

Golder Associés Ltée

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



PROJET D'AGRANDISSEMENT DU LET DE SAINTE-SOPHIE

ÉTUDES GÉOPHYSIQUE ET GÉOTECHNIQUE

Rapport présenté à:

Waste Management
2535, 1^{ière} Rue
Sainte-Sophie, Québec
J5J 2R7

DISTRIBUTION:

- 30 exemplaires: Ministère du Développement durable, de l'Environnement
et des Parcs du Québec
- 3 exemplaires: Waste Management, Sainte-Sophie, Québec
- 2 exemplaires: Tecsult Inc., Montréal, Québec
- 2 exemplaires: Golder Associés Ltée, Montréal, Québec

Juin 2007

06-1223-023-1000

SOMMAIRE EXÉCUTIF

Waste Management (WM) a mandaté Golder Associés Ltée (Golder) pour réaliser une étude géophysique par imagerie de résistivité électrique (IRE) ainsi que des travaux complémentaires géotechnique dans le cadre du projet d'agrandissement du lieu d'enfouissement technique (LET) de Sainte-Sophie. Ces travaux sont complémentaires à ceux effectués en 2001-2002 au cours d'une investigation géotechnique qui avait couvert un secteur de 130 hectares. Depuis, environ 30 (Zone 4) des 130 hectares investigués à l'époque ont reçu les autorisations gouvernementales nécessaires à l'exploitation d'un LET. Les travaux complémentaires d'investigations géophysique et géotechnique effectués en 2006 ont donc couvert le secteur d'agrandissement projeté sur les 100 hectares restant de la propriété de WM. Ils ont principalement consisté en un relevé géophysique par IRE suivi d'un programme de forages de validation ainsi que de 2 forages stratigraphiques avec profils scissométriques dans les argiles en place et essais de caractérisation géotechnique en laboratoire sur les échantillons d'argile récupérés.

L'objectif des levés par IRE visait principalement à caractériser les continuités verticale et horizontale de l'horizon d'argile présent sur le secteur d'agrandissement du LET, et à identifier les zones présentant des épaisseurs d'argile de moins de 3 m. L'interprétation des levés par IRE a été complétée avec les résultats des forages de validation, lesquels ont été superposés sur les sections verticales des levés par IRE pour fins de comparaison et ajustement ultérieur de l'interprétation des épaisseurs d'argiles, des élévations de la base de l'horizon d'argile et des élévations minimales estimées des fonds d'excavation des futures cellules d'enfouissement.

Les résultats des investigations se résument comme suit au niveau des horizons stratigraphiques rencontrés à partir de la surface:

- ◆ Un mince couvert végétal est présent en surface avec une épaisseur de 0,1 à 0,3 m;
- ◆ Un dépôt sablonneux est présent sur l'ensemble du secteur d'agrandissement avec une épaisseur variant de 2,1 à 4,7 m. Ce dépôt s'identifie comme étant un sable fin uniforme brun à gris avec des traces de silt à silteux. Une nappe d'eau à surface libre est présente dans ce dépôt de sable dont la conductivité

SOMMAIRE EXÉCUTIF

hydraulique varie de $1,5 \times 10^{-3}$ à $7,1 \times 10^{-3}$ cm/s avec une moyenne géométrique de $3,1 \times 10^{-3}$ cm/s;

- ◆ Les épaisseurs d'argile silteuse sont généralement plus faibles du côté nord-ouest avec des épaisseurs variant entre 0 et 3 m, alors qu'elles sont les plus élevées du côté sud-est avec une épaisseur maximale observée à 13,6 m. Une épaisseur d'argile d'au moins 3 m se présente sur environ 88 % de la superficie de l'agrandissement projeté. Trois secteurs n'ayant pas une épaisseur minimale de 3 m d'argile silteuse ont été identifiés, soit un secteur principal au nord-ouest de la propriété faisant environ 11 hectares, un deuxième secteur faisant environ 0,8 hectares au sud et un troisième secteur faisant environ 700 m² au sud de l'aire d'exploitation actuelle (Zone 4). Le secteur de 11 hectares comprend également une zone d'environ 2,7 hectares à la limite nord-ouest où la couche d'argile est absente. La conductivité hydraulique *in situ* de l'argile sous le secteur d'agrandissement varie de $1,4 \times 10^{-7}$ à $3,4 \times 10^{-5}$ cm/s avec une moyenne géométrique $1,2 \times 10^{-6}$ cm/s ;
- ◆ Une formation de till glaciaire gris foncé est présente sous la formation argileuse. Cette dernière est d'épaisseur variant entre 0,0 m et 7,7 m et de composition très variable allant d'un gravier sablonneux à une argile avec un peu de silt et de gravier. La conductivité hydraulique de cette unité hydrostratigraphique est également très variable avec des valeurs estimées variant de $2,5 \times 10^{-2}$ cm/s à $8,3 \times 10^{-6}$ cm/s ; et
- ◆ Dans le secteur ouest, le socle rocheux est moins profond (S-28R, 3,8 m, él. 70,8 m), alors que la profondeur maximale est atteinte à la partie est (S-7R, 17,5 m, 56,3 m) du secteur d'agrandissement. Le socle rocheux est identifié à une dolomie. Des essais de perméabilité effectués dans les puits d'observation S-21R, S-22R, S-24R et S-28R indiquent des valeurs de conductivité hydraulique variant de $7,8 \times 10^{-3}$ cm/s à $3,7 \times 10^{-2}$ cm/s avec une moyenne géométrique de $1,8 \times 10^{-2}$ cm/s. Cette unité hydrostratigraphique présente une nappe aquifère semi-captive confinée par le dépôt d'argile silteuse. Des pressions hydrostatiques positives sont également générées au sein de cet aquifère, et ce, principalement dans les deux tiers de la partie nord-ouest du secteur d'agrandissement du LET.

SOMMAIRE EXÉCUTIF

Les recommandations se rapportant au concept d'aménagement de l'agrandissement projeté du LET concernent principalement la conductivité hydraulique et l'épaisseur de la couche d'argile silteuse, le potentiel de soulèvement des fonds d'excavation des cellules d'enfouissement et le drainage nécessaire lors des travaux d'excavation :

- ◆ La couche argileuse présente sous le secteur d'agrandissement ne possède pas en permanence, tel que stipulé à l'article 20 du REIMR, une conductivité hydraulique égale ou inférieure à 1×10^{-6} cm/s sur une épaisseur minimale de 6 m. Toutefois, celle-ci possède une valeur de conductivité hydraulique égale ou inférieure à 5×10^{-5} cm/s sur une épaisseur minimale d'au moins 3 m selon les secteurs permettant ainsi, tel que stipulé aux articles 22 et 23 du REIMR, l'installation du niveau inférieur d'un système d'imperméabilisation à double niveau de protection tout en utilisant un écran périphérique d'étanchéité afin de limiter les effets sur les niveaux des eaux souterraines de la nappe libre sur les terrains adjacents. Dans les secteurs où l'épaisseur d'argile est inférieure à 3 m, le niveau inférieur d'un système d'imperméabilisation à double niveau de protection devra se situer au-dessus du niveau des eaux souterraines de la nappe libre.
- ◆ Le concepteur devra se référer au plan des élévations minimales estimées des fonds d'excavation afin d'établir les plans de fonds des cellules d'enfouissement puisqu'ils ont été estimés en fonction des épaisseurs disponibles d'argile silteuse et des pressions hydrostatiques générées sous la base de la couche argileuse. Aux endroits pour lesquels la couche d'argile ne rencontre pas l'épaisseur minimum requise de 3 m, les élévations minimales estimées des fonds d'excavation ont été supposées égales aux élévations des niveaux d'eau de la nappe libre de surface mesurés en mai 2006.
- ◆ Au cours des travaux de construction, la mise en place d'un écran périphérique d'étanchéité de type sol-bentonite évitera tout travail important de pompage ou drainage d'excavation au cours de la construction des assises des cellules d'enfouissement. Dès que l'écran périphérique d'étanchéité fermera le périmètre d'exploitation de l'agrandissement du LET, les venues d'eau souterraine provenant de la nappe libre de surface seront négligeables en comparaison de l'évacuation des eaux de précipitations et de ruissellement.

SOMMAIRE EXÉCUTIF

Les analyses de stabilité des pentes d'excavation et des remblais de matières résiduelles ainsi que des tassements engendrés par les surcharges imposées par les remblais sont présentées dans un rapport distinct. Ce même rapport présente également le concept d'aménagement retenu pour l'agrandissement du LET.

TABLE DES MATIÈRES

<u>SECTION</u>	<u>PAGE</u>
1.0 INTRODUCTION.....	1
1.1 Objectifs	1
1.2 Localisation et description de la zone d'étude	2
2.0 REVUE DES RAPPORTS ANTÉRIEURS	4
2.1 Investigations géotechniques de la zone d'opération Aire 1 – Partie 2 du site d'enfouissement de Sainte-Sophie (Golder, Juillet 2000)	4
2.2 Projet de développement du bioréacteur - Centre de valorisation environnementale des résidus (CVER) de Sainte-Sophie - Étude géotechnique (Golder, Décembre 2002).....	5
2.3 Démantèlement des puits d'observation S-8T, S-8R, S-9A, S-9R, S-9 et S-13S (ECZ-2) (Golder, novembre 2004)	7
2.4 Démantèlement des puits d'observation S-2 (PO-00-1), S-5 (PO-00- 5), S-18R et S-6S (Golder, 2004)	7
2.5 Relevé géophysique par imagerie de résistivité électrique - Phases 2 et 3 du secteur d'agrandissement du LET de Sainte-Sophie (Golder, juillet 2005).....	8
2.6 Étude géotechnique – Construction et instrumentation d'une berme d'essai au LES de Sainte-Sophie (Golder, février 2006)	9
2.7 Démantèlement des puits d'observation AS-9,S-4(AS-10), S-10S (ECZ-1), S-29S et S-11R (2006).....	9
2.8 Autres données (1997 à 2006)	10
3.0 DESCRIPTION DES TRAVAUX RÉALISÉS	11
3.1 Sommaire des travaux réalisés sur le secteur de l'agrandissement du LET et à sa périphérie.....	11
3.2 Relevé géophysique par IRE 2006	13
3.2.1 Méthodologie des levés géophysiques par IRE.....	13
3.2.2 Travaux de terrain.....	16
3.3 Forages de validation 2006.....	18
3.4 Forages stratigraphiques dans les dépôts argileux en 2006	19
3.5 Méthodologie des travaux réalisés en 2001-2002	20
3.5.1 Réalisation des forages et échantillonnage des sols.....	21
3.5.2 Travaux de laboratoire.....	22

TABLE DES MATIÈRES

<u>SECTION</u>	<u>PAGE</u>
3.5.3 Travaux d'arpentage.....	22
3.6 Relevé piézométrique	23
4.0 CONDITIONS DE TERRAIN.....	24
4.1 Physiographie et géologie régionales.....	24
4.2 Résultats et interprétation des relevés géophysiques par IRE	25
4.3 Unités stratigraphiques	27
4.3.1 Couvert végétal.....	28
4.3.2 Dépôt sablonneux.....	28
4.3.3 Formation argileuse	29
4.3.4 Till glaciaire.....	30
4.3.5 Socle rocheux	31
4.3.6 Niveaux des eaux souterraines	32
5.0 ANALYSES TECHNIQUES.....	34
5.1 Conductivités hydrauliques et épaisseurs de la couche d'argile silteuse.....	34
5.2 Élévations minimales estimées des fonds d'excavation	35
5.3 Drainage lors des travaux d'excavation	36
6.0 CONCLUSIONS ET RECOMMANDATIONS	37
7.0 CONDITIONS GÉNÉRALES ET LIMITATIONS.....	41
RÉFÉRENCES.....	42

TABLE DES MATIÈRES

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1	Sommaire des essais de laboratoire
Tableau 2	Caractéristiques des puits d'observation installés dans le secteur d'agrandissement du LET
Tableau 3	Sommaire de la stratigraphie
Tableau 4A	Résultats des essais géotechniques réalisés sur le sable au laboratoire
Tableau 4B	Résultats des essais géotechniques réalisés sur l'argile au laboratoire
Tableau 4C	Résultats des essais géotechniques réalisés sur le till au laboratoire
Tableau 5	Élévations du niveau d'eau dans la nappe libre de surface, semi-captive du roc et dans les horizons d'argile et de till

LISTE DES FIGURES

Figure 1	Plan de localisation
Figure 2	Photographie aérienne mai 2006
Figure 3	Localisation des travaux d'investigation géophysique par IRE et forages
Figure 4A	Coupes géologiques A-A' et B-B'
Figure 4B	Coupes géologiques C-C' et D-D'
Figure 4C	Coupes géologiques E-E' et F-F'
Figure 5A	Carte piézométrique de la nappe aquifère du sable fin – Mai 2006
Figure 5B	Carte piézométrique de la nappe semi-captive du roc – Mai 2006
Figure 5C	Carte piézométrique anticipée de la nappe semi-captive du roc en conditions de crues printanières
Figure 6	Isocontours des épaisseurs de sable
Figure 7	Isocontours de l'élévation du sommet de l'argile
Figure 8	Isocontours de l'élévation de la base de l'argile
Figure 9	Isocontours des épaisseurs de l'argile
Figure 10	Isocontours de l'élévation du roc
Figure 11	Élévations minimales estimées des fonds d'excavation en conditions statiques anticipées de crues printanières

TABLE DES MATIÈRES

LISTE DES ANNEXES

Annexe A	Plans, journaux de sondage et essais <i>in situ</i> et en laboratoire des études antérieures
Annexe B	Relevé d'arpentage des lignes IRE
Annexe C	Profils interprétés des lignes IRE
Annexe D	Rapports de forage du secteur de l'agrandissement du LET
Annexe E	Résultats des essais de laboratoire
Annexe F	Résultats des essais de perméabilité
Annexe G	Documents photographiques de terrain
Annexe H	Conditions générales et limitations

1.0 INTRODUCTION

Waste Management (WM) a mandaté Golder Associés Ltée (Golder) pour réaliser une étude géophysique par imagerie de résistivité électrique (IRE) ainsi que des travaux complémentaires géotechniques dans le cadre du projet d'agrandissement du lieu d'enfouissement technique (LET) de Sainte-Sophie. Ces travaux sont complémentaires à ceux ayant été effectués en 2001-2002 au cours d'une investigation géotechnique qui avait couvert un secteur de 130 hectares. Depuis, environ 30 (Zone 4) des 130 hectares investigués à l'époque ont reçu les autorisations gouvernementales nécessaires à l'exploitation d'un LET (figure 1). Les travaux complémentaires d'investigations géophysique et géotechnique effectués en 2006 ont donc couvert le secteur d'agrandissement projeté sur les 100 hectares restant de la propriété de WM.

1.1 Objectifs

Les études géophysique et géotechnique ont pour objectifs de décrire la géologie et la stratigraphie du site et de produire des recommandations pertinentes à la conception de l'agrandissement du LET. L'étude comprend les points suivants:

1. La description de la nature des matériaux rencontrés sur le site de l'agrandissement du LET par :
 - la réalisation d'un relevé géophysique par IRE afin d'obtenir une couverture représentative de la stratigraphie et d'estimer les épaisseurs de dépôts argileux;
 - la réalisation d'un nombre représentatif de sondages stratigraphiques et de forages de validation, entre autres, aux endroits de faibles épaisseurs de dépôts argileux identifiés par IRE;
 - des analyses *in situ* et en laboratoire sur un nombre représentatif d'échantillons pour caractériser les propriétés des zones stratigraphiques rencontrées en chantier; et
 - la réalisation de coupes géologiques.

2. Une discussion sur les contraintes géotechniques pouvant s'imposer lors de la conception et la construction comprenant:
 - l'épaisseur et les caractéristiques géotechniques des dépôts argileux en place;
 - les pressions hydrostatiques et le potentiel de soulèvement des fonds d'excavation des cellules d'enfouissement; et
 - la profondeur du socle rocheux.

Après une description du site à l'étude, ce rapport présente d'abord une revue des études antérieures effectuées sur le secteur du projet d'agrandissement et à sa périphérie depuis l'année 2000, suivie d'une description des travaux réalisés en 2006 dans le cadre des études géophysique et géotechnique. Par la suite, les conditions de terrain sont présentées. Finalement, une conclusion résume l'essentiel des résultats et des recommandations sont émises en regard du projet d'agrandissement du LET et des spécifications techniques édictées dans le *Règlement sur l'enfouissement et l'incinération de matières résiduelles* (REIMR, janvier 2006).

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'agrandissement du LET est, par ailleurs, situé dans le secteur sud et ouest de l'actuelle aire d'exploitation (Zone 4), soit du côté sud-est de la 1^{ère} Rue (entre la Montée Lafrance et l'actuelle aire d'exploitation) sur le lot 10-41 (anciennes parties 10-11 et 10-34) du cadastre officiel de Mirabel. L'ensemble des terrains ciblés pour l'agrandissement du LET présente une superficie totale d'environ 100 ha, dont environ 85 ha seront aménagés en aire d'enfouissement. La zone d'agrandissement est en forme de « L » dont la hauteur (axe nord-ouest sud-est) varie de environ 1230 m à 530 m et la largeur (axe nord-est sud-ouest) de environ 1200 m à 730 m. La topographie du site est généralement plane ayant des élévations géodésiques comprises entre 73 et 75 m.

Un cours d'eau (ruisseau aux Castors) est situé à environ 700 m au nord de la zone d'agrandissement du LET, alors que l'on retrouve une carrière en exploitation à environ 200 m à l'ouest. Environ 30 % de la superficie de la zone est constitué de terrains en friche, et ce, principalement dans les parties nord et est du secteur d'agrandissement du

LET. Les secteurs sud et ouest sont, quant à eux, plus densément boisés avec la présence d'arbres matures. Des fossés de drainage sillonnent le secteur d'agrandissement et une accumulation d'eau est généralement visible au fond des fossés. On remarque la présence d'un petit étang d'irrigation, autrefois propriété privée, maintenant détenue par WM.

2.0 REVUE DES RAPPORTS ANTÉRIEURS

Les travaux antérieurs effectués depuis l'année 2000 sur l'aire fermée du bioréacteur (Zone 1), l'aire actuellement exploitée (Zone 4) et le secteur d'agrandissement du LET sont présentés par ordre chronologique et cités en références à la fin de ce rapport.

Il est à noter que les plans de localisation des sondages, les journaux de sondages et les essais *in situ* et en laboratoire effectués au cours de ces études antérieures sont présentés à l'annexe A.

2.1 Investigations géotechniques de la zone d'opération Aire 1 – Partie 2 du site d'enfouissement de Sainte-Sophie (Golder, 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, essais 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 unités hydrostratigraphiques sont présentes sur le site soit les unités de sable fin, d'argile silteuse, de till et de roc;
- Conditions de pression hydrostatique positive dans certains secteurs du roc;
- Conductivités hydrauliques de l'ordre de 7×10^{-3} cm/s dans le sable, $8,3 \times 10^{-6}$ cm/s dans le till et variant de $1,4 \times 10^{-4}$ à $1,8 \times 10^{-3}$ cm/s dans le roc;
- Tassements différentiels maximaux anticipés de l'ordre de 1 m; et
- Aucun problème de stabilité de pente d'excavation anticipé pour les sections vérifiées en autant que les conditions de l'étude sont respectées (épaisseur de matières résiduelles de 17 m, fond argileux à l'élévation 70 m, pente maximale de 1V:3H dans les matières résiduelles).

2.2 Projet de développement du bioréacteur - Centre de valorisation environnementale des résidus (CVER) de Sainte-Sophie - Étude géotechnique (Golder, Décembre 2002)

Travaux réalisés:

- Réalisation de 43 sondages dont 36 forages aménagés en puits d'observation, 2 forages stratigraphiques et 5 essais de pénétration dynamique au cône;
- Réalisation de 10 profils scissométriques;
- Réalisation, sur un nombre représentatif d'échantillons de sol, d'essais et d'analyses géotechniques: granulométrie, sédimentométrie, teneur en eau, densité relative, limites d'Atterberg, essais de consolidation oedométriques et essais de cisaillement; et
- 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.

Conclusions pertinentes:

- Stratigraphie composée successivement d'un sable fin / argile ferme et très sensible / till glaciaire parfois remanié / socle rocheux (dolomie);
- Sable fin de surface avec une épaisseur minimale d'environ 2,5 m du côté nord-ouest à une épaisseur maximale de 4,5 m dans le secteur central. Une nappe aquifère à surface libre est présente dans ce dépôt de sable dont la conductivité hydraulique mesurée *in situ* est de l'ordre de $3,1 \times 10^{-3}$ cm/s;
- Dépôt argileux de consistance ferme et légèrement surconsolidé avec des épaisseurs très variables. De façon générale, les épaisseurs d'argile silteuse sont plus faibles du côté nord-ouest (2,3 à 3,4 m) et central est (2,7 m), alors qu'elles sont les plus élevées du côté sud-est (13,6 m). Une épaisseur d'argile d'au moins 3 m se présente sur environ 90 % du site. Les limites de liquidité obtenues (variant de 33 % à 76 %) indiquent que les caractéristiques de l'argile silteuse sont, elles aussi, variables sur le site. La conductivité hydraulique mesurée *in situ* de l'argile sous la zone d'implantation du LET est de l'ordre de $2,3 \times 10^{-5}$ cm/s;
- Till glaciaire de composition variable allant d'un gravier sablonneux à une argile avec un peu de silt et de gravier est d'épaisseur variant de 0,0 à 7,7 m. La conductivité hydraulique de cette unité hydrostratigraphique fut estimée à $2,5 \times 10^{-2}$ cm/s au site de forage S-12;
- Socle rocheux identifié à une dolomie intercepté à des profondeurs de 7,6 m dans le secteur nord-ouest de la zone d'implantation du futur bioréacteur et de 17,5 m dans le secteur sud-est. Cette unité hydrostratigraphique présente une nappe aquifère semi-captive confinée par le dépôt d'argile silteuse. Des pressions hydrostatiques positives sont également générées au sein de cet aquifère, et ce, principalement dans la partie nord-ouest de la zone d'implantation du LET ;
- En fonction des conditions du site, des pentes d'excavation de 3H:1V dans le sable de surface et dans l'argile sont recommandées;

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

2.3 Démantèlement des puits d'observation S-8T, S-8R, S-9A, S-9R, S-9 et S-13S (ECZ-2) (Golder, novembre 2004)

Travaux réalisés:

- Démantèlement en juin 2004 des puits S-8T (till), S-8R (roc), S-9A (argile), S-9R (roc), S-9 (roc) par forage en tarière évidée et injection de coulis de bentonite de la base du puits jusqu'en surface, conduisant à l'enlèvement complet des matériaux du puits incluant le tubage et la crépine de CPV ; et
- Démantèlement en juin 2004 par excavation (entrepreneur en excavation de Waste Management) du puits S-13S présent dans la formation de sable en surface.

2.4 Démantèlement des puits d'observation S-2 (PO-00-1), S-5 (PO-00-5), S-18R et S-6S (Golder, 2004)

Travaux réalisés:

- Démantèlement en juin 2004 du puits S-2 (PO-00-1) et en octobre 2004 des puits S-5 (PO-00-5) et S-18R par forage à tarière évidée et injection de coulis de bentonite de la base du puits jusqu'en surface, conduisant à l'enlèvement complet des matériaux du puits incluant le tubage et la crépine de CPV ; et

- Démantèlement en juin 2004 par excavation (entrepreneur en excavation de Waste Management) du puits S-6S présent dans la formation de sable en surface.

2.5 Relevé géophysique par imagerie de résistivité électrique - Phases 2 et 3 du secteur d'agrandissement du LET de Sainte-Sophie (Golder, juillet 2005)

Travaux réalisés:

- Validation de la technique de relevé par imagerie de résistivité électrique (IRE) par la réalisation de 2 lignes d'essai totalisant 255 m de relevé à l'été 2004;
- Réalisation des relevés par IRE en 2 phases successives à l'été et à l'automne 2004 respectivement sur les phases 2 et 3 de l'agrandissement du LET;
- Réalisation de près de 5 000 m de relevé en 10 lignes espacées de 50 m sur l'ensemble des phases 2 et 3; et
- Réalisation de 29 forages de validation et 7 analyses granulométriques.

Conclusions pertinentes:

- Les relevés ont identifié 4 zones ayant moins de 3 m d'épaisseur d'argile. Deux de ces zones sont présentes dans le secteur est de la phase 2 et 2 autres zones sont présentes dans le secteur central de la phase 3 ; et
- Les élévations minimales estimées des fonds d'excavation des phases 2 et 3 ont été calculées à partir des données des relevés par IRE, des forages de validation, ainsi que des niveaux piézométriques de l'aquifère du roc en période de crues printanières, afin de respecter une épaisseur minimale de 3 m d'argile sous les fonds des cellules d'enfouissement et un facteur de sécurité d'au moins 1,0 contre le soulèvement de fond.

2.6 Étude géotechnique – Construction et instrumentation d’une berme d’essai au LES de Sainte-Sophie (Golder, février 2006)

Travaux réalisés:

- Réalisation d’une étude géotechnique en juin 2004 à l’endroit d’une berme d’essai du côté nord-ouest de la Zone 1 comprenant 2 forages géotechniques avec installation de piézomètres électriques à double niveaux et profils scissométriques en continu, ainsi que des essais de consolidation; et
- Construction et instrumentation de la berme d’essai avec 2 plaques de tassement afin de suivre l’évolution des résistances en cisaillement des argiles en fonction de l’accroissement des tassements.

Conclusions pertinentes:

- Dans le cas où d’autres bermes de stabilisation seraient envisagées autour du LET de Sainte-Sophie, il sera possible d’estimer la hausse de la résistance en cisaillement non drainée de l’argile en se servant de la relation entre cette dernière et la contrainte effective verticale.

2.7 Démantèlement des puits d’observation AS-9,S-4(AS-10), S-10S (ECZ-1), S-29S et S-11R (2006)

Travaux réalisés:

- Démantèlement en 2006 par excavation (entrepreneur en excavation de Waste Management) des puits AS-9, S-4 (AS-10), S-10S (ECZ-1) et S-29S présents dans la formation de sable en surface.
- Démantèlement en août 2006 par excavation (entrepreneur en excavation de Waste Management) jusqu’au contact avec l’argile et retrait du tubage en acier de 100 mm de diamètre incluant l’assemblage du puits S-11R (tubage et crépine en CPV), suivi par le remblaiement du bas vers le haut de la cavité par de la bentonite granulaire (entrepreneur en forage sous supervision de

Golder). Le tubage d'acier avait été perdu en cours de forage lors de l'installation du puits en 2001.

2.8 Autres données (1997 à 2006)

Des données ont été incorporées à la présente étude qui touchent spécifiquement le secteur de l'agrandissement du LET, sans qu'il n'y ait eu nécessairement de rapports émis ou encore de rapports disponibles. Ces documents sont listés comme suit:

- Deux rapports de forage pour les puits AS-7 et AS-9 (André Simard et Associés, 1997).
- Trois rapports de forage pour les puits S-33R, S-33T et S-34R (Golder, 2003).
- Un rapport de forage pour le puits de captage de biogaz au roc CB-1 (Golder, 2004)
- Neuf rapports de forage pour les puits S-30S, S-31S, S-32S, SB-9 à SB-13 et S-35R (Golder, 2004).
- Un rapport de forage pour le puits S-33S (Golder, 2006).

3.0 DESCRIPTION DES TRAVAUX RÉALISÉS

La présente section décrit les travaux réalisés sur la propriété couvrant les 100 hectares de l'agrandissement projeté du LET de Sainte-Sophie. Des travaux réalisés en 2001-2002 avaient porté sur un terrain d'une superficie totale de 130 hectares dont font partie les 100 hectares du présent projet d'agrandissement. Depuis ces travaux, les travaux d'investigation complémentaire, effectués en 2006, ont principalement consisté en un relevé géophysique par IRE suivi d'un programme de forages de validation ainsi que 2 forages stratigraphiques avec profils scissométriques dans les argiles en place et essais de caractérisation géotechnique en laboratoire sur les échantillons d'argile récupérés.

3.1 Sommaire des travaux réalisés sur le secteur de l'agrandissement du LET et à sa périphérie

En vertu de la *Directive pour la réalisation d'une étude d'impact sur l'environnement d'un projet de lieu d'enfouissement sanitaire (mise à jour 2005)* de la Direction des évaluations environnementales du ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs du Québec (MDDEP)¹, une superficie de terrain à développer de 100 hectares requiert au minimum 23 sites de sondages.

¹ MDDEP : ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs du Québec. Aussi anciennement connu sous l'appellation du ministère de l'Environnement du Québec (MENV) ou du ministère de l'Environnement et de la Faune du Québec (MEF).

La répartition des sites et des types de sondages effectués lors des travaux de 2001-2002, ainsi que lors de la période de 2003 à 2006, dans le secteur de l'agrandissement de 100 hectares et à sa périphérie, est la suivante:

Description	Travaux en 2001-2002	Travaux en 2003-2006	Total
Superficie (ha)			100
Sites de sondages	19	86	105
Relevé géophysique par IRE (km linéaire de levé)		20	20
Puits d'observation aménagé dans sable fin de surface (S)	11	5	16
Puits d'observation aménagé dans l'argile silteuse (A)	3	0	3
Puits d'observation aménagé dans le till (T)	1	1	2
Puits d'observation aménagé dans le roc (R)	9	4	13
Forages stratigraphiques	2	2	4
Forages de validation avec essais de pénétration dynamique au cône	5	75	80
Nombre total de sondages	31	87	118

La localisation des travaux de relevé géophysique par IRE et de chacun des forages de validation, forages stratigraphiques et puits d'observation est présentée à la figure 3. L'annexe B présente les relevés d'arpentage des lignes IRE, alors que l'annexe C présente les profils interprétés des lignes IRE. Les rapports de forage pour les sondages présents sur le secteur d'agrandissement du LET et sa périphérie sont consignés par types de sondage (forages de validation, forages stratigraphiques et puits d'observation) à l'annexe D.

3.2 Relevé géophysique par IRE 2006

Le relevé géophysique visait à caractériser par imagerie de résistivité électrique (IRE) les continuités verticale et horizontale de l'horizon d'argile présent sur le secteur d'agrandissement du LET et à identifier les zones présentant des épaisseurs d'argile de moins de 3 m. Une épaisseur minimale de 3 m d'argile est, en effet, requise au fond des futures cellules d'enfouissement, afin de satisfaire aux exigences techniques du REIMR. De plus, une épaisseur minimale d'argile est également requise afin de contrer le soulèvement potentiel du fond des excavations. Cet effet de soulèvement potentiel, particulier au site, est causé par les pressions hydrostatiques associées aux conditions hydrogéologiques prévalant dans l'aquifère du roc sous-jacent au dépôt argileux.

La technique de relevé géophysique par IRE a été choisie sur la base de son efficacité à caractériser la stratigraphie générale du site, et notamment, la couche d'argile s'y trouvant. Cette efficacité a été démontrée lors de l'investigation par IRE réalisée en 2004 dans le cadre du développement du secteur d'agrandissement des phases 2 et 3 du LET de Ste-Sophie (Golder, juillet 2005).

Les travaux ont compris la réalisation des activités suivantes: l'implantation de la maille des levés, la campagne de levés par IRE; et la localisation et le nivellement des lignes de levé par IRE. L'interprétation des levés est discutée à la section 4.2 du rapport.

3.2.1 Méthodologie des levés géophysiques par IRE

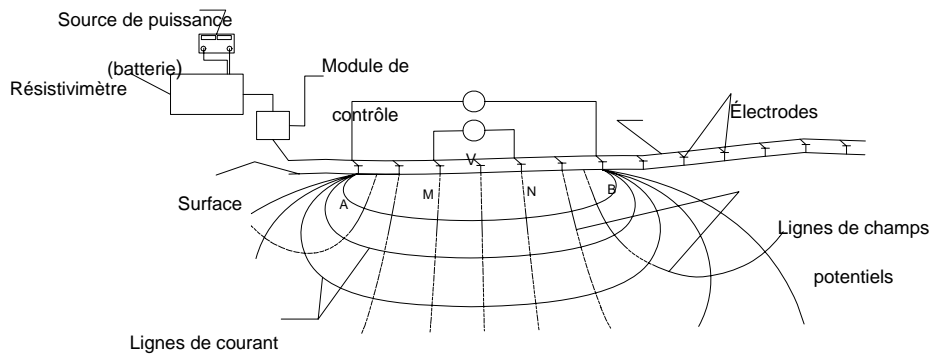
La technique d'imagerie de résistivité électrique (IRE) mesure la résistivité électrique (inverse de la conductivité) se rapportant au type de sol ou de roc, à la stratigraphie et aux conditions du sol. Dans la technique de l'IRE, un courant est injecté dans le sol par le biais de 2 électrodes et la différence de potentiel (voltage) entre ces électrodes est mesurée. La résistivité apparente du sous-sol est calculée à partir du ratio du voltage mesuré et du courant injecté, multiplié par une constante laquelle est fonction de la géométrie et de l'espacement des électrodes. La profondeur d'investigation est fonction de la distance séparant les électrodes. Une plus grande largeur entre les électrodes procure de l'information à de plus grandes profondeurs mais diminue la résolution.

La photographie ci-dessous illustre la disposition de l'équipement d'IRE tel qu'il est typiquement utilisé sur le terrain:



Disposition typique de l'équipement IRE

Le schéma suivant montre la configuration des électrodes ainsi que les lignes de courants et de potentiels pour une configuration de type Wenner, telle qu'utilisée au cours des présents travaux. En configuration Wenner, les électrodes sont colinéaires avec les électrodes de potentiel (M et N) situés entre les électrodes de courant (A et B) et une séparation constante entre les électrodes.



Au cours du levé, une pseudo-section est générée, laquelle illustre les variations de résistivité apparente en fonction de la profondeur. La pseudo-section est obtenue en prenant des mesures à intervalles croissant entre les électrodes et en les déplaçant le long de la ligne à investiguer.

Plusieurs types de configuration d'électrodes (Schlumberger, dipôle-dipôle, pôle-dipôle, etc.) peuvent être utilisés. Les principaux facteurs influençant le choix de la configuration sont les conditions de terrains (e.g. topographie accidentée ou plane), la profondeur d'investigation désirée et la résolution (horizontale et/ou verticale) souhaitée.

Dans le cadre de la présente étude, et sur la base des résultats de l'investigation conduite en 2004, la configuration de Wenner a été retenue compte tenu de la présence des variations essentiellement verticales de la stratigraphie et du fait que la configuration de Wenner permet d'accroître la profondeur d'investigation dans des environnements de faible résistivité (sols argileux). Pour la configuration Wenner, la résistivité apparente (ρ_a) des dépôts meubles situés sous la surface est calculée comme suit:

$$\rho_a = 2\pi a \Delta V / I$$

Avec :

a = séparation entre les électrodes (distance entre les électrodes AM, MN et NB);

ΔV = variation des valeurs de potentiel (MN) produite suite à l'application d'un courant;

I = le courant appliqué (AB).

La méthode par IRE diffère légèrement des techniques de résistivité traditionnelles par le fait qu'un important alignement d'électrodes (72 dans le cas du présent levé) est installé le long d'une ligne de levé et branché à un appareil de mesure (résistivimètre) à l'aide d'un câble multiconnections (« multi-core cable »). Le résistivimètre est un appareil de mesure automatisé avec une source de courant et un voltmètre à impédance élevé. L'appareil est muni d'un logiciel d'acquisition de données permettant d'ouvrir ou de fermer successivement chaque dipôle de mesure selon une routine préétablie.

L'équipement ainsi que la procédure utilisée permettent de prendre une grande quantité de données sur toute la ligne de levé. Lorsque le dispositif d'électrode s'avère plus petit que la ligne de levé, un second alignement d'électrodes est installé à la fin du premier alignement. En juxtaposant les alignements effectués sur une même ligne de levé, une pseudo-section continue des valeurs de résistivité apparente est générée le long de la ligne investiguée. Ces données servent ensuite à calculer un modèle de résistivité en 2D montrant un profil réel des variations de résistivité en profondeurs. Le logiciel RES2DINV développé par la firme GEOTOMO a été utilisé pour le traitement des données et la génération des sections de résistivité en 2D des dépôts meubles.

3.2.2 Travaux de terrain

Le relevé géophysique par IRE, incluant les travaux d'implantation de la maille et de nivellement a été réalisé au cours de la période du 25 mai au 25 juillet 2006 sur le site du projet d'agrandissement du LET.

La maille des levés géophysiques a été établie par Golder en consultation avec WM. La maille consistait en une série de trente (30) lignes d'orientation nord-est sud-ouest (identifiées IRE-13 à IRE-42) de longueur variant entre 540 m et 700 m, espacées nominalement d'un intervalle de 50 m (figure 3).

Préalablement aux travaux de levés par IRE, les points de début et de fin des lignes de levés ont été localisés par le personnel technique de Golder à l'aide d'un GPS portable. Ce même personnel procéda ensuite à l'implantation des lignes de la maille à l'aide de boussoles et de rubans marqueurs, en préparation pour leur défrichage et leur dégagement. Le dégagement des lignes de levé a été réalisé par un sous-traitant de WM (Excavations Paquette) à l'aide de boteur de type D8.

Le dégagement des lignes de levé a consisté à débroussailler et à couper les arbres dans leurs extensions nord-est sud-ouest. Une partie des arbres plus matures de la zone sud-ouest (secteur des lignes IRE-25 à IRE-36) a été récoltée et commercialisée. Tel que requise par WM, une zone d'une dizaine de mètres a été préservée au niveau de l'extrémité est des lignes IRE-34 à IRE-40, en bordure du chemin équestre longeant le site.

Les travaux d'acquisition de données ont été réalisés par 2 équipes de terrain composées chacune de 3 professionnels du bureau de Golder à Montréal. Messieurs Philippe Martin et Frédérick Savoie, géophysiciens, étaient en charge de la supervision des équipes sur le terrain et du contrôle *in situ* de la qualité des données. Monsieur Mark Monier-Williams, géophysicien senior du bureau de Mississauga en Ontario était responsable du traitement et de l'interprétation des données au fur et à mesure de leur acquisition.

Deux systèmes de marque Syscal R1+ Switch 72 (numéros de série 272 et 340) fabriqués par la firme IRIS ont été employés simultanément lors du levé. Afin d'éviter toute interférence potentielle pouvant résulter de l'utilisation des 2 systèmes, une distance minimale de 500 mètres était constamment maintenue entre les lignes investiguées concurremment.

Le courant de l'émetteur sur chacun des 2 systèmes a été ajusté de façon à générer une différence de potentiel d'approximativement 300 mV (lorsque possible) entre les électrodes M et N. Ceci résulta en l'injection de courants généralement de l'ordre de 50 à 400 mA selon la valeur de la résistance au contact électrode-sol (de l'ordre de 10 à 10 000 ohms). Selon les endroits, en raison de la résistance élevée des dépôts meubles de surface, les électrodes ont été mouillées avec de l'eau salée avant leur utilisation afin de réduire la résistance du contact avec le sol à des niveaux acceptables.

Le levé a été conduit sur 7 lignes (IRE-13 à IRE-19) d'une longueur de 590 m chacune dans le secteur au sud-est de l'aire d'exploitation actuelle (Zone 4) et sur 23 lignes (IRE-20 à IRE-42) d'une longueur variant entre 538 m et 698 m dans le secteur à l'ouest pour un total de près de 20 kilomètres linéaires de levés. Un intervalle de base de 3 m entre les électrodes a été utilisé et incrémenté successivement du niveau n=1 au niveau n=18 de manière à permettre une profondeur d'investigation de l'ordre de 30 mètres sous la surface.

En fin de campagne de levé, une ligne additionnelle (IRE-43) d'orientation nord-sud d'une longueur de 213 m a également été effectuée et avait pour but de vérifier la similarité des mesures obtenues par les 2 différents systèmes employés au cours du levé.

Au cours des travaux d'acquisition, les lignes de levé ont systématiquement été marquées à intervalles de 9 m à l'aide de balises, pour fins d'arpentage subséquent. Toutes les

lignes ont été nivelées à intervalles de 9 m ainsi qu'à tous les changements de pente du terrain. Les travaux d'arpentage ont été réalisés par la firme spécialisée LaserTech au moyen d'un système en station totale, permettant une précision de positionnement de l'ordre du millimètre. Les coordonnées des points et les mesures d'élévation ont été reliées au réseau géodésique à partir de points d'élévation connus.

Les données d'arpentage des lignes de levé sont présentées à l'annexe B, alors que les profils interprétés des lignes de levé par IRE sont présentés à l'annexe C.

3.3 Forages de validation 2006

Les travaux de forage de validation ont été réalisés du 25 juillet au 8 août 2006. L'emplacement des forages de validation a été déterminé suite à l'analyse préliminaire des données de IRE. Les emplacements ont été sélectionnés prioritairement aux endroits où l'épaisseur interprétée de l'argile était de l'ordre de 2 à 4 m. Certains emplacements de forage ont également été déterminés à des endroits où les épaisseurs d'argile variaient de 4 à 9 m d'épaisseur, et ce, afin d'établir un facteur de correction entre l'épaisseur d'argile interprétée par IRE et l'épaisseur réelle d'argile en fonction des résultats de forages de validation.

Le programme de forages de validation a comporté la réalisation de 75 forages identifiés GP-19A à GP-19D, GP-24A à GP-24H, GP-28 à GP-75, GP-47A à GP-47E, GP-53A, GP-53B, GP-62A, GP-62B, GP-69A, GP-70A, GP-72A et GP-72B dans les dépôts meubles à des profondeurs variant entre environ 3 et 15 m (figure 3).

Le programme de forages de validation a été réalisé par Succession de forage George Downing à l'aide d'une foreuse de type « Géoprobe », ainsi que d'une foreuse conventionnelle CME-55, toutes 2 montées sur chenillards.

Les 2 foreuses ont également utilisés la même méthode de forage, soit celle de la tarière évidée jusqu'à l'atteinte du contact géologique du sable avec l'argile. Dans ces forages, l'échantillonnage des sols fut réalisé en continu, et ce, après environ 2 m de forage dans l'unité de sable de surface. 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. Pour tous les échantillons prélevés avec la cuillère fendue, l'indice de

pénétration standard (indice N) a été mesuré. Cet indice est défini comme étant le nombre de coups nécessaires pour enfoncer une cuillère fendue standard de 300 mm et il permet une estimation de la densité relative des sols granulaires. Après l'identification du contact géologique du sable avec l'argile, les forages de validation ont été poursuivis en réalisant un essai de pénétration dynamique au cône, et ce, afin d'identifier le contact géologique de l'argile avec le till sous-jacent. L'essai de pénétration dynamique au cône est un essai en continu au cours duquel un marteau de 63,5 kg avec une hauteur de chute de 760 mm bat un train de tige dans le sol. Au cours de l'essai, le nombre de coups pour une pénétration du train de tige de 300 mm est noté. Un train de tige de calibre AW muni d'une pointe conique d'un diamètre de 51 mm fut utilisé en cours d'essai. Au début des travaux, un essai de calibration fut effectué à côté du forage S-12R. À la fin de chacun des essais, les tarières ont été avancées sur une longueur d'au moins 3 m dans l'argile, et ce, afin de sceller les trous d'essais et de forages à l'aide de coulis de bentonite et de bentonite granulaire.

Les rapports de forages de validation sont présentés à l'annexe D.

3.4 Forages stratigraphiques dans les dépôts argileux en 2006

Deux forages stratigraphiques, identifiés S-36 et S-37A, ont été réalisés en complément d'information sur les caractéristiques géotechniques des dépôts argileux du secteur de l'agrandissement du LET. Ces travaux ont également comporté la réalisation de profils scissométriques dans les argiles en place et un programme d'essais en laboratoire sur des échantillons intacts d'argile récupérés en cours de forage. Ces forages ont été réalisés concurremment au programme de forage de validation avec la foreuse conventionnelle CME-55 montée sur chenillard.

La méthode de forage fut celle à la tarière évidée. 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 et à l'aide de tubes Shelby de 60 cm de longueur et de 76 mm de diamètre pour des échantillons intacts argileux. Les échantillons de sols ont été prélevés en continu à intervalles de 0,6 m. Pour tous les échantillons prélevés avec la cuillère fendue, l'indice de pénétration standard (indice N) a été mesuré. Les forages ont été avancés jusqu'à l'horizon de till. Les trous de forage ont par la suite été scellés à l'aide de coulis de bentonite et de bentonite granulaire. Par la suite, à une distance

adjacente de 1 à 2 m, un trou de forage fut avancé jusqu'au contact avec l'argile, afin de procéder à la réalisation d'un profil scissométrique à l'aide de l'appareil de mesure Nilcon. Des mesures *in situ* de résistance en cisaillement non drainée ont été effectuées à tous les 0,5 m, et ce, sur toute l'épaisseur du dépôt argileux observée au droit des forages.

Le programme d'essai en laboratoire a comporté la réalisation de 6 teneurs en eau naturelle, 6 limites de consistance, 6 essais de cisaillement au cône Suédois et 2 essais de consolidation. Les essais ont été réalisés au laboratoire géotechnique de Golder à Ottawa. Le tableau 1 résume le programme d'essais réalisés en laboratoire, et ce, pour chaque unité géologique rencontrée. Les résultats des essais de laboratoire sont présentés à l'annexe E.

3.5 Méthodologie des travaux réalisés en 2001-2002

Les travaux réalisés en 2001-2002, sur le secteur de l'agrandissement du LET de 100 hectares et à sa périphérie, ont compris les tâches suivantes:

- l'échantillonnage des sols à la cuillère fendue et au tube à paroi mince (tube Shelby) en cours de forage et détermination de l'indice de pénétration standard (N);
- la réalisation de profils scissométriques dans 10 forages et de profils de pénétration dynamique dans 5 forages;
- la réalisation, sur un nombre représentatif d'échantillons de sol, d'essais et d'analyses géotechniques: granulométrie, sédimentométrie, teneur en eau, densité relative, limites de consistances, essais de consolidation oedométriques et essais de cisaillement en laboratoire;
- l'installation de 24 puits d'observation, dont 11 puits dans l'unité de sable superficiel, 3 puits dans l'argile, 1 puits dans le till et 9 puits d'observation au niveau de l'aquifère du roc;
- la réalisation de 12 essais de conductivité hydraulique *in situ* à raison de 3 essais dans l'unité de sable superficiel, 3 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); et
- le relevé piézométrique des 24 puits.

3.5.1 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. L'identification des sites de sondages est marquée par un « S » suivi d'un numéro séquentiel. 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 de la Zone 1. Des volumes d'eau au moins équivalents à ceux injectés furent retirés suivant l'installation des puits d'observation.

Il est à noter qu'en cours de forage au site S-14R, au moment du retrait du tubage de l'horizon de till, des venues de gaz ont été observées. Celles-ci ont cessé lors de l'installation du puits d'observation au niveau du roc, soit après l'obturation de l'horizon de till par la bentonite et le coulis ciment-bentonite.

L'échantillonnage des sols dans les forages a été effectué au moyen d'une cuillère fendue standard normalisée de 60 cm de longueur et de 51 mm de diamètre ou encore à l'aide de tubes Shelby de 60 cm de longueur et de 76 mm de diamètre pour des échantillons intacts argileux. Les échantillons de sols ont été prélevés en continu dans 5 forages profonds, et à intervalles de 0,6 m dans les autres. Aux sites où il était prévu d'installer un nid de puits (puits distancés de 2 à 3 m), le forage le plus profond était d'abord réalisé et échantillonné alors que les autres forages réalisés pour l'installation de puits à différents niveaux au même site ne faisaient pas l'objet d'échantillonnage.

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

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

Enfin, 5 forages ont fait l'objet de la réalisation d'un profil de pénétration dynamique. L'interprétation des résultats de cet essai, corrélée avec les données recueillies des forages échantillonnés avoisinants, a permis une évaluation de la profondeur du contact entre les couches de sol.

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

3.5.2 Travaux de laboratoire

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

3.5.3 Travaux d'arpentage

Tous les nouveaux puits et sondages, ainsi que quelques-uns des puits existants, ont été localisés et raccordés au système de repère géodésique Mercator Transverse Modifié (MTM) NAD83, utilisé pour l'exploitation du LET actuel. Les relevés d'arpentage et de

nivellement ont été effectués du 10 au 14 décembre 2001 et du 8 au 11 janvier 2002 à l'aide d'une station totale et d'un niveau standard opérés par le personnel de Golder. Les élévations du terrain naturel et de la margelle des puits (au CPV de 50 mm) ont été déterminées à chaque emplacement.

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

3.6 Relevé piézométrique

Les caractéristiques des puits d'observation ayant fait l'objet de relevés piézométriques sont présentées aux tableaux 2A et 2B. Le tableau 2A présente les caractéristiques des puits installés à la périphérie de l'aire actuelle d'exploitation (Zone 4) et sur l'agrandissement projeté du LET, alors que le tableau 2B présente les caractéristiques des puits installés au niveau du LES (Zones 1, 2A, 3A et ancien LES) ainsi qu'à sa périphérie éloignée.

Une compilation des relevés piézométriques effectués depuis 2001 par WM via son consultant Dessau-Soprin est présentée respectivement pour les secteurs du LET et son agrandissement projeté, ainsi que pour le LES aux tableaux 3A et 3B. La compilation des relevés piézométriques présente également les niveaux d'eau observés dans la couche d'argile et de till.

Une carte piézométrique du relevé, en date de mai 2006, est présentée pour la nappe libre de surface à la figure 5A et pour l'aquifère semi-confiné du roc à la figure 5B.

4.0 CONDITIONS DE TERRAIN

Cette section présente la physiographie et la géologie régionales, les résultats et l'interprétation des relevés géophysiques par IRE, ainsi qu'une synthèse des caractéristiques de chacune des unités stratigraphiques et des conditions hydrogéologiques rencontrées sur le secteur de l'agrandissement projeté du LET.

4.1 Physiographie et géologie régionales

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. Le secteur de l'agrandissement projeté du LET est localisé 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 l'agrandissement projeté du LET 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 ce secteur.

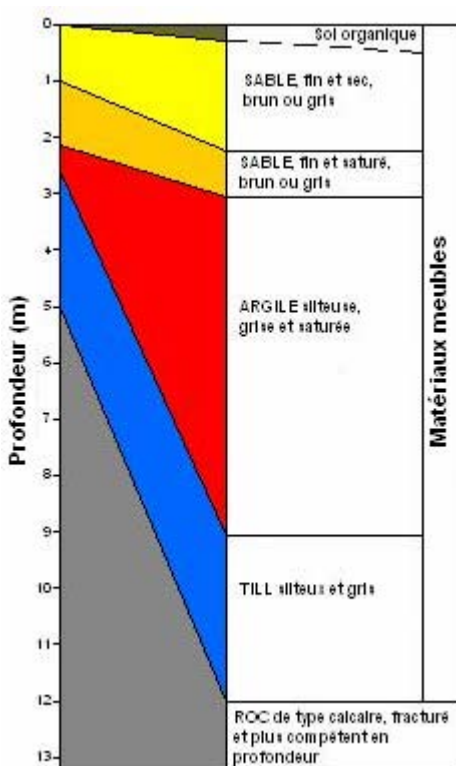
Le socle rocheux est constitué de roches sédimentaires (grès, dolomie, calcaire et argilite) du paléozoïque de la province géologique des Basses-Terres du St-Laurent, reposant en discordance sur les roches ignées et métamorphiques d'âge précambrien de la province géologique de Grenville. Sous le secteur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

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

4.2 Résultats et interprétation des relevés géophysiques par IRE

Les résultats des levés par IRE sont présentés sur des vues en sections verticales (Annexe C) où les isocontours de résistivité apparente sont tracés en fonction de la distance horizontale le long de la section et en fonction de la profondeur, jusqu'à concurrence d'une profondeur de 30 mètres correspondant à la profondeur d'investigation maximale du levé.

Les résultats obtenus sont consistants avec les réponses en résistivité escomptés de la stratigraphie du site, ainsi qu'avec les résultats de l'étude antérieure (Golder, 2005). Une vue en section de la stratigraphie typique rencontrée sur le site est présentée ci-dessous. Les dépôts meubles sus-jacents à la roche mère consistent successivement, à partir de la surface, en un horizon de sable fin, un horizon d'argile silteuse et un horizon de till. La roche mère est composée de dolomie de la formation du Beekmantown d'âge Ordovicien. Cette dolomie est fracturée en surface et devient plus compétente en profondeur. La résistivité électrique apparente anticipée de la section géologique était la suivante :



Sable fin de surface (sec et saturé): résistivité relativement élevée (>500 ohm-mètre pour le sable sec et >200 ohm-mètre pour le sable saturé);

Argile silteuse (<150 ohm-mètre);

Till (>200 ohm-mètre); et

Socle rocheux (fracturée > 300 ohm-mètre; compétente > 500 ohm-mètre).

L'objectif des levés par IRE visait principalement à caractériser les continuités verticale et horizontale de l'horizon d'argile présent sur le secteur d'agrandissement du LET, et à identifier les zones présentant des épaisseurs d'argile de moins de 3 m. Une valeur limite de 150 ohms-mètres a été établie afin de délimiter l'étendue verticale de l'horizon d'argile, l'argile présentant typiquement des valeurs de résistivité apparentes inférieures à 150 ohm-mètre. Sur ces mêmes vues en section, des lignes contours (rouges) ont été tracées en fonction des valeurs de 150 ohm-mètre afin de délimiter le sommet et la base de l'horizon d'argile. Ces lignes ont ensuite été digitalisées, converties en coordonnées géodésiques et mises en plan sous la forme d'isocontours tel que présenté aux figures 7, 8 et 9 qui permettent de visualiser respectivement la topographie du sommet et de la base de l'horizon d'argile, ainsi que la distribution spatiale de son épaisseur. L'interprétation des levés par IRE a été complétée avec les résultats des forages de validation, lesquels ont été superposés sur les sections verticales des levés par IRE pour fins de comparaison et ajustement ultérieur de l'interprétation visant à établir les cartes isocontours des épaisseurs d'argiles, des élévations de la base de l'horizon d'argile et des élévations minimales estimées des fonds d'excavation des futures cellules d'enfouissement.

L'interprétation des sections verticales (figures C-1 à C-15, annexe C) indique des épaisseurs interprétées maximales d'argile de 10 à 12 m dans le secteur est sud-est au niveau des lignes de levés IRE-16 à 19. Des épaisseurs d'argile de moins de 3 m ont, par ailleurs, été identifiées au niveau des lignes de levés IRE-20 à 22 et IRE-37 à 42 localisées respectivement dans les parties sud et nord-ouest du secteur de l'agrandissement projeté du LET. Dans ces mêmes secteurs, des épaisseurs de moins de 1 m ont, entre autres, été identifiées au niveau des lignes de levés IRE-38, 41 et 42; la moitié ouest de la ligne IRE-42 indiquant même une absence présumée d'argile. La figure 9 montre une vue en plan des épaisseurs interprétées d'argile et indique à la fois des secteurs ayant montré des épaisseurs de moins de 3 m interprétées et validées par forage, dont les 2 parties présentes au sud et au nord-ouest du secteur de l'agrandissement du LET, et également une partie identifiée lors des travaux de levés par IRE effectués en 2004 au sud-est de l'aire d'exploitation actuelle (Zone 4).

Les levés géophysiques par IRE ont permis de déterminer la distribution des résistivités apparentes dans les dépôts meubles, jusqu'à 30 m de profondeur sous la surface et de générer des vues en plan de la topographie du sommet et de la base de l'horizon d'argile

ainsi que de l'épaisseur de cet horizon. L'interprétation des données IRE présentée dans ce rapport ne peut toutefois être considérée comme une représentation exacte des caractéristiques géométriques de l'horizon d'argile. Bien que l'investigation géophysique ait été menée en utilisant une technologie spécifique (IRE) permettant de déterminer la distribution des résistivités apparentes dans le sol et que l'interprétation des données IRE ait été complétée avec les résultats des forages de validation, il n'est pas possible de conclure que les profondeurs interprétées du sommet et de la base de l'horizon d'argile ainsi que les épaisseurs de cet horizon soient exactes en tout point.

L'interprétation des données IRE a permis d'identifier des secteurs de l'agrandissement où l'épaisseur de l'horizon d'argile était potentiellement inférieure à 3 m. Des comparaisons entre les épaisseurs d'argile silteuse observées dans les forages de validation à l'endroit des lignes de levé IRE ont toutefois démontré que la technique de levé par IRE a tendance à surestimer les épaisseurs réelles. Les effets de cette tendance ont, jusqu'à un certain degré, été compensés en ajoutant aux données interprétées des élévations de la base de la couche d'argile une valeur de 1,59 m correspondant à la moyenne des écarts entre les valeurs d'élévation observées en forage et les valeurs interprétées de l'IRE. Il est également à noter que l'extrapolation des données IRE entre les lignes de levés géophysiques telle que présentée aux figures 7, 8 et 9 est le résultat d'une interprétation. Il est à noter que les travaux de relevé géophysique par IRE sont également assujettis aux limites et aux conditions générales présentées à l'annexe H.

4.3 Unités stratigraphiques

Les données de forages considérées pour le secteur de l'agrandissement du LET et à sa périphérie sont présentées au tableau 3. Chacun des forages considérés est également localisé sur la figure 3. Cette même figure localise 6 coupes géologiques montrant les profils stratigraphiques rencontrés sous le secteur de l'agrandissement du LET (figures 4A, 4B et 4C). Les sections qui suivent décrivent les unités stratigraphiques rencontrées depuis la surface, soit : le couvert végétal, le sable, l'argile silteuse, le till et le roc.

4.3.1 Couvert végétal

Un mince couvert végétal d'une épaisseur de 0,1 à 0,3 m a été rencontré en surface.

Il est à noter que dans la plupart des forages il est fréquent d'observer en surface l'unité de sable fin, ce qui ne doit pas être interprété comme un endroit où il y a absence de couvert végétal. Pour la plupart des cas, le couvert végétal a soit été excavé pour une utilisation future du sable sous-jacent, ou encore pour permettre l'accès aux équipes chargées des travaux géophysiques ou de forage.

4.3.2 Dépôt sablonneux

Sous le couvert végétal, un dépôt sablonneux a été intercepté dans l'ensemble des forages sur une épaisseur d'environ 2,1 à 4,7 m. La figure 6 présente les courbes d'isocontours des épaisseurs de sable sur l'ensemble du site, telles qu'interprétées à partir des observations de forages.

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

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

En laboratoire, 6 évaluations du poids spécifique (Gs) et 5 analyses granulométriques ont été réalisées sur des échantillons représentatifs. Les résultats de poids spécifique varient de 2,69 à 2,75, avec une moyenne de 2,73, tandis que les analyses granulométriques permettent de classer le sable "SP" à "SM" selon le système de classification unifiée des sols, soit un sable uniforme contenant des traces à un peu de silt non plastique. Selon la littérature consultée, ce type de matériau est peu susceptible au gel. D'autre part, les essais de perméabilité effectués dans les puits d'observation S-6S, S-22S, S-23S et S-29S (Golder, 2002b) indiquent que le dépôt sablonneux possède une conductivité hydraulique qui varie de $1,5 \times 10^{-3}$ à $7,1 \times 10^{-3}$ cm/s avec une moyenne géométrique de $3,1 \times 10^{-3}$ cm/s. De telles valeurs de conductivité hydraulique témoignent d'un sol à bon

drainage, soit un sol perméable. Le tableau 3A regroupe les résultats des essais de laboratoire réalisés sur le sable.

4.3.3 Formation argileuse

Sous le dépôt sablonneux, tous les forages réalisés ont intercepté une formation argileuse. Cette dernière est généralement décrite comme une argile grise avec un peu de silt à silteuse ou silt argileux. La formation argileuse est rencontrée à une élévation moyenne approximative de 71 m (entre 69,25 m et 72,04 m, selon les résultats des forages et relevés géodésiques) et, sur une épaisseur très variable soit de inexistante côté nord-ouest à 13,6 m dans le coin est de l'agrandissement projeté du LET. La surface de la formation argileuse baisse en élévation vers l'est, et il en est de même pour sa base (figures 7 et 8). En ce qui concerne les épaisseurs d'argile (figure 9), l'interprétation des données obtenues par l'ensemble des travaux géophysiques et de forages de validation indiquent que la couche argileuse est d'au moins 3 m d'épaisseur sur environ 88 % de la superficie du secteur considéré pour l'agrandissement du LET. Trois secteurs où le dépôt argileux possède une épaisseur de moins de 3 m ont été identifiés, soit un secteur principal au nord-ouest de la propriété faisant environ 11 hectares, un deuxième secteur faisant environ 0,8 hectares au sud, alors qu'un troisième secteur faisant environ 700 m² est présent au sud de l'aire d'exploitation actuelle (Zone 4). Le secteur de 11 hectares comprend également une zone d'environ 2,7 hectares à la limite nord-ouest où la couche d'argile est absente (de GP-41 jusqu'à la fin de la ligne IRE-42).

En laboratoire et *in situ* au moment de la réalisation des forages, plusieurs essais ont été réalisés afin de définir les propriétés géotechniques et mécaniques de l'argile. Des essais de détermination de la résistance au cisaillement non drainé ont été réalisés *in situ* (87 essais) et en laboratoire (17 essais). Les résultats des essais *in situ* ont été corrigés en fonction du niveau de plasticité de l'argile selon les relations publiées par Bjerrum (1972). Les résultats indiquent que l'argile est généralement de consistance ferme (C_u varie de 26 à 81 kPa *in situ* et de 19 à 110 kPa en laboratoire) et de sensibilité faible à moyenne (S_t varie de 0,3 à 10 *in situ* et de 2 à 34 en laboratoire). D'autre part, les 18 déterminations des limites de consistance ou d'Atterberg indiquent que 2 types d'argile sont présents sur le site, soit une argile de faible plasticité, CL (w_L varie de 33 à 43 %) et une argile de plasticité élevée, CH (w_L varie de 50 à 82 %). Les résultats obtenus ne permettent pas d'observer une répartition distincte des 2 types d'argile sur le

site. Les teneurs en eau s'échelonnent de 29 à 82 % et les poids spécifiques varient de 2,67 à 2,79. Les valeurs les plus faibles de teneur en eau sont généralement observées sur l'argile de faible plasticité et inversement.

Quatre essais de consolidation oedométrique ont été réalisés. Ces derniers indiquent que l'argile sur le site se trouve dans un état légèrement surconsolidé avec une pression de préconsolidation (σ'_p) variant entre 120 et 170 kPa et une contrainte effective verticale *in situ* (σ'_{vo}) variant entre 50 et 137 kPa, pour des ratios de surconsolidation (σ'_p / σ'_{vo}) variant entre 1,1 et 2,8. Les essais de consolidation oedométrique ont également permis d'effectuer une évaluation de la conductivité hydraulique (k) de l'argile. Cette dernière fut estimée à une valeur de l'ordre de 1×10^{-7} cm/sec. Le tableau 4B présente les résultats des essais de laboratoire réalisés sur des échantillons représentatifs de la formation argileuse.

Des essais de perméabilité *in situ* ont aussi été effectués dans les puits d'observation S-12A, S-23A et S-25A (Golder, 2002b). La conductivité hydraulique *in situ* de l'argile sous le secteur d'agrandissement varie de $1,4 \times 10^{-7}$ à $3,4 \times 10^{-5}$ cm/s avec une moyenne géométrique $1,2 \times 10^{-6}$ cm/s.

4.3.4 Till glaciaire

Sous-jacents à la formation argileuse, la plupart des forages réalisés interceptent une formation de till glaciaire gris foncé. Cette dernière est de composition très variable, allant d'un gravier sablonneux à une argile avec un peu de silt et de gravier. Sa densité relative est également variable (consistance raide dans les zones à prédominance argileuse et compacte à très dense dans les zones plus granulaires). Dans le secteur au sud de l'aire d'exploitation actuelle (Zone 4), le till glaciaire est rencontré entre les élévations 68,5 et 59,0 m sur des épaisseurs très variables, soit entre 0,0 m et 7,7 m. Les épaisseurs les plus importantes de till sont rencontrées au sud de l'aire d'exploitation actuelle, alors que celles-ci diminuent vers le sud-est jusqu'à être inexistantes au forage S-7R. Dans les parties sud et ouest du secteur de l'agrandissement, les épaisseurs de till sont moindres et varient entre 0,0 et 2,0 m, alors qu'il est plus fréquent d'observer des endroits où le till est absent (S-20R, S-21R et S-28R).

Les essais effectués en laboratoire ont comporté la réalisation de 3 déterminations de la teneur en eau, 3 poids spécifiques et 5 analyses granulométriques par tamisage et sédimentométrie. Les résultats de teneurs en eau varient de 8 à 10 % et le poids spécifique est d'environ 2,75. Les résultats individuels de ces essais sont présentés au tableau 3C.

Tout comme l'est sa composition granulométrique, la conductivité hydraulique de cette unité hydrostratigraphique est également très variable avec des valeurs estimées variant de $2,5 \times 10^{-2}$ cm/s au puits S-12T à $8,3 \times 10^{-6}$ cm/s au puits PO-2 dans le secteur de la zone 1 (Golder, 2000).

4.3.5 Socle rocheux

Le socle rocheux a été intercepté entre 7,6 et 17,5 m de la surface du terrain, correspondant aux élévations géodésiques de 66,3 à 56,3 m. Une dépression locale est observée dans la partie nord (forage S-19) du secteur de l'agrandissement du LET. Dans le secteur ouest, le socle rocheux est moins profond, et ce dernier fut rencontré à des profondeurs variant entre 3,8 et 13,4 m, soit entre les élévations géodésiques 70,8 et 61,6 m. La figure 10 présente les courbes d'isocontours de l'élévation du toit du socle rocheux.

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

Le socle rocheux est constitué de roches dolomitiques ordoviciennes du Beekmantown (MRN, 1978). Les carottes de roc prélevées ont été décrites comme étant une dolomie grise non altérée. Des zones de fracturation ont été notées, comme en témoignent les mesures de l'indice de qualité du roc (RQD) qui se situent généralement entre 30 et 75 % pour les 2 premiers mètres échantillonnés, soit une roche de qualité médiocre à moyenne.

Des essais de perméabilité effectués dans les puits d'observation S-21R, S-22R, S-24R et S-28R indiquent des valeurs de conductivité hydraulique variant de $7,8 \times 10^{-3}$ cm/s à $3,7 \times 10^{-2}$ cm/s avec une moyenne géométrique de $1,8 \times 10^{-2}$ cm/s.

4.3.6 Niveaux des eaux souterraines

Les conditions hydrogéologiques sont décrites en détail dans le rapport d'étude hydrogéologique couvrant le même secteur d'agrandissement (Golder, 2007). Une synthèse des caractéristiques des puits d'observation installés sur le secteur de l'agrandissement ainsi que sur le LES adjacent est présentée dans les tableaux 5A et 5B. Une synthèse des niveaux d'eau relevés depuis 2002 sur l'ensemble de la propriété de WM est présentée aux tableaux 6A et 6B.

Sous le secteur de l'agrandissement projeté du LET, une nappe libre de surface est présente dans le dépôt sablonneux et son niveau se situe entre les élévations 72,7 m et 74,5 m, soit environ 0,2 à 1,2 m sous la surface du terrain naturel. L'écoulement de cette nappe aquifère s'effectue vers le nord et le nord-ouest, soit vers le fossé principal de la 1^{ière} Rue et le ruisseau aux Castors. Le réseau de fossés de drainage agricole contrôle en partie l'écoulement souterrain puisqu'il intercepte en plusieurs endroits la nappe aquifère du sable fin. Les gradients d'écoulement horizontaux sont très faibles, soit inférieurs à 0,1 % (figure 5A).

Les niveaux d'eau relevés historiquement à l'endroit de l'aire d'exploitation actuelle (Zone 4) indiquent que ce secteur est soumis à des gradients verticaux ascendants générés par des pressions hydrostatiques au niveau de l'horizon de till et de l'aquifère semi-captif du roc. Des gradients verticaux descendants sont, par ailleurs, observés dans le secteur sud-est.

Selon le relevé piézométrique effectué en mai 2006, la nappe aquifère semi-captive du roc possède un sens d'écoulement général en direction sud-est, soit en concordance avec l'écoulement régional horizontal qui s'effectue en direction sud-est (figure 5B) vers la rivière des Mille-Îles. Pour cette période du relevé, les niveaux d'eau obtenus des puits aménagés au niveau du socle rocheux varient entre l'élévation 73,3 m dans la partie ouest de l'agrandissement projeté et l'élévation 57,4 m sous la partie sud-est. Les gradients d'écoulement horizontaux sont de l'ordre de 1 %.

Une carte piézométrique anticipée de la nappe semi-captive du roc en périodes de crues printanières fut tracée à partir des données historiques disponibles de niveaux d'eau obtenus dans le secteur de l'agrandissement projeté (figure 5C). Les valeurs indiquées

sur cette carte piézométrique ont servi de critères à l'élaboration de la carte des élévations minimales estimées des fonds d'excavation des cellules d'enfouissement contre les effets de soulèvement (section 5.0 et figure 11).

5.0 ANALYSES TECHNIQUES

Cette section présente les résultats des analyses géotechniques effectuées pour appuyer le concept d'aménagement du projet d'agrandissement du LET de Sainte-Sophie. Ces analyses ont été entreprises en tenant compte des spécifications techniques du REIMR. Les analyses techniques comprennent une évaluation de la conductivité hydraulique et de l'épaisseur de la couche d'argile silteuse, du potentiel de soulèvement des fonds lors des travaux d'excavation, de la stabilité des pentes d'excavation et des remblais de matières résiduelles, ainsi que des tassements engendrés par les surcharges imposées par les remblais. Les sections qui suivent présenteront les résultats de l'évaluation de la conductivité hydraulique et de l'épaisseur de la couche d'argile silteuse, du potentiel de soulèvement des fonds et du drainage nécessaire lors des travaux d'excavation. Les analyses de stabilité de pentes d'excavation et des remblais de matières résiduelles, ainsi que des tassements engendrés par les surcharges imposées par les remblais sont présentés dans un rapport distinct. Ce même rapport présente également le concept d'aménagement retenu pour l'agrandissement du LET.

5.1 Conductivités hydrauliques et épaisseurs de la couche d'argile silteuse

Les essais de perméabilité *in situ* effectués dans les puits d'observation S-12A, S-23A et S-25A (Golder, 2002b) ont indiqué des conductivités hydrauliques interprétées à des valeurs respectives de $3,4 \times 10^{-5}$ cm/s, $3,6 \times 10^{-7}$ cm/s à $1,4 \times 10^{-7}$ cm/s. Ces résultats indiquent, entre autres, pour la valeur de $3,4 \times 10^{-5}$ cm/s au puits S-12A, que la couche argileuse ne possède pas en permanence, tel que stipulé à l'article 20 du REIMR, une conductivité hydraulique égale ou inférieure à 1×10^{-6} cm/s sur une épaisseur minimale de 6 m. Toutefois, la couche argileuse possède une valeur de conductivité hydraulique égale ou inférieure à 5×10^{-5} cm/s sur une épaisseur minimale d'au moins 3 m selon les secteurs (environ 88 % de la superficie de l'agrandissement du LET), permettant ainsi, tel que stipulé aux articles 22 et 23 du REIMR, l'installation du niveau inférieur d'un système d'imperméabilisation à double niveau de protection tout en utilisant un écran périphérique d'étanchéité afin de limiter les effets sur les niveaux des eaux souterraines de la nappe libre sur les terrains adjacents.

Dans les secteurs où l'épaisseur d'argile est inférieure à 3 m, le niveau inférieur de protection d'un système d'imperméabilisation à double niveau de protection devra se

situé au-dessus du niveau des eaux souterraines de la nappe libre. Ce sera notamment le cas dans les 3 secteurs identifiés au cours des travaux d'investigation par IRE et forages de validation soit un secteur principal au nord-ouest de la propriété faisant environ 11 hectares, un deuxième secteur faisant environ 0,8 hectares au sud et un troisième secteur faisant environ 700 m² au sud de l'aire d'exploitation actuelle (Zone 4).

5.2 Élévations minimales estimées des fonds d'excavation

Lors des travaux d'excavation, les niveaux piézométriques de l'aquifère du roc induiront, par endroits, des pressions hydrostatiques sous les fonds d'excavation. Les élévations minimales des fonds d'excavation des cellules projetées ont été évaluées à partir d'analyses de soulèvement de fond et de boullance selon les conditions piézométriques anticipées de la nappe semi-captive du roc en période de crues printanières (figure 5C).

Les analyses ont été exécutées selon les méthodes prescrites par Cedergren (1989) en considérant un poids volumique de l'argile à 16 kN/m³ et en calculant le facteur de sécurité contre le soulèvement en effectuant le rapport de la contrainte totale calculée à la base de la couche d'argile, selon le fond d'excavation considéré, sur la valeur de la pression hydrostatique générée à ce même point. La pression hydrostatique calculée en un point a tenu compte d'une hausse supplémentaire d'au moins 30 cm du niveau d'eau par rapport au niveau piézométrique historique le plus élevé observé en périodes de crues printanières en avril 2003. La carte piézométrique générée et présentée à la figure 5C tient compte des hauts niveaux d'eaux historiques et de la marge sécuritaire de 30 cm sur les élévations piézométriques estimées au niveau de l'aquifère du roc. Un facteur de sécurité minimal de 1,1 a été considéré dans le calcul des élévations minimales estimées des fonds d'excavation du projet d'agrandissement du LET.

Les élévations minimales des fonds d'excavation ont été à priori estimées à partir de l'élévation du sommet de la couche d'argile et l'épaisseur d'argile interprétée par les levés géophysiques par IRE et les résultats des forages de validation, tout en maintenant une épaisseur minimale de 3 m d'argile sous les élévations des fonds projetés des cellules d'enfouissement. Aux endroits pour lesquels la couche d'argile ne rencontre pas l'épaisseur minimale requise de 3 m, les élévations minimales estimées des fonds d'excavation ont été supposées égales aux élévations des niveaux d'eau de la nappe libre de surface mesurés en mai 2006.

Les élévations minimales estimées des fonds d'excavation sont présentées à la figure 11. Cette carte servira de base au développement du concept d'aménagement de l'agrandissement du LET.

5.3 Drainage lors des travaux d'excavation

Au cours des travaux de construction, la mise en place d'un écran périphérique d'étanchéité de type sol-bentonite évitera tout travail important de pompage ou drainage d'excavation au cours de la construction des assises des cellules d'enfouissement. Dès que l'écran périphérique d'étanchéité fermera le périmètre d'exploitation de l'agrandissement du LET, les venues d'eau souterraine provenant de la nappe libre de surface seront négligeables en comparaison de l'évacuation des eaux de précipitations et de ruissellement. En ce qui concerne les venues d'eau souterraine qui proviendront des suintements de l'assise argileuse, environ 16 à moins de 1 L/j/m² de surface devront être évacuées, et ce, en assumant une conductivité hydraulique variant de $3,4 \times 10^{-5}$ cm/s à $1,4 \times 10^{-7}$ cm/s et un gradient maximal en période de crues de 0,6. Il est à noter qu'en période d'étiage, les venues d'eau souterraine seront moindres soit de l'ordre de 50 % inférieures à celles prévues en période de crues, et ce, sans compter les pertes par évaporation durant cette même période d'étiage.

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 négligeable et même inexistante, compte tenu que la nappe aquifère est confinée et que des pressions hydrostatiques sont générées sous la couche argileuse, et ce, au niveau des deux tiers de la partie nord-ouest du secteur d'agrandissement du LET. Les venues d'eau souterraine provenant des suintements de l'assise argileuse seront sans cesse décroissantes, et même pratiquement nulles, à mesure que le développement des cellules s'effectuera vers le sud-est et le sud-ouest.

Dans le cadre d'un concept d'aménagement qui comprendra l'installation d'un système d'imperméabilisation à double niveau de protection sur l'assise argileuse, il sera préférable de profiter des conditions d'étiage lors de la mise en place des géomembranes.

6.0 CONCLUSIONS ET RECOMMANDATIONS

Ce rapport a présenté les résultats des travaux de relevé géophysique par IRE et de forages de validation effectués en 2006, de même que les travaux antérieurs effectués au cours de la période de 2001 à 2005 sur le secteur projeté pour l'agrandissement du LET.

Les caractéristiques du dépôt argileux et les pressions hydrostatiques positives générées au niveau du socle rocheux sous la couche argileuse sont les 2 plus importantes contraintes géotechniques qui seront imposées au concept d'aménagement de l'agrandissement projeté du LET de Sainte-Sophie.

Les résultats des investigations se résument comme suit au niveau des horizons stratigraphiques rencontrés à partir de la surface:

- ◆ Un mince couvert végétal est présent en surface avec une épaisseur de 0,1 à 0,3 m;
- ◆ dépôt sablonneux est présent sur l'ensemble du secteur d'agrandissement avec une épaisseur variant de 2,1 à 4,7 m. Ce dépôt s'identifie comme étant un sable fin uniforme brun à gris avec des traces de silt à silteux. Une nappe d'eau à surface libre est présente dans ce dépôt de sable dont la conductivité hydraulique varie de $1,5 \times 10^{-3}$ à $7,1 \times 10^{-3}$ cm/s avec une moyenne géométrique de $3,1 \times 10^{-3}$ cm/s;
- ◆ Une argile silteuse de consistance ferme et légèrement surconsolidée est présente avec des épaisseurs variables. Les épaisseurs d'argile silteuse sont généralement plus faibles du côté nord-ouest avec des épaisseurs variant entre 0 et 3 m, alors qu'elles sont les plus élevées du côté sud-est avec une épaisseur maximale observée à 13,6 m. Une épaisseur d'argile d'au moins 3 m se présente sur environ 88 % de la superficie de l'agrandissement projeté. Trois secteurs n'ayant pas une épaisseur minimale de 3 m d'argile silteuse ont été identifiés; soit un secteur principal au nord-ouest de la propriété faisant environ 11 hectares, un deuxième secteur faisant environ 0,8 hectares au sud et un troisième secteur faisant environ 700 m² au sud de l'aire d'exploitation actuelle (Zone 4). Le secteur de 11 hectares comprend également une zone

d'environ 2,7 hectares à la limite nord-ouest où la couche d'argile est absente. La conductivité hydraulique *in situ* de l'argile sous le secteur d'agrandissement varie de $1,4 \times 10^{-7}$ à $3,4 \times 10^{-5}$ cm/s avec une moyenne géométrique $1,2 \times 10^{-6}$ cm/s;

- ◆ Une formation de till glaciaire gris foncé est présente sous la formation argileuse. Cette dernière est d'épaisseur et de composition très variables, allant d'un gravier sablonneux à une argile avec un peu de silt et de gravier. Dans le secteur au sud de l'aire d'exploitation actuelle (Zone 4), le till glaciaire présente des épaisseurs entre 0,0 m et 7,7 m. Les épaisseurs les plus importantes de till sont rencontrées au sud de l'aire d'exploitation actuelle, alors que celles-ci diminuent vers le sud-est, jusqu'à être inexistantes au forage S-7R. Dans les parties sud et ouest du secteur de l'agrandissement, les épaisseurs de till sont moindres et varient entre 0,0 et 2,0 m, alors qu'il est plus fréquent d'observer des endroits où le till est absent (S-20R, S-21R et S-28R). La conductivité hydraulique de cette unité hydrostratigraphique est également très variable avec des valeurs estimées variant de $2,5 \times 10^{-2}$ cm/s à $8,3 \times 10^{-6}$ cm/s; et
- ◆ Dans le secteur ouest, le socle rocheux est moins profond (S-28R, 3,8 m, él. 70,8 m), alors que la profondeur maximale est atteinte à la partie est (S-7R, 17,5 m, 56,3 m) du secteur d'agrandissement. Le socle rocheux est identifié à une dolomie. Des essais de perméabilité effectués dans les puits d'observation S-21R, S-22R, S-24R et S-28R indiquent des valeurs de conductivité hydraulique variant de $7,8 \times 10^{-3}$ cm/s à $3,7 \times 10^{-2}$ cm/s avec une moyenne géométrique de $1,8 \times 10^{-2}$ cm/s. Cette unité hydrostratigraphique présente une nappe aquifère semi-captive confinée par le dépôt d'argile silteuse. Des pressions hydrostatiques positives sont également générées au sein de cet aquifère, et ce, principalement dans les deux tiers de la partie nord-ouest du secteur d'agrandissement du LET.

Les recommandations se rapportant au concept d'aménagement de l'agrandissement projeté du LET concernent principalement la conductivité hydraulique et l'épaisseur de la couche d'argile silteuse, le potentiel de soulèvement des fonds d'excavation des cellules d'enfouissement et le drainage nécessaire lors des travaux d'excavation :

- ◆ La couche argileuse présente sous le secteur d'agrandissement ne possède pas en permanence, tel que stipulé à l'article 20 du REIMR, une conductivité hydraulique égale ou inférieure à 1×10^{-6} cm/s sur une épaisseur minimale de 6 m. Toutefois, celle-ci possède une valeur de conductivité hydraulique égale ou inférieure à 5×10^{-5} cm/s sur une épaisseur minimale d'au moins 3 m selon les secteurs permettant ainsi, tel que stipulé aux articles 22 et 23 du REIMR, l'installation du niveau inférieur de protection d'un système d'imperméabilisation à double niveau de protection tout en utilisant un écran périphérique d'étanchéité afin de limiter les effets sur les niveaux des eaux souterraines de la nappe libre sur les terrains adjacents. Dans les secteurs, où l'épaisseur d'argile est inférieure à 3 m, le niveau inférieur de protection d'un système d'imperméabilisation à double niveau de protection devra se situer au-dessus du niveau des eaux souterraines de la nappe libre.
- ◆ Le concepteur devra se référer au plan des élévations minimales estimées des fonds d'excavation (figure 11) afin d'établir les plans de fonds des cellules d'enfouissement puisqu'ils ont été estimés en fonction des épaisseurs disponibles d'argile silteuse et des pressions hydrostatiques générées sous la base de la couche argileuse. Aux endroits pour lesquels la couche d'argile ne rencontre pas l'épaisseur minimum requise de 3 m, les élévations minimales estimées des fonds d'excavation ont été supposées égales aux élévations des niveaux d'eau de la nappe libre de surface mesurés en mai 2006.
- ◆ Au cours des travaux de construction, la mise en place d'un écran périphérique d'étanchéité de type sol-bentonite évitera tout travail important de pompage ou drainage d'excavation au cours de la construction des assises des cellules d'enfouissement. Dès que l'écran périphérique d'étanchéité fermera le périmètre d'exploitation de l'agrandissement du LET, les venues d'eau souterraine provenant de la nappe libre de surface seront négligeables en comparaison de l'évacuation des eaux de précipitations et de ruissellement.

Les analyses de stabilité de pentes d'excavation et des remblais de matières résiduelles, ainsi que des tassements engendrés par les surcharges imposées par les remblais sont présentés dans un rapport distinct. Ce même rapport présente également le concept d'aménagement retenu pour l'agrandissement du LET.

7.0 CONDITIONS GÉNÉRALES ET LIMITATIONS

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

GOLDER ASSOCIÉS LTÉE

Philippe Martin, ing.
Géophysicien

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

Jimmy Côté ing, M.Sc.
Hydrogéologue senior
Associé

BL/PM/MS/JC/tca

n:\actif\2006\1223\06-1223-023 wm - agrandissement let ste-sophie\1000- ire geotechnique\rapport\secrétariat\final\rff-061223023-1000-ire-geot.doc

RÉFÉRENCES

- BIOHERMICA, 2000. Extrait de rapport. Rapports de forages.
- BJERRUM, L. (1972). Embankments on soft ground process, Specialty Conference on Earth and Earth Supported Structures, ASCE, Purdue University, vol. 2, pp. 1-54.
- CEDERGREN, H.R., 1989. Seepage, Drainage, and Flow Nets, Third Edition, John Wiley & Sons, 465p.
- 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.
- GAZETTE OFFICIELLE DU QUÉBEC, 2006. Règlement sur l'enfouissement et l'incinération des matières résiduelles. Février 2006, c. Q-2, r.6.02.
- GLOBENSKY, Y., 1987. Géologie des Basses-Terres du Saint-Laurent. Ministère de l'Énergie et des Ressources, Québec; MM 85-02
- GOLDER ASSOCIÉS LTÉE, 2000. Résultats préliminaires – Investigations géotechniques – Zone d'opération Aire 1 Partie 2 – Site d'enfouissement de Ste-Sophie. Rapport no 001-7077. Juillet 2000.
- GOLDER ASSOCIÉS LTÉE, 2002a. Projet de développement du bioréacteur - Centre de valorisation environnementale des résidus (CVER) de Sainte-Sophie – Étude géotechnique. Rapport référence 011-7112-5100. Décembre 2002.
- GOLDER ASSOCIÉS LTÉE, 2002b. Projet de développement du bioréacteur - Centre de valorisation environnementale des résidus (CVER) de Sainte-Sophie - Étude hydrogéologique. Rapport référence 011-7112-5200. Décembre 2002.
- GOLDER ASSOCIÉS LTÉE, 2005. Relevé géophysique par imagerie de résistivité électrique – Phases 2 et 3 du secteur d'agrandissement du lieu d'enfouissement technique de Sainte-Sophie. Rapport référence 011-7112-5151. Juillet 2005.

- GOLDER ASSOCIÉS LTÉE, 2006. Étude géotechnique – Construction et instrumentation d'une berme d'essai au lieu d'enfouissement sanitaire de Sainte-Sophie. Rapport référence 011-7112-5140. Février 2006.
- GOLDER ASSOCIÉS LTÉE, 2007. Étude hydrogéologique et qualité des eaux – Projet d'agrandissement du LET de Sainte-Sophie. Rapport référence 06-1223-023-3000. Mai 2007.
- HYDROGÉO CANADA INC., 1981a. Étude hydrogéologique, enfouissement sanitaire Sainte-Sophie (présenté à Les Services Sanitaires Robert Richer Ltée). Juin 1981.
- HYDROGÉO CANADA INC., 1981b. Poursuite de l'étude hydrogéologique du site d'enfouissement sanitaire de Sainte-Sophie (présenté à Les Services Sanitaires Robert Richer Ltée). 13 octobre 1981.
- HYDROGÉO CANADA INC., 1982. Annexe I au rapport d'octobre 1981 (présenté à Les Services Sanitaires Robert Richer Ltée).
- LEROUX, LEROUX, NANTEL, PAPIN & ASSOCIÉS, 1975. Étude hydrogéologique, site de disposition Sainte-Sophie, Comté de Prévost, P.Q., Propriété de A. Richer. Réf. dossier no. 2830 (présentée à Les Services Sanitaires Robert Richer Ltée). Décembre 1975.
- MINISTÈRE DE L'ENVIRONNEMENT DU QUÉBEC, (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 août 2005).
- MINISTÈRE DES RICHESSES NATURELLES, 1977. Levé géotechnique de la région de Lachute-Terrebonne. Rapport d'étude et carte d'aptitude (1973). Direction générale des Mines. Rapport DPV537 de R. Maranda.
- MINISTÈRE DES RICHESSES NATURELLES, 1978. Hydrogéologie de la région de Mirabel. Services des eaux souterraines. Rapport H.-G.-11 par Georges Simard.

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

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

TABLEAU 1**SOMMAIRE DES ESSAIS DE LABORATOIRE**

Type de sol et essais réalisés	Paramètre	Nombre d'essais
Sable		
Analyse granulométrique	AG	5
Densité relative	G_s	6
Argile		
Teneur en eau	W_n	27
Densité relative (poids unitaire)	G_s	15
Limites de consistance	W_L, W_p, I_p	18
Résistance au cisaillement	C_u, C_{ur}	17
Analyse à l'hydromètre	H	5
Essai de consolidation	σ'_p, C_c, C_r	4
Till		
Teneur en eau	W_n	3
Densité relative	G_s	4
Analyse à l'hydromètre	H	5

TABLEAU 3

SOMMAIRE DE LA STRATIGRAPHIE
(page 1 de 3)

Forage	Élévation sol (m)	Élev. Sommet sable (m)	Épaisseur sable (m)	Élev. Sommet argile (m)	Épaisseur argile (m)	Élev. Sommet till (m)	Épaisseur till (m)	Élev. Sommet roc (m)
SECTEUR SITUÉ AU SUD-EST DE LA ZONE 4								
GP-19A*	74.03	74.03	2.80	71.23	6.52	64.71	--	--
GP-19B*	73.95	73.95	2.44	71.51	7.57	63.94	--	--
GP-19C*	73.38	73.38	3.20	70.18	5.64	64.54	--	--
GP-19D*	74.45	74.30	3.65	70.65	4.58	66.07	--	--
GP-20A	74.07	74.07	2.94	71.13	6.91	64.22	--	--
GP-22	74.76	74.76	4.00	70.76	6.12	64.64	--	--
GP-23	73.58	73.58	3.50	70.08	5.40	64.68	--	--
GP-24	73.40	73.40	2.30	71.10	2.30	68.80	--	--
GP-24A*	73.99	73.99	3.05	70.94	5.48	65.46	--	--
GP-24B*	73.72	73.72	2.78	70.94	3.01	67.93	--	--
GP-24C*	73.77	73.77	3.35	70.42	5.49	64.93	--	--
GP-24D*	73.73	73.73	3.34	70.39	2.35	68.04	--	--
GP-24E*	73.60	73.60	2.29	71.31	2.38	68.93	--	--
GP-24F*	73.92	73.92	2.50	71.42	6.49	64.93	--	--
GP-24G*	73.66	73.66	2.30	71.36	5.47	65.89	--	--
GP-24H*	73.49	73.49	2.00	71.49	4.00	67.49	--	--
GP-26	73.76	73.76	2.75	71.01	4.57	66.44	--	--
GP-27	72.57	72.57	2.13	70.44	4.58	65.86	--	--
GP-28*	73.83	73.83	2.78	71.05	5.75	65.30	--	--
GP-29*	74.25	74.25	3.41	70.84	6.34	64.50	--	--
GP-30*	73.52	73.52	2.50	71.02	5.42	65.60	--	--
GP-31*	73.52	73.52	2.44	71.08	6.96	64.12	--	--
GP-32*	73.72	73.72	2.60	71.12	5.33	65.79	--	--
GP-33*	73.79	73.79	2.26	71.53	5.32	66.21	--	--
GP-36*	73.90	73.90	2.44	71.46	6.70	64.76	--	--
GP-38*	73.79	73.79	3.70	70.09	10.32	59.77	--	--
GP-39*	73.90	73.90	3.18	70.72	6.88	63.84	--	--
GP-40*	73.84	73.84	3.20	70.64	8.69	61.95	--	--
S-6S	74.05	74.05	3.35	70.70	6.41	--	--	--
S-7R	73.79	73.69	3.71	69.98	13.64	NP	0.00	56.34
S-12R	73.72	73.72	2.75	70.97	7.31	63.66	5.35	58.31
S-14R	73.27	73.07	3.15	69.92	9.46	60.46	2.12	58.34
S-15*	73.72	73.72	2.90	70.82	6.71	64.11	--	--
S-16	74.08	74.08	3.05	71.03	6.10	64.93	1.98	62.95
S-17S	73.58	73.58	4.58	69.00	--	--	--	--
S-18R	73.77	73.77	2.75	71.02	6.44	64.58	1.22	63.36

TABLEAU 3

SOMMAIRE DE LA STRATIGRAPHIE
(page 2 de 3)

Forage	Élévation sol (m)	Élév. Sommet sable (m)	Épaisseur sable (m)	Élév. Sommet argile (m)	Épaisseur argile (m)	Élév. Sommet till (m)	Épaisseur till (m)	Élév. Sommet roc (m)
S-19	74.24	74.24	2.60	71.64	3.40	68.24	7.71	60.53
S-29S	73.97	73.97	2.74	71.23	3.66	67.57	0.61	--
S-31S	73.54	73.54	2.44	71.10	--	--	--	--
S-33S	74.23	74.23	3.56	70.67	--	--	--	--
S-33R	74.54	73.54	3.11	70.43	10.88	59.55	1.24	58.31
S-34R	73.97	73.97	4.72	69.25	13.47	55.78	3.15	52.63
S-35R	75.28	73.76	3.97	69.79	6.09	63.70	4.29	59.41
S-36	73.14	73.14	2.39	70.75	10.41	60.34	--	--
GP-34*	74.36	74.36	3.05	71.31	2.74	68.57	--	--
GP-35*	74.59	74.59	3.05	71.54	1.45	70.09	--	--
GP-37*	74.54	74.54	2.63	71.91	0.62	71.29	--	--
GP-41*	74.85	74.85	2.73	--	--	72.12	--	--
GP-42*	74.34	74.34	2.74	71.60	0.61	70.99	--	--
GP-43*	74.45	74.45	2.77	71.68	1.19	70.49	--	--
GP-44*	74.22	74.22	3.50	70.72	1.07	69.65	--	--
GP-45*	74.79	74.79	3.05	71.74	0.95	70.79	--	--
GP-46*	74.20	74.20	2.44	71.76	2.13	69.63	--	--
GP-47*	74.49	74.49	3.05	71.44	2.67	68.77	--	--
GP-47A*	74.38	74.38	2.74	71.64	2.29	69.35	--	--
GP-47B*	74.38	74.38	2.90	71.48	2.46	69.02	--	--
GP-47C*	74.52	74.52	2.90	71.62	2.48	69.14	--	--
GP-47D*	74.39	74.39	3.20	71.19	3.96	67.23	--	--
GP-47E*	74.28	74.28	2.90	71.38	3.04	68.34	--	--
GP-48*	74.47	74.47	3.00	71.47	1.57	69.90	--	--
GP-49*	74.68	74.68	3.20	71.48	4.04	67.44	--	--
GP-50*	74.86	74.86	3.35	71.51	3.25	68.26	--	--
GP-51*	74.53	74.53	3.50	71.03	3.05	67.98	--	--
GP-52*	74.60	74.60	3.35	71.25	4.22	67.03	--	--
GP-53*	74.25	74.25	2.90	71.35	2.89	68.46	--	--
GP-53A*	74.57	74.57	3.10	71.47	4.52	66.95	--	--
GP-53B*	74.57	74.57	3.30	71.27	2.80	68.47	--	--
GP-54*	74.15	74.15	2.75	71.40	3.96	67.44	--	--
GP-55*	73.80	73.80	2.50	71.30	5.12	66.18	--	--
GP-56*	74.82	74.32	2.80	71.52	2.95	68.57	--	--
GP-57*	74.75	74.25	2.85	71.40	3.15	68.25	--	--
GP-58*	75.01	74.51	3.20	71.31	4.45	66.86	--	--
GP-59*	74.93	74.43	3.40	71.03	4.91	66.12	--	--
GP-60*	74.95	74.45	3.70	70.75	4.16	66.59	--	--
GP-61*	74.36	73.86	2.25	71.61	4.95	66.66	--	--

TABLEAU 3

SOMMAIRE DE LA STRATIGRAPHIE
(page 3 de 3)

Forage	Élévation sol (m)	Élev. Sommet sable (m)	Épaisseur sable (m)	Élev. Sommet argile (m)	Épaisseur argile (m)	Élev. Sommet till (m)	Épaisseur till (m)	Élev. Sommet roc (m)
GP-62*	74.67	74.17	2.50	71.67	2.90	68.77	--	--
GP-62A*	74.96	74.96	3.20	71.76	3.30	68.46	--	--
GP-62B*	74.59	74.09	2.60	71.49	2.89	68.60	--	--
GP-63*	74.60	74.10	3.00	71.10	4.40	66.70	--	--
GP-64*	74.53	74.03	3.05	70.98	5.65	65.33	--	--
GP-65*	74.73	74.23	2.20	72.03	1.90	70.13	--	--
GP-66*	74.84	74.32	3.03	71.29	5.09	66.20	--	--
GP-67*	74.26	74.26	2.63	71.63	4.69	66.94	--	--
GP-68*	74.17	74.17	2.13	72.04	5.19	66.85	--	--
GP-69*	74.58	74.58	3.45	71.13	6.00	65.13	--	--
GP-69A*	74.51	74.51	2.95	71.56	2.25	69.31	--	--
GP-70*	74.67	74.67	3.24	71.43	0.12	71.31	--	--
GP-70A*	74.69	74.69	3.36	71.33	2.74	68.59	--	--
GP-71*	74.52	74.52	2.90	71.62	3.20	68.42	--	--
GP-72*	74.55	74.55	3.15	71.40	3.10	68.30	--	--
GP-72A*	74.80	74.80	3.30	71.50	2.95	68.55	--	--
GP-72B*	74.60	74.60	2.90	71.70	1.98	69.72	--	--
GP-73*	74.66	74.66	2.80	71.86	6.90	64.96	--	--
GP-74*	74.22	74.22	2.95	71.27	5.64	65.63	--	--
GP-75*	74.36	74.36	2.90	71.46	2.91	68.55	--	--
S-20R	74.76	74.76	3.20	71.56	3.20	NP	0.00	68.36
S-21R	74.20	74.00	3.76	70.24	6.05	NP	0.00	64.19
S-22R	74.44	74.14	2.90	71.24	7.32	63.92	0.15	63.77
S-23A	74.97	74.77	4.53	70.24	6.85	63.39	1.78	61.61
S-24R	74.94	74.84	3.86	70.98	7.78	65.19	1.99	63.20
S-25A	74.23	74.08	2.75	71.33	5.33	66.00	0.61	--
S-26*	74.13	74.13	2.74	71.39	5.18	66.21	1.15	65.06
S-27S*	74.78	74.78	4.11	70.67	4.58	66.09	0.23	65.86
S-28R	74.65	74.55	2.64	71.91	1.09	NP	0.00	70.82
S-31S	73.29	73.29	2.29	71.00	--	--	--	--
S-37A	74.21	74.21	2.40	71.81	8.27	63.54	--	--

Notes:

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

TABLEAU 4A

RÉSULTATS DES ESSAIS GÉOTECHNIQUES RÉALISÉS SUR LE SABLE AU LABORATOIRE

Échantillon	Profondeur (m)	Densité relative (G _s)	Analyse granulométrique				
			Pourcentage de gravier	Pourcentage de sable	Pourcentage de silt et argile	Coefficient d'uniformité (C _u)	Coefficient de courbure (C _c)
S-7 CF-1	3,05 - 3,66	2.73	--	--	--	--	--
S-11 CF-4	1,83 - 2,44	--	0	78	22	1.43	0.91
S-12 CF-1	0,61 - 1,22	2.75	0	89	11	2.13	0.83
S-14 CF-2	1,83 - 2,44	--	0	93	7	2.25	0.84
S-19 CF-2	0,61 - 1,22	2.75	0	81	19	1.43	0.91
S-21 CF-1	0,61 - 1,22	2.74	0	92	8	2.15	0.90
S-24 CF-2	1,83 - 2,44	2.69	--	--	--	--	--
S-28 CF-2	1,83 - 2,44	2.74	--	--	--	--	--

Notes:

-- : Non mesuré.

C_u = D₆₀/D₁₀

C_c = (D₃₀)²/D₁₀D₆₀

TABLEAU 4B

RÉSULTATS DES ESSAIS GÉOTECHNIQUES RÉALISÉS SUR L'ARGILE AU LABORATOIRE

Échantillon	Profondeur (m)	Teneur en eau W_n (%)	Densité relative (G_s)	Limites de consistance				Résistance au cisaillement		Analyse à l'hydromètre						
				W_L (%)	W_p (%)	I_p	I_L	C_u (kPa)	St	% sable	% silt	% argile	σ_p' (kPa)	σ_{vo}' (kPa)	C_r	C_c
S-6 TS-1	6,10 - 6,71	48	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
S-7 TS-1	6,71 - 7,32	51	2.79	42	18	24	1.38	--	--	--	--	--	--	--	--	--
S-8 CF-9	4,88 - 5,49	67	2.67	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
S-9 CF-7	3,66 - 4,27	60	2.71	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
S-12 TS-1	5,49 - 6,10	39	2.74	33	12	21	1.28	21	10	--	--	--	140	50	0.069	0.66
S-12 TS-2	9,14 - 9,75	61	--	76	24	52	0.71	110	12	--	--	--	--	--	--	--
S-14 CF-4	3,66 - 4,27	--	2.74	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
S-16 TS-1	5,49 - 6,10	41	2.75	72	24	47	0.34	22	22	2	20	78	--	--	--	--
S-16 TS-2	7,32 - 7,92	74	--	71	23	48	1.06	24	6	--	--	--	--	--	--	--
S-18 TS-1	4,88 - 5,49	66	--	70	26	44	0.91	19	6	--	--	--	--	--	--	--
S-18 TS-2	7,32 - 7,92	56	2.74	43	22	21	1.62	24	10	2	36	62	--	--	--	--
S-19 CF-7	3,66 - 4,27	82	2.72	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
S-20 CF-4	4,27 - 4,88	80	2.76	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
S-21 CF-4	4,27 - 4,88	66	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
S-21 TS-1	7,92 - 8,53	53	2.74	64	22	42	0.74	61	3	2	35	63	--	--	--	--
S-22 TS-2	6,71 - 7,32	80	--	74	24	50	1.12	33	8	--	--	--	--	--	--	--
S-22 TS-3	9,75 - 10,36	72	2.77	75	24	51	0.94	25	8	--	--	--	170	75	0.129	0.86
S-23 TS-1	7,62 - 8,23	70	2.74	72	24	47	0.96	--	--	--	--	--	--	--	--	--
S-24 TS-1	6,10 - 6,71	38	2.75	50	20	30	0.60	30	2	3	26	71	--	--	--	--
S-24 TS-2	8,53 - 9,14	38	--	--	--	--	--	65	5	--	--	--	--	--	--	--
S-28 CF-3	3,05 - 3,66	76	2.75	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
S-29 TS-1	6,10 - 6,40	29	2.71	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
GP-24 CF-4A	4,27-4,60	--	--	--	--	--	--	--	--	2	40	58	--	--	--	--
S-36 ST-2	3,05 - 3,66	49	--	42	18	23	1.3	23	9	--	--	--	120	62	0.04	0.75
S-36 TS-4	4,57 - 5,18	36	--	43	13	30	0.8	53	34	--	--	--	--	--	--	--
S-36 TS-8	7,62 - 8,13	58	--	66	25	41	0.8	45	23	--	--	--	150	137	0.07	1.02
S-37 TS-3	3,66 - 4,27	77	--	82	25	57	0.9	25	16	--	--	--	--	--	--	--
S-37 TS-5	6,10 - 6,71	77	--	79	25	54	1	31	16	--	--	--	--	--	--	--
S-37 TS-6	7,62 - 8,23	64	--	65	26	39	1	33	13	--	--	--	--	--	--	--

Notes:
 -- : Non mesuré.

TABLEAU 4C**RÉSULTATS DES ESSAIS GÉOTECHNIQUES RÉALISÉS SUR LE TILL AU LABORATOIRE**

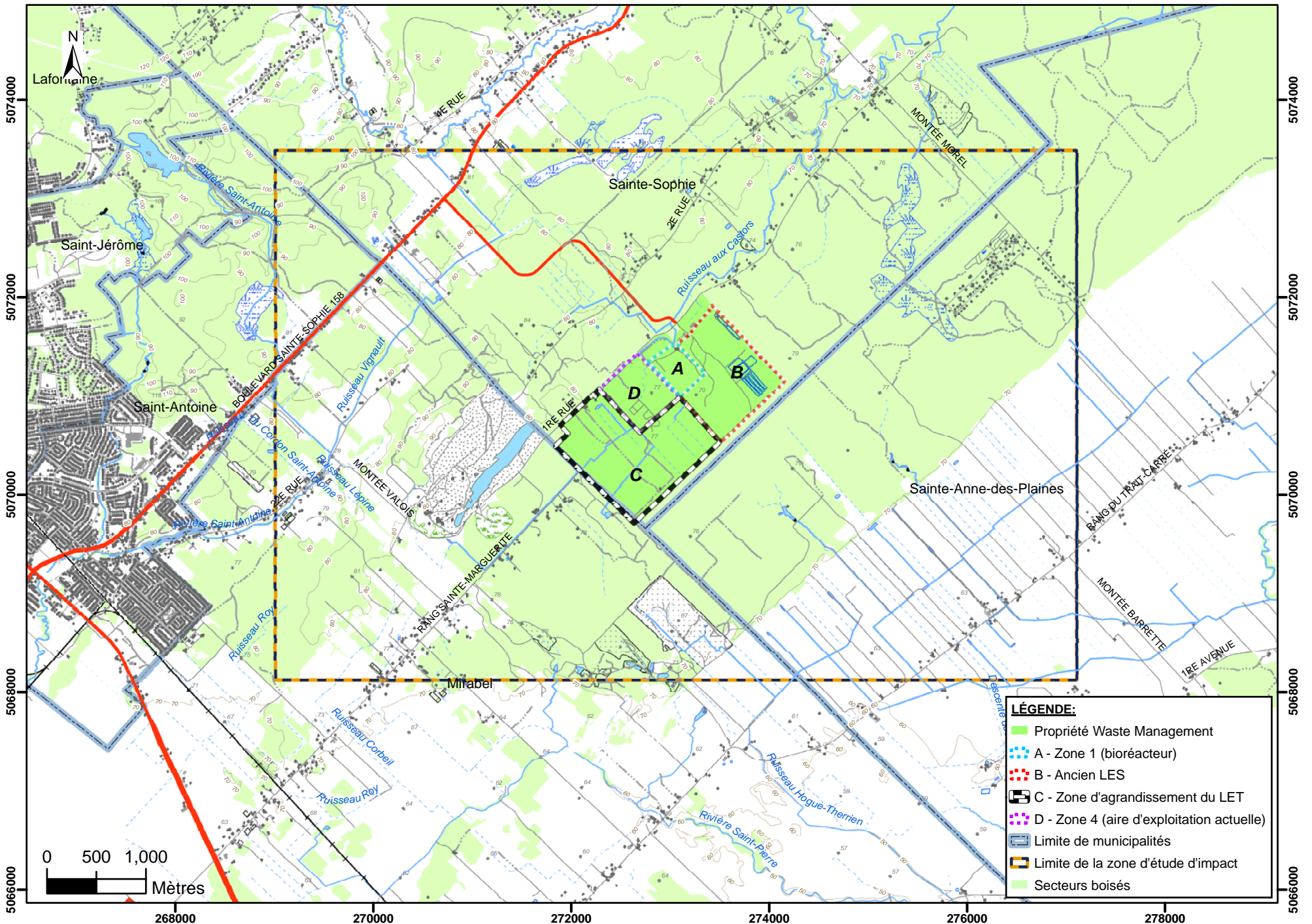
Échantillon	Profondeur (m)	Teneur en eau W_n (%)	Densité relative (G_s)	Analyse à l'hydromètre			
				% gravier	% sable	% silt	% argile
S-8 CF-10	5,49 - 6,10	8	2.76	--	--	--	--
S-12 CF-7	10,36 - 10,97	--	--	0	18	74	8
S-14 CF-6	14,02 - 14,63	--	2.75	15	1	16	68
S-19 CF-12	6,71 - 7,32	10	--	43	31	21	5
S-29 CF-2	6,40 - 7,01	9	2.76	11	26	51	12
GP-24 CF-4B+5	4,60-5,49	--	--	35	25	34	6

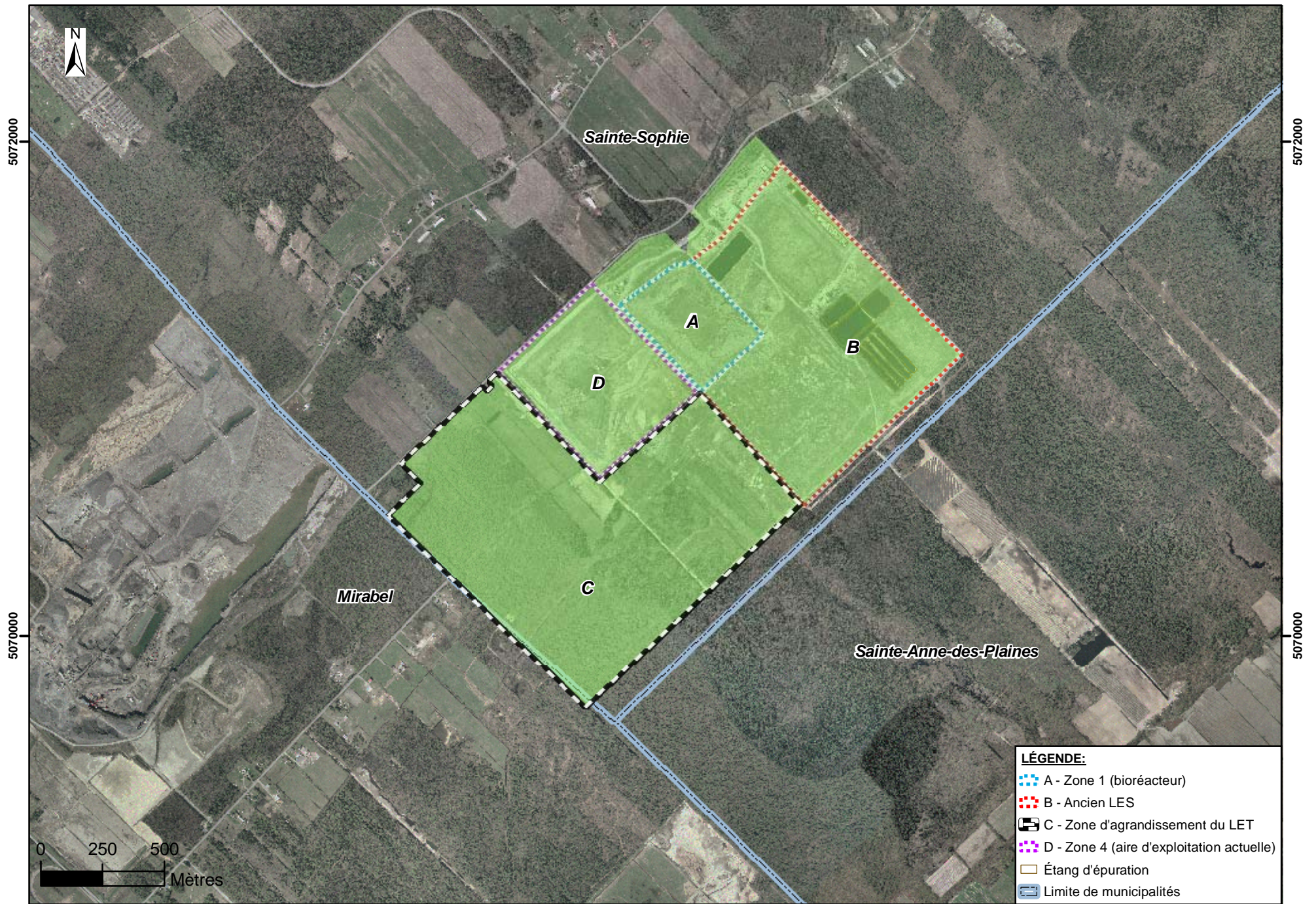
Notes:

-- : Non mesuré.







TABLEAU 5
ÉLEVATIONS DU NIVEAU D'EAU DANS LA NAPPE LIBRE DE SURFACE, SEMI-CAPTIVE DU ROC ET DANS LES HORIZONS D'ARGILE ET DE TILL
- NOVEMBRE 2002 À AOÛT 2006 -

Puits d'observation	Date / Niveau d'eau (m)											
	nov-02	avr-03	juil-03	nov-03	juin-04	août-04	oct-04	juil-05	sept-05	nov-05	mai-06	août-06
Puits aménagés dans la nappe libre de surface (sable)												
AS-7	72.99	-	72.65	73.66	72.59	72.64	72.63	72.93	72.90	72.55	72.72	72.77
AS-8	73.61	-	72.66	73.55	72.91	-	-	-	73.49	73.49	73.06	73.09
AS-9	72.56	-	72.61	-	-	73.14	-	73.56	73.17	-	74.11	Détruit
AS-10	71.93	-	71.91	72.12	72.04	73.11	73.24	73.17	72.20	72.20	72.87	Détruit
S-2 (PO-00-1)	-	-	71.01	-	-	-	-	-	-	-	-	-
S-5 (PO-00-5)	-	-	70.89	-	-	-	-	-	-	-	-	-
S-6S ¹	73.54	-	72.54	-	-	-	-	-	-	-	-	-
S-7S	72.99	-	72.53	-	-	72.60	-	72.96	72.81	-	72.61	72.69
S-10S (ECZ-1) ¹	73.05	-	73.17	-	-	70.97	-	-	-	-	-	-
S-12S	73.10	-	72.62	-	-	72.82	-	72.98	72.69	-	73.09	73.38
S-15S	72.43	-	72.36	-	-	72.49	-	-	72.55	-	73.01	72.68
S-20S	73.62	-	73.43	-	73.72	73.67	73.79	73.92	73.40	-	73.99	73.82
S-22S	73.52	-	73.05	-	73.05	73.29	73.32	73.68	73.22	-	73.42	73.34
S-23S	73.85	-	73.68	-	74.19	73.94	74.05	74.23	73.74	-	74.24	74.25
S-25S	73.84	-	73.74	-	73.67	73.74	73.86	73.90	73.53	73.91	73.75	73.69
S-27S	73.61	-	73.69	-	74.14	73.73	73.84	74.34	73.65	-	74.55	74.15
S-29S	73.36	-	72.62	-	-	73.40	-	72.73	72.89	-	72.95	Détruit
S-30S	-	-	-	-	-	-	-	72.42	72.26	72.52	72.73	-
S-31S	-	-	-	-	-	-	-	72.53	72.68	72.61	72.38	72.46
S-32S	-	-	-	-	-	-	-	73.21	73.45	73.76	74.17	74.12
Puits aménagés dans l'horizon d'argile												
S-9A	73.13	-	72.74	-	-	-	-	-	-	-	-	-
S-12A	73.12	-	72.62	-	-	72.85	-	-	-	-	73.00	73.38
S-23A	69.22	-	69.50	-	-	69.31	-	-	-	-	69.62	69.47
S-25A	72.43	-	72.60	-	-	72.32	-	-	-	-	72.34	71.99
Puits aménagés dans l'horizon de till												
S-8T	70.71	-	71.01	-	71.39	-	-	-	-	-	-	-
S-12T	65.87	-	65.00	-	65.13	65.40	65.13	-	-	-	64.83	64.65
S-33T	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Puits aménagés dans la nappe semi-captive du roc												
CB-1	-	-	58.02	-	57.53	57.77	57.84	57.58	57.20	57.49	-	-
S-7R	-	57.87	58.08	-	-	57.70	-	57.41	57.06	-	57.36	57.14
S-8R	70.85	73.06	71.01	-	71.39	-	-	-	-	-	-	-
S-9R	70.78	72.89	71.01	-	71.74	-	-	-	-	-	-	-
S-11R	69.47	70.68	69.88	70.36	70.18	69.76	-	-	-	-	-	-
S-12R	64.44	64.83	63.67	62.84	63.84	64.13	63.80	63.62	63.18	63.51	63.65	63.37
S-14R	58.98	59.40	58.73	58.42	58.70	58.32	58.29	58.30	57.76	-	58.26	57.88
S-18R	70.55	72.21	70.75	71.52	71.10	70.85	-	-	-	-	-	-
S-20R	71.50	73.16	71.92	-	72.24	67.23	67.27	72.36	71.56	-	72.76	72.29
S-21R	67.57	67.93	67.43	67.47	67.35	71.97	72.05	67.28	66.70	-	67.13	66.78
S-22R	69.32	70.43	69.75	70.49	70.05	69.90	69.86	70.13	69.24	-	70.50	69.82
S-24R	62.68	62.88	62.48	-	62.43	62.16	62.31	62.30	sec	-	62.11	61.79
S-28R	72.09	-	72.44	73.12	72.82	72.37	72.48	72.94	72.13	-	73.28	72.68
S-33R	-	-	58.97	58.65	59.01	58.58	58.60	58.48	58.01	-	58.54	58.16
S-34R	-	-	58.48	58.23	58.42	58.02	57.97	57.69	57.20	-	57.81	57.32
S-35R	-	-	-	-	-	-	-	64.98	64.57	64.78	64.69	64.55
S-3 (P-6)	71.04	71.04	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
PE-1	-	-	-	-	-	-	-	-	70.85	-	72.48	71.76
PZ-1	-	59.33	58.47	58.34	58.18	58.01	57.53	57.41	55.84	57.38	57.66	57.11
PZ-2	-	61.90	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
PZ-10	-	-	71.08	71.89	71.38	71.32	71.37	71.63	70.93	72.03	72.48	71.77





LÉGENDE:

-  A - Zone 1 (bioréacteur)
-  B - Ancien LES
-  C - Zone d'agrandissement du LET
-  D - Zone 4 (aire d'exploitation actuelle)
-  Étang d'épuration
-  Limite de municipalités

N:\adminis\G\TEMPLATES



Golder Associates

272000	
Date :	2007-06-08
Dessiné par :	S. Varenne
Vérifié par :	J. Coté
No. de dessin :	Figure-02.mxd
Echelle:	1:20,000
Projeté par :	J. Coté
Approuvé par :	J. Coté
No. de projet :	06-1223-023

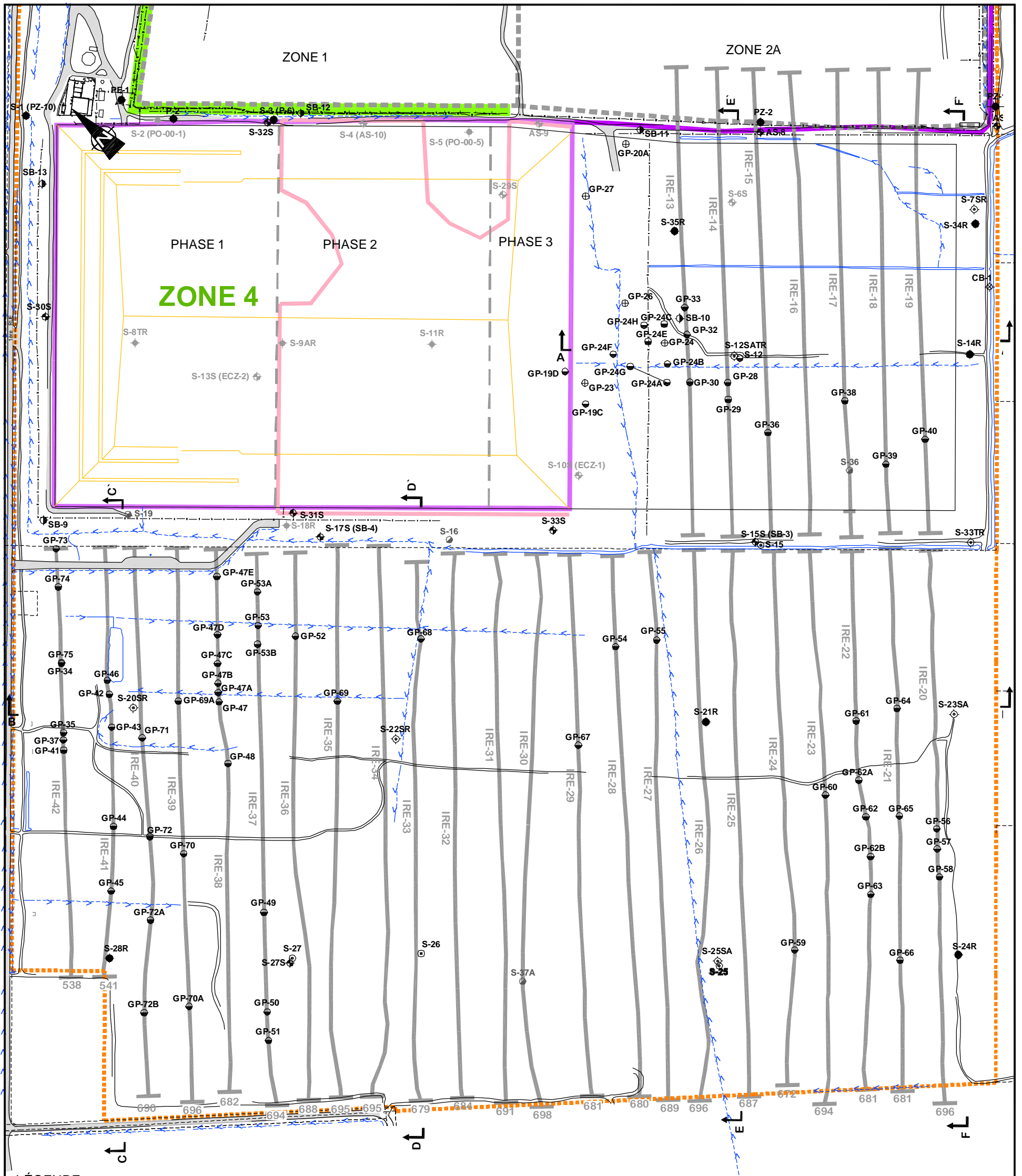


274000

*PROJET D'AGRANDISSEMENT DU LET DE SAINTE-SOPHIE
ÉTUDES GÉOPHYSIQUE ET GÉOTECHNIQUE*

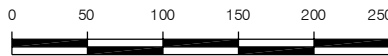
Photographie aérienne
Mai 2006

Figure : 2



LÉGENDE:

- | | | | | | |
|---|--|------|--|--------|-----------------------------------|
| ● | Forage de validation 2006 | SATR | Nid de puits | A ↑ A' | Coupe géologique |
| ⊕ | Forage de validation 2004 | S | Puits d'observation aménagé dans l'aquifère de sable fin | — — | Ligne de levé par IRE |
| ⊙ | Forage de validation 2001 | A | Puits d'observation aménagé dans l'horizon d'argile silteuse | — — | Mur de sol-bentonite du LES |
| ● | Puits d'observation aménagé dans l'aquifère semi-captif du roc | T | Puits d'observation aménagé dans l'horizon de till | — — | Mur de sol-bentonite de la zone 4 |
| ◆ | Puits d'observation aménagé dans l'aquifère de sable fin | R | Puits d'observation aménagé dans l'aquifère semi-captif du roc | — — | Propriété Waste management |
| ● | Forage stratigraphique | | | — — | Fossé de drainage |
| ◆ | Puits de surveillance des biogaz | | | — — | Clé d'argile du LET-ZONE 1 |
| ◆ | Puits de captage des biogaz | | | | |
| ● | Puits démantelé | | | | |



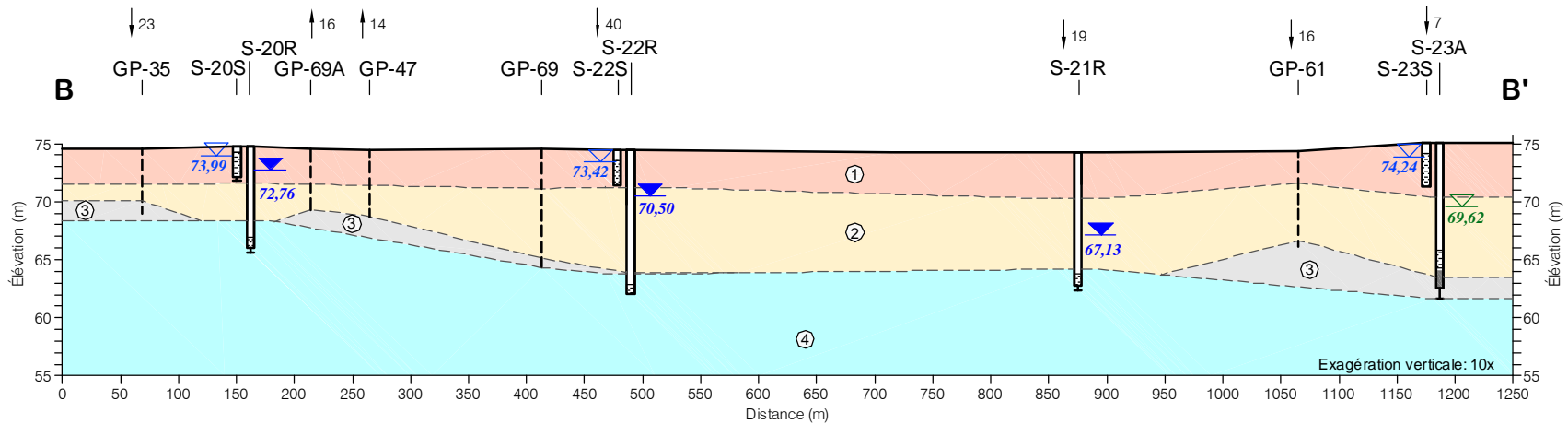
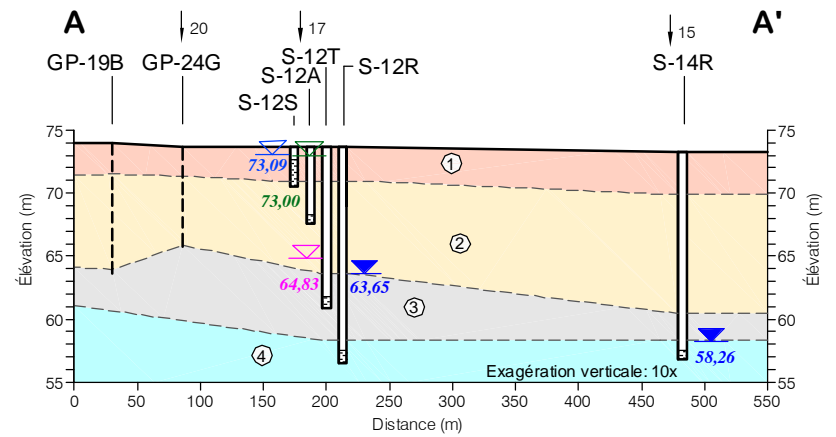
Date:	2007-06-08	Échelle:	1 : 5 000
Dessiné par:	R. Gravel	Projeté par:	P. Martin
Vérifié par:	B. Lefrançois	Approuvé par:	J. Côté
No. de dessin:	061223023-03	No. de projet:	06-1223-023



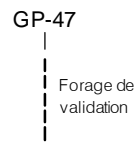
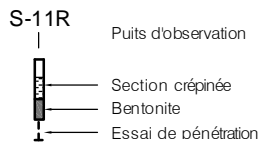
PROJET D'AGRANDISSEMENT DU LET DE
SAINTE-SOPHIE
ÉTUDES GÉOPHYSIQUE ET GÉOTECHNIQUE



LOCALISATION DES TRAVAUX D'INVESTIGATION
DE GÉOPHYSIQUE PAR IRE ET FORAGES



LÉGENDE:



▲ 73,42 Élévation du niveau d'eau (m) en date de mai 2006 (nappe de surface dans le sable)
 ▼ 70,50 Élévation du niveau d'eau (m) en date de mai 2006 (nappe semi-confine du ma)

▲ 69,62 Élévation du niveau d'eau (m) en date de mai 2006 (argile)
 ▼ 64,83 Élévation du niveau d'eau (m) en date de mai 2006 (till)

--- Contact géologique interprété

↓ 17 Puits ou forage situé à 17m au sud-ouest de l'axe de la coupe

STRATIGRAPHIE:

- ① Sable fin
- ② Argile siteuse
- ③ Till
- ④ Roc

Date:	2006-06-08	Échelle:	H 1:6 000 V 1:600
Dessiné par:	R. Gravel	Projeté par:	B. Lefrançois
Vérifié par:	B. Lefrançois	Approuvé par:	J. Côté
No. de dessin	061223023-04	No. de projet:	06-1223-023



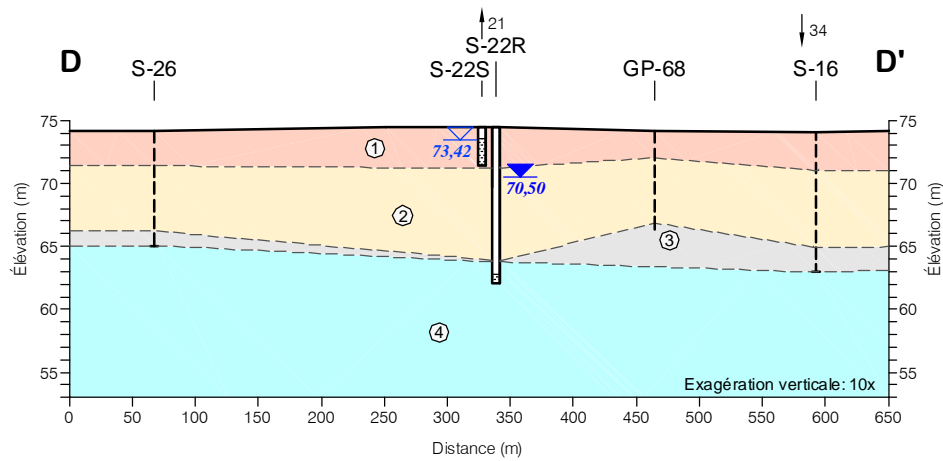
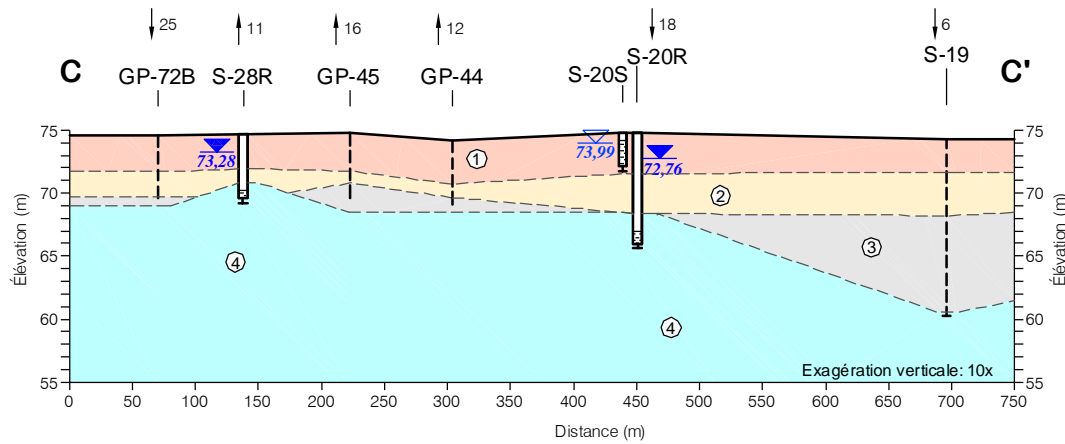
PROJET D'AGRANDISSEMENT DU LET DE SAINTE-SOPHIE
 ÉTUDES GÉOPHYSIQUE ET GÉOTECHNIQUE



COUPES GÉOLOGiques A-A' ET B-B'

FIGURE

4A



LÉGENDE:

- S-28R** Puits d'observation
 Section crépinée
 Bentonite
 Essai de pénétration dynamique
- GP-68** Forage de validation

- ▽ 73,42 Élévation du niveau d'eau (m) en date de mai 2006 (nappe de surface dans le sable)
- ▽ 70,50 Élévation du niveau d'eau (m) en date de mai 2006 (nappe semi-captive du roc)

- Contact géologique interprété
- ↑ 14 Puits ou forage situé à 14 m au nord-est de l'axe de la coupe

STRATIGRAPHIE:

- ① Sable fin
 ② Argile silteuse
 ③ Till
 ④ Roc

Date:	2007-06-08	Échelle:	H 1:6 000 V 1:600
Dessiné par:	R. Gravel	Projeté par:	B. Lefrançois
Vérifié par:	B. Lefrançois	Approuvé par:	J. Côté
No. de dessin	061223023-04	No. de projet:	06-1223-023



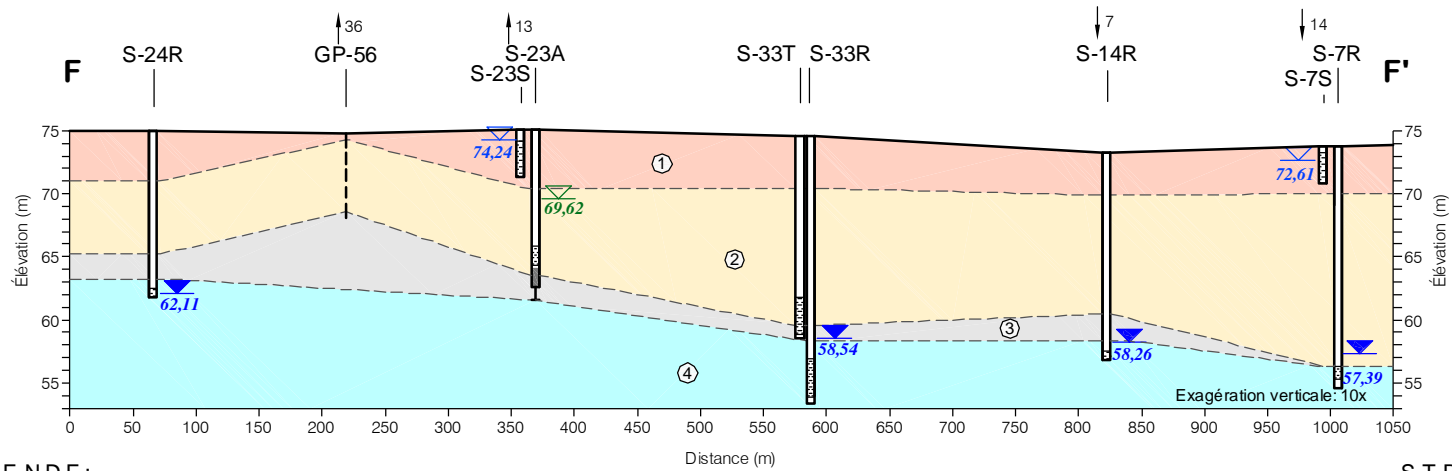
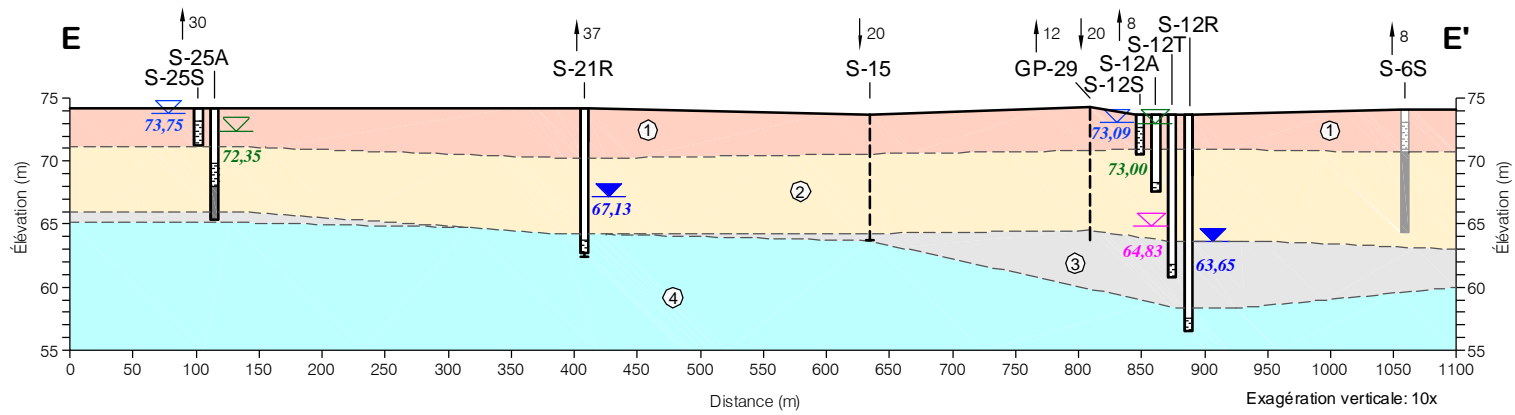
PROJET D'AGRANDISSEMENT DU LET DE
 SAINTE-SOPHIE
 ÉTUDES GÉOPHYSIQUE ET GÉOTECHNIQUE



COUPES GÉOLOGIQUES C-C' ET D-D'

FIGURE

4B



L É G E N D E :

- S-24R** Puits d'observation
 Section crépinée
 Bentonite
 Essai de pénétration dynamique
- GP-56** Forage de validation

- ▲ 72,24 Élévation du niveau d'eau (m) en date de mai 2006 (nappe de surface dans le sable)
- ▼ 58,54 Élévation du niveau d'eau (m) en date de mai 2006 (nappe semi-captive du roc)

- ▲ 69,62 Élévation du niveau d'eau (m) en date de mai 2006 (argile)
- ▲ 64,83 Élévation du niveau d'eau (m) en date de mai 2006 (till)

- Contact géologique interprété
- ↓ 7 Puits ou forage situé à 17 m au sud-ouest de l'axe de la coupe

S T R A T I G R A P H I E :

- ① Sable fin
 ② Argile silteuse
 ③ Till
 ④ Roc

Date:	2007-06-08	Échelle:	H 1:6 000 V 1:600
Dessiné par:	R. Gravel	Projeté par:	B. Lefrançois
Vérifié par:	B. Lefrançois	Approuvé par:	J. Côté
No. de dessin	061223023-04	No. de projet:	06-1223-023



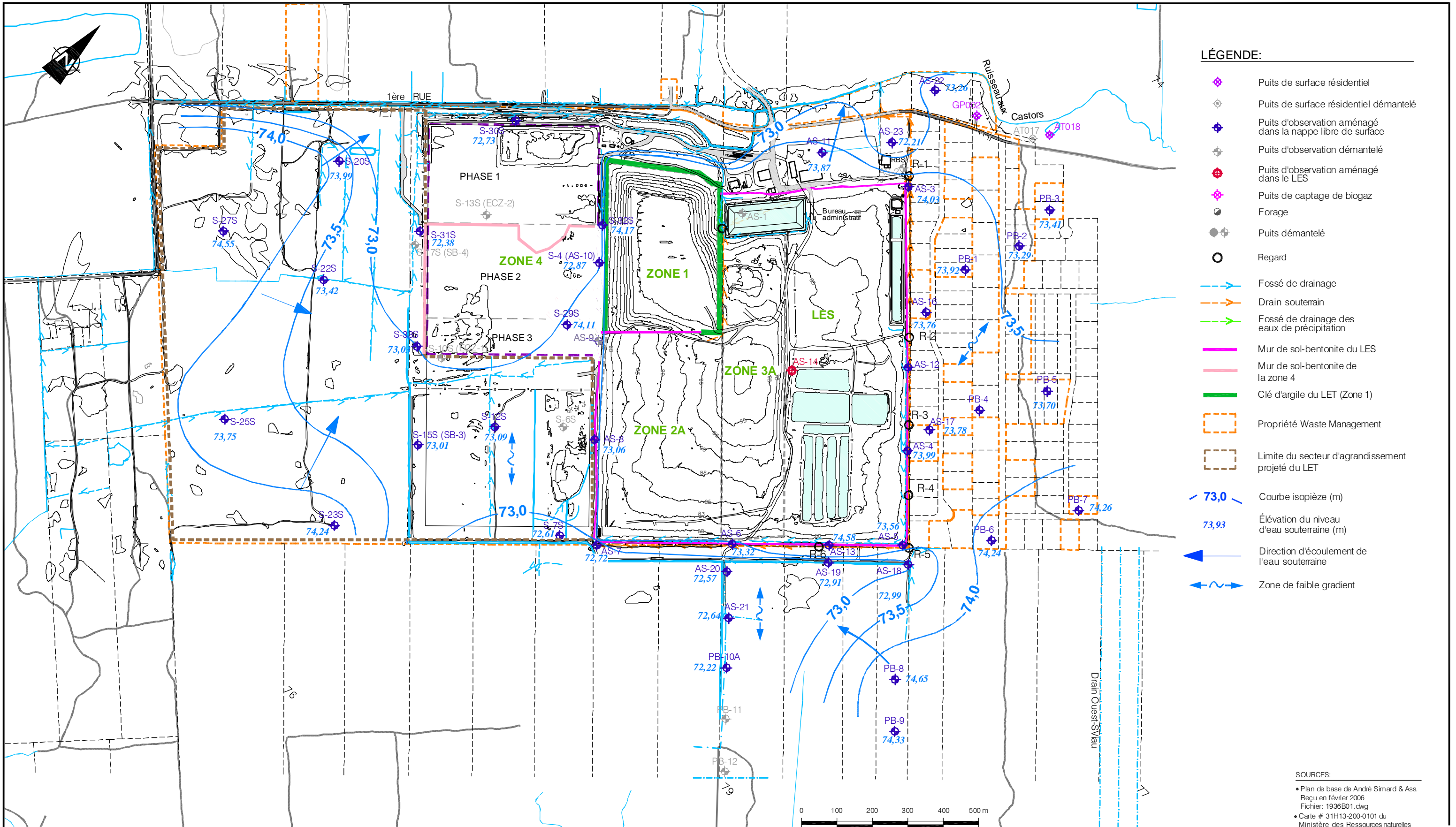
PROJET D'AGRANDISSEMENT DU LET DE
 SAINTE-SOPHIE
 ÉTUDES GÉOPHYSIQUE ET GÉOTECHNIQUE



COUPES GÉOLOGiques E-E' ET F-F'

FIGURE

4C



LÉGENDE:

- ◆ Puits de surface résidentiel
- ◇ Puits de surface résidentiel démantelé
- ◆ Puits d'observation aménagé dans la nappe libre de surface
- ◇ Puits d'observation démantelé
- ◆ Puits d'observation aménagé dans le LES
- ◆ Puits de captage de biogaz
- Forage
- ◇ Puits démantelé
- Regard
- Fossé de drainage
- Drain souterrain
- Fossé de drainage des eaux de précipitation
- Mur de sol-bentonite du LES
- Mur de sol-bentonite de la zone 4
- Clé d'argile du LET (Zone 1)
- Propriété Waste Management
- Limite du secteur d'agrandissement projeté du LET
- 73,0 Courbe isopièze (m)
- 73,93 Élévation du niveau d'eau souterraine (m)
- Direction d'écoulement de l'eau souterraine
- ↔ Zone de faible gradient

SOURCES:

- Plan de base de André Simard & Ass. Reçu en février 2006
- Fichier: 1936B01.dwg
- Carte # 31H13-200-0101 du Ministère des Ressources naturelles

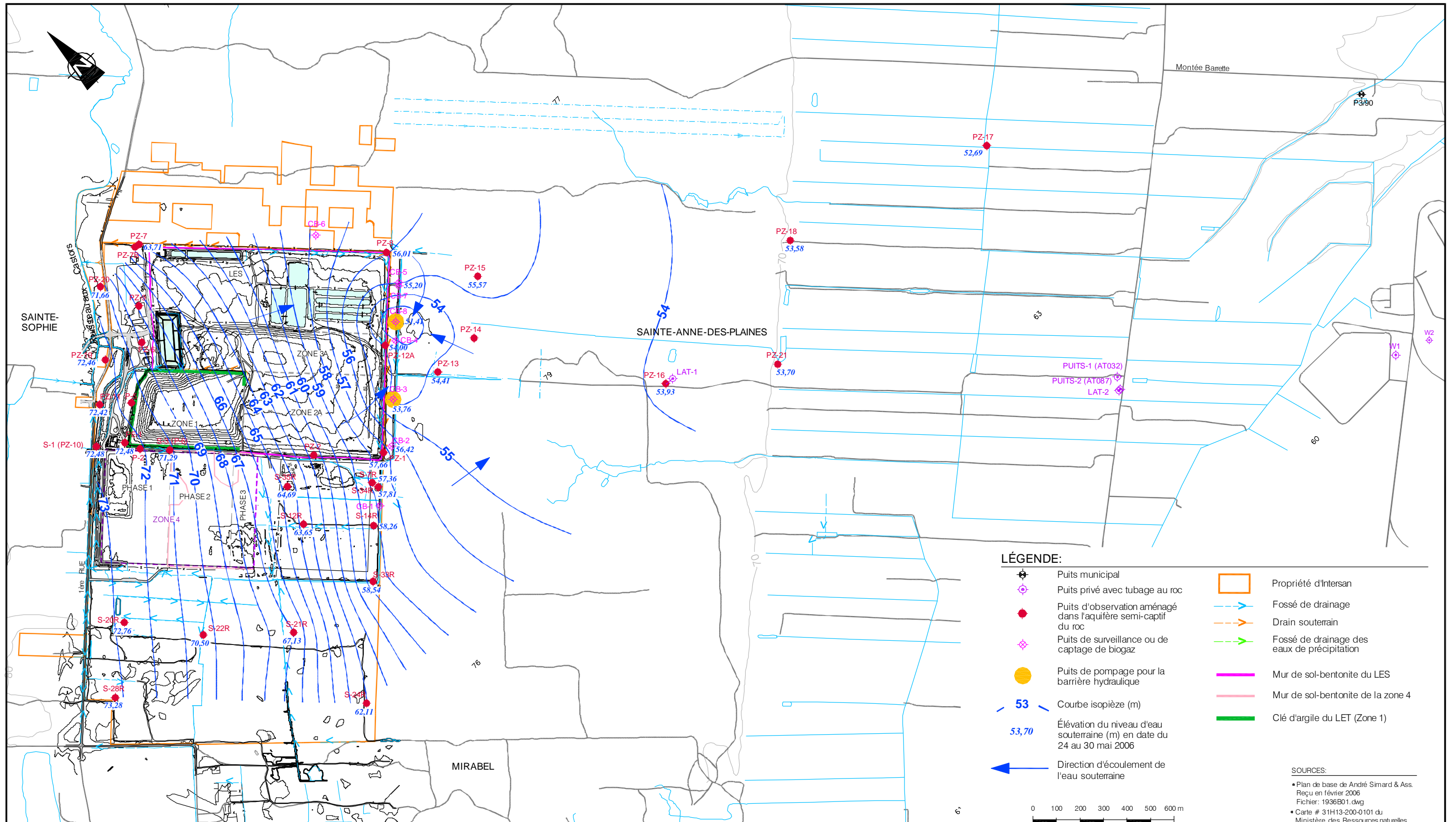
Golder Associés
 9200, boul. de l'Acadie, bureau 10
 Montréal (Québec) H4N 2T2
 Tél.: (514) 383-0990 Fax: (514) 383-5332

Date:	2007-06-08	Échelle:	1 : 10 000
Dessiné par:	R. Gravel	Projeté par:	J. Côté
Vérifié par:	J. Côté	Approuvé par:	J. Côté
No. de dessin:	061223023-05A	No. de projet:	06-1223-0023



PROJET D'AGRANDISSEMENT DU LET DE SAINTE-SOPHIE
ÉTUDES GÉOPHYSIQUE ET GÉOTECHNIQUE
 CARTE PIÉZOMÉTRIQUE DE LA NAPPE
 AQUIFÈRE DE SABLE FIN
 MAI 2006

FIGURE **5A**

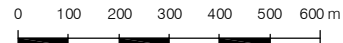


LÉGENDE:

- Puits municipal
- Puits privé avec tubage au roc
- Puits d'observation aménagé dans l'aquifère semi-captif du roc
- Puits de surveillance ou de captage de biogaz
- Puits de pompage pour la barrière hydraulique
- 53 Courbe isopièze (m)
- 53,70 Élévation du niveau d'eau souterraine (m) en date du 24 au 30 mai 2006
- Direction d'écoulement de l'eau souterraine
- Propriété d'Intersan
- Fossé de drainage
- Drain souterrain
- Fossé de drainage des eaux de précipitation
- Mur de sol-bentonite des LES
- Mur de sol-bentonite de la zone 4
- Clé d'argile du LET (Zone 1)

SOURCES:

- Plan de base de André Simard & Ass. Reçu en février 2006
- Fichier: 1936B01.dwg
- Carte # 31H13-200-0101 du Ministère des Ressources naturelles



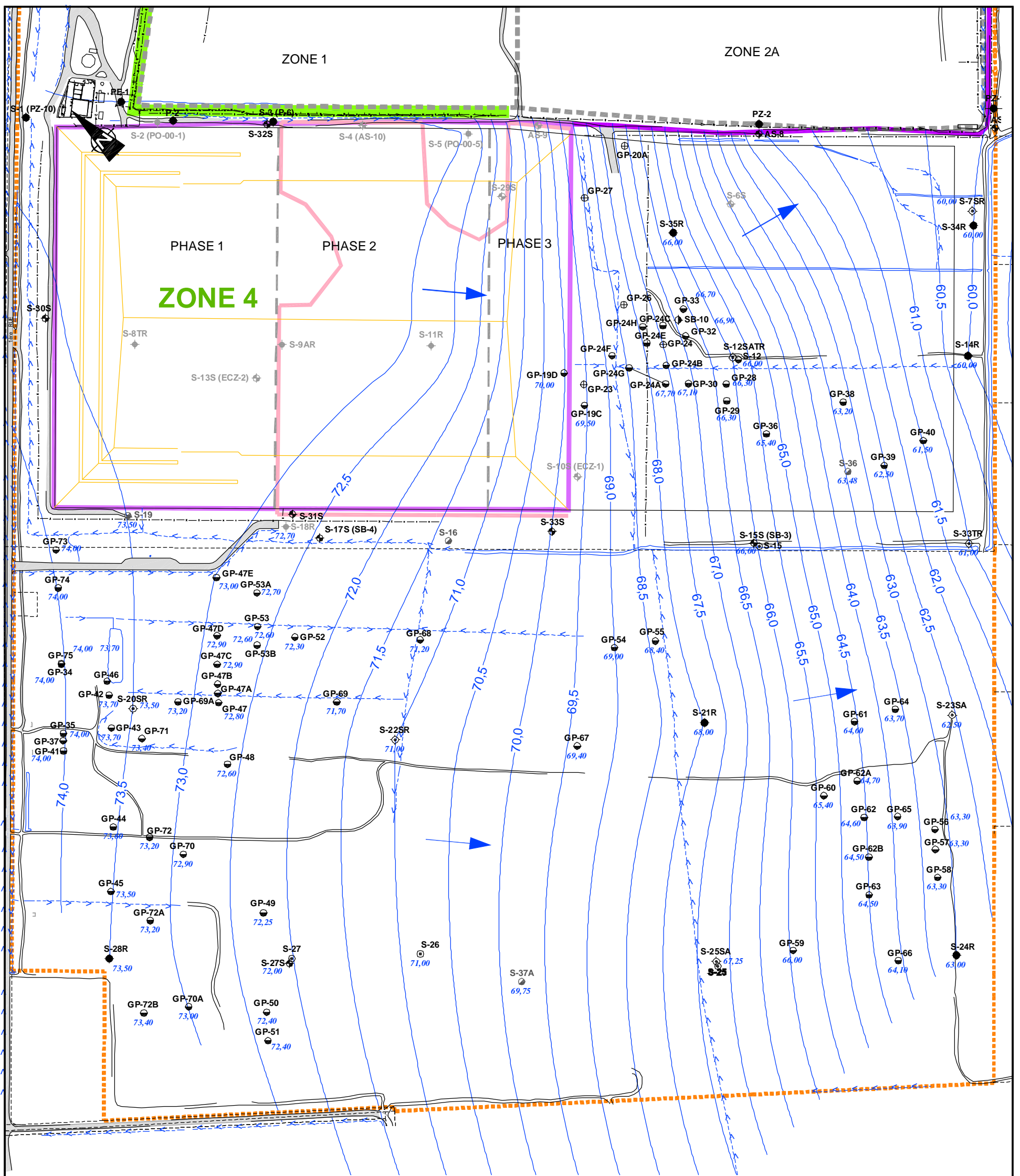
Golder Associés
 9200, boul. de l'Acadie, bureau 10
 Montréal (Québec) H4N 2T2
 Tél.: (514) 383-0990 Fax: (514) 383-5332

Date:	2007-06-08	Échelle:	1 : 15 000
Dessiné par:	R. Gravel	Projeté par:	J. Côté
Vérifié par:	J. Côté	Approuvé par:	J. Côté
No. de dessin:	061223023-05B	No. de projet:	06-1223-023

PROJET D'AGRANDISSEMENT DU LET DE SAINTE-SOPHIE
ÉTUDES GÉOPHYSIQUE ET GÉOTECHNIQUE

CARTE PIÉZOMÉTRIQUE DE LA NAPPE SEMI-CAPTIVE DU ROC
 MAI 2006

FIGURE
5B



LÉGENDE:

- Forage de validation 2006
- ⊕ Forage de validation 2004
- ⊙ Forage de validation 2001
- Puits d'observation aménagé dans l'aquifère semi-captif du roc
- ⊕ Puits d'observation aménagé dans l'aquifère de sable fin
- ⊙ Forage stratigraphique
- ⊕ Puits de surveillance des biogaz

SATR

- ⊕ Nid de puits
- S Puits d'observation aménagé dans l'aquifère de sable fin
- A Puits d'observation aménagé dans l'horizon d'argile silteuse
- T Puits d'observation aménagé dans l'horizon de till
- R Puits d'observation aménagé dans l'aquifère semi-captif du roc

72,40

- Élévation du niveau d'eau anticipé en période de crues dans l'aquifère semi-captif du roc (m)
- Mur de sol-bentonite du LES
- Mur de sol-bentonite de la zone 4
- ⊕ Propriété Waste management
- Fossé de drainage
- Clé d'argile du LET-ZONE 1

69,5

- Courbe isopièze de la nappe semi-captive du roc en condition de crues printanières (m)
- Direction d'écoulement de l'eau souterraine

0 50 100 150 200 250 m

SOURCES:

- Plan de base de André Simard & Ass.
- Dossier 02-983-5 date: avril 2003
- Fichier: 983F01.dwg

Date:	2007-06-08	Échelle:	1 : 5 000
Dessiné par:	R. Gravel	Projeté par:	J. Côté
Vérifié par:	J. Côté	Approuvé par:	J. Côté
No. de dessin:	061223023-03	No. de projet:	06-1223-023

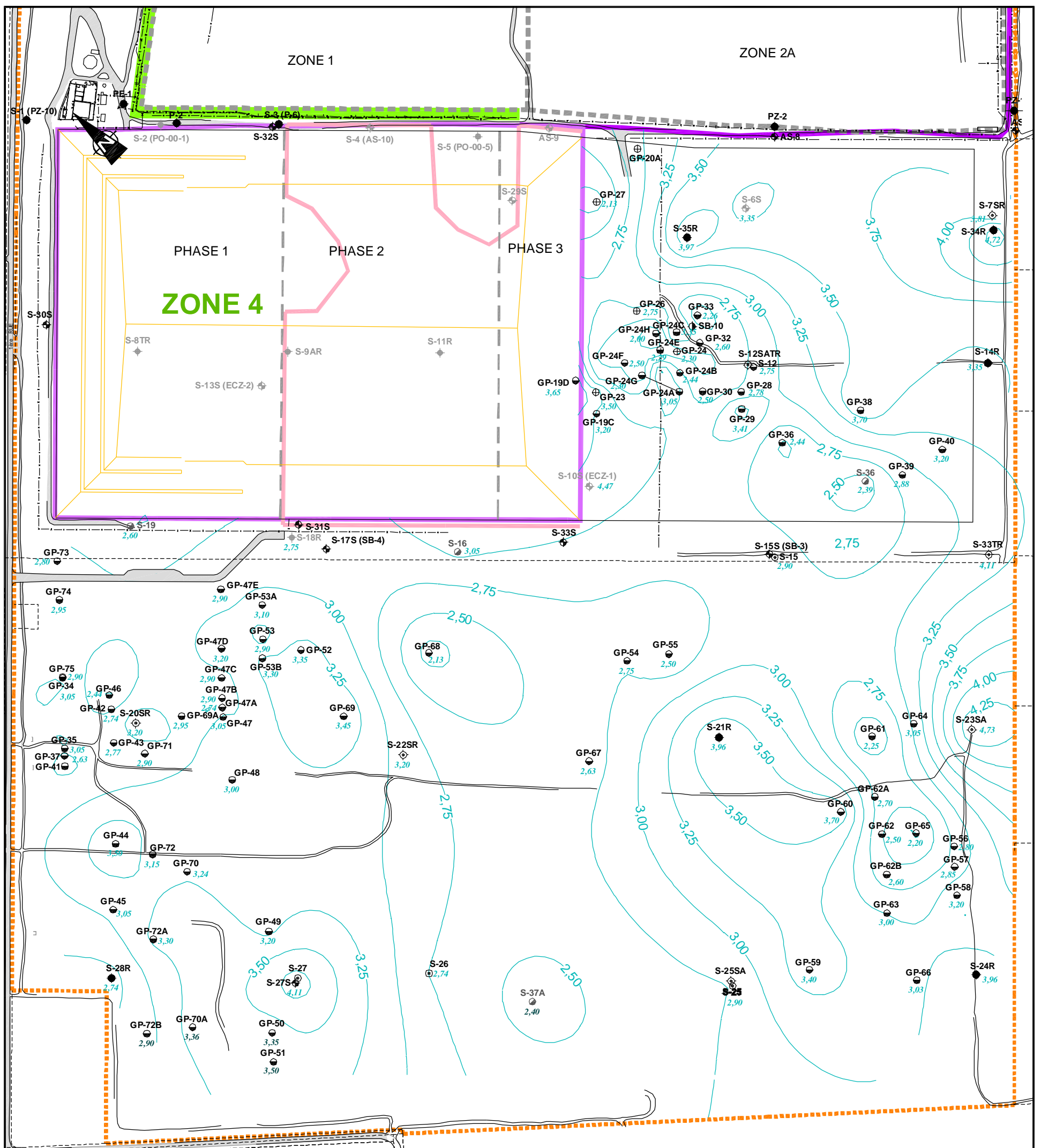


PROJET D'AGRANDISSEMENT DU LET DE SAINTE-SOPHIE
ÉTUDES GÉOPHYSIQUE ET GÉOTECHNIQUE



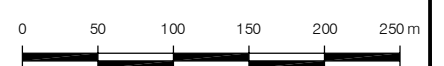
CARTE PIÉZOMÉTRIQUE ANTICIPÉE DE LA NAPPE SEMI-CAPTIVE DU ROC EN CONDITION DE CRUES PRINTANIÈRES

FIGURE
5C



LÉGENDE:

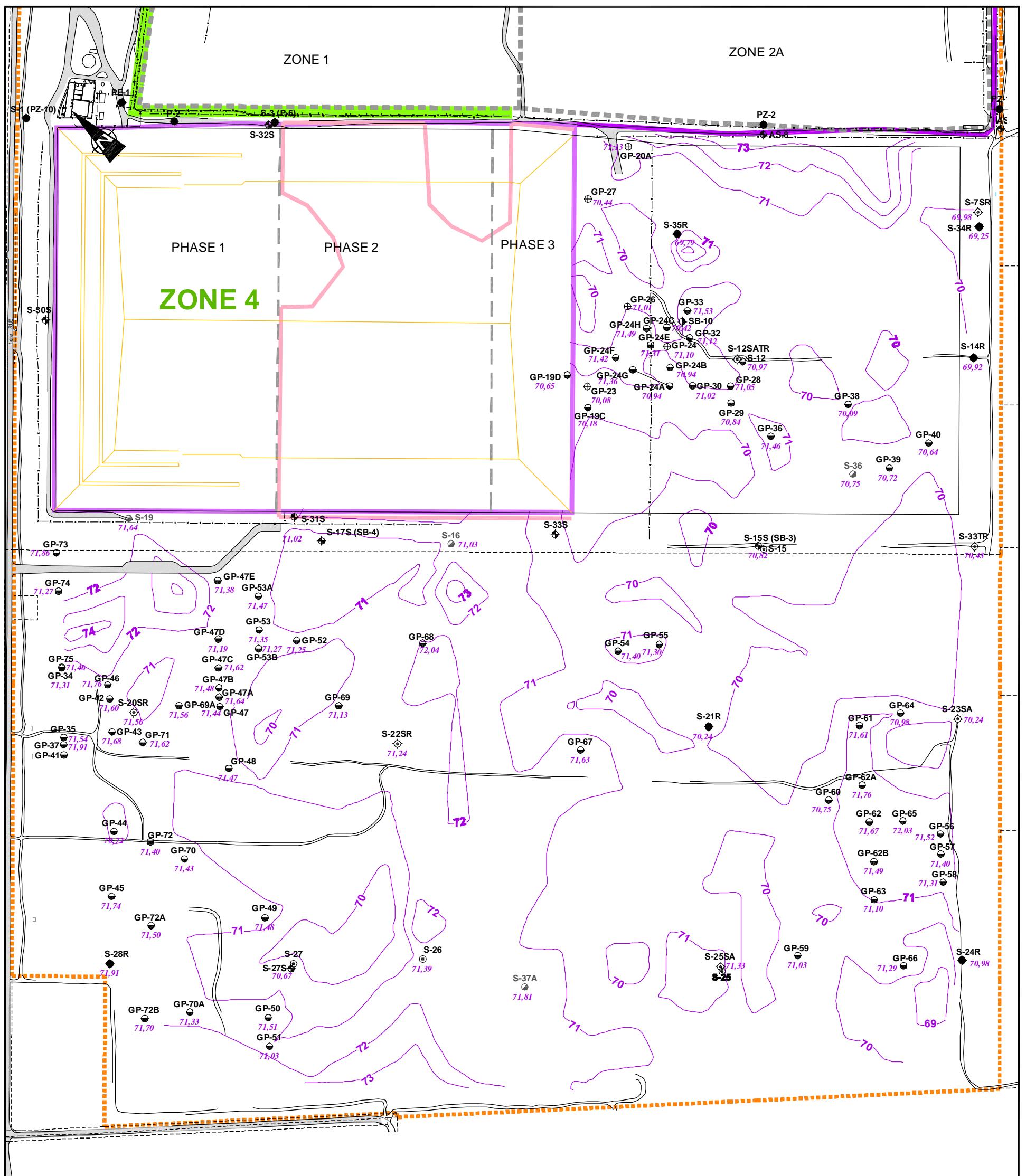
- | | | |
|--|---|--|
| <ul style="list-style-type: none"> ⊕ Forage de validation 2006 ⊕ Forage de validation 2004 ⊕ Forage de validation 2001 ● Puits d'observation aménagé dans l'aquifère semi-captif du roc ⊕ Puits d'observation aménagé dans l'aquifère de sable fin ⊕ Forage stratigraphique ⊕ Puits de surveillance des biogaz ⊕ Puits démantelé | <ul style="list-style-type: none"> SATR ⊕ Nid de puits S Puits d'observation aménagé dans l'aquifère de sable fin A Puits d'observation aménagé dans l'horizon d'argile silteuse T Puits d'observation aménagé dans l'horizon de till R Puits d'observation aménagé dans l'aquifère semi-captif du roc | <ul style="list-style-type: none"> — 2,50 — Isocontour des épaisseurs de sable (m) — 3,50 — Épaisseur de sable (m) — Mur de sol-bentonite du LES — Mur de sol-bentonite de la zone 4 ⊕ Propriété Waste management — Clé d'argile du LET-ZONE 1 |
|--|---|--|



Date:	2007-06-08	Échelle:	1 : 5 000
Dessiné par:	R. Gravel	Projeté par:	P. Martin
Vérifié par:	J. Côté	Approuvé par:	J. Côté
No. de dessin:	061223023-03	No. de projet:	06-1223-023

PROJET D'AGRANDISSEMENT DU LET DE SAINTE-SOPHIE

ÉTUDES GÉOPHYSIQUE ET GÉOTECHNIQUE

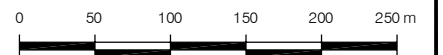


LÉGENDE:

- Forage de validation 2006
- ⊕ Forage de validation 2004
- ⊙ Forage de validation 2001
- Puits d'observation aménagé dans l'aquifère semi-captif du roc
- ⊕ Puits d'observation aménagé dans l'aquifère de sable fin
- ⊙ Forage stratigraphique
- ⊕ Puits de surveillance des biogaz
- Puits démantelé

- SATR** ⊕ Nid de puits
- S** Puits d'observation aménagé dans l'aquifère de sable fin
- A** Puits d'observation aménagé dans l'horizon d'argile silteuse
- T** Puits d'observation aménagé dans l'horizon de till
- R** Puits d'observation aménagé dans l'aquifère semi-captif du roc

- 72 — Isocontour interprété du sommet de l'argile (m)
- 71,23 Élévation du sommet de l'argile (m)
- Mur de sol-bentonite du LES
- Mur de sol-bentonite de la zone 4
- ⊕ Propriété Waste management
- Clé d'argile du LET-ZONE 1



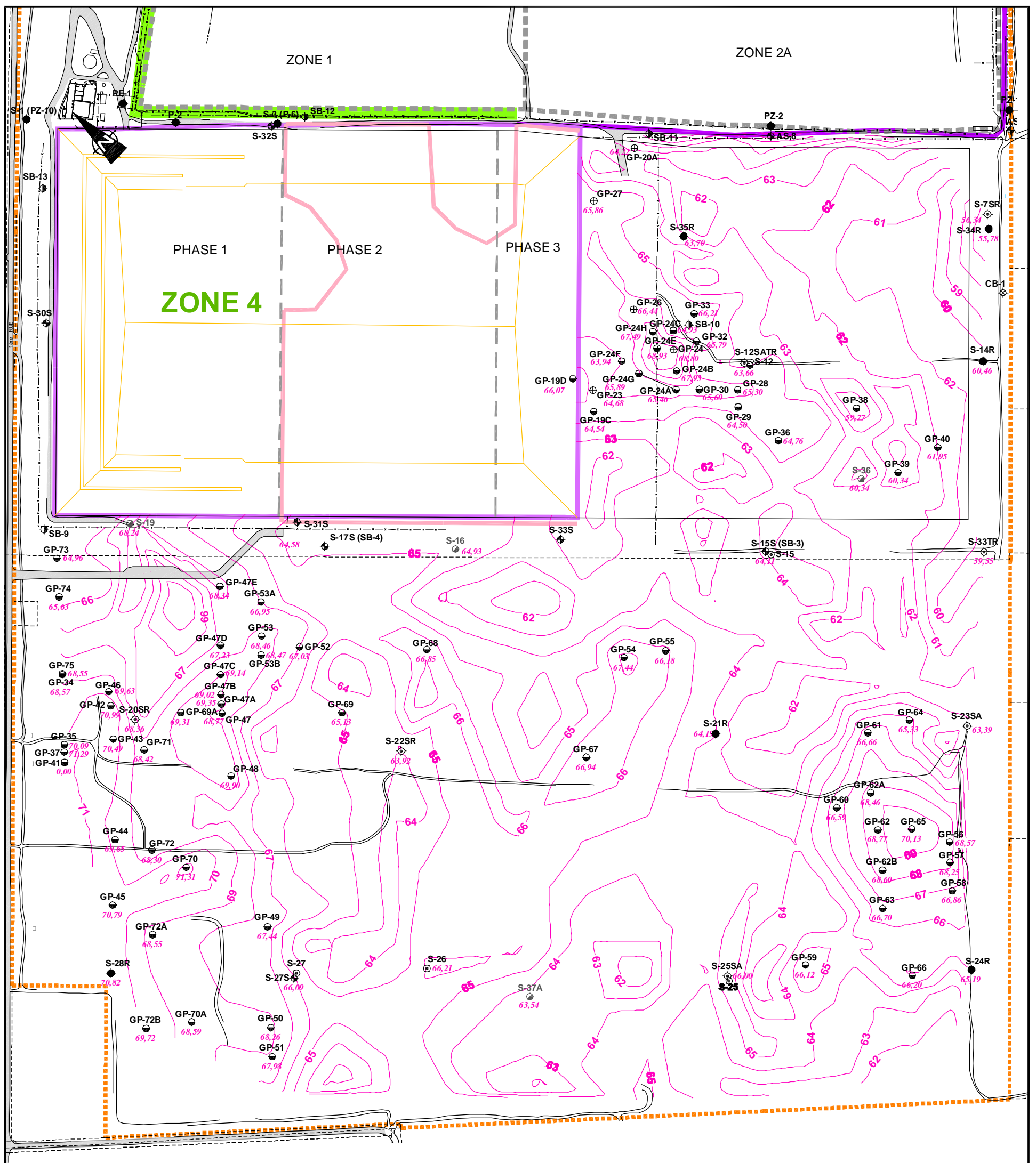
Date:	2007-06-08	Échelle:	1 : 5 000
Dessiné par:	R. Gravel	Projeté par:	P. Martin
Vérifié par:	J. Côté	Approuvé par:	J. Côté
No. de dessin:	061223023-03	No. de projet:	06-1223-023



PROJET D'AGRANDISSEMENT DU LET DE
SAINTE-SOPHIE
ÉTUDES GÉOPHYSIQUE ET GÉOTECHNIQUE



ISOCONTOURS DE L'ÉLEVATION
DU SOMMET DE L'ARGILE

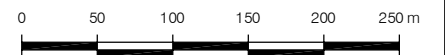


LÉGENDE:

- Forage de validation 2006
- ⊕ Forage de validation 2004
- ⊙ Forage de validation 2001
- Puits d'observation aménagé dans l'aquifère semi-captif du roc
- ⊕ Puits d'observation aménagé dans l'aquifère de sable fin
- Forage stratigraphique
- ⊕ Puits de surveillance des biogaz
- ⊙ Puits de captage des biogaz

- SATR ⊕ Nid de puits
- S ● Puits d'observation aménagé dans l'aquifère de sable fin
- A ● Puits d'observation aménagé dans l'horizon d'argile silteuse
- T ● Puits d'observation aménagé dans l'horizon de till
- R ● Puits d'observation aménagé dans l'aquifère semi-captif du roc

- 65 — Isocontour interprété de la base de l'argile (m)
- 67,98 Élévation de la base de l'argile (m)
- Mur de sol-bentonite du LES
- Mur de sol-bentonite de la zone 4
- ⊠ Propriété Waste management
- Clé d'argile du LET-ZONE 1



Date:	2007-06-08	Échelle:	1 : 5 000
Dessiné par:	M. Binette	Projeté par:	B. Lefrançois
Vérifié par:	J. Côté	Approuvé par:	J. Côté
No. de dessin:	061223023-03	No. de projet:	06-1223-023

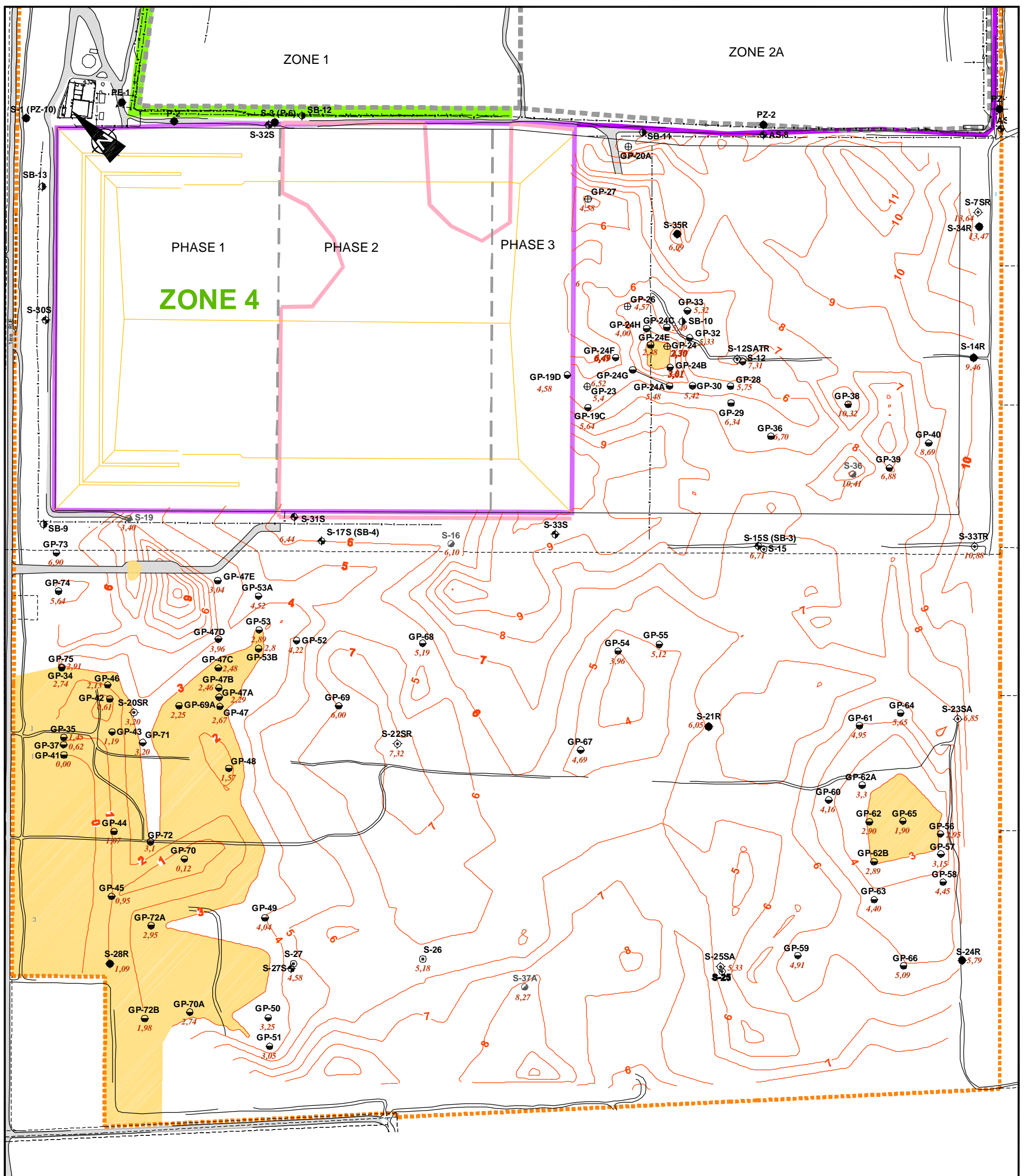


PROJET D'AGRANDISSEMENT DU LET DE
 SAINTE-SOPHIE
 ÉTUDES GÉOPHYSIQUE ET GÉOTECHNIQUE



ISOCONTOURS DE L'ÉLEVATION
 DE LA BASE DE L'ARGILE

FIGURE
 8



LÉGENDE:

- Forage de validation 2006
- ⊕ Forage de validation 2004
- ⊙ Forage de validation 2001
- Puits d'observation aménagé dans l'aquifère semi-captif du roc
- ⊕ Puits d'observation aménagé dans l'aquifère de sable fin
- ⊙ Forage stratigraphique
- ⊖ Puits de surveillance des biogaz

SATR

- ⊙ Nid de puits
- S Puits d'observation aménagé dans l'aquifère de sable fin
- A Puits d'observation aménagé dans l'horizon d'argile silteuse
- T Puits d'observation aménagé dans l'horizon de till
- R Puits d'observation aménagé dans l'aquifère semi-captif du roc

- 5 — Isocontour interprété de l'épaisseur de l'argile (m)
- 2.74 Épaisseur de l'argile (m)
- Secteur de moins de 3m d'épaisseur d'argile
- Mur de sol-bentonite du LES
- Mur de sol-bentonite de la zone 4
- Propriété Waste management
- Clé d'argile du LET-ZONE 1



Date:	2007-06-08	Échelle:	1 : 5 000
Dessiné par:	R. Gravel	Projeté par:	P. Martin
Vérifié par:	J. Côté	Approuvé par:	J. Côté
No. de dessin:	061223023-03	No. de projet:	06-1223-023

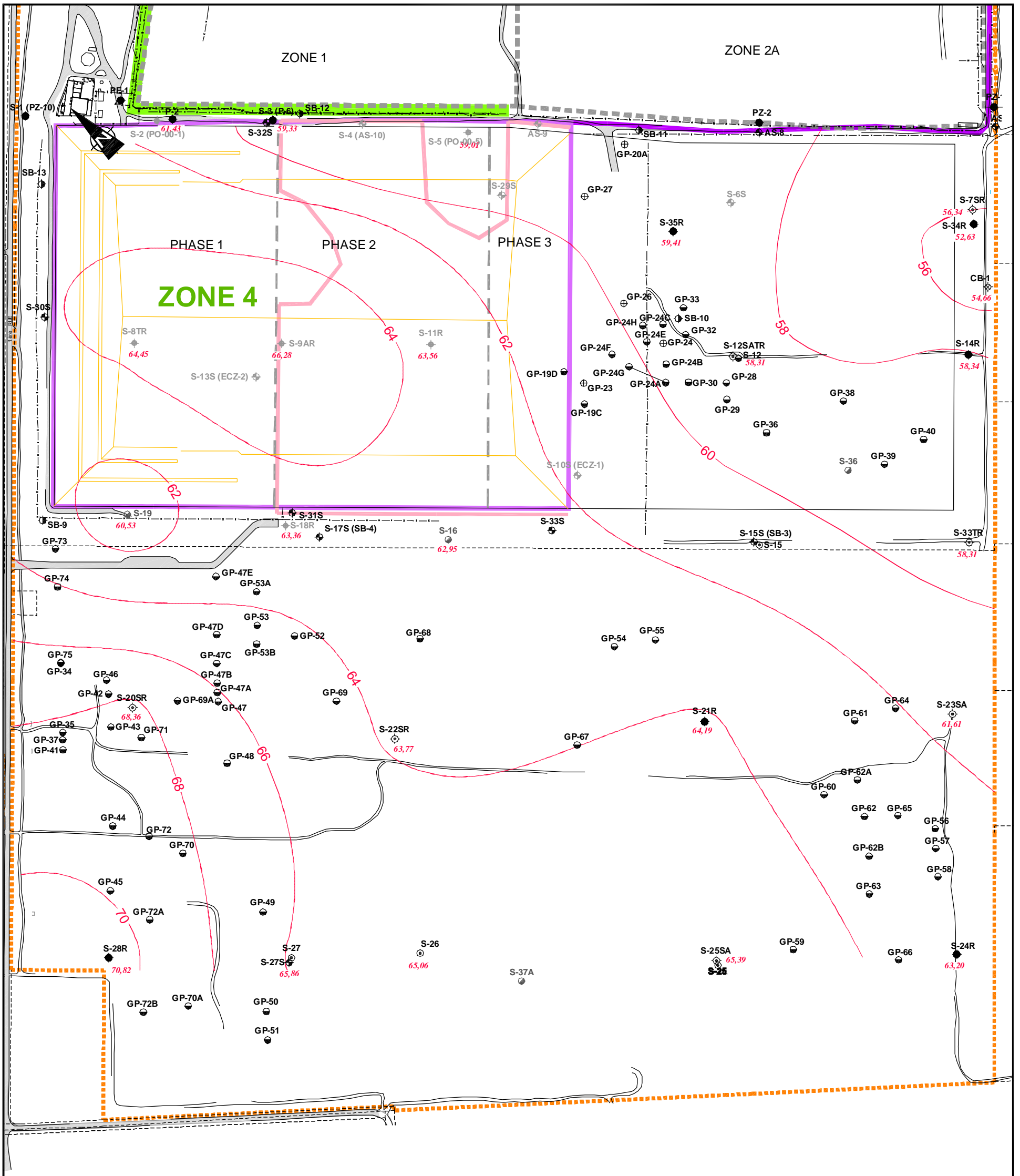


PROJET D'AGRANDISSEMENT DU LET DE
SAINTE-SOPHIE
ÉTUDES GÉOPHYSIQUE ET GÉOTECHNIQUE



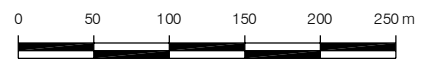
ISOCONTOURS DES ÉPAISSEURS
DE L'ARGILE

FIGURE



LÉGENDE:

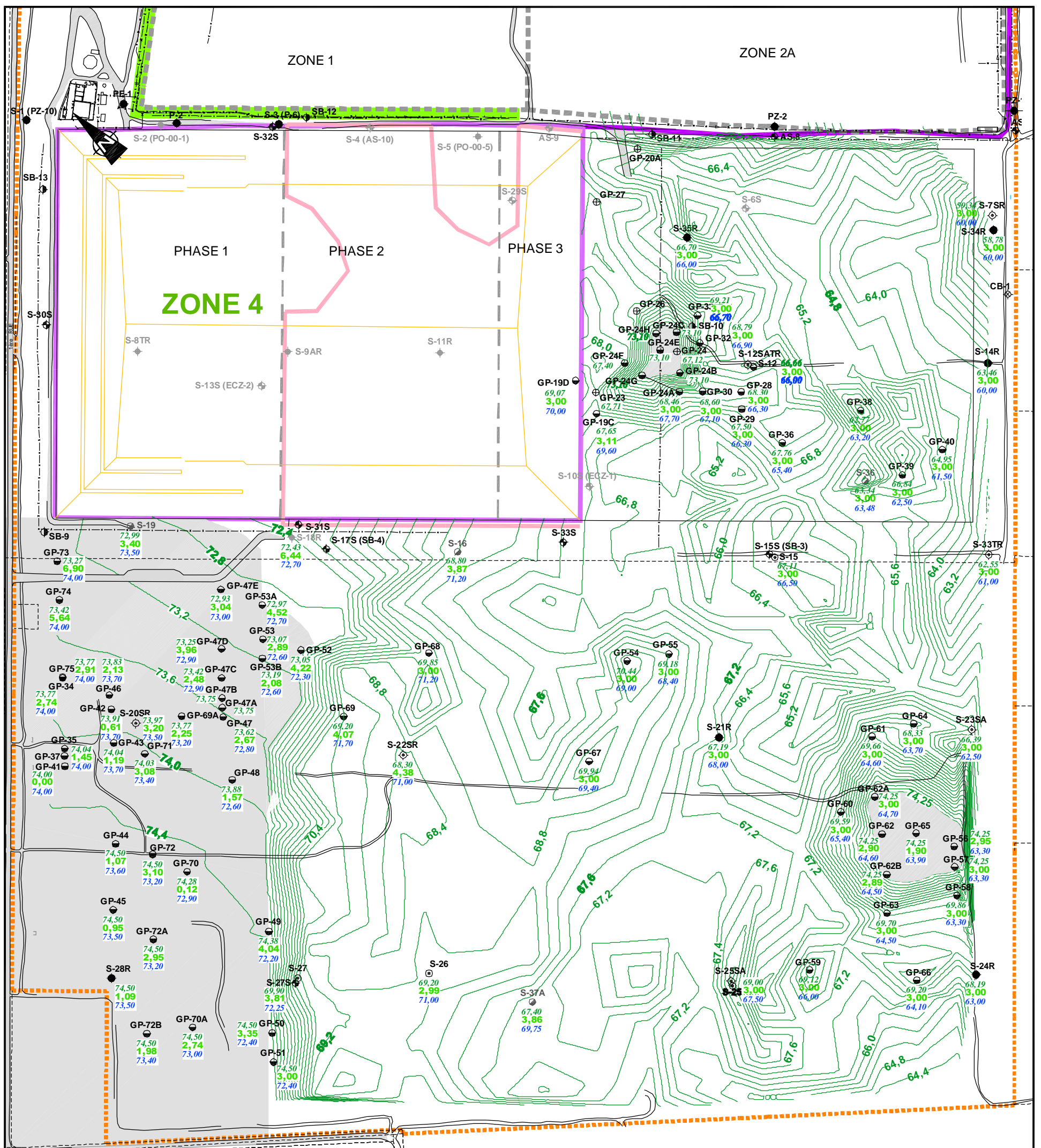
- | | | |
|--|---|---|
| <ul style="list-style-type: none"> ● Forage de validation 2006 ⊕ Forage de validation 2004 ⊙ Forage de validation 2001 ● Puits d'observation aménagé dans l'aquifère semi-captif du roc ⊕ Puits d'observation aménagé dans l'aquifère de sable fin ⊙ Forage stratigraphique ⊕ Puits de surveillance des biogaz ● Puits démantelé | <ul style="list-style-type: none"> SATR ⊕ Nid de puits S ⊕ Puits d'observation aménagé dans l'aquifère de sable fin A ⊕ Puits d'observation aménagé dans l'horizon d'argile silteuse T ⊕ Puits d'observation aménagé dans l'horizon de till R ⊕ Puits d'observation aménagé dans l'aquifère semi-captif du roc | <ul style="list-style-type: none"> — 66 — Isocontour des élévations du roc (m) 65,05 Élévation du roc (m) — — Mur de sol-bentonite du LES — — Mur de sol-bentonite de la zone 4 ⊕ Propriété Waste management — Clé d'argile du LET-ZONE 1 |
|--|---|---|



Date:	2007-06-08	Échelle:	1 : 5 000
Dessiné par:	R. Gravel	Projeté par:	J. Côté
Vérifié par:	M. Snow	Approuvé par:	J. Côté
No. de dessin:	061223023-03	No. de projet:	06-1223-023

**PROJET D'AGRANDISSEMENT DU LET DE
SAINTE-SOPHIE**

ÉTUDES GÉOPHYSIQUE ET GÉOTECHNIQUE



LÉGENDE:

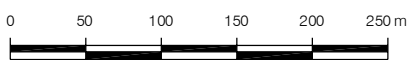
- ⊕ Forage de validation 2006
- ⊕ Forage de validation 2004
- Puits d'observation aménagé dans l'aquifère semi-captif du roc
- ⊕ Puits d'observation aménagé dans l'aquifère de sable fin
- Forage stratigraphique
- ⊕ Puits de surveillance des biogaz
- 68,4 — Isocontour des élévations minimales estimées des fonds d'excavation (m)

- SATR** ⊕ Nid de puits
- S** ⊕ Puits d'observation aménagé dans l'aquifère de sable fin
- A** ⊕ Puits d'observation aménagé dans l'horizon d'argile silteuse
- T** ⊕ Puits d'observation aménagé dans l'horizon de till
- R** ⊕ Puits d'observation aménagé dans l'aquifère semi-captif du roc

- 70,98 Élévation minimale estimée du fond d'excavation (m)
- 2,00 Épaisseur d'argile estimée sous le fond d'excavation (m)
- 72,40 Élévation du niveau d'eau anticipé en période de crues dans l'aquifère semi-captif du roc (m)
- Secteur à développer au-dessus de la nappe libre de surface
- Mur de sol-bentonite du LES
- Mur de sol-bentonite de la zone 4
- ⊕ Propriété Waste management
- Clé d'argile du LET-ZONE 1

NOTE:

Les élévations minimales estimées des fonds d'excavation ont été calculées à partir de l'élévation du toit de l'argile et l'épaisseur d'argile interprétée par les levés géophysiques d'imagerie par résistivité électrique (IRE) et des forages de validation. Compte tenu de la surévaluation des épaisseurs d'argile estimées par les levés de IRE, celles-ci ont été corrigées à partir des résultats des forages de validation. Les élévations minimales estimées des fonds d'excavation ont également été calculées à partir des niveaux d'eau anticipés en période de crues printanières dans l'aquifère du roc et d'un facteur de sécurité d'au moins 1,1 contre le soulèvement de fond. Pour les secteurs de moins de 3 m d'argile, les élévations minimales estimées de fond ont été déterminées en fonction du niveau d'eau de la nappe libre de surface de mai 2006.



Date:	2007-06-08	Échelle:	1 : 5 000
Dessiné par:	M. Binette	Projeté par:	J. Côté
Vérifié par:	M. Snow	Approuvé par:	J. Côté
No. de dessin:	061223023-03	No. de projet:	06-1223-023



PROJET D'AGRANDISSEMENT DU LET DE SAINTE-SOPHIE
ÉTUDES GÉOPHYSIQUE ET GÉOTECHNIQUE



ÉLÉVATIONS MINIMALES ESTIMÉES DES FONDS D'EXCAVATION EN CONDITIONS STATIQUES ANTICIPÉES DE CRUES PRINTANIÈRES

FIGURE 11