paramètres, l'indice DRASTIC totalise dans le présent cas une valeur de 181 ou 78 %, soit un degré de vulnérabilité très élevé. Cet indice de vulnérabilité est donc applicable à l'ensemble de la zone d'implantation du futur bioréacteur puisque l'aquifère y est présent sur toute sa superficie. Le type d'aménagement proposé pour le futur bioréacteur devra donc tenir compte de cette vulnérabilité afin que le potentiel d'impact hors site devienne négligeable.

### **6.1.2 Cas de l'aquifère en nappe semi-captive dans le roc**

Dans ce cas, la cote des paramètres DRASTIC a été évaluée comme suit:

- Profondeur de l'eau: compte que l'aquifère est considéré semi-captif, la profondeur de l'eau correspondra à la profondeur minimale de la base de la couche argileuse et la profondeur maximale du niveau d'eau au niveau de l'aquifère du roc, soit respectivement 3,7 à 15 m (cote: 7);

- Recharge annuelle: 5,4 cm (moyenne de 4,5 cm selon l'étude hydrogéologique de la région de Mirabel (Simard,1978) et 6,2 cm selon l'étude hydrogéologique régionale du système fracturé du sud-ouest du Québec (Savard et al., 2002) (cote: 2);
- Milieu aquifère: dolomie fracturée (cote: 9);
- Type de sol: sable (cote: 9);
- Topographie: terrain relativement plat, pente de 0 à 2 % (cote: 10);
- Impact de la zone vadose: couche d'argile silteuse de 1 à 13,6 m d'épaisseur (cote: 3); et
- Conductivité hydraulique: moyenne géométrique du roc dolomitique 15,6 m/j (cote: 4).

En utilisant les poids correspondant à chacun des paramètres, l'indice DRASTIC totalise, dans le présent cas, une valeur de 125 ou 50 %, soit un degré de vulnérabilité moyen. Cet indice de vulnérabilité est donc applicable à l'ensemble de la zone d'implantation du futur bioréacteur puisque l'aquifère y est présent sur toute sa superficie, de même que la couche argileuse.

Il est à noter que, dans le cas où la couche argileuse est absente, l'indice DRASTIC correspondant à ce secteur devient alors équivalent à l'indice DRASTIC calculé dans le cas de l'aquifère en nappe libre dans l'unité de sable superficiel, soit un indice de vulnérabilité très élevé. C'est notamment le cas pour les secteurs situés au nord-ouest de la 1<sup>ère</sup> Rue et au sud-ouest de la Montée Lafrance (figure 3A).

## **6.2 Détermination des liens hydrauliques avec les milieux récepteurs**

Dans une approche préventive de protection des eaux souterraines face à une activité pouvant potentiellement affecter la ressource, la recherche des liens hydrauliques avec les milieux récepteurs doit être réalisée afin de déterminer les points d'impact environnemental.

Tous les récepteurs ne sont pas des lieux de résurgence de l'eau souterraine et leur exposition varie en fonction de la distance par rapport au site et en fonction de leur localisation selon la direction d'écoulement des eaux souterraines. La piézométrie permet d'établir la zone influencée par l'eau souterraine provenant du site ainsi que les positions

hydrauliques des récepteurs, et les points d'impact potentiels par rapport à l'écoulement de l'eau souterraine dans les zones aquifères de l'horizon superficiel de sable et du roc.

Ainsi, en conditions d'opération, l'écoulement des eaux souterraines de la nappe de surface en périphérie de la zone d'implantation du futur bioréacteur ne sera pas modifié, alors que celui-ci sera contrôlé par le fossé périphérique ceinturant cette même zone. Ce fossé est à toute fin pratique le fossé existant qui longe la limite nord-ouest / sud-ouest de la zone d'implantation du futur bioréacteur pour se déverser dans le fossé principale de la 1<sup>ière</sup> Rue jusqu'au ruisseau des Castors. Tous les récepteurs localisés en périphérie de la zone d'implantation du futur bioréacteur au niveau de la nappe libre de surface sont considérés susceptibles d'être des points d'impact. Ces récepteurs potentiels sont les suivants (figure 13):

- le fossé principal longeant la 1<sup>ère</sup> Rue; et
- le ruisseau aux Castors.

Au niveau de l'aquifère semi-captif du roc, les eaux souterraines s'écoulent vers le sud-est. Ainsi tous les puits de captage localisés en aval hydraulique de la zone d'implantation du futur bioréacteur s'approvisionnant à partir de l'aquifère du roc constituent des récepteurs potentiels, car cette zone est située dans l'aire d'alimentation de ces puits. Plus spécifiquement, les récepteurs potentiels se décrivent comme suit (figure 13):

- les puits domestiques privés localisés de 3 à 4 km au sud-est de la zone d'implantation du futur bioréacteur, soit ceux présents le long du rang du Trait-Carré entre les puits identifiés AT-034 et AT-019;
- les puits privés (W1 et W2) desservant le pénitencier fédéral de Sainte-Anne-des-Plaines, localisés à environ 4,4 km au-sud-est de la zone d'implantation du futur bioréacteur; et
- un (P3/90) des six puits municipaux desservant la population de Sainte-Anne-des-Plaines, localisé à environ 4,5 km au sud-est de la zone d'implantation du futur bioréacteur.

En considérant la présence des récepteurs potentiels ci hauts énoncés, l'aménagement du futur bioréacteur devra être conçu de façon à ce qu'il n'y ait pas d'impact vers la nappe

du roc. Ce qui implique l'utilisation de la couche aquitard d'argile silteuse comme couche protectrice bonifiée par un système d'imperméabilisation à double membrane.

## 7.0 PROGRAMME DE CONTRÔLE DE LA QUALITÉ

L'AQ/CQ, pour l'échantillonnage de l'eau souterraine et des eaux de surface, a consisté en la collecte de deux duplicata de terrain pour l'eau souterraine et d'un duplicata de terrain pour l'eau de surface. Par ailleurs, le contrôle de la qualité du laboratoire a compris la réalisation de huit duplicata de laboratoire, chaque contrôle faisant l'objet d'un paramètre spécifique sélectionné parmi la liste complète des paramètres soumis pour analyse. Les résultats de ces contrôles sont présentés en parallèle avec les résultats des échantillons originaux dans les tableaux 3, 4 et 5.

Les duplicata de terrain, identifiés DUP-1 (S-7S) et DUP-2 (S-24R), effectués dans le cadre des contrôles sur les eaux souterraines ont indiqué un écart relatif moyen n'excédant pas 11 % sur l'ensemble des paramètres analysés entre les échantillons et leur duplicata. À noter que la présence de chrome dans le duplicata de S-24R est considérée comme une anomalie analytique, puisque dans tous les autres résultats se référant à l'eau souterraine de l'aquifère du roc, les analyses pour le chrome ont indiqué des résultats sous la limite de détection. En ce qui a trait aux duplicata de laboratoire, ceux-ci ont montré en général des écarts inférieurs à 1 %.

Au niveau du duplicata de terrain pour l'eau de surface identifié DUP-3 (ES-1), ce contrôle a indiqué un écart relatif moyen inférieur à 6 % sur l'ensemble des paramètres analysés entre l'échantillon original et son duplicata. Un duplicata de laboratoire effectué sur le même échantillon a indiqué des valeurs identiques pour le paramètre ciblé.

Les bilans ioniques, présentés à l'annexe L, ont également permis de vérifier la validité des résultats analytiques au niveau des eaux souterraines. En ce qui a trait à l'eau souterraine de l'aquifère de sable, les bilans ioniques ont montré un pourcentage d'écart relatif moyen de 11,3 %. Un pourcentage d'écart de cet ordre s'explique par le fait que, seuls les ions majeurs ont été considérés dans les calculs de bilan ionique, et aussi par une imprécision au niveau des résultats analytiques de l'alcalinité, des bicarbonates et des carbonates. Toutefois un résultat obtenu au puits S-10S a montré un pourcentage d'écart de 53 % dénotant une erreur probable au niveau analytique. En ce qui concerne l'eau souterraine de l'aquifère du roc, les bilans ioniques ont montré un pourcentage d'écart relatif moyen de 10,8 %. Un résultat obtenu au puits S-7R a montré un pourcentage d'écart de 54 %. Dans ce cas, il est possible que des problèmes de construction à ce puits

aient influencé les résultats analytiques. Les résultats des échantillons d'eau provenant des puits S-10S et S-7R n'ont donc pas été considérés dans l'interprétation des résultats analytiques.



## 8.0 CONCEPT D'AMÉNAGEMENT DU FUTUR BIORÉACTEUR DE SAINTE-SOPHIE

Cette section présente le concept d'aménagement du futur bioréacteur en regard des dispositions réglementaires concernant les conditions géologiques et hydrogéologiques du site qui sont contenues dans le *Projet de Règlement sur l'élimination des matières résiduelles* (modifié en date du 24 juillet 2002) à la section 2 du chapitre II et qui traite de l'aménagement.

En regard des conditions géologiques et hydrogéologiques, la zone d'implantation du futur bioréacteur pourra être aménagée selon les grands principes de conception suivants (figure 12):

- le concept d'aménagement projeté respecte l'article 11 du PREMR car la zone d'implantation du futur bioréacteur est située à plus de 1 km de toute prise d'eau municipale ou d'un réseau privé;
- le concept d'aménagement respecte l'article 14 du PREMR car la nappe libre de sable fin a un faible potentiel d'exploitation (transmissivité de  $7 \text{ m}^2/\text{j}$ ) et ne pourrait soutenir qu'un très faible débit d'exploitation (au plus  $10 \text{ m}^3/\text{j}$ );
- le concept d'aménagement devra comprendre l'installation d'un système d'imperméabilisation à double niveau sur l'assise argileuse, compte tenu que l'argile silteuse qui constitue l'assise du futur bioréacteur possède en certains endroits une épaisseur inférieure à 6 m et une conductivité hydraulique supérieure à la valeur de  $1 \times 10^{-6} \text{ cm/s}$  mentionnée à l'article 18 du PREMR;
- afin d'éviter tout drainage et pompage de la nappe aquifère de sable, une barrière étanche périphérique devra être installée avant le début des travaux d'excavation ce qui permettra d'isoler la nappe libre de surface contre tout rabattement du niveau d'eau dû à l'effet de drainage créé par les travaux d'excavation, et ce en respect de l'article 20; et
- le concept d'aménagement nécessitera une excavation peu profonde dans l'argile silteuse compte tenu que la couche argileuse doit être suffisamment épaisse pour contrebalancer les pressions hydrostatiques générées à la base de cette même couche et prévenir ainsi tout problème de soulèvement de l'assise argileuse.

Au cours des travaux de construction, la mise en place d'une barrière étanche périphérique de type sol-bentonite évitera tout travaux de pompage ou drainage d'excavation au cours de son installation. Dès que la barrière étanche fermera le périmètre de la première phase d'exploitation du futur bioréacteur, les venues d'eau souterraine de la nappe de surface seront négligeables en comparaison de l'évacuation des eaux de précipitations et ruissellement. En ce qui concerne les venues d'eau souterraine qui proviendront des suintements de l'assise argileuse, environ  $0,012 \text{ m}^3/\text{j}/\text{m}^2$  de surface devront être évacuées, et ce en assumant une conductivité hydraulique moyenne de  $2,3 \times 10^{-5} \text{ cm/s}$ , un gradient maximal en période de crue de 0,6 et une argile silteuse intacte (sans fissuration) et d'épaisseur conforme à celles interprétées entre les sites de sondages. Il est à noter qu'en période d'étiage, les venues d'eau souterraine seront moindre alors que celles-ci seront de l'ordre de 50 % inférieures à celles prévues en période de crue, et ce sans compter les pertes par évaporation durant cette même période d'étiage. Dans le cadre d'un concept d'aménagement qui comprendra l'installation d'un système d'imperméabilisation à double niveau sur l'assise argileuse, il sera préférable de profiter des conditions d'étiage lors de la mise en place des géomembranes.

Pour une première phase d'exploitation estimée à  $132\,000 \text{ m}^2$  dans le secteur nord-ouest de la zone d'implantation du futur bioréacteur, les venues d'eau souterraine générées au niveau de l'assise seront respectivement, en période de crue et d'étiage, de l'ordre de 1 100 à 550 L/min, soit l'équivalent d'une précipitation journalière de 12 à 6 mm sur l'ensemble de la surface considérée. L'évacuation de ces venues d'eau souterraines n'aura aucune influence sur les niveaux de la nappe libre de surface car celle-ci sera isolée par un mur étanche de sol-bentonite. L'influence sur les niveaux d'eau de la nappe aquifère du roc sera temporaire et négligeable. Les venues d'eau souterraine provenant des suintements de l'assise argileuse seront sans cesse décroissantes à mesure que le développement des cellules s'effectuera vers le sud-est, alors que celles-ci seront à toute fin pratique nulles dans le secteur sud-est de la zone d'implantation du futur bioréacteur.

## **9.0 CONCLUSIONS**

### **9.1 Mandat et travaux réalisés**

Intersan a mandaté Golder pour réaliser une étude hydrogéologique 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.

Les travaux réalisés en 2001 et 2002 ont été projetés en respectant la directive du MENV demandant un nombre représentatif de sites de sondages, soit 18, en fonction de la superficie de la zone d'implantation du futur bioréacteur projetée à 65 ha. Dans cette même zone, les données de 28 sondages ont été utilisées.

### **9.2 Hydrologie**

Trois sous-bassins hydrographiques traversent la zone d'étude (figure 2) du projet de développement du futur bioréacteur de Sainte-Sophie. Outre le ruisseau Vignault (bassin versant de la rivière du Nord) et les activités de drainage agricole (bassin versant de la rivière Mascouche) au sud-est de la zone d'implantation du futur bioréacteur, le ruisseau aux Castors est le cours d'eau principal recevant les eaux de drainage de surface provenant de la zone d'implantation du futur bioréacteur. Le ruisseau aux Castors 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.

La qualité des eaux de surface échantillonnées à la station ES-1 (figure 5) en aval du réseau de drainage sillonnant la zone d'implantation du futur bioréacteur a montré des concentrations inférieures aux valeurs limites maximales de l'article 45 du PREMR.

### **9.3 Géologie**

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 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 (figure 3A). 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) (figure 3B).

La stratigraphie sous le secteur à l'ouest de la zone d'implantation du futur bioréacteur et sous cette même zone est donc définie par quatre unités qui sont, du sommet vers la base (figures 6A à 6C):

1. le sable fin d'une épaisseur variant de 2,4 à 4,5 m;
2. l'argile silteuse d'une épaisseur variant de 1,1 à 13,6 m;
3. le till d'une épaisseur variant de 0,2 à 7,7 m et discontinu par endroits; et
4. le socle rocheux à des profondeurs variant entre 3,8 et 17,5 m.

#### **9.4 Hydrogéologie**

Le système aquifère régional est constitué d'une nappe libre de surface présente dans les sables fins des hautes terrasses sous lesquels on retrouve des séquences d'argile et de silts marins qui forment un aquitard régional. Des conditions de nappes captives caractérisent les aquifères rocheux et granulaires sous-jacents à cet aquitard régional. La nappe en milieu fracturé est parfois artésienne. La recharge des aquifères rocheux provient surtout des hauts topographiques qui sont caractérisés par une mince couverture de till, sable ou alluvions sur les roches sédimentaires paléozoïques. Des conditions de nappe libre caractérisent ces aires de recharge. La recharge annuelle du système aquifère régional a été évaluée à 6 % de la précipitation moyenne annuelle, soit une lame d'eau uniforme de 62 mm. L'utilisation actuelle de l'eau souterraine par la population est équivalente à 18 % de la recharge annuelle des nappes ou l'équivalent de 11 mm de précipitations sur la superficie du système aquifère régional. Les meilleurs aquifères de cette région se

retrouvent principalement dans les roches sédimentaires cambro-ordoviciennes et dans des dépôts de sables et graviers. L'écoulement souterrain régional, contrôlé par le roc qui constitue le milieu aquifère, se fait principalement vers le sud et le sud-est, soit en direction du lac des Deux-Montagnes et de la rivière des Milles-Îles (Simard, 1978). L'écoulement de l'eau souterraine en milieu de roc fracturé s'effectue à une vitesse moyenne approximative de 150 m/an (Savard et al., 2002).

#### 9.4.1 Unités hydrostratigraphiques

À l'endroit de la zone d'implantation du futur bioréacteur, on distingue quatre unités hydrostratigraphiques qui sont définies du sommet vers la base:

N° d'unité	Description	Type
1 -	Sable fin	Aquifère en nappe libre
2 -	Argile silteuse	Aquitard
3 -	Till /Sable (3a)	Aquitard ou aquifère en nappe semi-captive
4 -	Roc (dolomie)	Aquifère en nappe semi-captive.

#### 9.4.2 Propriétés hydrauliques

Les essais de perméabilité effectués au sein des différentes unités hydrostratigraphiques ont indiqué des valeurs de conductivité hydraulique moyenne (géométrique) de l'ordre de:

- sable fin:  $3,1 \times 10^{-3}$  cm/s;
- argile silteuse:  $2,3 \times 10^{-5}$  cm/s sous la zone d'implantation du futur bioréacteur et  $2,2 \times 10^{-7}$  cm/s à l'ouest de cette même zone;
- till à matrice sablonneuse:  $2,5 \times 10^{-2}$  cm/s; et
- roc:  $1,8 \times 10^{-2}$  cm/s.

#### 9.4.3 Écoulement des eaux souterraines

Les niveaux d'eau mesurés en novembre 2002 dans tous les piézomètres et puits d'observation présents dans la zone d'implantation du futur bioréacteur, à l'ouest de cette

même zone, ainsi qu'au LET actuel et LES d'Intersan, ont permis de tracer les piézométries des deux principaux aquifères (figure 7A et 7B).

### **Aquifère de sable fin de surface**

L'écoulement de l'eau souterraine dans l'aquifère de sable fin dans le secteur de la zone d'implantation du futur bioréacteur s'effectue principalement vers le nord. La nappe de surface est drainée par les fossés de drainage sillonnant la zone, et ce particulièrement le long de la 1<sup>ère</sup> Rue, alors que les eaux souterraines font résurgence dans le fossé longeant le côté sud-est de cette même rue. Les eaux interceptées au niveau du fossé de drainage de la 1<sup>ère</sup> Rue s'écoulent en direction nord-est pour se décharger dans le ruisseau aux Castors. En considérant une conductivité hydraulique moyenne de  $3,1 \times 10^{-3}$  cm/s, une porosité effective estimée de 0,20 et un gradient de 0,002 m/m, il en résulte une vitesse d'écoulement de l'ordre de 10 m/an au niveau de la nappe libre de surface.

### **Aquifère semi-captif du roc**

L'écoulement de l'eau souterraine de la nappe semi-captive du roc s'effectue en direction sud-est (figure 7B), soit en concordance avec l'écoulement régional horizontal qui s'effectue en direction sud et sud-est vers la rivière des Milles-Îles (figure 4). En considérant un gradient hydraulique horizontal de 0,01 m/m mesuré en direction sud-est entre les puits S-28R et S-14R, une conductivité hydraulique moyenne de  $1,8 \times 10^{-2}$  cm/s pour la dolomie de la formation de Thérèse et une porosité effective de 0,05, la vitesse d'écoulement de l'eau souterraine est de l'ordre de 1135 m/an sous la zone d'implantation du futur bioréacteur. Toutefois, il est à noter que la vitesse d'écoulement diminuera de presque un ordre de grandeur compte tenu de son passage dans une autre formation du groupe de Beekmantown, soit celle de Beauharnois, dont le contact géologique est situé à environ 500 m de la limite sud-est de la zone d'implantation du futur bioréacteur. En considérant une conductivité hydraulique moyenne de  $5 \times 10^{-3}$  cm/s pour une dolomie de la formation de Beauharnois, d'un gradient maximal régional de 0,006 et une porosité effective de 0,05, la vitesse d'écoulement de l'eau souterraine serait de l'ordre de 190 m/an, soit six fois moins élevée que la vitesse obtenue sous la zone d'implantation du futur bioréacteur, mais du même ordre que la vitesse moyenne régionale estimée à 150 m/an (Savard et al., 2002).

Le concept d'aménagement du futur bioréacteur devra tenir compte des pressions hydrostatiques calculées sous la couche argileuse qui ne doivent pas excéder la contrainte totale du poids des terres laissées en place après excavation des assises de cellules d'enfouissement, et ce afin d'éviter tout phénomène de soulèvement des assises argileuses du futur bioréacteur (figure 7).

#### **9.4.4 Qualité des eaux souterraines**

Les résultats des analyses chimiques effectuées sur l'eau souterraine de la nappe de surface et de la nappe profonde au roc ont indiqué dans les deux cas un excès des valeurs limites de l'article 49 du PREMR pour le fer, le manganèse, l'azote ammoniacal et les sulfures. Par ailleurs, la plupart des excès sont plutôt représentatifs des concentrations naturellement présentes dans les eaux souterraines des aquifères de sable et du roc.

##### **Aquifère de sable fin de surface**

Dans l'aquifère de sable fin de surface, les teneurs de fond établies à partir des résultats du secteur à l'ouest de la zone d'implantation du futur bioréacteur indiquent que celle du fer et du manganèse sont de l'ordre de respectivement 12 et 0,29 mg/L, alors que celles établies pour les sulfures et l'azote ammoniacal sont de l'ordre de respectivement 1 et 8,8 mg/L. En comparant avec les teneurs de fond pour chacune des campagnes d'échantillonnages effectuées à chacun des puits situés dans la zone d'implantation du futur bioréacteur, il a été observé à au moins une des campagnes que:

- les puits S-6S et S-13S(ECZ-2) sont affectés en manganèse;
- le puits S-29S est affecté en nitrite et nitrate;
- le puits S-12S est affecté en fer; et
- les puits S-7S et S-13S(ECZ-2) sont affectés en azote ammoniacal.

En ce qui concerne les puits S-6S, S-12S, S-13S et S-29S, les anomalies dans la qualité de l'eau souterraine pourraient être dues à la présence des anciens bassins de disposition de boues. En ce qui a trait à la qualité de l'eau souterraine au puits S-7S, celle-ci pourrait être localement affectée par les activités au LES de Sainte-Sophie.

### **Nappe semi-captive du roc**

Dans l'aquifère semi-captif du roc, les teneurs de fond établies à partir des résultats du secteur à l'ouest de la zone d'implantation du futur bioréacteur indiquent que celles du fer et du manganèse sont de l'ordre de respectivement 2,5 et 0,24 mg/L, alors que celles établies pour les sulfures et l'azote ammoniacal sont de l'ordre de respectivement 0,15 et 2 mg/L. En comparant avec les teneurs de fond, il est observé qu'aucun des puits n'est affecté en excès des teneurs de fond. L'eau souterraine n'est donc pas affectée en amont du LES de Sainte-Sophie, outre certains dépassements des paramètres de l'article 49 attribués aux teneurs de fond locales.

#### **9.4.5 Inventaire hydrogéologique**

Un total de 254 résidences et/ou établissements ont été identifiés dans le secteur ciblé par l'inventaire. Ces résidences et/ou établissements sont alimentés par une ou plusieurs sources d'approvisionnement en eau et quelques résidences et/ou établissements sont alimentés par une source d'approvisionnement commune. Les différents types de sources d'approvisionnement en eau et le nombre inventorié par type sont (figure 13):

Puits dans le roc:	142
Puits de surface:	31
Pointes filtrantes:	20
Étangs:	12
Sources inconnues:	20
Informations non disponibles:	38

Trois municipalités sont présentes à l'intérieur de la zone d'étude d'impact, soit les municipalités de Sainte-Sophie, Mirabel et Sainte-Anne-des-Plaines.

La municipalité de Sainte-Sophie puise son eau dans la rivière l'Achigan. La prise d'eau municipale se situe sur la Route 158, à proximité de l'usine de filtration localisée à environ 5,8 km au nord-est de la zone d'implantation du futur bioréacteur. Cette prise



d'eau de surface située dans la rivière l'Achigan est aussi localisée à environ 1,5 km en amont de l'embouchure de la rivière Jourdain qui est l'effluent du ruisseau aux Castors.

Le réseau d'aqueduc de la municipalité de Sainte-Anne-des-Plaines est alimenté par six puits installés au roc (figure 13). Le puits (P3-90) le plus près de la zone d'implantation du futur bioréacteur est localisé à environ 4,5 km au sud-est de cette même zone. Le pénitencier de Sainte-Anne-des-Plaines est alimenté par deux puits (W1 et W2) aménagés dans le roc qui se retrouvent également à environ 4,4 km au sud-est de la zone d'implantation du futur bioréacteur.

La municipalité de Mirabel dont fait partie le village de St-Janvier constitue une agglomération voisine se situant au sud-ouest de la zone d'implantation du futur bioréacteur. Le réseau d'aqueduc de St-Janvier se prolonge sur le Rang Sainte-Marguerite jusqu'à la Montée Gascon. Un puits dans le roc qui alimente cette partie du réseau d'aqueduc est localisé tout près du chemin des Pins à environ 3,3 km au sud-ouest de la zone d'implantation du futur bioréacteur.

#### **9.4.6 Classification des eaux souterraines**

Le système hydrogéologique se compose donc de deux zones aquifères, dont un aquifère en nappe libre au niveau de l'horizon superficiel de sable et un aquifère en nappe semi-captive dans le roc, entre lesquels viennent s'intercaler un aquitard composé d'argile silteuse et de till. Le till peut également, selon sa composition, constituer un aquifère semi-confiné.

Selon le *Guide de classification des eaux souterraines du Québec* (MENV, 1999b), les différentes unités hydrostratigraphiques sont classifiées comme suit:

- aquifère de sable fin de surface: classe II;
- aquitard d'argile silteuse: classe III;
- aquitard ou aquifère semi-captif de till: classes II à III selon sa composition granulométrique; et
- aquifère semi-captif du roc: classe I.

## **9.5 Évaluation de la ressource en eau souterraine**

Cette section discute de la vulnérabilité des eaux souterraines ainsi que des liens hydrauliques avec les milieux récepteurs.

### **9.5.1 Vulnérabilité des eaux souterraines**

Les eaux souterraines sont considérées vulnérables lorsqu'un contaminant donné peut pénétrer et être transporté au sein de leur régime d'écoulement. Dans la zone d'implantation du futur bioréacteur, la vulnérabilité des eaux souterraines a été évaluée selon la méthode DRASTIC qui se veut une méthode standardisée pour évaluer le degré de vulnérabilité d'un gîte aquifère face aux contaminants de surface. L'évaluation a été effectuée pour les deux cas suivants:

- aquifère en nappe libre dans l'unité de sable fin superficiel; et
- aquifère semi-captif du roc.

L'évaluation de l'indice DRASTIC dans le cas de l'aquifère de sable fin de surface a totalisé une valeur de 181 ou 78 %, soit un degré de vulnérabilité très élevé. Cet indice de vulnérabilité est donc applicable à l'ensemble de la zone d'implantation du futur bioréacteur puisque l'aquifère y est présent sur toute sa superficie. Le type d'aménagement proposé pour le futur bioréacteur devra donc tenir compte de cette vulnérabilité afin que le potentiel d'impact hors site devienne négligeable.

L'évaluation de l'indice DRASTIC dans le cas de l'aquifère semi-captif du roc a totalisé une valeur de 125 ou 50 %, soit un degré de vulnérabilité moyen. Cet indice de vulnérabilité est donc applicable à l'ensemble de la zone d'implantation du futur bioréacteur puisque l'aquifère y est présent sur toute sa superficie, de même que la couche argileuse.

### **9.5.2 Détermination des liens hydrauliques avec les milieux récepteurs**

Dans une approche préventive de protection des eaux souterraines face à une activité pouvant potentiellement affecter la ressource, la recherche des liens hydrauliques avec les

milieux récepteurs doit être réalisée afin de déterminer les points d'impact environnemental.

Ainsi, en conditions d'opération, l'écoulement des eaux souterraines de la nappe de surface en périphérie de la zone d'implantation du futur bioréacteur ne sera pas modifié. Ainsi seuls les récepteurs localisés en aval hydraulique de cette même zone au niveau de la nappe libre de surface sont considérés susceptibles d'être des points d'impact. Ces récepteurs potentiels sont les suivants (figure 13):

- le fossé principal longeant la 1<sup>ère</sup> Rue; et
- le ruisseau aux Castors.

Au niveau de l'aquifère semi-captif du roc, les eaux souterraines s'écoulent vers le sud-est. Ainsi tous les puits de captage localisés en aval hydraulique de la zone d'implantation du futur bioréacteur s'approvisionnant à partir de l'aquifère du roc constituent des récepteurs potentiels, car cette même zone est située dans l'aire d'alimentation de ces puits. Plus spécifiquement, les récepteurs potentiels se décrivent comme suit (figure 13):

- les puits domestiques privés localisés de 3 à 4 km au sud-est de la zone d'implantation du futur bioréacteur, soit ceux présents le long du rang du Trait-Carré entre les puits identifiés AT-034 et AT-019;
- les puits privés desservant le pénitencier fédéral de Sainte-Anne-des-Plaines, localisés à environ 4,4 km au sud-est de la zone d'implantation du futur bioréacteur; et
- un des six puits municipaux desservant la population de Sainte-Anne-des-Plaines, localisé à environ 4,5 km au sud-est de la zone d'implantation du futur bioréacteur.

En considérant la présence des récepteurs potentiels ci-haut énoncés, l'aménagement du futur bioréacteur devra être conçu de façon à ce qu'il n'y ait pas d'impact vers la nappe du roc. Ce qui implique l'utilisation de la couche aquitard d'argile silteuse comme couche protectrice bonifiée par un système d'imperméabilisation à double membrane.

## 9.6 Concept d'aménagement du futur bioréacteur de Sainte-Sophie

Cette section présente le concept d'aménagement du futur bioréacteur en regard des dispositions réglementaires concernant les conditions géologiques et hydrogéologiques du site qui sont contenues dans le *Projet de Règlement sur l'élimination des matières résiduelles* (modifié en date du 24 juillet 2002) à la section 2 du chapitre II et qui traite de l'aménagement.

En regard des conditions géologiques et hydrogéologiques, la zone d'implantation du futur bioréacteur pourra être aménagée selon les grands principes de conception suivants (figure 12):

- le concept d'aménagement projeté respecte l'article 11 du PREMR car la zone d'implantation du futur bioréacteur est située à plus de 1 km de toute prise d'eau municipale ou d'un réseau privé;
- le concept d'aménagement respecte l'article 14 du PREMR car la nappe libre de sable fin a un faible potentiel d'exploitation (transmissivité de  $7 \text{ m}^2/\text{j}$ ) et ne pourrait soutenir qu'un très faible débit d'exploitation (au plus  $10 \text{ m}^3/\text{j}$ );
- le concept d'aménagement devra comprendre l'installation d'un système d'imperméabilisation à double niveau sur l'assise argileuse, compte tenu que l'argile silteuse qui constitue l'assise du futur bioréacteur possède en certains endroits une épaisseur inférieure à 6 m et une conductivité hydraulique supérieure à la valeur de  $1 \times 10^{-6} \text{ cm/s}$  mentionnée à l'article 18 du PREMR;
- afin d'éviter tout drainage et pompage de la nappe aquifère de sable, une barrière étanche périphérique devra être installée avant le début des travaux d'excavation ce qui permettra d'isoler la nappe libre de surface contre tout rabattement du niveau d'eau dû à l'effet de drainage créé par les travaux d'excavation, et ce en respect de l'article 20; et
- le concept d'aménagement nécessitera une excavation peu profonde dans l'argile silteuse compte tenu que la couche argileuse doit être suffisamment épaisse pour contrebalancer les pressions hydrostatiques générées à la base de cette même couche et prévenir ainsi tout problème de soulèvement de l'assise argileuse.

## **10.0 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**

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

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

JC/MP/lr

N:\ACTIF\7100\011-7112\FINAL-5200 RAPPORT HYDROGÉOLOGIQUE\SECRÉTARIAT\RAPPORT-011-7112-5200\FINAL.DOC

---

## RÉFÉRENCES

ANNUAIRE DES PUIITS ET FORAGES, site internet:

<http://www.ggl.ulaval.ca/Domains/puisetie.html>.

ANDRÉ SIMARD & ASSOCIÉS, 1997. Extrait de rapport (rapports de forages).

BIO THERMICA INTERNATIONAL INC., 2000. Extrait de rapport (rapports de forages).

BOUWER, H. 1989. The Bower and Rice Slug Test - An Update. Ground Water, Vol. 27, No. 3, May-June 1989.

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<sup>e</sup> année, no 43 (modifications des articles 45 et 49 en juillet 2002).

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, 2002. 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.

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

HVORSLEV, M. J., 1951. « Time lag and soil permeability in groundwater observations ». U.S. Army Corps of Engineers Waterways Experiment Station Bulletin 36, Vicksburg, Mississippi.

HYDROGÉO CANADA INC., 1981a. Étude hydrogéologique enfouissement sanitaire Sainte-Sophie (pour 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. (pour Les services Sanitaires Robert Richer Ltée). 13 octobre 1981.

HYDROGÉO CANADA INC., 1982. Annexe I au rapport d'octobre 1981.

LEROUX, LEROUX, NANTEL, PAPIN & ASSOCIÉS, 1975. Étude hydrogéologique, site de disposition Sainte-Sophie, Comté de Prévost, P.Q., Propriété de A.Richer, Dossier no. 2830.

MARANDA, R., 1977. Levé géotechnique de la région de Lachute-Terrebonne. Rapport d'étude et carte d'aptitude (1973). Direction générale des Mines. Ministère des Richesses Naturelles. Rapport DPV537.

MINISTÈRE DE L'ENVIRONNEMENT ET DE LA FAUNE DU QUÉBEC, 1994. Guide d'échantillonnage à des fins d'analyses environnementales - Cahier 3 - Échantillonnage des eaux souterraines. 101 pages.

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

MINISTÈRE DE L'ENVIRONNEMENT ET DE LA FAUNE DU QUÉBEC, 1996b. Politique de protection et de conservation des eaux souterraines. Avril 1996.

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 DE L'ENVIRONNEMENT ET DE LA FAUNE DU QUÉBEC, 1999a. Guide d'échantillonnage à des fins d'analyses environnementales - Cahier 1 - Généralités, 2<sup>e</sup> édition. Direction des laboratoires. 54 pages + annexes.

MINISTÈRE DE L'ENVIRONNEMENT ET DE LA FAUNE DU QUÉBEC, 1999b. Guide de classification des eaux souterraines du Québec. Service des pesticides et des eaux souterraines, Direction des politiques des secteurs agricole et naturel, Direction générale de l'environnement. 1<sup>er</sup> février 1999.

MINISTÈRE DE L'ENVIRONNEMENT ET DE LA FAUNE DU QUÉBEC, 1999c. Politique de protection des sols et de réhabilitation des terrains contaminés. Direction des politiques du secteur industriel, Service des lieux contaminés, 124 pages.  
([www.menv.gouv.qc.ca/sol/terrains/politique](http://www.menv.gouv.qc.ca/sol/terrains/politique))

MINISTÈRE DES RESSOURCES NATURELLES DU QUÉBEC, 1991 (mise à jour en 1999). Extraits des cartes topographiques numériques 31H09-200-0201 et 31H13-200-0101 de la banque de données topographiques du Québec (BDTQ).



SANTÉ CANADA, 1996. Recommandations pour la qualité de l'eau potable au Canada. 96-DHM-196.

SAVARD, M. ET AL, 2002. Hydrogéologie régionale du système aquifère fracturé du sud-ouest du Québec. Commission géologique du Canada, INRS Eau-Terre-Environnement et Université Laval. Extraits du rapport remis le 15 Mai 2002 au Conseil Régional de développement des Laurentides et aux Municipalités régionales de comté d'Argenteuil, Deux-Montagnes, Mirabel et Thérèse-de-Blainville.

SIMARD, G., 1978. Hydrogéologie de la région de Mirabel. Services des eaux souterraines. Ministère des Richesses Naturelles. Rapport H.-G.-11

TECHNOREM, 2002. Étude hydrogéologique aux lieux des puits de captage d'eau souterraine de la ville de Sainte-Anne-des-Plaines, Québec. Rapport final présenté à Le Groupe Teknika. Référence PRO2-16. Mai 2002.

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.

**TABLEAU 1**  
**DESCRIPTION DES TRAVAUX DE FORAGE**

Type	Description	Type de travaux proposés par site de forage (m)																		Total de forages et puits	
		S-6	S-7	S-8	S-9	S-11	S-12	S-14	S-16	S-18	S-19	S-20	S-21	S-22	S-23	S-24	S-25	S-27	S-28		S-29
S	Forage peu profond avec installation de puits d'observation crépiné sur 3 m dans l'horizon de sable.	9,8**	3,0				3,2					3,0		3,1	3,8		3,0	3,0		7,0**	9 forages 9 puits - S
A	Forage intermédiaire avec installation de puits d'observation crépiné sur 1,0 à 1,5 m dans l'horizon d'argile.				4,8		6,2								12,5		8,8				4 forages 4 puits - A
T	Forage intermédiaire avec installation de puits d'observation crépiné sur 1,0 à 1,5 m dans l'horizon de till.			9,1			12,9														2 forages 2 puits - T
R	Forage profond avec installation de puits d'observation crépiné sur 1 m scellé dans le roc.		19,2	14,9	13,1	14,9	17,2	16,5	10,7*	12,1	13,7*	9,1	11,8	12,4		13,2			5,4		14 forages 12 puits - R
Nombre total de mètres de forage par site		9,8	22,2	24	17,9	14,9	39,5	16,5	10,7	12,1	13,7	12,1	11,8	15,5	16,3	13,2	11,8	3,0	5,4	7,0	
Total de mètres de forage																				245,4	

**Notes:**

Note 1. Les forages profonds avec un astérisque (\*) n'ont pas été aménagés en puits.  
Les forages avec deux astérisques (\*\*) ont été réalisés pour définir l'épaisseur d'argile pour ensuite être aménagés en puits d'observation dans l'horizon superficiel de sable.

TABLEAU 2 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 <sup>(1)</sup>					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)	Prof. (m)	À Élév. (m)					Longueur (m)
<b>Puits aménagés dans la nappe aquifère du sable</b>																		
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 <sup>-3</sup>
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 <sup>-3</sup>
<b>Puits aménagés dans l'horizon d'argile</b>																		
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 <sup>-5</sup>
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 <sup>-5</sup>
<b>Puits aménagés dans l'horizon de till</b>																		
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 <sup>-2</sup>
<b>Puits aménagés dans la nappe aquifère semi-captive du roc</b>																		
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 <sup>-7</sup>
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 2 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 <sup>(1)</sup>					Zone crépinée						Prof. (m)	Élév. (m)	
					De Prof. (m)	À Élév. (m)	Longueur (m)	De Prof. (m)	À Élév. (m)	Longueur (m)								
<b>Puits aménagés dans la nappe aquifère du sable</b>																		
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 <sup>-3</sup>
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 <sup>-3</sup>
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	--
<b>Puits aménagés dans l'horizon d'argile</b>																		
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 <sup>-7</sup>
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 <sup>-7</sup>
<b>Puits aménagés dans la nappe aquifère semi-captive du roc</b>																		
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 <sup>-2</sup>
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 <sup>-2</sup>
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 <sup>-2</sup>
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 <sup>-3</sup>

**Notes:**

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

TABLEAU 2 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 <sup>(1)</sup>					Zone crépinée						Prof. (m)	Élev. (m)	
					De		À		Longueur (m)	De		À		Longueur (m)				
				Prof. (m)	Élev. (m)	Prof. (m)	Élev. (m)			Prof. (m)	Élev. (m)	Prof. (m)	Élev. (m)					
<b>Puits aménagés dans la nappe aquifère de sable</b>																		
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	--
<b>Puits aménagés dans la nappe aquifère semi-captive du roc</b>																		
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 2 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 <sup>(1)</sup>					Zone crépinée								
					De		A		Longueur (m)	De		A		Longueur (m)				
Prof. (m)	Élev. (m)	Prof. (m)	Élev. (m)	Prof. (m)	Élev. (m)	Prof. (m)	Élev. (m)	Prof. (m)		Élev. (m)	Prof. (m)	Élev. (m)	Prof. (m)		Élev. (m)	Prof. (m)	Élev. (m)	
<b>Puits aménagés dans la nappe aquifère de sable</b>																		
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	--
<b>Pointes filtrantes aménagés dans la nappe aquifère de sable</b>																		
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 2 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)
<b>Eaux de surface en bordure du LES</b>					
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
<b>Eaux de surface au sud-est du LES</b>					
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
<b>Eaux de surface à l'intérieur et à l'ouest de la zone d'implantation du futur bioréacteur de Sainte-Sophie</b>					
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

**QUALITÉ DES EAUX DE SURFACE**

Paramètres	P. R. É. M. R. 2002-07-24	Identification des échantillons / Date / Concentration en mg/L						
		ES-1			ES-2		ES-3	
		2001-12-19	2002-01-19	(DUP-3) 12/19/2001	2001-12-19	2002-01-29	2002-01-09	2002-01-29
pH**	6,0 - 9,5	-	6,5	-	-	6,8	6	6,5
Azote (Azote ammoniacal)	25	8	-	7,1	64	-	0,9	-
DBO5	150	3,1	-	2,3	9,2	-	9,5	-
Matières en suspension (MES)	90	< 10	-	< 10	22	-	< 10	-
Composés phénoliques totaux	0,085	0,007	-	0,008	0,025	-	0,016	-
Zinc (Zn)	0,17	0,005	-	0,005	0,015	-	0,024	-
Bactéries coliformes fécaux*	275	12	-	10	< 1	-	< 1	-
Calcium (Ca)	-	47	-	47	180	-	11	-
Sodium (Na)	-	15	-	14	130	-	1,8	-
Potassium (K)	-	5,7	-	5,6	72	-	1,7	-
Magnésium (Mg)	-	19	-	19	72	-	5,4	-
Chlorures (Cl)	-	22	-	21	150	-	2,3	-
Sulfates (SO4)	-	39	-	39	120	-	11	-
Alcalinité	-	130	-	130	860	-	32	-

Notes:

- 64 : Concentration supérieure à la limite de l'article 45 du *Projet de règlement sur l'élimination des matières résiduelles (2002-07-24)*.
- : Non analysé / non spécifié
- \* : Unités U.C.F./100ml
- \*\* : Unités pH



QUALITÉ DES EAUX SOUTERRAINES DE LA NAPPE LIBRE DE SURFACE

Paramètres	P. R. É. M. R. 2002-07-24	Identification des échantillons / Date / Concentration en mg/L								
		S-6S			S-7S				S-12S	
		2001-12-18	2002-07-29	2002-09-01	2001-12-19	DUP (12/19/01)	DUP-1 (12/19/01)	2002-07-29	2002-09-01	2001-12-14
Nitrate et Nitrite	10	< 0,01	-	< 0,01	0,01	< 0,01	< 0,01	-	< 0,01	< 0,01
Azote (Azote ammoniacal)	1,5	0,6	-	0,14	22	-	16	-	0,28	1,2
Sulfures anion (S=)	0,05	< 0,02	-	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	-	< 0,02	0,09
Cyanures Totaux	0,2	< 0,01	-	0,01	< 0,01	-	< 0,01	-	0,01	< 0,01
Chlorures (Cl)	250	64	19	20	1,1	1	1,1	5,1	11	1,3
Sulfates (SO4)	500	7,4	15	12	8,5	8,5	8,5	14	20	29
Bore (B)	5	< 0,05	-	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	-	< 0,05	< 0,05
Cadmium (Cd)	0,005	< 0,001	-	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	-	-	< 0,001
Calcium (Ca)	-	21	30	20	14	14	14	18	14	34
Sodium (Na)	200	3,1	3,6	5,1	2,1	2,1	2,2	1,9	2,4	2,5
Potassium (K)	-	1,8	1,8	1,7	0,3	0,3	0,3	0,2	0,6	1,1
Chrome (Cr)	0,05	< 0,03	-	< 0,03	< 0,03	< 0,03	< 0,03	-	< 0,03	< 0,03
Fer (Fe)	0,3	8,5	-	0,4	9,3	9,2	10	-	6,7	18
Magnésium (Mg)	-	13	11	7,9	4,8	4,7	4,9	7,6	5,5	17
Manganese (Mn)	0,05	0,36	-	0,22	0,062	0,061	0,066	-	0,06	0,29
Nickel (Ni)	0,02	< 0,01	-	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	-	< 0,01	< 0,01
Plomb (Pb)	0,01	< 0,001	-	< 0,01	< 0,001	< 0,001	< 0,001	-	< 0,01	< 0,001
Zinc (Zn)	5	< 0,003	-	0,01	0,007	0,006	0,004	-	0,01	0,012
Mercuré (Hg)	0,001	< 0,0002	-	< 0,0002	< 0,0002	< 0,0002	< 0,0002	-	-	< 0,0002
Benzène	0,005	-	< 0,0002	< 0,0002	-	-	-	< 0,0002	< 0,0002	-
Ethylbenzène	0,0024	-	< 0,0001	< 0,0001	-	-	-	< 0,0001	< 0,0001	-
Toluène	0,024	-	< 0,0001	< 0,0001	-	-	-	0,0003	0,0022	-
Xylènes Totaux	0,3	-	< 0,0004	< 0,0004	-	-	-	< 0,0004	< 0,0004	-
Bactéries coliformes fécaux*	0	-	-	< 2	-	-	< 2	-	< 2	-
Bicarbonates	-	-	47	45	-	-	-	36	31	-
Carbonates	-	-	< 20	< 20	-	-	-	< 20	< 20	-
Alcalinité	-	24	-	-	42	42	36	-	-	120

Notes:

8,5 : Concentration supérieure à la valeur limite de l'article 49 du *Projet de règlement sur l'élimination des matières résiduelles (2002-07-24)*.

- : Non analysé / non spécifié

\* : Unités U.C.F./100ml

QUALITÉ DES EAUX SOUTERRAINES DE LA NAPPE LIBRE DE SURFACE

Paramètres	P. R. É. M. R. 2002-07-24											
		S-13S (ECZ-2)		S-20S			S-22S			S-23S		
		2001-12-19	2001-12-19	2002-07-29	2002-09-01	2001-12-18	2002-07-29	2002-09-01	2001-12-19	2002-07-29	2002-09-01	
Nitrate et Nitrite	10	0,02	0,01	-	< 0,01	< 0,01	-	< 0,01	0,06	-	0,01	
Azote (Azote ammoniacal)	1,5	16	2,6	-	0,17	0,4	-	0,1	8,1	-	< 0,05	
Sulfures anion (S=)	0,05	0,09	0,96	-	< 0,02	< 0,02	-	< 0,02	< 0,02	-	0,04	
Cyanures Totaux	0,2	< 0,01	< 0,01	-	< 0,01	< 0,01	-	< 0,01	< 0,01	-	< 0,01	
Chlorures (Cl)	250	0,61	1,2	0,66	0,64	0,66	0,59	0,54	1,4	2	2,2	
Sulfates (SO4)	500	6,9	12	9	9,5	14	14	14	11	6,2	6,2	
Bore (B)	5	< 0,05	< 0,05	-	< 0,05	< 0,05	-	< 0,05	< 0,05	-	< 0,05	
Cadmium (Cd)	0,005	< 0,001	< 0,001	-	< 0,001	< 0,001	-	< 0,001	< 0,001	-	< 0,001	
Calcium (Ca)	-	65	26	21	19	24	29	27	8,5	3,6	6,4	
Sodium (Na)	200	3,5	4,3	3,8	3,4	1,9	2,6	2,4	3,1	5,4	3,7	
Potassium (K)	-	2,1	1,2	1,1	1,1	1,1	1,3	1,5	0,5	0,7	0,6	
Chrome (Cr)	0,05	< 0,03	< 0,03	-	< 0,03	< 0,03	-	< 0,03	< 0,03	-	< 0,03	
Fer (Fe)	0,3	3,1	8,2	-	2,7	3	-	0,3	< 0,1	-	< 0,1	
Magnésium (Mg)	-	16	9	8,6	8,5	11	10	9,4	2,7	1,4	2,6	
Manganese (Mn)	0,05	0,41	0,29	-	0,17	0,17	-	0,1	0,14	-	0,16	
Nickel (Ni)	0,02	< 0,01	< 0,01	-	< 0,01	< 0,01	-	< 0,01	< 0,01	-	< 0,01	
Plomb (Pb)	0,01	< 0,001	< 0,005	-	< 0,01	< 0,001	-	< 0,01	< 0,001	-	< 0,01	
Zinc (Zn)	5	0,005	0,004	-	0,01	0,004	-	0,01	0,007	-	0,01	
Mercury (Hg)	0,001	< 0,0002	< 0,0002	-	< 0,0002	< 0,0002	-	< 0,0002	< 0,0002	-	< 0,0002	
Benzène	0,005	-	-	< 0,0002	< 0,0002	-	< 0,0002	< 0,0002	-	< 0,0002	-	
Ethylbenzène	0,0024	-	-	< 0,0001	< 0,0001	-	< 0,0001	< 0,0001	-	< 0,0001	-	
Toluène	0,024	-	-	< 0,0001	0,0006	-	< 0,0001	< 0,0001	-	< 0,0001	-	
Xylènes Totaux	0,3	-	-	< 0,0004	< 0,0004	-	< 0,0004	< 0,0004	-	< 0,0004	-	
Bactéries coliformes fécaux*	0	-	-	-	< 2	-	-	< 2	-	-	< 1	
Bicarbonates	-	-	-	71	6	-	99	85	-	20	< 20	
Carbonates	-	-	-	< 20	< 20	-	< 20	< 20	-	< 20	< 20	
Alcalinité	-	180	100	-	-	93	-	-	22	-	-	

Notes:

8,5 : Concentration supérieure à la valeur limite de l'article 49 du *Projet de règlement sur l'élimination des matières résiduelles (2002-07-24)*.

- : Non analysé / non spécifié

\* : Unités U.C.F./100ml

QUALITÉ DES EAUX SOUTERRAINES DE LA NAPPE LIBRE DE SURFACE

Paramètres	P. R. É. M. R. 2002-07-24	Identification des échantillons / Date / Concentration en mg/L									
		S-25S			S-27S				S-29S		
		2001-12-17	2002-07-29	2002-09-01	2001-12-19	DUP (12/19/01)	2002-07-29	2002-09-01	2001-12-19	2002-07-29	2002-09-01
Nitrate et Nitrite	10	0,01	-	< 0,01	0,17	-	-	0,59	12	-	8,9
Azote (Azote ammoniacal)	1,5	5,1	-	0,14	8,8	-	-	< 0,05	1	-	0,06
Sulfures anion (S=)	0,05	< 0,02	-	< 0,02	0,07	-	-	0,05	0,05	-	< 0,02
Cyanures Totaux	0,2	< 0,01	-	< 0,01	< 0,01	< 0,01	-	< 0,01	< 0,01	-	< 0,01
Chlorures (Cl)	250	1,2	1,2	1,7	0,88	-	0,9	0,92	32	24	29
Sulfates (SO4)	500	16	56	37	16	-	6,9	6,8	100	64	62
Bore (B)	5	< 0,05	-	< 0,05	< 0,05	-	-	< 0,05	< 0,05	-	< 0,05
Cadmium (Cd)	0,005	< 0,001	-	< 0,001	< 0,001	-	-	< 0,001	< 0,001	-	< 0,001
Calcium (Ca)	-	17	27	22	4,3	-	3,3	3,4	57	48	36
Sodium (Na)	200	4,7	23	13	1,4	-	2,1	1,5	29	19	17
Potassium (K)	-	0,8	0,8	0,6	1,2	-	0,8	1,1	4,2	3,5	3,8
Chrome (Cr)	0,05	< 0,03	-	< 0,03	< 0,03	-	-	< 0,03	< 0,03	-	< 0,03
Fer (Fe)	0,3	12	-	6	1,2	-	-	< 0,1	0,2	-	< 0,1
Magnésium (Mg)	-	9,5	13	10	1,5	-	1,3	1,4	26	22	19
Manganese (Mn)	0,05	0,23	-	0,22	0,058	-	-	0,03	0,2	-	0,08
Nickel (Ni)	0,02	< 0,01	-	< 0,01	< 0,01	-	-	< 0,01	< 0,01	-	< 0,01
Plomb (Pb)	0,01	< 0,001	-	< 0,01	< 0,001	-	-	< 0,01	< 0,001	-	< 0,01
Zinc (Zn)	5	0,009	-	0,01	0,018	-	-	0,02	0,003	-	0,01
Mercuré (Hg)	0,001	< 0,0002	-	< 0,0002	< 0,0002	-	-	< 0,0002	< 0,0002	-	< 0,0002
Benzène	0,005	-	< 0,0002	< 0,0002	-	-	< 0,0002	< 0,0002	-	< 0,0002	< 0,0002
Ethylbenzène	0,0024	-	< 0,0001	< 0,0001	-	-	< 0,0001	< 0,0001	-	< 0,0001	< 0,0001
Toluène	0,024	-	< 0,0001	< 0,0001	-	-	< 0,0001	< 0,0001	-	< 0,0001	< 0,0001
Xylènes Totaux	0,3	-	< 0,0004	< 0,0004	-	-	< 0,0004	< 0,0004	-	< 0,0004	< 0,0004
Bactéries coliformes fécaux*	0	-	-	< 2	-	-	-	< 2	-	-	< 1
Bicarbonates	-	-	83	84	-	-	< 20	< 20	-	75	76
Carbonates	-	-	< 20	< 20	-	-	< 20	< 20	-	< 20	< 20
Alcalinité	-	71	-	-	< 20	-	-	-	87	-	-

Notes:

8,5 : Concentration supérieure à la valeur limite de l'article 49 du *Projet de règlement sur l'élimination des matières résiduelles (2002-07-24)*.


- : Non analysé / non spécifié

\* : Unités U.C.F./100ml

**TABLEAU 4B**

**BRUIT DE FOND DES EAUX SOUTERRAINES  
DE LA NAPPE LIBRE DE SURFACE**

Paramètres	P. R. É. M. R. 2002-07-24 (mg/L)	Bruit de fond (mg/L)
Nitrate et Nitrite	10	0,59
Azote (Azote ammoniacal)	1,5	8,8
Sulfures anion (S=)	0,05	1
Cyanures Totaux	0,2	0,01
Chlorures (Cl)	250	2,2
Sulfates (SO4)	500	56
Bore (B)	5	0,05
Cadmium (Cd)	0,005	0,001
Sodium (Na)	200	23
Chrome (Cr)	0,05	0,03
Fer (Fe)	0,3	12
Manganèse (Mn)	0,05	0,29
Nickel (Ni)	0,02	0,01
Plomb (Pb)	0,01	0,01
Zinc (Zn)	5	0,02
Mercure (Hg)	0,001	0,0002
Benzène	0,005	0,0002
Ethylbenzène	0,0024	0,0001
Toluène	0,024	0,0006
Xylènes Totaux	0,3	0,0004
Bactéries coliformes fécaux	0	0

 Bruit de fond excédant la valeur limite de l'article 49 du PRÉMR (juillet 2002)

**Note :** Établi en fonction des résultats analytiques de cinq puits d'observation localisés en amont hydraulique de la zone d'implantation du futur bioréacteur (S-20S, S-22S, S-23S, S-25S et S-27S). Pour chaque paramètre visé par l'article 49 du PRÉMR, la concentration la plus élevée mesurée parmi les trois campagnes d'échantillonnage (décembre 2001, juillet 2002 et septembre 2002) a été retenue comme valeur représentative du bruit de fond.

QUALITÉ DES EAUX SOUTERRAINES DE L'AQUIFÈRE SEMI-CAPTIF DU ROC

Paramètres	P. R. É. M. R. 2002-07-24	Identification des échantillons / Date / Concentration en mg/L										
		PZ-10			S-8R	S-9R		S-11R	S-12T	S-12R		
		2001-12-19	2002-07-19	2002-09-01	2001-12-18	2001-12-14	DUP (12/14/2001)	2001-12-14	2001-12-13	2001-12-13	2002-07-29	2002-09-01
Nitrate et Nitrite	10	0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	-	0,01	< 0,01	< 0,01	-	< 0,01
Azote (Azote ammoniacal)	1,5	0,7	0,13	0,12	0,7	< 1	-	2,1	1,4	1,9	-	0,52
Sulfures anion (S=)	0,05	0,15		< 0,02	0,02	0,02	-	< 0,02	< 0,02	< 0,02	-	< 0,02
Cyanures Totaux	0,2	< 0,01		< 0,01	< 0,01	< 0,01	-	< 0,01	< 0,01	< 0,01	-	< 0,01
Chlorures (Cl)	250	34	18	25	4,8	6,9	-	1,8	5,3	1,8	1,1	1,7
Sulfates (SO4)	500	120	120	120	29	19	-	3,4	28	4,9	1,7	2,9
Bore (B)	5	< 0,05		< 0,05	< 0,05	0,15	-	0,15	0,06	0,13	-	0,13
Cadmium (Cd)	0,005	< 0,001		< 0,001	< 0,001	< 0,001	-	< 0,001	< 0,001	< 0,001	-	< 0,001
Calcium (Ca)	-	77	74	81	48	47	-	45	24	32	42	36
Sodium (Na)	200	22	14	15	7,5	25	-	24	58	20	14	12
Potassium (K)	-	3,4	3,1	3,4	3	13	-	8	5,1	8,8	7,4	7
Chrome (Cr)	0,05	< 0,03		< 0,03	< 0,03	< 0,03	-	< 0,03	< 0,03	< 0,03	-	< 0,03
Fer (Fe)	0,3	2,8		< 0,1	2,6	0,6	-	1,4	< 0,1	< 0,1	-	< 0,1
Magnésium (Mg)	-	33	35	37	20	37	-	23	10	17	21	18
Manganese (Mn)	0,05	0,2		0,22	0,19	0,023	-	0,036	0,017	0,004	-	0,01
Nickel (Ni)	0,02	< 0,01		< 0,01	< 0,01	< 0,01	-	< 0,01	< 0,01	< 0,01	-	< 0,01
Plomb (Pb)	0,01	< 0,001		< 0,01	< 0,001	< 0,001	-	< 0,001	< 0,001	< 0,001	-	< 0,01
Zinc (Zn)	5	0,01		0,02	0,006	0,011	-	0,014	0,008	0,009	-	0,01
Mercuré (Hg)	0,001	< 0,0002		< 0,0002	< 0,0002	< 0,0002	-	< 0,0002	< 0,0002	< 0,0002	-	< 0,0002
Benzène	0,005		< 0,0002	< 0,0002	-	-	-	-	-	-	< 0,0002	< 0,0002
Ethylbenzène	0,0024		< 0,0001	< 0,0001	-	-	-	-	-	-	0,0001	< 0,0001
Toluène	0,024		< 0,0001	< 0,0001	-	-	-	-	-	-	< 0,0001	< 0,0001
Xylènes Totaux	0,3		< 0,0004	< 0,0004	-	-	-	-	-	-	< 0,0004	< 0,0004
Bactéries coliformes fécaux*	0			< 1	-	-	-	-	< 2	-	-	< 1
Bicarbonates	-		190	170	-	-	-	-	-	-	190	160
Carbonates	-		< 20	< 20	-	-	-	-	-	-	< 20	< 20
Alcalinité	-	180	190		180	250	-	230	230	180	-	-

Notes:

25 : Concentration supérieure à la valeur limite de l'article 49 du  
 Projet de règlement sur l'élimination des matières résiduelles  
 (2002-07-24).

- : Non analysé / non spécifié

\* : Unités U.C.F./100ml

QUALITÉ DES EAUX SOUTERRAINES DE L'AQUIFÈRE SEMI-CAPTIF DU ROC

Paramètres	P. R. É. M. R. 2002-07-24	Identification des échantillons / Date / Concentration en mg/L								
		S-14R			S-18R			S-20R		
		2001-12-18	2002-07-29	2002-09-01	2001-12-18	2002-07-29	2002-09-01	2001-12-19	DUP (12/19/2001)	
Nitrate et Nitrite	10	< 0,01	-	< 0,01	< 0,01	-	< 0,01	< 0,01	-	
Azote (Azote ammoniacal)	1,5	2	-	0,63	0,8	-	0,33	0,5	0,7	
Sulfures anion (S=)	0,05	0,06	-	< 0,02	0,03	-	< 0,02	0,03	-	
Cyanures Totaux	0,2	< 0,01	-	< 0,01	< 0,01	-	< 0,01	< 0,01	-	
Chlorures (Cl)	250	0,78	0,4	0,46	1,1	0,93	1,1	5,3	-	
Sulfates (SO4)	500	2,8	0,7	0,6	5,7	3,9	5,3	32	-	
Bore (B)	5	< 0,05	-	0,06	0,13	-	0,14	< 0,05	-	
Cadmium (Cd)	0,005	< 0,001	-	< 0,001	< 0,001	-	< 0,001	< 0,001	-	
Calcium (Ca)	-	62	20	36	32	44	37	38	-	
Sodium (Na)	200	20	11	9,7	16	16	13	50	-	
Potassium (K)	-	32	11	9,5	5,7	5,2	5,1	3,3	-	
Chrome (Cr)	0,05	< 0,03	-	< 0,03	< 0,03	-	< 0,03	< 0,03	-	
Fer (Fe)	0,3	< 0,1	-	< 0,1	0,3	-	0,4	0,5	-	
Magnésium (Mg)	-	14	16	16	16	18	15	13	-	
Manganese (Mn)	0,05	0,008	-	0,01	0,029	-	0,03	0,036	-	
Nickel (Ni)	0,02	< 0,01	-	< 0,01	< 0,01	-	< 0,01	< 0,01	-	
Plomb (Pb)	0,01	< 0,001	-	< 0,01	< 0,001	-	< 0,01	< 0,001	-	
Zinc (Zn)	5	< 0,003	-	0,01	< 0,003	-	0,01	0,005	-	
Mercure (Hg)	0,001	< 0,0002	-	< 0,0002	< 0,0002	-	< 0,0002	< 0,0002	-	
Benzène	0,005	-	< 0,0002	< 0,0002	-	< 0,0002	< 0,0002	-	-	
Ethylbenzène	0,0024	-	< 0,0001	< 0,0001	-	< 0,0001	< 0,0001	-	-	
Toluène	0,024	-	< 0,0001	< 0,0001	-	< 0,0001	< 0,0001	-	-	
Xylènes Totaux	0,3	-	< 0,0004	< 0,0004	-	< 0,0004	< 0,0004	-	-	
Bactéries coliformes fécaux*	0	-	-	< 2	-	-	< 1	-	-	
Bicarbonates	-	-	65	140	-	190	180	-	-	
Carbonates	-	-	77	25	-	< 20	< 20	-	-	
Alcalinité	-	170	-	-	180	-	-	190	-	

Notes:  
 25 : Concentration supérieure à la valeur limite de l'article 49 du *Projet de règlement sur l'élimination des matières résiduelles (2002-*  
 - : Non analysé / non spécifié  
 \* : Unités U.C.F./100ml

QUALITÉ DES EAUX SOUTERRAINES DE L'AQUIFÈRE SEMI-CAPTIF DU ROC

Paramètres	P. R. É. M. R. 2002-07-24	Identification des échantillons / Date / Concentration en mg/L							
		S-21R		S-22R				S-24R	
		2001-12-17	DUP (12/17/2001)	2001-12-17	2001-12-17	2002-07-29	2002-09-01	2001-12-19	DUP (12/19/2001)
Nitrate et Nitrite	10	< 0,01	-	< 0,01	-	-	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Azote (Azote ammoniacal)	1,5	2	-	1,3	-	-	0,64	0,3	0,6
Sulfures anion (S=)	0,05	< 0,02	0,02	< 0,02	-	-	0,15	< 0,02	< 0,02
Cyanures Totaux	0,2	< 0,01	-	< 0,01	-	-	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Chlorures (Cl)	250	0,59	-	1,3	-	0,64	0,72	0,47	0,39
Sulfates (SO4)	500	1,2	-	1,4	-	< 0,1	< 0,1	0,8	0,5
Bore (B)	5	0,05	-	0,15	-	-	0,14	< 0,05	< 0,05
Cadmium (Cd)	0,005	< 0,001	-	< 0,001	-	-	< 0,001	< 0,001	< 0,001
Calcium (Ca)	-	44	-	33	-	38	40	40	43
Sodium (Na)	200	7,7	-	15	-	15	15	5,1	5,3
Potassium (K)	-	5,9	-	8,8	-	9,2	10	3,6	4,1
Chrome (Cr)	0,05	< 0,03	-	< 0,03	-	-	< 0,03	< 0,03	0,37
Fer (Fe)	0,3	0,2	-	0,1	-	-	< 0,1	< 0,1	< 0,1
Magnésium (Mg)	-	19	-	25	-	24	25	9,6	10
Manganèse (Mn)	0,05	0,011	-	0,005	-	-	< 0,003	0,02	0,022
Nickel (Ni)	0,02	< 0,01	-	< 0,01	-	-	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Plomb (Pb)	0,01	< 0,001	-	< 0,001	-	-	< 0,01	< 0,001	< 0,001
Zinc (Zn)	5	0,003	-	0,009	-	-	0,01	< 0,003	< 0,003
Mercure (Hg)	0,001	< 0,0002	-	< 0,0002	-	-	< 0,0002	< 0,0002	< 0,0002
Benzène	0,005	-	-	-	-	< 0,0002	< 0,0002	-	-
Ethylbenzène	0,0024	-	-	-	-	< 0,0001	< 0,0001	-	-
Toluène	0,024	-	-	-	-	< 0,0001	< 0,0001	-	-
Xylènes Totaux	0,3	-	-	-	-	< 0,0004	< 0,0004	-	-
Bactéries coliformes fécaux*	0	-	-	-	-	-	< 1	-	< 1
Bicarbonates	-	-	-	-	-	230	220	-	-
Carbonates	-	-	-	-	-	< 20	< 20	-	-
Alcalinité	-	210	-	220	-	-	-	140	130

Notes:

25 : Concentration supérieure à la valeur limite de l'article 49 du  
*Projet de règlement sur l'élimination des matières résiduelles*  
 (2002-07-24).

- : Non analysé / non spécifié

\* : Unités U.C.F./100ml

QUALITÉ DES EAUX SOUTERRAINES DE L'AQUIFÈRE SEMI-CAPTIF DU ROC

Paramètres	P. R. É. M. R. 2002-07-24	Identification des échantillons / Date / Concentration en mg/L				
		S-28R			P-5	
		2001-12-17	2002-07-29	2002-09-01	2001-12-12	DUP (12/12/01)
Nitrate et Nitrite	10	< 0,01	-	< 0,01	0,04	-
Azote (Azote ammoniacal)	1,5	1,3	-	0,25	< 0,2	< 0,2
Sulfures anion (S=)	0,05	0,07	-	< 0,02	< 0,02	-
Cyanures Totaux	0,2	< 0,01	-	< 0,01	< 0,01	-
Chlorures (Cl)	250	14	5,7	19	43	-
Sulfates (SO4)	500	44	22	42	140	-
Bore (B)	5	< 0,05	-	< 0,05	< 0,05	-
Cadmium (Cd)	0,005	< 0,001	-	< 0,001	< 0,001	-
Calcium (Ca)	-	55	49	70	65	-
Sodium (Na)	200	6,2	5,1	5,7	28	-
Potassium (K)	-	2,8	2,3	3,2	3,6	-
Chrome (Cr)	0,05	< 0,03	-	< 0,03	< 0,03	-
Fer (Fe)	0,3	2,5	-	0,2	< 0,1	-
Magnésium (Mg)	-	24	18	25	45	-
Manganese (Mn)	0,05	0,22	-	0,24	< 0,003	-
Nickel (Ni)	0,02	< 0,01	-	< 0,01	< 0,01	-
Plomb (Pb)	0,01	< 0,001	-	< 0,01	< 0,001	-
Zinc (Zn)	5	< 0,003	-	0,01	< 0,003	-
Mercure (Hg)	0,001	< 0,0002	-	< 0,0002	< 0,0002	-
Benzène	0,005	-	< 0,0002	< 0,0002	-	-
Ethylbenzène	0,0024	-	< 0,0001	< 0,0001	-	-
Toluène	0,024	-	< 0,0001	< 0,0001	-	-
Xylènes Totaux	0,3	-	< 0,0004	< 0,0004	-	-
Bactéries coliformes fécaux*	0	-	-	< 1	< 1	-
Bicarbonates	-	-	160	200	-	-
Carbonates	-	-	< 20	< 20	-	-
Alcalinité	-	190	-	-	210	-

Notes:

25 : Concentration supérieure à la valeur limite de l'article 49 du *Projet de règlement sur l'élimination des matières résiduelles (2002-07-24)*.

- : Non analysé / non spécifié

\* : Unités U.C.F./100ml



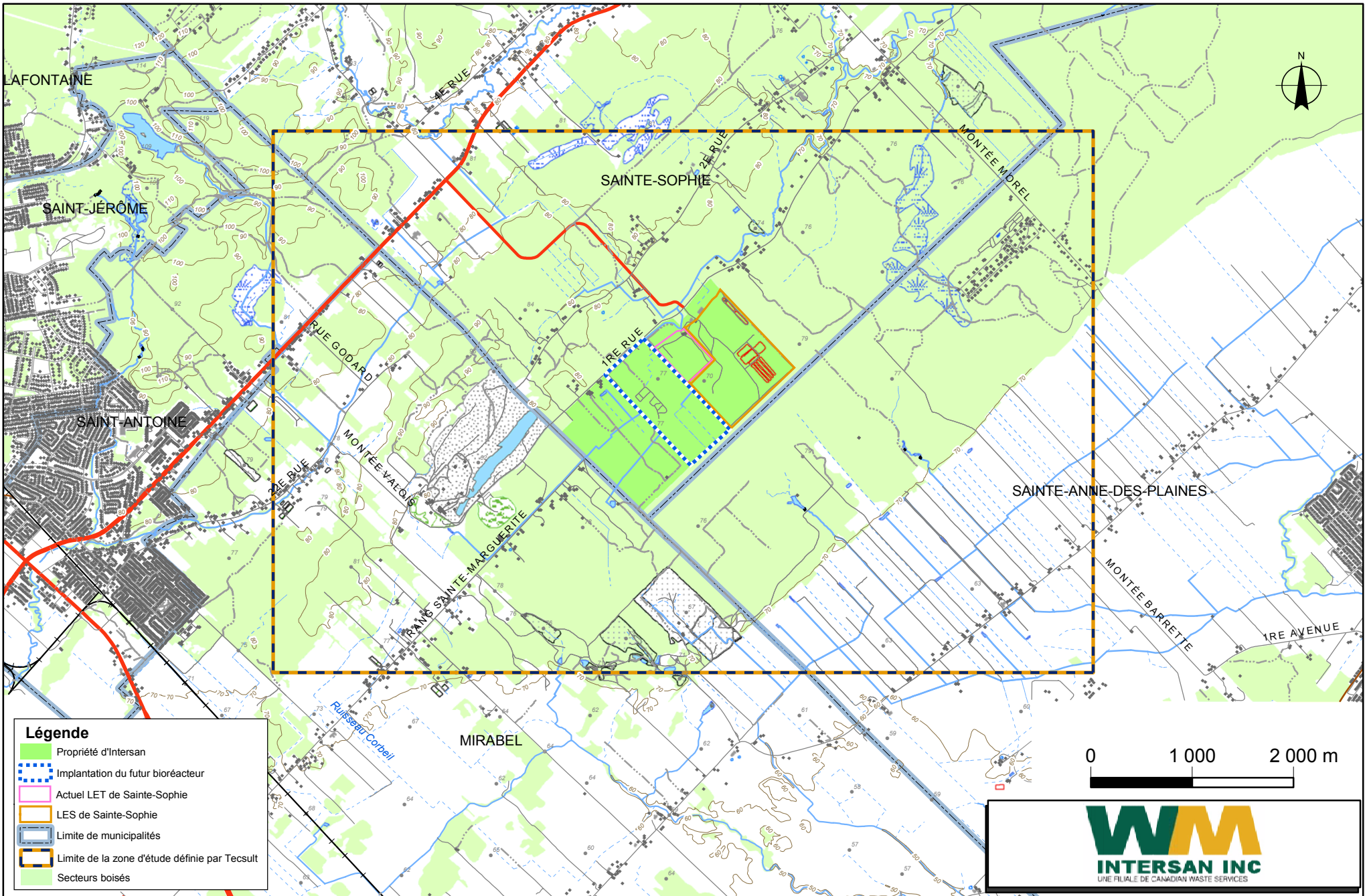
**TABLEAU 5B**

**BRUIT DE FOND DES EAUX SOUTERRAINES  
DE L'AQUIFÈRE SEMI-CAPTIF DU ROC**

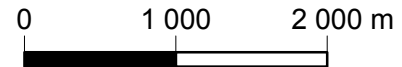
Paramètres	P. R. É. M. R. 2002-07-24 (mg/L)	Bruit de fond (mg/L)
Nitrate et Nitrite	10	0,01
Azote (Azote ammoniacal)	1,5	2
Sulfures anion (S=)	0,05	0,15
Cyanures Totaux	0,2	0,01
Chlorures (Cl)	250	19
Sulfates (SO4)	500	44
Bore (B)	5	0,15
Cadmium (Cd)	0,005	0,001
Sodium (Na)	200	20
Chrome (Cr)	0,05	0,03
Fer (Fe)	0,3	2,5
Manganèse (Mn)	0,05	0,24
Nickel (Ni)	0,02	0,01
Plomb (Pb)	0,01	0,01
Zinc (Zn)	5	0,01
Mercure (Hg)	0,001	0,0002
Benzène	0,005	0,0002
Ethylbenzène	0,0024	0,0001
Toluène	0,024	0,0001
Xylènes Totaux	0,3	0,0004
Bactéries coliformes fécaux	0	0

Bruit de fond excédant la valeur limite de l'article 49 du PRÉMR (juillet 2002)

**Note :** Établi en fonction des résultats analytiques de cinq puits d'observation localisés en amont hydraulique du LET actuel et du LES de Sainte-Sophie (S-12R, S-14R, S-18R, S-22R et S-28R). Pour chaque paramètre visé par l'article 49 du PRÉMR, la concentration la plus élevée mesurée parmi les trois campagnes d'échantillonnage (décembre 2001, juillet 2002 et septembre 2002) a été retenue comme valeur représentative du bruit de fond.



- Légende**
- Propriété d'Intersan
  - Implantation du futur bioréacteur
  - Actuel LET de Sainte-Sophie
  - LES de Sainte-Sophie
  - Limite de municipalités
  - Limite de la zone d'étude définie par Tecsuit
  - Secteurs boisés



Date :	2002-12-20	Échelle :	1:50 000
Cartographié par :	M. Arcand	Projeté par :	J. Côté
Vérifié par :	J. Côté	Approuvé par :	M. Poulin
No. de carte :	5200_Figure_1.mxd	No. de projet :	011-7112-5200

PROJET DE DEVELOPPEMENT DU BIOREACTEUR  
 CENTRE DE VALORISATION ENVIRONNEMENTALE DES RESIDUS (CVER)  
 DE SAINTE-SOPHIE  
 ÉTUDE HYDROGÉOLOGIQUE

PLAN DE LOCALISATION

Figure : 1