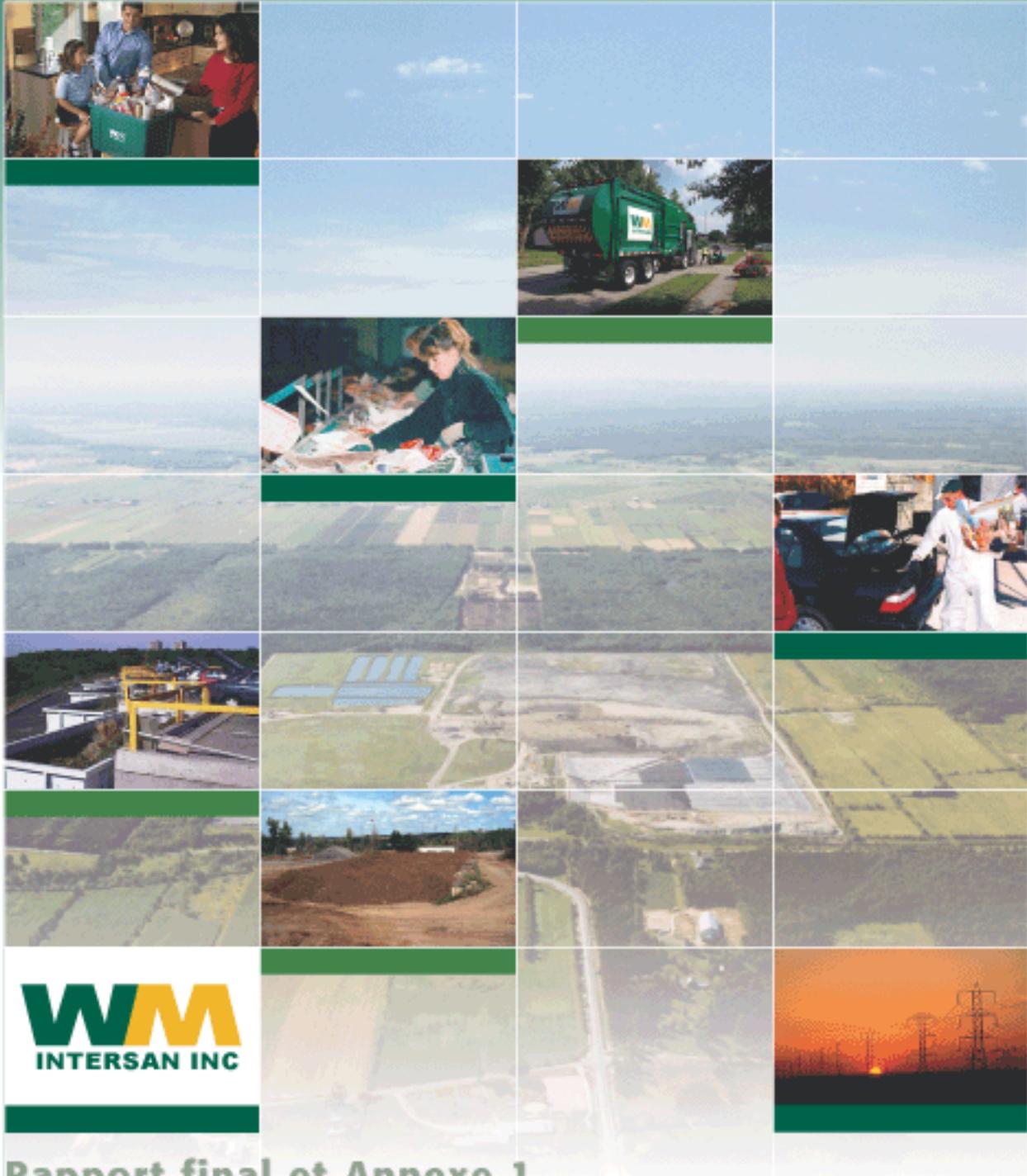


Projet de développement du bioréacteur du Centre - Valorisation Environnementale des Résidus (CVER) de Sainte-Sophie ÉTUDE DE DISPERSION ATMOSPHÉRIQUE



Rapport final et Annexe 1
(Décembre 2002)

ASA André Simard
et associés

2500, RUE JEAN-PERRIN, BUREAU 204
QUÉBEC (QUÉBEC) CANADA



Dossier 021067

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

Rapport final et Annexe 1

Décembre 2002



Dossier 021067

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

Rapport final – Annexes 2 à 4

Décembre 2002

TABLE DES MATIÈRES

1. INTRODUCTION	1
2. ESTIMATION DES ÉMISSIONS DE BIOGAZ À L'ATMOSPÈRE.....	2
2.1 HYPOTHESES DE MODELISATION	2
2.1.1 Quantité des déchets	2
2.1.2 Paramètres de modélisation.....	4
2.1.3 Efficacité de captage	5
2.1.4 Estimation des émissions de biogaz à l'atmosphère.....	12
2.2 RESULTATS.....	12
3. MODELISATION DE LA DISPERSION ATMOSPHERIQUE	18
3.1 METHODOLOGIE	18
3.1.1 Facteurs d'émission.....	18
3.1.2 Caractéristiques des sources d'émissions	23
3.1.3 Caractéristiques de la grille de récepteurs.....	23
3.1.4 Données météorologiques	23
3.1.5 Fichiers d'entrée ISC3(ST)	28
3.2 RESULTATS.....	30
4. VALIDATION DES HYPOTHESES DES MODELES.....	49
5. CONCLUSION	50

LISTE DES FIGURES

FIGURE 2-1 PLAN D'ARRANGEMENT GENERAL – RESEAU DE CAPTAGE DU BIOGAZ – ZONES 2A ET 1A 10	
FIGURE 2-2 : CONFIGURATION CONCEPTUELLE DU RESEAU DE RECIRCULATION DU LIXIVIAT ET DE RECUPERATION DU BIOGAZ	11
FIGURE 2-3 COURBE DE GENERATION ET DE CAPTAGE DU BIOGAZ – BIOREACTEUR PROPOSE - CVER DE SAINTE-SOPHIE.....	17
FIGURE 3-1 LOCALISATION DES SOURCES ET RECEPTEURS.....	19
FIGURE 3-2 : ROSE DES VENTS - STATION DE L'AEROPORT DE MIRABEL	29
FIGURE 3-3 PROFIL DE DISPERSION DES SRT POUR L'ANNEE 1996 – CONCENTRATIONS MAXIMALES HORAIRES	33
FIGURE 3-4 PROFIL DE DISPERSION DES SRT POUR L'ANNEE 1997 – CONCENTRATIONS MAXIMALES HORAIRES	34
FIGURE 3-5 PROFIL DE DISPERSION DES SRT POUR L'ANNEE 1998 – CONCENTRATIONS MAXIMALES HORAIRES	35

FIGURE 3-6 PROFIL DE DISPERSION DES SRT POUR L'ANNEE 1999 – CONCENTRATIONS MAXIMALES HORAIRES	36
FIGURE 3-7 PROFIL DE DISPERSION DES SRT POUR L'ANNEE 2000 – CONCENTRATIONS MAXIMALES HORAIRES	37
FIGURE 3-8 – PROFIL DE DISPERSION DES SRT POUR L'ANNEE 1996 – CONCENTRATIONS MOYENNES ANNUELLES	38
FIGURE 3-9 – PROFIL DE DISPERSION DES SRT POUR L'ANNEE 1997 – CONCENTRATIONS MOYENNES ANNUELLES	39
FIGURE 3-10 – PROFIL DE DISPERSION DES SRT POUR L'ANNEE 1998 – CONCENTRATIONS MOYENNES ANNUELLES	40
FIGURE 3-11 – PROFIL DE DISPERSION DES SRT POUR L'ANNEE 1999 – CONCENTRATIONS MOYENNES ANNUELLES	41
FIGURE 3-12 – PROFIL DE DISPERSION DES SRT POUR L'ANNEE 2000 – CONCENTRATIONS MOYENNES ANNUELLES	42

LISTE DES TABLEAUX

TABLEAU 2-1 : TAUX D'ENFOUISSEMENT, LET DE STE-SOPHIE	3
TABLEAU 2-2 : DONNEES MOYENNES D'OPERATION – STATIONS DE POMPAGE DU BIOGAZ – BIOGAZ PROVENANT DE LA ZONE 2A	6
TABLEAU 2-3 : COMPARAISON DES DEBITS GENERES CALCULES ET DES DEBITS CAPTES – ZONE 2A	7
TABLEAU 2-4 : SCENARIO D'EXPLOITATION – BIOREACTEUR PROPOSE - CVER DE STE-SOPHIE.....	13
TABLEAU 2-5 : RESULTATS DE LA MODELISATION DE LA GENERATION DU BIOGAZ ET DE L'ESTIMATION DES EMISSIONS A L'ATMOSPHERE.....	14
TABLEAU 3-1 : CALCUL DES FACTEURS D'EMISSION DES SRT	21
TABLEAU 3-2 : CALCUL DES FACTEURS D'EMISSION DE CO ET NO _x	22
TABLEAU 3-3 : CARACTERISTIQUES DES SOURCES D'EMISSIONS DE TYPE SURFACE.....	24
TABLEAU 3-4 : CARACTERISTIQUES DES SOURCES D'EMISSIONS DE TYPE POINT.....	25
TABLEAU 3-5 : TOPOGRAPHIE DE L'AIRE D'ETUDE – ÉLEVATIONS (METRES).....	26
TABLEAU 3-6 : RESULTATS DE LA DISPERSION ATMOSPHERIQUE DES SRT	31
TABLEAU 3-7 : RESULTATS DE LA DISPERSION ATMOSPHERIQUE DU CO ET DES NO _x	32
TABLEAU 3-8 : FREQUENCE DES DEPASSEMENTS – (SRT > 6 ` G/M ³)	43
TABLEAU 3-9 : RESULTATS DE LA DISPERSION ATMOSPHERIQUE A LA MAISON LA PLUS RAPPROCHEE	45
TABLEAU 3-10 : CONCENTRATIONS DE COV DANS L'AIR AMBIANT	46
TABLEAU 3-11: SOMMAIRE DE LA DISPERSION ATMOSPHERIQUE DE CERTAINS COMPOSES ORGANIQUES VOLATILS – CONCENTRATIONS MOYENNES ANNUELLES	48

LISTE DES ANNEXES

ANNEXE I – FICHIERS D'ENTREE MODELE ISC3(ST)	
ANNEXE II – CONCENTRATIONS MOYENNES MAXIMALES HORAIRES POUR CHAQUE POINT DE LA GRILLE DE RECEPTEURS	
ANNEXE III – TABLEAUX DES PLUS HAUTES CONCENTRATIONS SIMULEES	
ANNEXE IV – FACTEURS D'ÉMISSIONS – TORCHÈRES À FLAMME INVISIBLE	

1. INTRODUCTION

Intersan Inc. a mandaté la firme André Simard & associés afin d'effectuer une étude portant sur l'impact du projet du Centre de Valorisation Environnementale des Résidus (CVER) sur le site du LET de Ste-Sophie, au niveau de la production et l'émission de biogaz à l'atmosphère et des gaz de combustion des torchères. Conformément aux exigences de la Direction des Évaluations environnementales du ministère de l'Environnement du Québec (MENV), l'étude comprend notamment les points suivants:

- Ø Évaluation de la génération du biogaz en fonction du mode d'exploitation du lieu d'enfouissement et du taux d'enfouissement;
- Ø Estimation des débits de biogaz captés et des émissions à l'atmosphère en fonction du scénario d'exploitation du site et du calendrier de mise en place des infrastructures de captage du biogaz;
- Ø Modélisation de la dispersion atmosphérique des composés de soufre réduit totaux ainsi que du CO et des NO_x résultant de la combustion du biogaz dans des torchères;
- Ø Définition d'une procédure de validation des hypothèses de modélisation et des résultats obtenus.

L'étude a été effectuée à l'aide des modèles suivants:

- Ø Logiciel de génération du biogaz *Landfill Air Emission Estimation Model (Landgem)* développé par l'EPA;
- Ø Logiciel de dispersion atmosphérique de type Gaussien ISC3(ST) développé par Trinity Consultant.

Les résultats de l'étude de dispersion atmosphérique sont comparés au critère d'évaluation des impacts reliés au biogaz, au Règlement sur la qualité de l'atmosphère ainsi qu'aux critères de qualité de l'air du MENV.

L'annexe I est incluse dans le présent volume. Les annexes II à IV sont incluses dans un volume distinct.

2. ESTIMATION DES ÉMISSIONS DE BIOGAZ À L'ATMOSPHÈRE

2.1 HYPOTHÈSES DE MODÉLISATION

Les différentes hypothèses servant d'intrants au modèle de génération et à l'estimation des émissions de biogaz à l'atmosphère sont présentées aux sous-sections suivantes. Ces hypothèses sont basées sur les données transmises par Intersan Inc. et la documentation existante typique d'un site d'enfouissement de déchets municipaux en milieu humide.

2.1.1 *Quantité des déchets*

Le lieu d'enfouissement de Ste-Sophie reçoit principalement des déchets municipaux depuis 1964. Le site existant peut être divisé en trois secteurs d'enfouissement distincts, soit:

- Ø Zone 3A : LES en exploitation de 1964 à 1991 ainsi que 2003 capacité de 1 439 750 tonnes;
- Ø Zone 2A : LES en exploitation de 1992 à 2000, capacité de 4 501 990 tonnes;
- Ø Zone 1A : bioréacteur en exploitation de 2001 à 2003, capacité de 2 144 825 tonnes.

La capacité totale du site existant, opéré de 1964 à 2003, est de 8 086 565 tonnes. L'implantation du bioréacteur proposé dans le cadre du CVER porterait la capacité totale du site de Ste-Sophie à 17 012 125 tonnes pour une fermeture prévue en 2012. Le scénario d'enfouissement retenu pour l'étude est présenté au tableau 2-1.

La recirculation du lixiviat n'est effectuée uniquement que pour la zone 1A et le bioréacteur proposé de sorte que tous les déchets enfouis à partir de 2001 devraient être soumis à une dégradation en mode bioréacteur. Une application de lixiviat sur le front de déchets a toutefois été effectuée lors de l'exploitation de la zone 2A.

Tableau 2-1 : Taux d'enfouissement - LET de Ste-Sophie

ANNÉE	TONNAGE (tonnes mét.)	TONNAGE CUMULATIF (tonnes mét.)	SECTEUR D'ENFOUISSEMENT
1964	20000	20000	Zone 3A
1965	20000	40000	Zone 3A
1966	20000	60000	Zone 3A
1967	20000	80000	Zone 3A
1968	20000	100000	Zone 3A
1969	20000	120000	Zone 3A
1970	20000	140000	Zone 3A
1971	20000	160000	Zone 3A
1972	20000	180000	Zone 3A
1973	20000	200000	Zone 3A
1974	20000	220000	Zone 3A
1975	20000	240000	Zone 3A
1976	50000	290000	Zone 3A
1977	50000	340000	Zone 3A
1978	50000	390000	Zone 3A
1979	50000	440000	Zone 3A
1980	50000	490000	Zone 3A
1981	50000	540000	Zone 3A
1982	50000	590000	Zone 3A
1983	50000	640000	Zone 3A
1984	50000	690000	Zone 3A
1985	50000	740000	Zone 3A
1986	50000	790000	Zone 3A
1987	50000	840000	Zone 3A
1988	50000	890000	Zone 3A
1989	100000	990000	Zone 3A
1990	100000	1090000	Zone 3A
1991	100000	1190000	Zone 3A
1992	211862	1401862	Zone 2A
1993	247526	1649388	Zone 2A
1994	333369	1982757	Zone 2A
1995	348574	2331331	Zone 2A
1996	358526	2689857	Zone 2A
1997	460137	3149994	Zone 2A
1998	788195	3938189	Zone 2A
1999	864323	4802512	Zone 2A
2000	889478	5691990	Zone 2A
2001	850000	6541990	Zone 1A
2002	850000	7391990	Zone 1A
2003	444825	7836815	Zone 1A
2003	249750	8086565	Zone 3A
2003	200000	8286565	Bioréacteur proposé
2004	1000000	9286565	Bioréacteur proposé
2005	1000000	10286565	Bioréacteur proposé
2006	1000000	11286565	Bioréacteur proposé
2007	1000000	12286565	Bioréacteur proposé
2008	1000000	13286565	Bioréacteur proposé
2009	1000000	14286565	Bioréacteur proposé
2010	1000000	15286565	Bioréacteur proposé
2011	1000000	16286565	Bioréacteur proposé
2012	725560	17012125	Bioréacteur proposé

2.1.2 Paramètres de modélisation de la génération

Le niveau de production de biogaz a été défini à l'aide du modèle LANDGEM développé par l'EPA. Ce modèle couramment utilisé dans l'industrie, est un modèle d'ordre 1 impliquant un taux de génération du biogaz décroissant dans le temps. En plus du taux d'enfouissement, deux intrants sont requis par ce modèle, soit la constante de décroissance de la génération du biogaz "k" (an^{-1}) et la production totale de méthane par tonne de déchets "Lo".

Pour l'évaluation des débits de biogaz produit par la zone d'enfouissement exploitée de 1964 à 1991, des valeurs de "k" et de "Lo" égales à $0,04 \text{ an}^{-1}$ et $170 \text{ m}^3/\text{tonne}$ de déchets ont été utilisées. Telle que retenue par l'EPA et le ministère de l'Environnement de l'Ontario, une valeur de "k" égale à $0,04$ serait représentative d'un site d'enfouissement de déchets municipaux recevant plus de 64 cm de précipitation par année⁽¹⁾⁽²⁾. En ce qui concerne le facteur Lo, une valeur de $170 \text{ m}^3 \text{ CH}_4/\text{tonne}$ de déchets est la valeur maximale définie par l'EPA, généralement utilisée pour fin de vérification de la conformité par rapport aux NSPS (New Source Performance Standard)⁽³⁾.

Cependant, la valeur de "k" utilisée pour l'estimation des débits produits par le bioréacteur existant exploité de 2001 à 2003 et le bioréacteur proposé qui sera exploité de 2004 à 2012, a été augmentée à $0,1$ telle que retrouvée dans la littérature⁽⁴⁾, afin de refléter l'impact de l'opération en mode bioréacteur. La valeur de "Lo" a cependant été fixée à $135 \text{ m}^3 \text{ CH}_4/\text{tonne}$ de déchets pour ces deux secteurs conformément aux résultats obtenus dans le cadre d'une étude de caractérisation des déchets entreprise au LET de Ste-Sophie depuis l'automne 2001 conjointement avec la firme SCS Engineers et l'Université de l'État de la Caroline du Nord (NCSU).

-
- (1) U.S. EPA (1998) : « Compilation of Air Pollutant Emission Factors » AP-42, Fifth Edition, Vol 1. Stationary point and area sources, Chapter 2. Solid Waste Disposal, January 1995, revised in August and November 1998.
 - (2) Environment Canada (1999) : « Identification of Potential Landfill Sites for Additional Gas Recovery and Utilization in Canada », prepared by Conesta-Rovers & Associates and The Delphi Group, July 1999.
 - (3) U.S. EPA (1996) : "Standards of Performance for New Stationary Sources and Guidelines for Control of Existing Sources : Municipal Solid Waste Landfills", March 12th, 1996 (40 CFR Parts 51, 52 and 60).
 - (4) Sullivan, P. et G.A. Stege (2000) : « An Evaluation of Air and Greenhouse Gas Emissions and Methane-Recovery Potential from Bioreactor Landfills », MSW Management, September-October 2000, pp. 76-85.

En effet, les résultats des campagnes de tri de déchets effectuées à l'automne 2001 et au printemps 2002 jumelés aux résultats obtenus au laboratoire du NCSU, indique que les résidus enfouis à Ste-Sophie ont une humidité de 25,5% poids lors de la réception et un contenu en matière organique de 60,6% poids (base sèche)⁽⁵⁾. La valeur de L_0 s'élèverait donc à 135 m³ CH₄/tonne de déchets si l'on tient compte de la production totale maximale typique de biogaz, soit 599 m³ biogaz par tonne de matières organiques sèches⁽⁶⁾.

En ce qui concerne les paramètres de modélisation utilisés pour la zone 2A, le modèle de l'EPA a été calibré en fonction des données réellement enregistrées aux deux stations de pompage existantes depuis le début de l'an 2000. Les concentrations moyennes de méthane et les débits instantanés moyens de biogaz provenant de la zone 2A obtenus pour chaque année sont présentés au tableau 2-2.

La meilleure corrélation a été obtenue en utilisant une valeur de L_0 égale à 135 et une valeur de k égale à 0,045 (voir tableau 2-3). En effet, la comparaison des débits générés calculés et des débits réellement enregistrés aux stations de pompage indiquerait que la performance du réseau de captage s'élèverait à 80% ce qui est réaliste compte tenu du fait que le recouvrement final est constitué d'au moins 1,5 mètre d'épaisseur d'argile. Par ailleurs, une valeur de " k " légèrement supérieure à la valeur typique (0,04) refléterait le fait que du lixiviat a été appliqué sur le front de déchets lors de l'exploitation de cette zone.

L'augmentation de l'efficacité de captage obtenue pour les années 2001 et 2002 comparativement à l'année 2000 correspondrait à l'ajout de 33 puits d'extraction depuis décembre 2000 sur la zone 2A.

Pour fin d'évaluation du débit de méthane généré, la concentration de ce composé dans le biogaz généré a été fixée à 50% ce qui est typique d'un gaz produit par une dégradation anaérobie stable des déchets dans un site d'enfouissement.

2.1.3 Efficacité de captage

Actuellement, seules les zones 2A et 1A sont munies de réseau de captage du biogaz. Dans le premier cas, le réseau est constitué de 76 puits d'extraction verticaux. Dans le cas du bioréacteur existant (zone 1A), le réseau est constitué de trois niveaux de collecteurs horizontaux disposés en quinconce. L'espacement vertical entre chaque niveau de conduites est de 6 mètres. L'espacement horizontal entre chaque collecteur

(5) Communication personnelle, Dr. Morton Barlaz, Civil Engineering Department, North Carolina State University, September 2002.

(6) WALSH, J.J. (1995): "Impact of yard waste bans on landfill gas recovery feasibility", 18th Annual Landfill Gas Symposium, Proceedings Addendum, March 28-30, 1995, New Orleans, Louisiana.

Tableau 2-2 : Données moyennes d'opération - Stations de pompage du biogaz - Biogaz provenant de la zone 2A				
ANNÉE	CONCENTRATION MÉTHANE (%vol)	DÉBIT BIOGAZ (scfm)	DÉBIT MÉTHANE (scfm)	DÉBIT MÉTHANE (Mm³/an)
2000	44,8	1958	905	13,47
2001	50,6	2623	1333	19,84
2002	41,6	3132	1253	18,66

Tableau 2-3 : Comparaison des débits générés calculés et des débits captés – Zone 2A			
ANNÉE	DÉBIT MÉTHANE GÉNÉRÉ⁽¹⁾ (Mm³/an)	DÉBIT MÉTHANE CAPTÉ⁽²⁾ (Mm³/an)	EFFICACITÉ DE CAPTAGE (%)
2000	19,76	13,47	68
2001	24,29	19,84	82
2002	23,22	18,66	80

Notes:

(1) Débits calculés à l'aide du modèle LANDGEM

(2) Débits réellement enregistrés aux stations de pompage du biogaz

est de 20 mètres à l'exception du niveau supérieur où l'espacement est réduit à 15 mètres afin d'accroître l'efficacité de captage sous le recouvrement final. Le plan d'arrangement général des deux réseaux de captage du biogaz est présenté à la figure 2-1.

Comme pour le bioréacteur actuel, il a été établi que le réseau de captage du biogaz du bioréacteur proposé sera construit et opéré au fur et à mesure que les activités d'enfouissement se dérouleront. Ceci permettra de diminuer substantiellement les rejets à l'atmosphère.

La configuration des collecteurs horizontaux prévue pour le bioréacteur proposé est présentée à la figure 2-2. Les collecteurs horizontaux seront disposés en 4 niveaux, espacés de 6 mètres verticalement, au fur et à mesure du remplissage des cellules. L'espacement horizontal entre les collecteurs sera de 20 mètres sauf pour l'étage supérieur où l'espacement sera réduit à 15 mètres afin d'accroître l'efficacité de captage sous le recouvrement final. Chaque rangée de collecteur sera disposée en quinconce afin d'accroître le chevauchement des rayons d'influence.

Chaque collecteur horizontal sera raccordé au collecteur principal aussitôt son installation terminée. Il sera alors mis en opération au plus tard lorsqu'il sera recouvert d'une épaisseur maximale de déchets de 6 mètres. Pour fin d'estimation des débits de biogaz captés, il a été considéré que le réseau de captage sera mis en service au plus tard 1 an suivant le début de l'enfouissement dans chaque cellule.

La calibration du modèle de génération du biogaz pour la phase 2A indique que l'efficacité actuelle du réseau de captage dans cette partie du site s'élèverait à 80%. Afin d'augmenter l'efficacité de captage à 90%, un relevé des émissions de méthane à la surface du site sera entrepris afin d'identifier les secteurs où les émissions sont présentes et où des mesures complémentaires de contrôle des émissions de biogaz seront implantées telles que l'ajout de nouveaux puits de captage.

En ce qui concerne l'efficacité de captage pour la zone 1A ainsi que pour le bioréacteur proposé, celle-ci a été fixée à 90% en raison de la forte densité de puits et de la nature du recouvrement final, soit plus de 900 mm d'argile pour la zone 1A et une géomembrane pour le bioréacteur proposé.

Typiquement, l'efficacité d'un réseau de captage horizontal opéré au cours de l'exploitation d'un bioréacteur s'élève à 70% compte tenu de la plus grande perméabilité des sols de recouvrement habituellement utilisés. Pendant l'exploitation des cellules du bioréacteur proposé, le recouvrement sera constitué d'un système de recouvrement appelé Posi-Shell; afin de limiter les émissions de biogaz à l'atmosphère. Ce système est composé d'un liant cimentaire, de fibres celluloseuses et d'eau, installé à l'aide d'un canon gicleur à la surface du site.

Une étude effectuée en Ontario sur un site d'enfouissement de déchets dangereux à l'aide d'une chambre de flux, a démontrée que l'utilisation du système Posi-Shell; réduisait de 85 à 97% le niveau d'émission de composés organiques à l'atmosphère en raison de la nature imperméable du matériau⁽⁷⁾.

Le fait d'utiliser un système de recouvrement tel que le système Posi-Shell permettrait de réduire le niveau d'émission et donc d'augmenter l'efficacité du réseau de captage. L'efficacité du réseau pendant la période d'exploitation a donc été fixée à 90% compte tenu des performances obtenues dans le cadre de cette étude.

Le tableau 2-4 présente le calendrier d'exploitation des cellules du bioréacteur proposé, de mise en opération du réseau de captage ainsi que de son efficacité.

2.1.4 Estimation des émissions de biogaz à l'atmosphère

Comme seul le bioréacteur proposé et le bioréacteur existant seront soumis à une opération en mode bioréacteur, l'estimation des débits de biogaz généré, des débits captés et des débits émis à l'atmosphère pour chaque année, a été effectuée pour chaque secteur.

Le niveau d'émissions au sol a donc été calculé en retranchant les débits captés pour chaque secteur des débits générés par chaque secteur. Les émissions de biogaz à l'atmosphère ont ensuite été calculés en retranchant 10% du débit non capté aux émissions de biogaz au niveau du sol afin de refléter la dégradation biologique du gaz lors de son passage à travers le sol de recouvrement⁽⁸⁾.

2.2 RÉSULTATS

Les résultats de la modélisation de la génération du biogaz et de l'estimation des débits de biogaz émis à l'atmosphère sont présentés au tableau 2-5.

Les résultats indiquent que la génération maximale de biogaz se produit en 2013 avec un débit de 219,78 Mm³/an. Le débit maximal de biogaz qui sera acheminé aux torchères est obtenu en 2013 avec un débit de 191,18 Mm³/an (12 845 scfm). Le débit

-
- (7) RWDI (1997): "Assessment of cover application to reduce air emissions from hazardous waste – Laidlaw – Corunna Facility, Sarnia, Ontario", project No 97-411, prepared for Laidlaw Environmental Services Limited, December 22, 1997.
- (8) TENT, J. et J.J. VAN DER BERG (1992) : « Emissions and Emission Control at Landfill Sites », Proceedings of the 9th World Clean Air Congress, IUAPPA, Montreal, Canada, August 30th-September 4th, 1992.

Tableau 2-4 : Scénario d'exploitation - Bioréacteur proposé - CVER de Ste-Sophie

ANNÉE	CELLULE 1 Exploitation (tonnes)	CELLULE 1 Efficacité captage (%)	CELLULE 2 Exploitation (tonnes)	CELLULE 2 Efficacité captage (%)	CELLULE 3 Exploitation (tonnes)	CELLULE 3 Efficacité captage (%)	CELLULE 4 Exploitation (tonnes)	CELLULE 4 Efficacité captage (%)	TOTAL (tonnes)
2003	200000	0	0	0	0	0	0	0	200000
2004	800000	90	200000	0	0	0	0	0	1000000
2005	200000	90	800000	90	0	0	0	0	1000000
2006	498529	90	501471	90	0	0	0	0	1000000
2007	0	90	0	90	1000000	0	0	0	1000000
2008	0	90	500000	90	500000	90	0	0	1000000
2009	0	90	266551	90	0	90	733449	0	1000000
2010	0	90	0	90	0	90	1000000	90	1000000
2011	0	90	0	90	383222	90	616778	90	1000000
2012	0	90	0	90	0	90	725560	90	725560
2013	0	90	0	90	0	90	0	90	0
TOTAL	1698529		2268022		1883222		3075787		8925560

Tableau 2-5 : Résultats de la modélisation de la génération du biogaz et de l'estimation des émissions à l'atmosphère

ANNÉE	Zone 3A	Zone 3A	Zone 3A	Zone 3A	Zone 3A	Zone 3A	Zone 2A	Zone 2A	Zone 2A	Zone 2A	Zone 2A	Zone 2A	Zone 1A	Zone 1A	Zone 1A	Zone 1A	Zone 1A	Zone 1A	Zone 1A	Bioréacteur prop. Phase 1	Bioréacteur prop. Phase 1	Bioréacteur prop. Phase 1	Bioréacteur prop. Phase 1	Bioréacteur prop. Phase 1	Bioréacteur prop. Phase 1
	CH ₄ généré Mm ³ /an	Biogaz généré Mm ³ /an	Biogaz capté Mm ³ /an	Biogaz émis sol Mm ³ /an	Biogaz dégradé sol Mm ³ /an	Biogaz émis atmo. Mm ³ /an	CH ₄ généré Mm ³ /an	Biogaz généré Mm ³ /an	Biogaz capté Mm ³ /an	Biogaz émis sol Mm ³ /an	Biogaz dégradé sol Mm ³ /an	Biogaz émis atmo. Mm ³ /an	CH ₄ généré Mm ³ /an	Biogaz généré Mm ³ /an	Biogaz capté Mm ³ /an	Biogaz émis sol Mm ³ /an	Biogaz dégradé sol Mm ³ /an	Biogaz émis atmo. Mm ³ /an	CH ₄ généré Mm ³ /an	Biogaz généré Mm ³ /an	Biogaz capté Mm ³ /an	Biogaz émis sol Mm ³ /an	Biogaz dégradé sol Mm ³ /an	Biogaz émis atmo. Mm ³ /an	
1965	0,14	0,27	0,00	0,27	0,03	0,24	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1966	0,27	0,53	0,00	0,53	0,05	0,48	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1967	0,39	0,78	0,00	0,78	0,08	0,71	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1968	0,51	1,03	0,00	1,03	0,10	0,92	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1969	0,63	1,26	0,00	1,26	0,13	1,13	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1970	0,74	1,48	0,00	1,48	0,15	1,33	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1971	0,85	1,69	0,00	1,69	0,17	1,52	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1972	0,95	1,90	0,00	1,90	0,19	1,71	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1973	1,05	2,10	0,00	2,10	0,21	1,89	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1974	1,14	2,29	0,00	2,29	0,23	2,06	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1975	1,24	2,47	0,00	2,47	0,25	2,22	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1976	1,32	2,64	0,00	2,64	0,26	2,38	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1977	1,61	3,22	0,00	3,22	0,32	2,90	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1978	1,89	3,77	0,00	3,77	0,38	3,40	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1979	2,15	4,31	0,00	4,31	0,43	3,88	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1980	2,41	4,82	0,00	4,82	0,48	4,34	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1981	2,65	5,31	0,00	5,31	0,53	4,78	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1982	2,89	5,78	0,00	5,78	0,58	5,20	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1983	3,12	6,23	0,00	6,23	0,62	5,61	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1984	3,34	6,67	0,00	6,67	0,67	6,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1985	3,54	7,09	0,00	7,09	0,71	6,38	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1986	3,75	7,49	0,00	7,49	0,75	6,74	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1987	3,94	7,88	0,00	7,88	0,79	7,09	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1988	4,12	8,25	0,00	8,25	0,82	7,42	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1989	4,30	8,60	0,00	8,60	0,86	7,74	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1990	4,81	9,63	0,00	9,63	0,96	8,66	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1991	5,31	10,61	0,00	10,61	1,06	9,55	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1992	5,78	11,55	0,00	11,55	1,16	10,40	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1993	5,55	11,10	0,00	11,10	1,11	9,95	1,29	2,57	0,00	2,57	0,26	2,32	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1994	5,33	10,67	0,00	10,67	1,07	9,60	2,73	5,47	0,00	5,47	0,55	4,92	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1995	5,12	10,25	0,00	10,25	1,02	9,22	4,64	9,28	0,00	9,28	0,93	8,35	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1996	4,92	9,85	0,00	9,85	0,98	8,86	6,55	13,11	0,00	13,11	1,31	11,80	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1997	4,73	9,46	0,00	9,46	0,95	8,51	6,44	16,88	0,00	16,88	1,69	15,20	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1998	4,54	9,09	0,00	9,09	0,91	8,18	10,87	21,74	0,00	21,74	2,17	19,57	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1999	4,37	8,73	0,00	8,73	0,87	7,86	15,18	30,36	0,00	30,36	3,04	27,32	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2000	4,20	8,39	0,00	8,39	0,84	7,55	19,76	39,52	35,57	3,95	0,40	3,56	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2001	4,03	8,06	0,00	8,06	0,81	7,25	24,29	48,58	43,72	4,86	0,49	4,37	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2002	3,87	7,74	0,00	7,74	0,77	6,97	23,22	46,44	41,80	4,64	0,46	4,18	11,48	22,96	20,66	2,30	0,23	2,07	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2003	3,72	7,44	0,00	7,44	0,74	6,70	22,20	44,40	39,96	4,44	0,44	4,00	21,86	43,72	39,35	4,43	0,44	3,93	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2004	5,27	10,55	0,00	10,55	1,05	9,49	21,23	42,46	38,21	4,25	0,42	3,82	25,78	51,56	46,40	5,16	0,52	4,64	2,7	5,40	4,86	0,54	0,05	0,49	0,49
2005	5,07	10,13	0,00	10,13	1,01	9,12	20,29	40,58	36,52	4,06	0,41	3,65	23,33	46,66	41,99	4,67	0,47	4,20	23,24	26,48	23,83	2,65	0,26	2,38	2,38
2006	4,87	9,73	0,00	9,73	0,97	8,76	19,40	38,80	34,92	3,88	0,39	3,49	21,11	42,22	38,00	4,22	0,42	3,80	14,68	29,36	26,42	2,94	0,29	2,64	2,64
2007	4,68	9,35	0,00	9,35	0,94	8,42	18,56	37,10	33,39	3,71	0,37	3,34	19,10	38,20	34,38	3,82	0,38	3,44	20,02	40,04	36,04	4,00	0,40	3,60	3,60
2008	4,49	8,99	0,00	8,99	0,90	8,09	17,73	35,46	31,91	3,55	0,35	3,19	17,28	34,56	31,10	3,46	0,35	3,11	18,11	36,22	32,60	3,62	0,36	3,26	3,26
2009	4,32	8,63	0,00	8,63	0,86	7,77	16,95	33,90	30,51	3,39	0,34	3,05	15,64	31,28	28,15	3,13	0,31	2,82	16,39	32,78	29,50	3,28	0,33	2,95	2,95
2010	4,15	8,30	0,00	8,30	0,83	7,47	16,20	32,40	29,16	3,24	0,32	2,92	14,15	28,30	25,47	2,83	0,28	2,55	14,83	29,66	26,69	2,97	0,30	2,67	2,67
2011	3,99	7,97	0,00	7,97	0,80	7,17	15,49	30,98	27,88	3,10	0,31	2,79	12,80	25,60	23,04	2,56	0,26	2,30	13,42	26,84	24,16	2,68	0,27	2,42	2,42
2012	3,83	7,66	0,00	7,66	0,77	6,89	14,81	29																	

Tableau 2-5 : Résultats de la modélisation de la génération du biogaz et de l'estimation des émissions à l'atmosphère

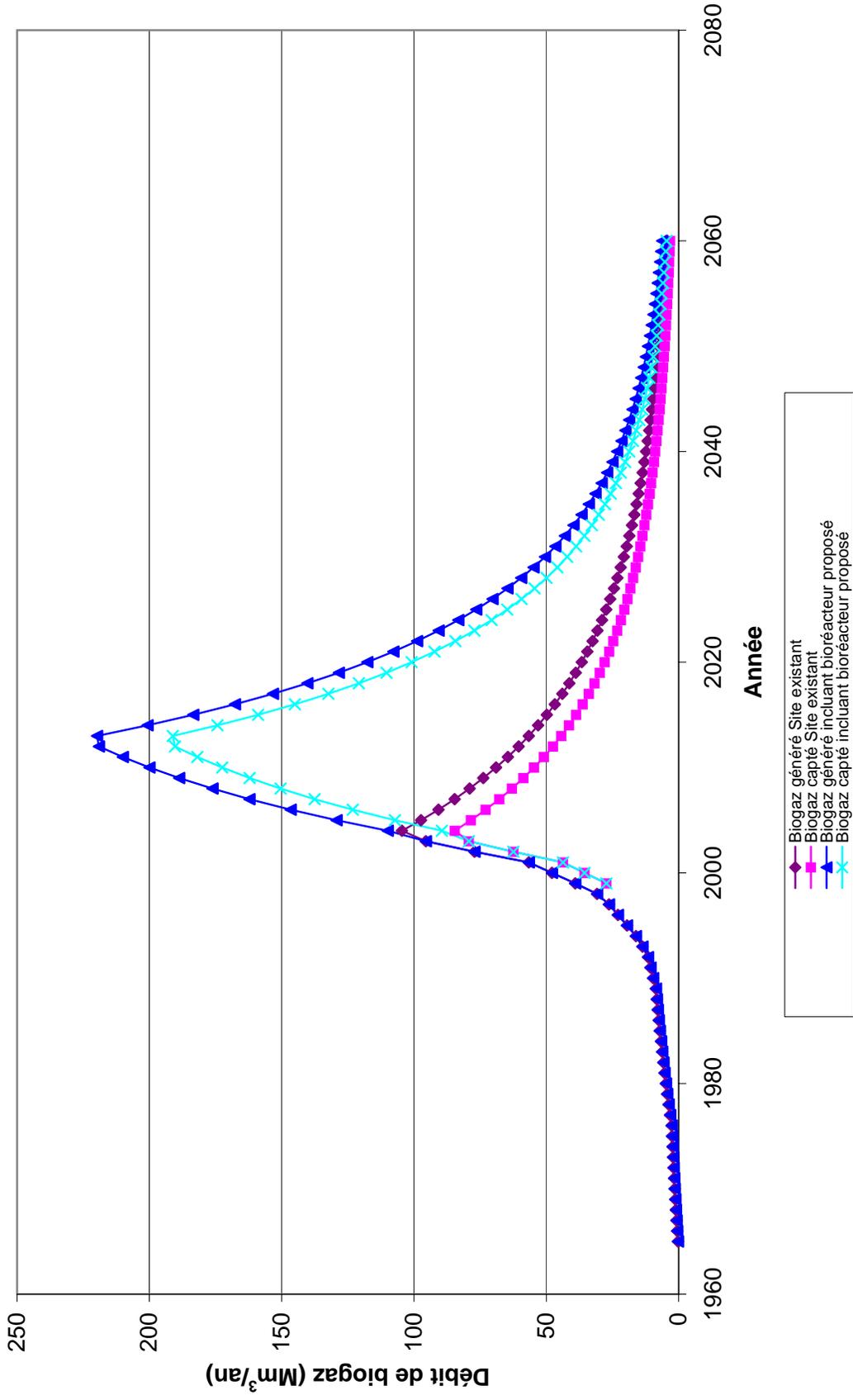
Bioréacteur prop. Phase 2 CH ₄ généré Mm ³ /an	Bioréacteur prop. Phase 2 Biogaz généré Mm ³ /an	Bioréacteur prop. Phase 2 Biogaz capté Mm ³ /an	Bioréacteur prop. Phase 2 Biogaz émis sol Mm ³ /an	Bioréacteur prop. Phase 2 Biogaz dégradé sol Mm ³ /an	Bioréacteur prop. Phase 2 Biogaz émis atmosp. Mm ³ /an	Bioréacteur prop. Phase 3 CH ₄ généré Mm ³ /an	Bioréacteur prop. Phase 3 Biogaz généré Mm ³ /an	Bioréacteur prop. Phase 3 Biogaz capté Mm ³ /an	Bioréacteur prop. Phase 3 Biogaz émis sol Mm ³ /an	Bioréacteur prop. Phase 3 Biogaz dégradé sol Mm ³ /an	Bioréacteur prop. Phase 3 Biogaz émis atmosp. Mm ³ /an	Bioréacteur prop. Phase 4 CH ₄ généré Mm ³ /an	Bioréacteur prop. Phase 4 Biogaz généré Mm ³ /an	Bioréacteur prop. Phase 4 Biogaz capté Mm ³ /an	Bioréacteur prop. Phase 4 Biogaz émis sol Mm ³ /an	Bioréacteur prop. Phase 4 Biogaz dégradé sol Mm ³ /an	Bioréacteur prop. Phase 4 Biogaz émis atmosp. Mm ³ /an	TOTAL Biogaz généré Mm ³ /an	TOTAL Biogaz capté Mm ³ /an	TOTAL Biogaz émis sol Mm ³ /an	TOTAL Biogaz dégradé sol Mm ³ /an	TOTAL Biogaz émis atmosp. Mm ³ /an	ANNÉE
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,27	0,00	0,27	0,03	0,24	1965
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,53	0,00	0,53	0,05	0,48	1966
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,78	0,00	0,78	0,08	0,71	1967
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,03	0,00	1,03	0,10	0,92	1968
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,26	0,00	1,26	0,13	1,13	1969
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,48	0,00	1,48	0,15	1,33	1970
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,69	0,00	1,69	0,17	1,52	1971
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,90	0,00	1,90	0,19	1,71	1972
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,10	0,00	2,10	0,21	1,89	1973
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,29	0,00	2,29	0,23	2,06	1974
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,47	0,00	2,47	0,25	2,22	1975
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,64	0,00	2,64	0,26	2,38	1976
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	3,22	0,00	3,22	0,32	2,90	1977
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	3,77	0,00	3,77	0,38	3,40	1978
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	4,31	0,00	4,31	0,43	3,88	1979
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	4,82	0,00	4,82	0,48	4,34	1980
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	5,31	0,00	5,31	0,53	4,78	1981
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	5,78	0,00	5,78	0,58	5,20	1982
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	6,23	0,00	6,23	0,62	5,61	1983
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	6,67	0,00	6,67	0,67	6,00	1984
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	7,09	0,00	7,09	0,71	6,38	1985
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	7,49	0,00	7,49	0,75	6,74	1986
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	7,88	0,00	7,88	0,79	7,09	1987
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	8,25	0,00	8,25	0,82	7,42	1988
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	8,60	0,00	8,60	0,86	7,74	1989
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	8,93	0,00	8,93	0,96	8,06	1990
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	10,61	0,00	10,61	1,06	9,55	1991
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	11,55	0,00	11,55	1,16	10,40	1992
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	13,67	0,00	13,67	1,37	12,31	1993
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	15,13	0,00	15,13	1,61	14,52	1994
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	19,52	0,00	19,52	1,95	17,57	1995
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	22,95	0,00	22,95	2,30	20,66	1996
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	26,34	0,00	26,34	2,63	23,71	1997
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	30,83	0,00	30,83	3,08	27,75	1998
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	39,09	27,32	11,77	1,18	10,59	1999
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	47,91	35,57	12,34	1,23	11,11	2000
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	56,64	43,72	12,92	1,29	11,63	2001
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	77,14	62,46	14,68	1,47	13,22	2002
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	95,56	79,31	16,25	1,63	14,63	2003
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	109,97	89,48	20,49	2,05	18,44	2004
2,7	5,40	4,86	0,54	0,05	0,49	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	129,25	107,21	22,04	2,20	19,84	2005
13,24	26,48	23,83	2,65	0,26	2,38	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	146,59	123,17	23,42	2,34	21,08	2006
18,75	37,50	33,75	3,75	0,38	3,38	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	162,19	137,56	24,64	2,46	22,17	2007
16,97	33,94	30,55	3,39	0,34	3,05	13,50	27,00	24,30	2,70	2,43	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	176,17	150,46	25,70	2,57	23,13	2008
22,10	44,20	39,78	4,42	0,44	3,98	18,97	37,94	34,15	3,79	3,38	3,41	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	188,73	162,09	26,64	2,66	23,98	2009
23,60	47,20	42,48	4,72	0,47	4,25	17,16	34,32	30,89	3,43	3,04	3,09	9,90	19,80	17,82	1,98	0,20	1,78	199,98	172,52	27,46	2,75	24,72	2010
21,35	42,70	38,43	4,27	0,43	3,84	15,53	31,06	27,95	3,11	2,80	2,80	22,46	44,92	40,43	4,49	0,45	4,04	210,07	181,89	28,18	2,82	25,36	2011
19,32	38,64	34,78	3,86	0,39	3,48	19,22	38,44	34,60	3,84	3,38	3,46	28,65	57,30	51,57	5,73	0,57	5,16	219,12	190,31	28,80	2,88	25,92	2012
17,48	34,96	31,46	3,50	0,35	3,15	17,39	34,78	31,30	3,13	2,80	2,80	35,72	71,44	64,30	7,14	0,71	6,43	219,78	191,18	28,60	2,86	25,74	2013
15,82	31,64	28,48	3,16	0,32	2,85	15,74	31,48	28,33	3,15	2,83	2,83	32,32	64,64	58,18	6,46	0,65	5,82	200,74	174,30	26,44	2,64	23,79	2014
14,31	28,62	25,76	2,86	0,29	2,58	14,24	28,48	25,63	2,85	2,58	2,58	29,24	58,48	52,63	5,85	0,58	5,26	183,40	158,95	24,45	2,45	22,01	2015
12,95	25,90	23,31	2,59	0,26	2,33	12,89	25,78	23,20	2,58	2,32	2,32	26,46	52,92										

maximal d'émissions de biogaz à l'atmosphère est toutefois obtenu en 2012 avec un débit de 25,92 Mm³/an.

La capacité actuelle de brûlage du biogaz au LET de Ste-Sophie s'élève à 13 762 m³/h (5500 scfm + 2600 scfm). Une troisième torchère d'une capacité de 9345 m³/h (5500 scfm) serait installée afin de pouvoir combler le débit maximal capté obtenu pour l'année 2013.

La figure 2-3 présente les courbes de génération du biogaz représentatives du site existant ainsi que de la totalité du site incluant le bioréacteur proposé. Les courbes de captage du biogaz selon les deux scénarios sont également présentées.

**Figure 2-3: Courbe de génération et de captage du biogaz -
Bioréacteur proposé - CVER de Sainte-Sophie**



3. MODÉLISATION DE LA DISPERSION ATMOSPHÉRIQUE

3.1 MÉTHODOLOGIE

La principale cause d'odeurs identifiée dans le cadre de la présente étude est le dégagement de composés de soufre réductif totaux (SRT) produits par la décomposition des déchets. Le lieu d'enfouissement étant localisé en milieu rural, le bruit de fond pour les SRT a été considéré comme nul.

Les concentrations dans l'air ambiant de SRT à l'extérieur de la propriété, sont simulées pour l'année où le taux d'émission de biogaz à l'atmosphère est maximal, soit en 2012 tel que déterminé à la section 2.2. En ce qui concerne les émissions de CO et de NO_x résultant de la combustion du biogaz en torchères, les concentrations dans l'air ambiant ont été simulées pour l'année 2013, année où le débit capté et brûlé sera maximal. Le bruit de fond pour le CO et NO_x a également été considéré comme nul le site étant en milieu rural.

Les concentrations dans l'air ambiant sont déterminées en fonction de données météorologiques locales à l'aide du modèle de dispersion atmosphérique ISC3(ST) qui est un modèle stationnaire et à dispersion Gaussienne, recommandé par l'EPA depuis 1979.

Les concentrations dans l'air ambiant sont modélisées en fonction de données météorologiques existantes, soit 1996 à 2000 dans le cas présent, ainsi qu'en fonction des facteurs d'émission basés sur l'année où le maximum d'émissions à l'atmosphère est obtenu.

Les sous-sections suivantes présentent les différents paramètres de modélisation utilisés. La figure 3-1 présente les limites de propriété du LET de Ste-Sophie.

3.1.1 Facteurs d'émission

Les facteurs d'émission de SRT utilisé comme intrant dans le logiciel ISC3(ST), ont été calculés en fonction de la concentration typique, telle que répertoriée par l'EPA, des différents SRT retrouvés dans le biogaz, de la surface d'enfouissement de chacune des sources et du débit maximal de biogaz émis à l'atmosphère en 2012 et ce, pour chacune des sources pour un débit total de 25,92 Mm³/an.

Les concentrations moyennes typiques des SRT retrouvés dans le biogaz, telles que rapportées dans le document AP-42 de l'EPA (voir référence 1), sont les suivantes :

Composé	Concentration volumique (ppmv)	Masse molaire (g/mol)	Concentration massique (mg/m ³)
Sulfure d'hydrogène	35.5	34.1	49.3
Sulfure de diméthyle	7.82	62.13	19.9
Méthyle mercaptan	2.49	48.11	<u>4.9</u>
SRT			74.1

Le tableau 3-1 présente le calcul des facteurs d'émission des SRT utilisés pour chaque secteur du site existant d'une part ainsi que pour le bioréacteur proposé.

L'efficacité de destruction des torchères est typiquement estimée à 98%. Pour l'année 2012, le débit de biogaz non brûlé s'élèverait donc à 3,8 Mm³/an comparativement à 190,31 Mm³/an capté. Comme la concentration de SRT dans les biogaz est estimée à 74,1 mg/m³, le débit total massique de SRT non brûlés provenant des 3 torchères s'élèverait à $8,93 \times 10^{-3}$ g/s pour l'année 2012.

Une simulation de la contribution des torchères au niveau de la concentration de SRT dans l'air ambiant a été effectuée pour l'année 1996. Les résultats obtenus ont indiqué que l'apport des torchères aux points de concentration maximale est de l'ordre du millième de g/m³. La contribution des torchères a donc été considérée comme négligeable comparativement aux sources surface et n'a pas été retenue dans l'évaluation des concentrations de SRT dans l'air ambiant. Ce fait reflète notamment l'impact de la hauteur et de la vitesse de sortie des gaz de la torchère qui favorisent une plus grande dilution des contaminants dans l'air ambiant comparativement aux sources surface.

Les facteurs d'émission de CO et NOx résultant de la combustion du biogaz dans les torchères ont été calculés en fonction des facteurs d'émission transmis par le manufacturier (voir annexe IV) et des débits de biogaz brûlés par chacune des torchères pour un débit total de 191,18 Mm³/an (12 845 scfm), tel qu'obtenu pour l'année 2013. Le tableau 3-2 présente les facteurs d'émission utilisés pour chacune des torchères.

3.1.2 Caractéristiques des sources d'émissions

La surface du lieu d'enfouissement a été subdivisée en cinq parties, correspondant à cinq sources de surface distinctes soit la zone 3A-1, la zone 3A-2, la zone 2A, la zone 1A et le bioréacteur proposé. Les caractéristiques de ces cinq sources de surface sont présentées au tableau 3-3.

Une source point a été assignée pour chacune des torchères, soit T2600, T5500 et Tprop (nouvelle torchère). Le tableau 3-4 présente les caractéristiques de ces trois sources point. La vitesse des gaz à la sortie des torchères a été calculée en fonction des dimensions des torchères, de la quantité d'air de combustion et de biogaz ainsi que de la température des gaz de combustion.

La figure 3-1 présente la localisation des cinq sources surface et des trois sources point à l'intérieur des limites de propriété.

3.1.3 Caractéristiques de la grille de récepteurs

L'aire d'étude couvre une superficie de 44,28 km² (5,4 km x 8,2 km) (voir figure 3-1). Elle est caractérisée par une topographie relativement plane et est de type rural. Le lieu d'enfouissement se situe à une altitude d'environ 76 m.

La grille comprend 1176 points et le maillage est de 200 m par 200 m. Chaque point est référencé au système NAD83 MTM zone 8. L'axe des y est dans la direction nord-sud et l'axe des x dans la direction est-ouest. Les élévations des 1176 points de la grille réceptrice ont été évaluées à l'aide des données topographiques et sont présentées au tableau 3-5.

3.1.4 Données météorologiques

Les données météorologiques nécessaires à la modélisation sont les suivantes :

- Ø Température ;
- Ø Vitesse des vents ;
- Ø Direction des vents ;
- Ø Stabilité ;
- Ø Hauteur de mélange.

Tableau 3-1 - Calcul des facteurs d'émission de SRT

Émissions maximales à l'atmosphère en 2012

ZONE 3A

Débit maximal de biogaz émis à l'atmosphère	6,89 Mm ³ /an 0,218 m ³ /s
Concentration de SRT dans le biogaz	74,1 mg/m ³
Débit maximal de SRT à l'atmosphère	0,016 g/s
Surface d'enfouissement	377102 m ²
Facteur d'émission des SRT	4,2931E-08 g/s/m ²

ZONE 2A

Débit maximal de biogaz émis à l'atmosphère	2,67 Mm ³ /an 0,085 m ³ /s
Concentration de SRT dans le biogaz	74,1 mg/m ³
Débit maximal de SRT à l'atmosphère	0,006 g/s
Surface d'enfouissement	293020 m ²
Facteur d'émission des SRT	2,141E-08 g/s/m ²

ZONE 1A

Débit maximal de biogaz émis à l'atmosphère	2,09 Mm ³ /an 0,066 m ³ /s
Concentration de SRT dans le biogaz	74,1 mg/m ³
Débit maximal de SRT à l'atmosphère	0,005 g/s
Surface d'enfouissement	145200 m ²
Facteur d'émission des SRT	3,3821E-08 g/s/m ²

BIORÉACTEUR PROPOSÉ

Débit maximal de biogaz émis à l'atmosphère	14,27 Mm ³ /an 0,452 m ³ /s
Concentration de SRT dans le biogaz	74,1 mg/m ³
Débit maximal de SRT à l'atmosphère	0,034 g/s
Surface d'enfouissement	522770 m ²
Facteur d'émission des SRT	6,4139E-08 g/s/m ²

Tableau 3-2 - Calcul des facteurs d'émission de CO et NOx

Facteurs d'émission transmis par le fabricant de torchères		
CO		0,2 lb/MBtu
NOx		0,06 lb/MBtu
Torchère T2600		
Débit biogaz	2600 scfm @	458 Btu/pi ³
Débit énergétique		71,45 MBtu/h
Facteur d'émission CO		14,29 lb/h 1,800 g/s
Facteur d'émission NOx		4,29 lb/h 0,540 g/s
Torchère T5500		
Débit biogaz	5500 scfm @	458 Btu/pi ³
Débit énergétique		151,14 MBtu/h
Facteur d'émission CO		30,23 lb/h 3,809 g/s
Facteur d'émission NOx		9,07 lb/h 1,143 g/s
Torchère proposée		
Débit biogaz	4745 scfm @	458 Btu/pi ³
Débit énergétique		130,40 MBtu/h
Facteur d'émission CO		26,08 lb/h 3,286 g/s
Facteur d'émission NOx		7,824 lb/h 0,986 g/s

Tableau 3.3 - Caractéristiques des sources d'émissions de type surface							
Source	Localisation			Longueur	Largeur	Angle (°)	Taux d'émission SRT (g/s/m²)
	X (m)	Y (m)	Z (m)	X (m)	Y(m)		
Zone 3A-1	273877	5070912	76	341	952	-43	4,29E-08
Zone 3A-2	273356	5071239	76	159	330	-43	4,29E-08
Zone 2A	273501	5070555	76	490	598	-43	2,14E-08
Zone 1A	273104	5071004	76	309	471	-43	3,38E-08
Bioréacteur proposé	273132	5070247	76	462	1131	-43	6,41E-08

Tableau 3.4 - Caractéristiques des sources d'émission de type point

Source	Localisation			Hauteur (m)	Température (°K)	Vélocité (m/s)	Diamètre cheminée (m)	Taux d'émission CO (g/s)	Taux d'émission NOx (g/s)
	X (m)	Y (m)	Z (m)						
T2600	273499	5070560	74	12,1	1144	9,57	2,90	1,800	0,540
T5500	272778	5071405	75,5	18,2	1144	11,79	3,80	3,809	1,143
Tprop	272783	5071396	75,5	18,2	1144	10,18	3,80	3,286	0,986

Tableau 3-5 : Topographie de l'aire d'étude - Élévations (mètres)

	269009	269209	269409	269609	269809	270009	270209	270409	270609	270809	271009	271209	271409	271609	271809	272009	272209	272409	272609	272809	273009
5068125	72,930	73,165	73,400	73,636	73,871	73,472	72,930	72,020	71,329	70,516	70,294	70,362	70,000	70,000	70,000	70,018	70,636	70,700	70,672	70,561	70,000
5068325	77,803	76,796	77,076	77,311	76,440	76,074	75,482	74,628	73,678	72,729	72,336	72,462	72,295	71,593	72,269	72,774	72,223	71,575	71,503	71,390	71,113
5068525	80,000	80,000	80,000	79,408	78,835	78,062	77,498	76,912	75,962	75,013	74,083	74,567	74,686	74,893	75,385	74,532	73,571	72,610	71,025	70,713	71,154
5068725	79,743	80,000	80,000	80,000	79,968	79,206	78,716	78,293	77,869	77,296	76,347	76,076	76,649	76,656	76,180	75,220	74,259	73,246	71,759	69,902	68,045
5068925	79,117	79,659	80,000	80,000	80,167	79,989	79,662	79,334	79,006	78,664	78,241	77,681	77,564	77,175	76,786	75,908	74,947	73,868	72,494	70,636	68,779
5069125	78,585	79,491	80,000	80,399	80,807	80,000	79,793	79,465	79,138	78,810	78,481	76,245	77,624	77,694	77,305	76,596	75,621	74,489	73,228	71,371	70,222
5069325	78,716	79,628	80,000	80,203	80,092	80,000	79,925	79,596	79,267	78,942	78,207	73,530	75,285	77,040	77,824	77,284	76,242	75,111	73,962	72,105	72,176
5069525	79,029	79,898	79,932	79,791	80,000	80,000	80,000	79,724	79,424	79,214	75,028	71,191	72,946	74,701	76,456	77,953	76,864	75,733	74,601	73,222	74,131
5069725	79,373	79,639	79,330	79,653	80,000	80,000	80,000	79,907	79,696	76,991	71,849	68,852	70,607	72,362	74,237	76,958	76,302	75,892	75,223	75,176	75,729
5069925	79,342	79,269	78,897	79,736	80,000	80,000	80,000	80,704	78,953	73,812	68,670	66,512	68,267	70,541	73,262	75,983	75,290	74,343	74,786	75,827	74,943
5070125	79,051	79,186	78,603	79,497	80,000	80,000	82,076	85,971	81,052	72,574	65,491	64,173	66,844	69,565	72,286	75,007	74,773	72,957	74,028	74,771	73,171
5070325	79,665	79,150	78,434	78,278	79,279	80,000	88,581	90,000	83,604	75,307	67,862	65,723	66,418	68,589	71,310	74,031	74,504	74,429	72,231	73,494	73,166
5070525	79,706	79,218	78,759	78,373	78,743	79,852	84,185	90,000	87,665	80,652	76,515	73,229	72,501	72,025	72,702	74,660	74,418	74,337	74,178	73,803	73,501
5070725	80,000	79,640	79,216	78,960	79,321	79,802	83,580	90,000	90,000	88,455	85,169	81,883	78,597	79,279	77,573	74,612	74,135	74,543	73,774	74,028	73,562
5070925	80,000	80,000	79,802	79,546	79,898	80,000	82,240	90,000	90,000	89,842	87,296	85,082	81,554	80,211	80,000	79,323	78,280	75,553	73,427	73,720	73,842
5071125	83,498	80,339	80,117	80,000	80,000	80,000	81,913	87,066	90,000	90,000	89,039	84,538	84,241	82,848	80,031	80,000	78,522	75,962	74,507	74,280	73,956
5071325	86,870	80,486	80,400	80,195	80,000	80,000	80,000	82,295	88,506	92,822	91,527	90,000	87,257	84,374	81,386	80,000	78,860	77,147	75,443	75,575	75,052
5071525	86,194	80,841	80,570	80,247	80,000	80,000	80,000	80,000	84,960	88,507	90,000	90,000	87,506	84,043	80,876	80,000	79,786	78,057	76,480	76,574	76,024
5071725	83,510	82,081	80,981	80,283	80,000	80,000	80,000	80,000	80,580	84,669	87,864	89,105	86,226	83,304	80,556	80,000	80,000	78,948	77,516	77,447	76,897
5071925	85,794	84,495	83,395	82,294	80,261	80,000	80,000	80,000	80,000	81,899	84,786	85,799	82,940	82,561	81,453	80,000	80,000	79,978	78,614	78,320	77,770
5072125	88,256	86,910	85,809	83,748	81,096	81,039	80,794	80,000	80,000	80,000	81,349	82,494	81,356	81,130	80,905	80,000	80,000	80,000	79,743	79,193	78,643
5072325	90,000	89,319	87,376	85,427	83,893	84,279	83,428	82,196	80,469	80,000	80,000	80,000	80,000	80,000	80,000	80,000	80,000	80,000	80,000	80,000	79,516
5072525	90,000	90,000	89,939	87,874	87,086	87,046	85,798	83,796	82,288	80,408	80,000	80,000	80,000	80,000	80,000	80,000	80,000	80,000	80,000	80,000	80,000
5072725	90,000	90,000	89,613	90,000	90,695	89,400	87,146	85,387	83,601	81,027	80,048	80,000	80,000	80,000	80,000	80,000	80,008	80,091	80,163	80,131	80,041
5072925	90,000	90,000	88,169	90,000	97,667	90,000	87,687	85,103	82,519	80,000	80,464	80,059	80,000	80,000	80,094	80,187	80,226	80,296	80,371	80,353	80,242
5073125	100,000	97,273	90,000	90,000	92,437	89,305	85,932	84,012	81,428	80,268	80,878	80,443	80,000	80,172	80,369	80,463	80,484	80,503	80,578	80,579	80,443
5073325	100,000	97,468	92,935	90,000	90,000	88,168	84,039	81,707	80,337	80,427	80,667	80,260	80,023	80,362	80,643	80,722	80,741	80,761	80,781	80,788	80,563
5073525	97,758	91,006	90,000	95,021	100,000	87,412	81,575	80,000	80,000	80,119	80,227	80,018	80,187	80,526	80,865	80,980	80,999	80,980	80,959	80,850	80,479

Tableau 3-5 : Topographie de l'aire d'étude - Élévations (mètres) (suite)

	273209	273409	273609	273809	274009	274209	274409	274609	274809	275009	275209	275409	275609	275809	276009	276209	276409	276609	276809	277009	277209	
5068125	69,910	68,860	67,809	66,759	65,708	64,658	63,620	62,561	61,831	61,365	61,277	60,658	60,095	60,000	60,000	60,000	60,000	60,000	60,000	60,000	60,000	60,000
5068325	70,000	70,000	68,971	67,920	66,870	65,852	64,792	63,990	63,325	62,660	62,244	61,619	61,019	60,456	60,000	60,000	60,000	60,000	60,000	60,000	60,000	60,000
5068525	70,750	70,033	70,000	69,126	68,054	67,023	66,149	65,484	64,819	63,974	63,233	62,585	61,960	61,381	60,817	60,254	60,000	60,000	60,000	60,000	60,641	60,000
5068725	67,558	68,774	70,099	70,000	69,254	68,308	67,643	66,741	65,860	65,021	64,301	63,610	62,926	62,305	61,742	61,179	60,615	60,052	60,000	60,000	60,000	60,000
5068925	69,292	70,655	71,317	70,942	70,326	69,509	68,643	67,751	66,911	66,060	65,369	64,678	63,987	63,296	62,667	62,061	61,436	60,811	60,706	60,584	60,747	60,747
5069125	71,173	72,535	72,522	71,936	71,155	70,422	69,642	68,772	67,981	67,128	66,437	65,746	65,055	64,310	63,509	62,809	62,184	61,559	61,452	61,540	61,807	61,807
5069325	73,085	74,101	73,544	72,791	72,010	71,159	70,309	69,869	68,993	68,196	67,505	66,788	66,008	65,245	64,417	63,590	62,932	62,315	62,230	62,496	62,763	62,763
5069525	75,040	75,160	74,322	73,434	72,548	71,808	71,067	70,325	70,000	69,251	68,503	67,706	66,913	66,153	65,326	64,498	63,679	63,092	63,186	63,452	63,327	63,327
5069725	75,348	76,291	76,017	75,277	74,537	73,796	73,056	72,381	71,477	70,269	69,405	68,591	67,889	67,061	66,234	65,406	64,579	63,875	63,793	63,627	63,462	63,462
5069925	74,928	75,614	76,642	77,266	76,525	75,785	75,044	74,297	73,081	71,781	70,443	69,560	68,797	67,970	67,121	66,297	65,474	64,534	63,928	63,763	63,597	63,597
5070125	74,241	74,937	75,965	76,993	78,021	77,773	77,067	75,852	74,521	73,151	71,739	70,342	69,633	68,851	68,044	67,193	66,257	65,310	64,362	63,898	63,732	63,732
5070325	73,554	74,260	75,288	76,316	77,344	78,453	78,485	77,072	75,660	74,247	72,835	71,446	70,736	69,746	68,913	68,005	67,033	66,085	65,137	64,189	63,868	63,868
5070525	73,072	73,824	74,990	76,156	77,322	78,488	78,752	78,168	76,756	75,343	73,931	72,730	71,841	70,745	69,736	68,757	67,808	66,860	65,912	64,964	64,044	64,044
5070725	73,671	74,220	75,025	76,191	77,357	78,523	78,738	78,295	77,852	76,440	75,027	74,014	72,909	71,765	70,588	69,531	68,585	67,630	66,738	65,895	64,983	64,983
5070925	74,392	74,942	75,491	76,225	77,391	78,557	78,725	78,282	77,839	77,396	76,124	75,069	73,884	72,712	71,496	70,317	69,435	68,549	67,725	66,893	65,929	65,929
5071125	74,681	75,621	76,212	76,762	77,426	78,592	78,712	78,269	77,826	77,381	76,951	75,906	74,689	73,473	72,256	71,176	70,339	69,553	68,769	67,861	66,875	66,875
5071325	74,179	75,119	76,060	77,000	77,940	78,627	78,699	78,235	77,765	77,295	76,904	76,647	75,450	74,233	73,017	72,115	71,323	70,536	69,730	68,807	67,822	67,822
5071525	74,249	74,617	75,558	76,498	77,438	78,379	78,619	78,149	77,679	77,209	76,857	76,600	76,210	74,994	73,887	73,083	72,290	71,456	70,575	69,662	68,615	68,615
5071725	75,345	74,115	75,056	75,996	76,937	77,818	78,090	78,064	77,594	77,123	76,810	76,553	76,296	75,754	74,841	73,967	73,040	72,147	71,265	70,377	69,452	69,452
5071925	76,442	74,541	74,554	75,494	76,435	77,253	77,549	77,529	77,508	77,038	76,763	76,506	76,257	76,015	75,685	74,804	73,923	73,041	72,160	71,207	70,000	70,000
5072125	77,538	75,638	74,052	74,992	75,898	76,688	77,008	76,988	76,968	76,978	76,737	76,496	76,254	76,012	76,000	75,699	74,818	73,936	73,055	72,017	70,818	70,818
5072325	78,635	76,734	74,834	74,491	75,332	76,123	76,467	76,447	76,630	76,815	76,734	76,492	76,251	76,009	76,000	76,000	75,712	74,831	73,950	72,829	71,877	71,877
5072525	79,731	77,831	75,981	74,328	75,147	75,966	76,076	76,261	76,447	76,632	76,583	76,489	76,247	76,006	76,000	76,000	76,000	75,726	74,842	73,825	72,991	72,991
5072725	80,000	79,697	78,261	77,380	77,721	74,576	74,871	76,078	76,264	76,449	76,428	76,342	76,244	76,002	76,000	76,000	76,000	76,000	75,726	74,793	73,860	73,860
5072925	80,097	80,000	80,000	78,249	75,104	72,336	72,944	74,897	76,081	76,266	76,273	76,188	76,102	76,000	75,956	75,874	75,791	75,709	75,650	75,651	74,719	74,719
5073125	80,272	80,000	80,000	78,912	72,656	70,680	71,028	72,971	74,923	76,083	76,118	76,033	75,466	75,057	75,598	75,515	75,433	75,351	75,292	75,293	75,295	75,295
5073325	80,188	80,000	80,000	80,000	77,003	70,000	70,000	71,147	73,058	74,967	75,633	74,769	73,904	73,991	74,620	75,157	75,075	74,993	74,934	74,935	74,937	74,937
5073525	80,104	80,000	80,000	80,000	76,934	72,090	70,000	70,928	72,573	73,763	74,149	73,207	72,342	72,926	73,598	74,150	74,703	74,635	74,576	74,578	74,577	74,577

Les données de température, de vitesse et de direction des vents et de stabilité proviennent de la station météorologique de l'Aéroport de Mirabel. Les données de hauteur de mélange de la station Maniwaki (adaptées aux conditions de la station de Mirabel) ont été retenues. Les données des années 1996 à 2000 ont été utilisées pour la modélisation. Le choix de ces données a été approuvé par M. Richard Leduc du ministère de l'Environnement du Québec. La rose des vents est présentée à la figure 3-2.

Sur les cinq ans de données météorologiques, 5 jours (117^{ème} et 226^{ème} journées de 1996, 83 et 115^{ème} journées de 1998 et 50^{ème} journée de 2000) ont été retranchés en raison de données singulières anormales enregistrées durant une heure de la journée.

3.1.5 Fichiers d'entrée ISC3(ST)

Les fichiers d'entrée du logiciel contiennent la totalité des données présentées aux sous-sections 3.1.1 à 3.1.4. Ceux-ci sont présentés à l'annexe I.

3.2 RÉSULTATS

Les concentrations maximales de SRT calculées sur une période de 1 heure sont présentées au tableau 3-6. Les concentrations sont comparées au critère d'évaluation des impacts reliés au biogaz du MENV qui est fixé à $6 \mu\text{g}/\text{m}^3$ de SRT (base horaire) dans l'air ambiant à la limite de propriété.

Les concentrations maximales de CO calculées sur une période de 1 heure et 8 heures, ainsi que celles de NO_x calculées sur une période de 1 heure, 24 heures et 1 an sont présentées au tableau 3-7. Les concentrations obtenues sont comparées aux normes répertoriées à l'article 6 du Règlement sur la qualité de l'atmosphère.

Pour chaque année simulée, les concentrations maximales horaires obtenues en chaque point de la grille de récepteurs sont présentées à l'annexe II. Les tableaux des plus hautes valeurs simulées (200 pour les SRT et 50 pour CO et NO_x) sur l'ensemble de la grille de récepteurs pour chaque année de simulation, tels que demandés par le ministère, sont présentés à l'annexe III. Les profils de dispersion des concentrations maximales horaires des SRT pour les années 1996 à 2000 inclusivement sont présentés aux figures 3-3 à 3-7. Les profils de dispersion des concentrations moyennes annuelles sont présentés aux figures 3-8 à 3-12.

Les résultats indiquent que les concentrations maximales horaires les plus élevées enregistrées pour chaque année simulée, varient de $6,64$ à $6,83 \mu\text{g}/\text{m}^3$ au point (274158, 5071144) situé au coin sud-est de la propriété, ce qui correspond à 110,7 et 113,8% du critère du MENV.

Le tableau 3-8 présente un sommaire des événements de dépassement en terme d'heures par année. Le nombre d'heures de dépassement a été établi en fonction des résultats présentés aux tableaux des 200 plus hautes valeurs de SRT simulées pour chacune des 5 années de données météorologiques (annexe III). Les nombres d'heures de dépassement varient de 111 à 162 heures par année, soit de 1,27 à 1,85% du temps

Par ailleurs, les tableaux des 200 plus hautes valeurs ainsi que les profils de dispersion indiquent que les points de dépassement sont uniquement localisés le long de la 1^{ère} Rue ainsi que long de la limite de propriété au sud-est du LET, et ce à une distance inférieure à 100 mètres des limites de propriété.

En ce qui concerne la dispersion du CO et des NO_x résultant de la combustion du biogaz dans les torchères, les résultats indiquent que les concentrations obtenues sont toutes de plusieurs ordres de grandeur inférieures aux normes prévues à l'article 6 du Règlement sur la qualité de l'atmosphère.

Tableau 3-6 : Résultats de la modélisation de la dispersion atmosphérique des SRT						
Année	Concentration maximale sur 1 heure (ug/m ³)				Critère ⁽¹⁾ (ug/m ³)	% par rapport au critère
	Concentration maximale (ug/m ³)	Emplacement du point d'impact maximum		an/mois/jour/heure		
		X (m)	Y (m)			
1996	6,83	274158	5071144	96/05/03/23	6	113,8
1997	6,83	274158	5071144	97/12/21/03	6	113,8
1998	6,81	274158	5071144	98/06/06/24	6	113,5
1999	6,81	274158	5071144	99/01/05/19	6	113,5
2000	6,64	274158	5071144	00/01/19/06	6	110,7

(1) Critère d'évaluation des impacts reliés au biogaz du MENV, base horaire

Tableau 3-7 : Résultats de la modélisation de la dispersion atmosphérique du CO et des NOx						
CO						
Année	Concentration maximale sur 1 heure (ug/m ³)				Norme ⁽¹⁾ (ug/m ³)	% par rapport à la norme
	Concentration maximale (ug/m ³)	Emplacement du point d'impact maximum		an/mois/jour/heure		
		X (m)	Y (m)			
1996	7,74	269809	5073525	96/09/12/21	34000	0,02
1997	7,32	274209	5069925	97/07/28/13	34000	0,02
1998	6,77	270409	5070325	98/03/22/04	34000	0,02
1999	7,78	269009	5073125	99/04/15/20	34000	0,02
2000	7,63	269009	5073125	00/04/27/19	34000	0,02
Année	Concentration moyenne maximale sur 8 heures (ug/m ³)				Norme ⁽¹⁾ (ug/m ³)	% par rapport à la norme
	Concentration maximale (ug/m ³)	Emplacement du point d'impact maximum		an/mois/jour/heure		
		X (m)	Y (m)			
1996	4,05	270809	5069525	96/03/20/08	13000	0,03
1997	2,89	270409	5070125	97/03/14/16	13000	0,02
1998	4,26	270409	5070125	98/03/19/16	13000	0,03
1999	2,71	275009	5072325	99/05/30/16	13000	0,02
2000	3,26	270809	5069325	00/02/14/16	13000	0,03
NOx						
Année	Concentration maximale sur 1 heure (ug/m ³)				Norme ⁽¹⁾ (ug/m ³)	% par rapport à la norme
	Concentration maximale (ug/m ³)	Emplacement du point d'impact maximum		an/mois/jour/heure		
		X (m)	Y (m)			
1996	2,32	269809	5073525	96/09/12/21	414	0,56
1997	2,20	274209	5069925	97/07/28/13	414	0,53
1998	2,03	270409	5070325	98/03/22/04	414	0,49
1999	2,34	269009	5073125	99/04/15/20	414	0,57
2000	2,29	269009	5073125	00/04/27/19	414	0,55
Année	Concentration moyenne maximale sur 24 heures (ug/m ³)				Norme ⁽¹⁾ (ug/m ³)	% par rapport à la norme
	Concentration maximale (ug/m ³)	Emplacement du point d'impact maximum		an/mois/jour/heure		
		X (m)	Y (m)			
1996	0,56	270809	5068925	96/03/20/24	207	0,27
1997	0,39	270009	5068525	97/03/31/24	207	0,19
1998	0,81	270409	5070125	98/03/19/24	207	0,39
1999	0,50	269009	5069125	99/01/28/24	207	0,24
2000	0,54	269809	5068925	00/02/25/24	207	0,26
Année	Concentration moyenne maximale sur 1 an (ug/m ³)				Norme ⁽¹⁾ (ug/m ³)	% par rapport à la norme
	Concentration maximale (ug/m ³)	Emplacement du point d'impact maximum				
		X (m)	Y (m)			
1996	0,05	276809	5073525		103	0,05
1997	0,06	277009	5072925		103	0,06
1998	0,05	269409	5068525		103	0,05
1999	0,06	277009	5072925		103	0,06
2000	0,05	276809	5072725		103	0,05

(1) Article 6, Règlement sur la qualité de l'atmosphère

Tableau 3-8 : Fréquence des dépassements - (SRT > 6 ug/m³)				
Année	Nombre d'heures de dépassement	% d'heures de dépassement	Heures de dépassement >100 m⁽¹⁾	Heures de dépassement <100 m⁽¹⁾
1996	139	1,59	0	139
1997	160	1,83	0	160
1998	162	1,85	0	162
1999	160	1,83	0	160
2000	111	1,27	0	111

(1) par rapport à la limite de propriété

Le tableau 3-9 présente les concentrations maximales horaires enregistrées à la maison la plus rapprochée du site, soit du côté nord-ouest du bioréacteur proposé et située au point (272243, 5071013), pour chaque année simulée. Pour ces cinq années, la concentration maximale horaire enregistrée en ce point varie de 5,90 (ans 1999 et 2000) à 6,07 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (ans 1996 et 1998). L'examen du tableau des 200 plus hautes valeurs pour les années 1996 et 1998 indique que la concentration de SRT dans l'air ambiant en ce point n'est supérieure au critère du MENV qu'à quatre et trois reprises respectivement.

Par ailleurs, les concentrations de CO et de NO_x obtenues à la maison la plus rapprochée du site sont de plusieurs ordres de grandeur inférieures aux normes prévues à l'article 6 du Règlement sur la qualité de l'atmosphère.

Le principal impact au niveau de la qualité de l'air, d'un agrandissement ou d'un aménagement d'un lieu d'enfouissement est relié à la détection d'odeurs. C'est pourquoi les composés de soufre réduits totaux sont retenus pour fin d'évaluation des impacts au niveau de la qualité de l'air.

En considérant que la concentration de départ des SRT dans le biogaz est de 74,1 mg/m^3 (voir section 3.1.1), la valeur maximale de 6,83 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ enregistrée dans l'air ambiant représente un facteur de dilution de 10 849 fois par rapport au biogaz pur.

Le tableau 3-10 présente les composés organiques volatils inclus dans la liste des critères de qualité de l'air du MENV et qui sont typiquement présents dans le biogaz, leur concentration moyenne dans le biogaz telle que répertoriée dans le document AP-42 de l'EPA (voir référence 1), leur concentration probable dans l'air ambiant en appliquant le facteur de dilution obtenu pour les SRT ainsi que les concentrations acceptables selon les critères de qualité de l'air du MENV en date du mois de mai 2002.

Les résultats indiquent que les concentrations probables de ces composés dans l'air ambiant sont de plusieurs ordres de grandeur inférieures aux critères fixés par le MENV à l'exception de l'acrylonitrile, du 1,1,2,2-Tétrachloroéthane, du trichloroéthylène et du chlorure de vinyle.

Une modélisation de la concentration horaire et de la concentration moyenne annuelle a donc été effectuée spécifiquement pour ces composés pour l'année météorologique 1997 en fonction des débits maximums de biogaz à l'atmosphère obtenus en 2012. Une attention particulière a été portée à la résidence la plus rapprochée du site (résidence 1) ainsi que la deuxième résidence la plus rapprochée (résidence 2), soit la première résidence du côté nord de la 1^{ère} Rue à l'ouest du bioréacteur proposé.

Tableau 3-9 : Résultats de la modélisation de la dispersion atmosphérique à la maison la plus rapprochée

SRT				
Année	Concentration maximale sur 1 heure (ug/m ³) au point 272243, 5071013		Critère ⁽¹⁾ (ug/m ³)	% par rapport au critère
	Concentration maximale (ug/m ³)	Date (an/mois/jour/heure)		
1996	6,07	96/01/29/02	6	101,2
1997	5,96	97/08/14/24	6	99,3
1998	6,07	98/02/02/21	6	101,2
1999	5,90	99/09/09/23	6	98,3
2000	5,90	00/02/18/03	6	98,3
CO				
Année	Concentration maximale sur 1 heure (ug/m ³) au point 272243, 5071013		Norme ⁽¹⁾ (ug/m ³)	% par rapport à la norme
	Concentration maximale (ug/m ³)	Date (an/mois/jour/heure)		
1996	1,53	96/06/02/15	34000	0,0
1997	1,93	97/06/07/11	34000	0,0
1998	1,80	98/04/16/12	34000	0,0
1999	2,09	99/05/06/14	34000	0,0
2000	1,62	00/07/26/14	34000	0,0
Année	Concentration moyenne maximale sur 8 heures (ug/m ³) au point 272243, 5071013		Norme ⁽¹⁾ (ug/m ³)	% par rapport à la norme
	Concentration maximale (ug/m ³)	Date (an/mois/jour/heure)		
1996	0,27	96/07/29/16	13000	0,0
1997	0,67	97/06/07/16	13000	0,0
1998	0,37	98/04/16/16	13000	0,0
1999	0,44	99/05/06/16	13000	0,0
2000	0,56	00/03/27/16	13000	0,0
NOx				
Année	Concentration maximale sur 1 heure (ug/m ³) au point 272243, 5071013		Norme ⁽¹⁾ (ug/m ³)	% par rapport à la norme
	Concentration maximale (ug/m ³)	Date (an/mois/jour/heure)		
1996	0,46	96/06/02/15	414	0,1
1997	0,58	97/06/07/11	414	0,1
1998	0,54	98/04/16/12	414	0,1
1999	0,63	99/05/06/14	414	0,2
2000	0,49	00/07/26/14	414	0,1
Année	Concentration moyenne maximale sur 24 heures (ug/m ³) au point 272243, 5071013		Norme ⁽¹⁾ (ug/m ³)	% par rapport à la norme
	Concentration maximale (ug/m ³)	Date (an/mois/jour/heure)		
1996	0,04	96/07/29/24	207	0,0
1997	0,07	97/06/07/24	207	0,0
1998	0,05	98/06/28/24	207	0,0
1999	0,06	99/05/06/24	207	0,0
2000	0,06	00/03/27/24	207	0,0
Année	Concentration moyenne maximale sur 1 an (ug/m ³) au point 272243, 5071013		Norme ⁽¹⁾ (ug/m ³)	% par rapport à la norme
	Concentration maximale (ug/m ³)			
1996	0,002		103	0,0
1997	0,003		103	0,0
1998	0,003		103	0,0
1999	0,004		103	0,0
2000	0,003		103	0,0

(1) Critère d'évaluation des impacts reliés au biogaz du MENV, base horaire

Composés	Concentration AP-42 ppmv	Masse molaire g/mol	Concentration AP-42 mg/m ³	Conc. probable air ambiant 1 heure ug/m ³	Critère MENV 1 heure ⁽³⁾ ug/m ³	Conc.probable air ambiant 15 min ⁽¹⁾ ug/m ³	Critère MENV 15 min ⁽³⁾ ug/m ³	Conc.probable air ambiant 7 h ⁽¹⁾ ug/m ³	Critère MENV 7 heures ⁽³⁾ ug/m ³	Conc.probable air ambiant 24 h ⁽¹⁾ ug/m ³	Critère MENV 24 heures ⁽³⁾ ug/m ³	Conc.probable air ambiant an ⁽¹⁾ ug/m ³	Critère MENV An ⁽³⁾ ug/m ³
Acétone	7,01	58,08	16,65	1,5349								0,2498	100
Acrylonitrile ⁽²⁾	6,33	53,06	13,74	1,2662								0,1419	0,01
Benzène ⁽²⁾	1,91	78,11	6,10	0,5621						0,2977	10	0,0630	-
Disulfure de carbone	0,58	76,13	1,81	0,1665		0,2196	50					0,0271	-
Chlorobenzène	0,25	112,56	1,15	0,1061								0,0173	2,1
Chloroéthane	1,25	64,52	3,30	0,3040		0,4012	10900					0,0495	500
o-Dichlorobenzène	0,21	147	1,26	0,1164		0,1536	4200					0,0189	200
p-Dichlorobenzène	0,21	147	1,26	0,1164		0,1536	730					0,0189	95
1,2-Dichloroéthylène	2,84	96,94	11,26	1,0379								0,1689	2
Dichlorométhane	14,3	84,94	49,68	4,5791	14000							0,7452	2
1,2-Dichloropropane	0,18	112,99	0,83	0,0767								0,0125	4
Éthylbenzène	4,61	106,16	20,02	1,8450								0,3003	200
n-Hexane	6,57	86,18	23,16	2,1345								0,3474	10
Tétrachloroéthylène	3,73	165,83	25,30	2,3319								0,3795	2
1,1,2,2-Tétrachloroéthane ⁽²⁾	1,11	167,85	7,62	0,7022								0,0787	0,0004
Tétrachlorométhane	0,004	153,84	0,03	0,0023								0,0004	0,03
Toluène	39,3	92,13	148,09	13,6498		18,0110	1000	0,0016	1900			2,2214	400
Trichloroéthylène ⁽²⁾	2,82	131,4	15,16	1,3970								0,1566	0,07
Chlorure de vinyle ⁽²⁾	7,34	62,5	18,76	1,7288								0,1938	0,1
Xylène (o-, m-, p-)	12,1	106,16	52,54	4,8426		6,3898	1500					0,7881	1000

(1) Concentrations calculées à partir des concentrations horaires selon la formule suivante:

$$C_1/C_2 = (T_2/T_1)^{0,2} \text{ où}$$

C₁ = concentration sur l'intervalle de temps 1

C₂ = concentration sur l'intervalle de temps 2

T₁ = intervalle de temps 1

T₂ = intervalle de temps 2

(2) Ces composés ont été modélisés avec ISCT pour l'année météorologique 1997 en fonction des débits maximums à l'atmosphère obtenus en 2012

(3) Critères de qualité de l'air, MENV, mai 2002

Le tableau 3-11 présente un sommaire des résultats obtenus. Les résultats indiquent que les concentrations moyennes annuelles maximales sont obtenues au coin sud-est de la propriété au point (274158, 5071144) et qu'elles sont supérieures aux critères annuels du MENV.

Les concentrations obtenues aux résidences les plus rapprochées (résidence 1 et résidence 2) sont par contre inférieures aux critères annuels à l'exception de l'acrylonitrile et du 1,1,2,2-Tétrachloroéthane.

Il est à noter toutefois que les concentrations moyennes annuelles de ce dernier composé mesurées dans l'air ambiant au Québec et ce, que ce soit en milieu industriel ou rural, sont supérieures au critère annuel, avec une valeur de $0,03 \text{ g/m}^3$ comparativement à $0,0004 \text{ g/m}^3$ (Critères de qualité de l'air, MENV, mai 2002).

4. VALIDATION DES HYPOTHÈSES DES MODÈLES

Le programme de suivi environnemental proposé pour le CVER de Sainte-Sophie inclura les activités suivantes afin de vérifier la validité des hypothèses utilisées dans le cadre de la présente étude :

- Ø Premièrement, les débits réels de biogaz capté et brûlé seront enregistrés sur une base continue à la station de pompage à l'aide d'un débitmètre thermique massique muni d'un totalisateur ;
- Ø Le modèle de génération sera ensuite calibré en fonction des débits réels captés et de l'efficacité de captage du réseau déterminée en fonction de la configuration de celui-ci par rapport aux surfaces d'enfouissement. Cette activité permettra de valider les niveaux estimés d'émission de biogaz à l'atmosphère ;
- Ø Par ailleurs, une vérification qualitative des émissions de biogaz à l'atmosphère sera réalisée par un échantillonnage des émissions de méthane à la surface du site à l'aide d'un FID. Cette activité sera réalisée après la mise en place du réseau de captage du biogaz afin de vérifier sa performance et d'y apporter des correctifs, s'il y a lieu, dans le but de minimiser les émissions à l'atmosphère ;
- Ø Les concentrations réelles de SRT et de composés organiques volatils listés au tableau 3-10 seront déterminées en laboratoire. Pour ce faire, des échantillons de biogaz seront prélevés à la station de pompage dans des canettes passivées et analysées en laboratoire selon la méthode TO-14 de l'EPA.

5. CONCLUSION

Les résultats de la modélisation de la génération du biogaz indiquent que selon le scénario d'enfouissement retenu, la génération maximale de biogaz se produira en 2013 avec un débit de 219,78 Mm³/an. Le débit maximal de biogaz capté est obtenu pour la même année avec un débit de 191,18 Mm³/an.

Selon le calendrier d'exploitation du lieu d'enfouissement et de mise en place du réseau de captage, le niveau maximal d'émissions de biogaz à l'atmosphère est toutefois obtenu en 2012 avec un débit de 25,92 Mm³/an.

Les résultats de la modélisation de la dispersion atmosphérique indiquent que les concentrations de SRT dans l'air ambiant résultant de l'enfouissement et de la décomposition des déchets au LET de Sainte-Sophie, ne dépassent la concentration suggérée par le MENV comme critère d'évaluation des impacts liés au biogaz, que pendant 1,27 à 1,85% du temps, soit de 111 à 162 heures par année. Ces dépassements sont par ailleurs tous obtenus à une distance inférieure de 100 mètres de la limite de propriété, le long de la 1^{ère} Rue et du boisé situé du côté sud-est du site.

La concentration maximale horaire de SRT la plus élevée (6,83 µg/m³) est obtenue au coins sud-est de la propriété au point (274158, 5071144). Par ailleurs, les concentrations maximales horaires obtenues à la résidence la plus rapprochée n'indiquent un dépassement du critère qu'à sept reprises seulement durant les 5 années de simulation.

Malgré l'obtention de dépassements, la fréquence peu élevée de ceux-ci et le fait qu'ils soient tous localisés à moins de 100 mètres de la limite de propriété, dont une partie dans le boisé au sud-est du site, font que l'impact résultant des émissions de biogaz à l'atmosphère peut être jugé mineur. De plus, ces dépassements ne surviendront uniquement que lors de l'obtention du niveau maximum d'émissions à l'atmosphère et ce, que pour une courte période .

Il faut noter toutefois que l'arrêt des équipements de captage du biogaz peut entraîner une augmentation temporaire des odeurs relatives aux émissions de biogaz. La durée des travaux d'entretien, d'ajustement ou de réparation des équipements sera toutefois réduite au minimum afin de minimiser les impacts.

Les concentrations de CO et NO_x dans l'air ambiant, résultant de la combustion du biogaz dans les torchères, respectent en tout temps les normes prévues à l'article 6 du Règlement sur la qualité de l'atmosphère.

Les critères de qualité de l'air ambiant du ministère de l'Environnement sont également respectés en tout temps à l'exception de l'acrylonitrile, du 1,1,2,2-Tétrachloroéthane, du trichloréthylène et du chlorure de vinyle pour les concentrations moyennes annuelles.

Les résultats obtenus aux deux résidences les plus rapprochées indiquent par contre un que les critères annuels pour ces composés sont respectés à l'exception de l'acrylonitrile et du 1,1,2,2-Tétrachloroéthane. Il est à noter toutefois les concentrations moyennes annuelles de ce dernier composé mesurées dans l'air ambiant au Québec tant en milieu industriel que rural, dépassent également le critère annuel.