



Projet d'agrandissement du lieu d'enfouissement technique de Sainte-Sophie – Zone 6

Étude d'impact sur l'environnement déposée par WM Québec Inc. au ministère de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques – Dossier 3211-23-88

Évaluation des émissions de GES

Juin 2018



PROJET N° : 171-10687-00

ÉVALUATION DES ÉMISSIONS DE GAZ À EFFET DE SERRE

PROJET D'AGRANDISSEMENT DU LET DE
SAINTE-SOPHIE | ZONE 6

JUIN 2018



ÉVALUATION DES ÉMISSIONS DE GAZ À EFFET DE SERRE

PROJET D'AGRANDISSEMENT DU LET DE SAINTE-SOPHIE | ZONE 6

WM QUÉBEC INC.

VERSION FINALE

PROJET N° : 171-10687-00
DATE : JUIN 2018

WSP CANADA INC.
1135, BOULEVARD LEBOURGNEUF
QUÉBEC (QUÉBEC) G2K 0M5
CANADA

TÉLÉPHONE : +1 418 623-2254
TÉLÉCOPIEUR : +1 418 624-1857
WSP.COM

HISTORIQUE DES REVISIONS

Version	Date	Description
00	2018-06-20	Version finale

SIGNATURES

PRÉPARÉ PAR



Catherine Verrault, M.Sc., M.Sc.A.
Chef d'équipe, GES et support à l'industrie
Environnement

RÉVISÉ PAR



Marc Bisson
Directeur de projet, GES et support à l'industrie
Environnement

ÉQUIPE DE RÉALISATION

WM QUÉBEC INC

Directeur général adjoint de l'ingénierie et de
l'environnement

Ghislain Lacombe, ing.

WSP CANADA INC. (WSP)

Rédaction

Catherine Verrault, M.Sc., M.Sc.A.

Révision

Marc Bisson

Édition

Linette Poulin

Référence à citer :

WSP. 2018. *ÉVALUATION DES ÉMISSIONS DE GAZ À EFFET DE SERRE. PROJET D'AGRANDISSEMENT
DU LET DE SAINTE-SOPHIE | ZONE 6. RAPPORT PRODUIT POUR WM QUÉBEC INC.*
35 PAGES ET ANNEXES.

TABLE DES MATIÈRES

1	INTRODUCTION	1
2	MÉTHODOLOGIE	3
2.1	DESCRIPTION DU PROJET	3
2.2	SOURCES D'ÉMISSION	3
2.3	GAZ À EFFET DE SERRE QUANTIFIÉS	4
2.4	PÉRIODE DE QUANTIFICATION	4
2.5	MÉTHODES DE CALCUL	5
2.5.1	ÉMISSIONS FUGITIVES DE BIOGAZ.....	5
2.5.2	IMPACT DU DÉTOURNEMENT DE LA MATIÈRE ORGANIQUE	5
2.5.3	SOURCES DE COMBUSTION FIXES – TORCHÈRE	6
2.5.4	SOURCES DE COMBUSTION FIXES – CHAUDIÈRES ALIMENTÉES AU GAZ NATUREL	7
2.5.5	VALORISATION DES BIOGAZ.....	8
2.5.6	SUBSTITUTION DE COMBUSTIBLES FOSSILES.....	8
2.5.7	SOURCES MOBILES – MACHINERIE LOURDE ET AUTRES VÉHICULES	8
3	QUANTIFICATION DES ÉMISSIONS DU PROJET	11
3.1	ÉMISSIONS FUGITIVES DE BIOGAZ	11
3.1.1	HYPOTHÈSES DE MODÉLISATION	11
3.1.2	QUANTITÉS DE MATIÈRES RÉSIDUELLES	11
3.1.3	VALEURS DE « K » ET « LO ».....	13
3.1.4	CONCENTRATION DE MÉTHANE	13
3.1.5	EFFICACITÉ DE CAPTAGE	14
3.1.6	CALIBRAGE DU MODÈLE	15
3.1.7	DÉTOURNEMENT DE LA MATIÈRE ORGANIQUE	16
3.1.8	OXYDATION DU MÉTHANE	17
3.1.9	RÉSULTATS	17
3.2	SOURCES DE COMBUSTION FIXES – TORCHÈRE	22
3.3	SOURCES DE COMBUSTION FIXES – CHAUDIÈRES ALIMENTÉES AU GAZ NATUREL	23

3.4	SOURCES DE COMBUSTION FIXES - VALORISATION DES BIOGAZ	24
3.5	SUBSTITUTION DE COMBUSTIBLES FOSSILES	25
3.6	SOURCES MOBILES – MACHINERIE LOURDE ET AUTRES VÉHICULES	26
3.7	SOMMAIRE DES ÉMISSIONS DU PROJET	27
4	ÉMISSIONS DE L'ANNÉE DE RÉFÉRENCE	29
4.1	ÉMISSIONS FUGITIVES DE BIOGAZ	29
4.2	SOURCES DE COMBUSTION FIXES – TORCHÈRE	29
4.3	SOURCES DE COMBUSTION FIXES – CHAUDIÈRES ALIMENTÉES AU GAZ NATUREL	30
4.4	SOURCES DE COMBUSTION FIXES – VALORISATION DES BIOGAZ.....	30
4.5	SUBSTITUTION DE COMBUSTIBLES FOSSILES	31
4.6	SOURCES MOBILES – MACHINERIE LOURDE ET AUTRES VÉHICULES	31
4.7	SOMMAIRE DES ÉMISSIONS DE L'ANNÉE DE RÉFÉRENCE	32
5	BILAN NET DES ÉMISSIONS DE GES.....	33
	RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES	35

TABLE DES MATIÈRES

TABLEAUX

TABLEAU 3-1	SCÉNARIO D'ENFOUISSEMENT – 1964 À 2016	12
TABLEAU 3-2	VALEURS DE « K » ET « LO » SELON LE RAPPORT D'INVENTAIRE NATIONAL DU CANADA (2017)	13
TABLEAU 3-3	EFFICACITÉ DE CAPTAGE 2023-2041 – ZONE 6	14
TABLEAU 3-4	COMPARAISON MODÈLE – DONNÉES D'OPÉRATION – LO ENVIRONNEMENT CANADA.....	15
TABLEAU 3-5	COMPOSITION TYPIQUE DES COLLECTES DE MATIÈRES RÉSIDUELLES.....	16
TABLEAU 3-6	CALCUL DE LA VALEUR DE LO – LET DE SAINTE-SOPHIE	16
TABLEAU 3-7	COMPARAISON MODÈLE – DONNÉES D'OPÉRATION – LO PERSONNALISÉ	16
TABLEAU 3-8	COMPOSITION DES MATIÈRES RÉSIDUELLES – SCÉNARIO 3A DE DÉTOURNEMENT DES MRO.....	18
TABLEAU 3-9	COMPOSITION DES MATIÈRES RÉSIDUELLES – SCÉNARIO 3B DE DÉTOURNEMENT DES MRO.....	18
TABLEAU 3-10	CALCUL DE LA VALEUR DE « LO » - SCÉNARIO 3A.....	19
TABLEAU 3-11	CALCUL DE LA VALEUR DE « LO » - SCÉNARIO 3B.....	19
TABLEAU 3-12	VALEURS DE « K » PONDÉRÉES PAR TYPE DE COLLECTE ET SCÉNARIO DE DÉTOURNEMENT	19
TABLEAU 3-13	GÉNÉRATION ET CAPTAGE DES BIOGAZ – SCÉNARIO 3A.....	20
TABLEAU 3-14	GÉNÉRATION ET CAPTAGE DES BIOGAZ – SCÉNARIO 3B.....	21
TABLEAU 3-15	ÉMISSIONS FUGITIVES DE GES – SCÉNARIO 3A.....	22
TABLEAU 3-16	ÉMISSIONS FUGITIVES DE GES – SCÉNARIO 3B.....	22
TABLEAU 3-17	ÉMISSIONS DE SOURCES DE COMBUSTION FIXES – TORCHÈRE – SCÉNARIO 3A.....	22

TABLEAU 3-18	ÉMISSIONS DE SOURCES DE COMBUSTION FIXES – TORCHÈRE – SCÉNARIO 3B.....	23
TABLEAU 3-19	ÉMISSIONS DE SOURCES DE COMBUSTION FIXES – CHAUDIÈRES ALIMENTÉES AU GAZ NATUREL	23
TABLEAU 3-20	ÉMISSIONS DE SOURCES DE COMBUSTION FIXES - VALORISATION DES BIOGAZ – SCÉNARIO 3A.....	24
TABLEAU 3-21	ÉMISSIONS DE SOURCES DE COMBUSTION FIXES – VALORISATION DES BIOGAZ – SCÉNARIO 3B.....	24
TABLEAU 3-22	ÉMISSIONS DE GES ÉVITÉES – SUBSTITUTION DE COMBUSTIBLES FOSSILES – SCÉNARIO 3A.....	25
TABLEAU 3-23	ÉMISSIONS DE GES ÉVITÉES – SUBSTITUTION DE COMBUSTIBLES FOSSILES – SCÉNARIO 3B.....	25
TABLEAU 3-24	ÉMISSIONS DE SOURCES MOBILES – DIESEL	26
TABLEAU 3-25	ÉMISSIONS DE SOURCES MOBILES – ESSENCE	26
TABLEAU 3-26	ÉMISSIONS DE SOURCES MOBILES – TOTAL	26
TABLEAU 3-27	SOMMAIRE DES ÉMISSIONS DE GES DU PROJET – SCÉNARIO 3A	27
TABLEAU 3-28	SOMMAIRE DES ÉMISSIONS DE GES DU PROJET – SCÉNARIO 3B	27
TABLEAU 4-1	ÉMISSIONS FUGITIVES – ANNÉE 2016	29
TABLEAU 4-2	ÉMISSIONS DE SOURCES DE COMBUSTION FIXES – TORCHÈRE – ANNÉE 2016.....	29
TABLEAU 4-3	ÉMISSIONS DE SOURCES DE COMBUSTION FIXES – CHAUDIÈRES ALIMENTÉES AU GAZ NATUREL – ANNÉE 2016.....	30
TABLEAU 4-4	ÉMISSIONS DE SOURCES DE COMBUSTION FIXES – VALORISATION DES BIOGAZ – ANNÉE 2016.....	30
TABLEAU 4-5	ÉMISSIONS DE GES ÉVITÉES – SUBSTITUTION DE COMBUSTIBLES FOSSILES – ANNÉE 2016.....	31
TABLEAU 4-6	ÉMISSIONS DE SOURCES MOBILES – DIESEL – ANNÉE 2016.....	31

TABLEAU 4-7	ÉMISSIONS DE SOURCES MOBILES – ESSENCE – ANNÉE 2016	31
TABLEAU 4-8	ÉMISSIONS DE SOURCES MOBILES – TOTAL – ANNÉE 2016.....	32
TABLEAU 4-9	SOMMAIRE DES ÉMISSIONS DE GES DE L'ANNÉE DE RÉFÉRENCE 2016	32
TABLEAU 5-1	BILAN NET DES ÉMISSIONS DE GES – SCÉNARIO 3A.....	33
TABLEAU 5-2	BILAN NET DES ÉMISSIONS DE GES – SCÉNARIO 3B.....	33

1 INTRODUCTION

Dans le cadre de la procédure d'évaluation des impacts liés au projet d'agrandissement du lieu d'enfouissement technique (LET) de Sainte-Sophie, la quantification des émissions de gaz à effet de serre (GES) découlant de la mise en œuvre du projet doit être réalisée.

Conformément aux exigences du Règlement sur la déclaration obligatoire de certaines émissions de contaminants dans l'atmosphère (RDOCECA) (Gouvernement du Québec, 2017), l'exploitant du LET de Sainte-Sophie produit déjà, chaque année, une déclaration de ses émissions de GES au service IQÉA (Inventaire québécois des émissions à l'atmosphère).

L'objectif de la présente étude est de quantifier, conformément aux règles de déclaration, les émissions maximales de GES à l'atmosphère du projet. De plus, afin d'évaluer l'impact du projet, les émissions obtenues sont comparées au niveau d'émission actuel (dans ce cas-ci, les émissions déclarées pour l'année 2016).

La démarche utilisée comporte les activités suivantes :

- identification des sources d'émission;
- identification des GES à quantifier;
- définition de la période de quantification;
- sélection des méthodes de quantification;
- quantification des émissions de gaz à effet de serre;
- comparaison avec le niveau actuel d'émissions de GES à l'atmosphère.

Par ailleurs, la Politique québécoise de la gestion des matières résiduelles – Plan d'action 2011-2015 prévoit la mise en œuvre de programmes de valorisation de la matière organique. Le détournement de la matière organique de l'enfouissement aura pour effet de réduire la production de biogaz découlant de la décomposition de la matière organique en milieu anaérobie.

À cet effet, une évaluation de la généralisation de la collecte des matières résiduelles organiques (MRO) sur la composition des matières enfouies a été réalisée par AECOM dans le cadre de l'étude d'impact pour le projet d'agrandissement du LET de Sainte-Sophie.

Les estimations d'émissions de GES liées au projet tiennent compte des scénarios de détournement développés par AECOM.

2 MÉTHODOLOGIE

2.1 DESCRIPTION DU PROJET

Le projet considéré dans le cadre de la présente étude correspond à l'agrandissement du LET de Sainte-Sophie.

Ce projet prévoit l'enfouissement de matières résiduelles dans un nouveau secteur d'enfouissement dénommé Zone 6. L'exploitation de ce secteur est prévue sur la période 2023 à 2041 avec l'enfouissement de 1 million de tonnes (Mt) de matières résiduelles par année.

Afin de réduire les émissions de biogaz à l'atmosphère, le LET de Sainte-Sophie est doté d'un système d'extraction des biogaz. La majeure partie du biogaz capté est valorisée à l'usine de Papier Rolland située à Saint-Jérôme. Le biogaz résiduel est détruit dans des torchères à flamme invisible sur les lieux du LET.

Le présent projet prévoit le prolongement des infrastructures de collecte des biogaz dans la Zone 6, et ce, au fur et à mesure de l'avancement des opérations d'enfouissement. WM prévoit également valoriser 100 % des biogaz captés pour l'horizon 2022-2060 en substitution à du gaz naturel en milieu industriel.

2.2 SOURCES D'ÉMISSION

L'exploitation d'un lieu d'enfouissement entraîne des émissions de GES dues à la décomposition des matières résiduelles dans les cellules d'enfouissement, à la combustion en torchère du biogaz capté, à la combustion de combustibles fossiles pour fin de chauffage ainsi qu'à l'utilisation de la machinerie lourde utilisée pour les opérations.

En contrepartie, la valorisation des biogaz permet une réduction des émissions de GES compte tenu que les émissions de CO₂ d'origine biogénique (combustion d'un biocombustible) ne sont pas comptabilisées comme elles font partie du cycle naturel du carbone ce qui n'est pas le cas des émissions de CO₂ résultant de la combustion de combustibles fossiles.

Les principales sources d'émission de GES identifiées pour le LET de Sainte-Sophie sont donc les suivantes :

- émissions fugitives à la surface des cellules d'enfouissement résultant de la décomposition des matières résiduelles (CO₂ biogénique fermentation, CH₄);
- émissions résultant de la combustion en torchère du biogaz capté par le système de collecte aménagé sur le LET (CO₂ biogénique biocombustible, CH₄, N₂O);
- émissions résultant de la combustion de gaz naturel en chaudière pour fin de chauffage des bâtiments et du système de traitement des lixiviats (CO₂ anthropogénique, CH₄, N₂O);
- émissions dues à la valorisation du biogaz en milieu industriel (CO₂ biogénique, CH₄, N₂O);
- émissions évitées dues à la substitution du gaz naturel par du biogaz dans des applications industrielles (CO₂ anthropogénique, CH₄, N₂O);
- émissions dues à la machinerie lourde utilisée pour les opérations d'enfouissement (CO₂ anthropogénique, CH₄, N₂O).

Évidemment, les émissions fugitives de biogaz à la surface des cellules d'enfouissement représentent la plus importante source d'émissions de GES à l'atmosphère.

2.3 GAZ À EFFET DE SERRE QUANTIFIÉS

Compte tenu des activités réalisées sur le site, les GES suivants sont quantifiés :

- CH₄;
- CO₂ d'origine anthropogénique;
- N₂O.

Le total des émissions pour chacun des gaz à effet de serre identifié est calculé puis le total des émissions de GES est exprimé en tonne métrique équivalent CO₂ en utilisant les pouvoirs de réchauffement planétaire actuellement en vigueur au Canada (Environnement et Changement climatique Canada, 2017) :

GAZ À EFFET DE SERRE	POTENTIEL DE RÉCHAUFFEMENT PLANÉTAIRE
Le dioxyde de carbone (CO ₂)	1
Le méthane (CH ₄)	25
L'oxyde nitreux (N ₂ O)	298

Les émissions de CO₂ d'origine biogénique (fermentation des matières résiduelles et combustion de biogaz) sont quantifiées et rapportées à part compte tenu qu'elles ne doivent pas être comptabilisées dans le total des émissions d'une installation conformément aux directives de déclaration fédérales (Environnement et Changement climatique Canada, 2016).

2.4 PÉRIODE DE QUANTIFICATION

La principale source d'émissions de GES sur un lieu d'enfouissement correspond aux émissions de biogaz à la surface des cellules d'enfouissement. Ces émissions sont variables dans le temps en raison du processus de fermentation de la matière organique.

Compte tenu que dans la procédure d'évaluation des impacts d'un projet sur l'environnement, on cherche à évaluer le pire scénario, la présente quantification portera sur l'année maximale d'émissions de biogaz à l'atmosphère. Cette approche est également retenue pour la réalisation de l'étude de dispersion atmosphérique des contaminants à l'atmosphère conformément aux directives du ministère du Développement durable, de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques (MDDELCC).

De plus, conformément à cette procédure et à la notion d'année de référence de la norme ISO 14064-1, une comparaison sera faite avec la situation actuelle. À cet effet, les émissions du projet sont comparées aux émissions déclarées en 2016 par l'exploitant du lieu conformément aux exigences du *Règlement sur la déclaration obligatoire de certaines émissions de contaminants dans l'atmosphère* (RDOCECA).

Le bilan net des émissions de GES résultant du projet est donc obtenu en retranchant les émissions de GES actuelles aux prévisions d'émissions obtenues pour l'année d'émission maximale de biogaz à l'atmosphère.

2.5 MÉTHODES DE CALCUL

2.5.1 ÉMISSIONS FUGITIVES DE BIOGAZ

Les émissions fugitives de biogaz sont déterminées par différence entre la quantité de biogaz produit et les quantités de biogaz collecté et de biogaz oxydé à travers le sol de recouvrement du LET.

Dans un premier temps, l'estimation de la production et de la collecte des biogaz est effectuée à l'aide d'un logiciel développé par WSP incorporant l'équation de calcul du modèle LANDGEM. Le modèle WSP permet une certaine flexibilité au niveau de la variation de différentes valeurs de « Lo » et de « k » et d'efficacité de captage par secteur d'enfouissement ou par année.

Les différents intrants utilisés par ce modèle sont :

- taux d'enfouissement annuel de matières résiduelles;
- taux de production de méthane par tonne de matières résiduelles « Lo »;
- taux de décroissance de la génération de méthane « k »;
- concentration de méthane dans le biogaz produit;
- efficacité du système de captage des biogaz théorique en fonction de l'avancement des travaux de recouvrement et de mise en service des équipements de soutirage.

Le niveau d'oxydation à travers le sol de recouvrement du LET est ensuite déterminé au prorata des superficies couvertes d'un recouvrement en sol par rapport aux superficies occupées.

2.5.2 IMPACT DU DÉTOURNEMENT DE LA MATIÈRE ORGANIQUE

Une évaluation de la généralisation de la collecte des MRO sur la composition des matières enfouies a été réalisée par AECOM dans le cadre de l'étude d'impact pour le projet d'agrandissement du LET de Sainte-Sophie.

Cette évaluation est basée sur le territoire de desserte du LET et des services de collecte des MRO fonctionnels en 2015. Deux scénarios ont été établis :

- Scénario de performance élevée de collecte des MRO (Scénario 3A de l'étude des besoins) :
 - Retrait de 102 kg/hab/an de MRO sur un total de matières éliminées en 2015 de 685 kg/hab/an;
 - MRO retirées en proportion résidus alimentaires/résidus verts (RA/RV) de 80/20.
- Scénario de performance de base de collecte des MRO (Scénario 3B de l'étude des besoins) :
 - Retrait de 16 kg/hab/an sur un total de matières éliminées en 2015 de 685 kg/hab/an;
 - MRO retirées en proportion RA/RV de 80/20.

L'atteinte de ces objectifs a été fixée pour 2022, soit juste avant l'ouverture de la Zone 6.

Comme le détournement de la matière organique de l'enfouissement aura un impact sur la production de biogaz, ces deux scénarios seront considérés pour l'évaluation des émissions fugitives de biogaz à l'atmosphère. Pour ce faire, la valeur de production de méthane par tonne de matières résiduelles enfouies « Lo » ainsi que la constante de dégradation « k » utilisées par le modèle de génération du biogaz, seront réajustées de manière à refléter les quantités de résidus alimentaires et de résidus verts détournées selon ces scénarios.

2.5.3 SOURCES DE COMBUSTION FIXES – TORCHÈRE

Conformément à la méthode QC.1.3.1 du RDOCECA, les émissions de CO₂ biogéniques reliées à la combustion du biogaz capté en torchère sont calculées en utilisant le facteur d'émission du CO₂, le pouvoir calorifique supérieur par défaut du méthane d'enfouissement et la quantité annuelle de méthane d'enfouissement brûlé à l'aide de l'équation 1-1 du Règlement, soit :

$$CO_2 = Combustible * PCS * FE * 0,001$$

Où :

CO₂ = Émissions annuelles de CO₂ (tonnes métriques)

Combustible = Volume de méthane d'enfouissement (10³ m³)

PCS = Pouvoir calorifique supérieur du méthane d'enfouissement (GJ/10³ m³)

FE = Facteur d'émission de CO₂ du méthane d'enfouissement (kg CO₂/GJ)

0,001 = Facteur de conversion de kilogramme à tonne métrique

Conformément à la méthode QC.1.4.1 du RDOCECA, les émissions de CH₄ reliées à cette source ont été calculées en utilisant le facteur d'émission du CH₄, le pouvoir calorifique par défaut du méthane d'enfouissement et la quantité annuelle de méthane d'enfouissement brûlé à l'aide de l'équation 1-10 du Règlement, soit :

$$CH_4 = Combustible * PCS * FE * 0,000001$$

Où :

CH₄ = Émissions annuelles de CH₄ (tonnes métriques)

Combustible = Volume de méthane d'enfouissement (10³ m³)

PCS = Pouvoir calorifique supérieur du méthane d'enfouissement (GJ/10³ m³)

FE = Facteur d'émission de CH₄ du méthane d'enfouissement (g CH₄/GJ)

0,000001 = Facteur de conversion de gramme à tonne métrique

Conformément à la méthode QC.1.4.1 du RDOCECA, les émissions de N₂O reliées à cette source ont été calculées en utilisant le facteur d'émission du N₂O, le pouvoir calorifique par défaut du méthane d'enfouissement et la quantité annuelle de méthane d'enfouissement brûlé à l'aide de l'équation 1-10 du Règlement, soit :

$$N_2O = Combustible * PCS * FE * 0,000001$$

Où :

N_2O = Émissions annuelles de N_2O (tonnes métriques)

Combustible = Volume de méthane d'enfouissement (10^3 m^3)

PCS = Pouvoir calorifique supérieur du méthane d'enfouissement ($\text{GJ}/10^3 \text{ m}^3$)

FE = Facteur d'émission de N_2O du méthane d'enfouissement ($\text{g } N_2O/\text{GJ}$)

0,000001 = Facteur de conversion de gramme à tonne métrique

2.5.4 SOURCES DE COMBUSTION FIXES – CHAUDIÈRES ALIMENTÉES AU GAZ NATUREL

Conformément à la méthode QC.1.3.1 du RDOCECA, les émissions de CO_2 anthropogéniques reliées à la combustion de gaz naturel en chaudière pour fins de chauffage sont calculées en utilisant le facteur d'émission du CO_2 et la quantité annuelle de gaz naturel consommé à l'aide de l'équation 1-1.1 du Règlement, soit :

$$CO_2 = \text{Combustible} * FEG * 0,001$$

Où :

CO_2 = Émissions annuelles de CO_2 (tonnes métriques)

Combustible = Volume de gaz naturel (m^3)

FEG = Facteur d'émission de CO_2 du gaz naturel (usage industriel) ($\text{kg } CO_2/\text{m}^3$)

0,001 = Facteur de conversion de kilogramme à tonne métrique

Conformément à la méthode QC.1.4.1 du RDOCECA, les émissions de CH_4 reliées à cette source ont été calculées en utilisant le facteur d'émission du CH_4 et la quantité annuelle de gaz naturel consommé à l'aide de l'équation 1-10.1 du Règlement, soit :

$$CH_4 = \text{Combustible} * PCS * FEG * 0,000001$$

Où :

CH_4 = Émissions annuelles de CH_4 (tonnes métriques)

Combustible = Volume de gaz naturel (m^3)

FEG = Facteur d'émission de CH_4 du gaz naturel (usage industriel) ($\text{g } CH_4/\text{m}^3$)

0,000001 = Facteur de conversion de gramme à tonne métrique

Conformément à la méthode QC.1.4.1 du RDOCECA, les émissions de N_2O reliées à cette source ont été calculées en utilisant le facteur d'émission du N_2O et la quantité annuelle de gaz naturel consommée à l'aide de l'équation 1-10.1 du Règlement, soit :

$$N_2O = \text{Combustible} * FEG * 0,000001$$

Où :

N_2O = Émissions annuelles de N_2O (tonnes métriques)

Combustible = Volume de gaz naturel (m^3)

FEG = Facteur d'émission de N_2O du gaz naturel (usage industriel) ($g N_2O/m^3$)

0,000001 = Facteur de conversion de gramme à tonne métrique

2.5.5 VALORISATION DES BIOGAZ

Conformément aux méthodes QC.1.31. et QC.1.4.1 du RODOCECA, les émissions de GES liées à la valorisation des biogaz en milieu industriel sont calculées à l'aide des équations 1-1 et 1-10 du Règlement en fonction des facteurs d'émission de GES, le pouvoir calorifique supérieur par défaut du méthane d'enfouissement et la quantité annuelle de méthane d'enfouissement valorisé. Le détail des équations est présenté à la section 2.5.3.

2.5.6 SUBSTITUTION DE COMBUSTIBLES FOSSILES

Les émissions évitées par la substitution de gaz naturel par du biogaz sont quantifiées en se basant sur la quantité d'énergie disponible pour la valorisation à partir du biogaz capté, une comparaison du pouvoir calorifique des deux combustibles et les facteurs d'émission de GES pour l'utilisation de gaz naturel en milieu industriel. Les méthodes QC.1.3.1 et QC.1.4.1 du RODOCECA sont utilisées pour estimer les émissions et le détail des équations est présenté à la section 2.5.4.

2.5.7 SOURCES MOBILES – MACHINERIE LOURDE ET AUTRES VÉHICULES

Conformément à la méthode QC.27.3.1 du RODOCECA, les émissions de CO_2 associées à la machinerie lourde et autres véhicules utilisés pour assurer l'exploitation des installations de l'exploitant, sont calculées en utilisant le facteur d'émission du CO_2 et la quantité annuelle de combustible consommé à l'aide de l'équation 27-1 du règlement, soit :

$$CO_2 = Combustible * FE * 1000 * 0,001$$

Où :

CO_2 = Émissions annuelles de CO_2 (tonnes métriques)

Combustible = Volume de diesel ou d'essence (kilolitres)

FE = Facteur d'émission de CO_2 du diesel ou de l'essence ($kg CO_2/litre$)

1000 = Facteur de conversion de litres en kilolitres

0,001 = Facteur de conversion de kilogramme à tonne métrique

Conformément à la méthode QC.27.4.1 du RODOCECA, les émissions de CH_4 associées à la machinerie lourde utilisée pour assurer l'exploitation des installations de l'exploitant, sont calculées en utilisant le facteur d'émission du CH_4 et la quantité annuelle de combustible consommé à l'aide de l'équation 27-2 du Règlement, soit :

$$CH_4 = Combustible * FE * 1000 * 0,000001$$

Où :

CH₄ = Émissions annuelles de CH₄ (tonnes métriques)

Combustible = Volume de diesel ou d'essence (kilolitres)

FE = Facteur d'émission de CH₄ du diesel ou de l'essence (g CH₄/litre)

1000 = Facteur de conversion de litres en kilolitres

0,000001 = Facteur de conversion de gramme à tonne métrique

Conformément à la méthode QC.27.4.1 du RDOCECA, les émissions de N₂O associées à la machinerie lourde utilisée pour assurer l'exploitation des installations de l'exploitant, sont calculées en utilisant le facteur d'émission du N₂O et la quantité annuelle de combustible consommé à l'aide de l'équation 27-2 du Règlement, soit :

$$N2O = Combustible * FE * 1000 * 0,000001$$

Où :

N₂O = Émissions annuelles de N₂O (tonnes métriques)

Combustible = Volume de diesel ou d'essence (kilolitres)

FE = Facteur d'émission de N₂O du diesel ou de l'essence (g N₂O/litre)

1000 = Facteur de conversion de litres en kilolitres

0,000001 = Facteur de conversion de gramme à tonne métrique

3 QUANTIFICATION DES ÉMISSIONS DU PROJET

3.1 ÉMISSIONS FUGITIVES DE BIOGAZ

3.1.1 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 WM et la documentation existante typique d'un LET.

Les différents intrants utilisés pour la présente estimation sont :

- taux d'enfouissement annuel de matières résiduelles;
 - taux de production de méthane par tonne de matières résiduelles « Lo »;
 - taux de décroissance de la génération de méthane « k »;
 - concentration de méthane dans le biogaz produit;
 - efficacité du système de captage des biogaz théorique en fonction de l'avancement des travaux de recouvrement et de mise en service des équipements de soutirage.
-

3.1.2 QUANTITÉS DE MATIÈRES RÉSIDUELLES

Le lieu d'enfouissement de Sainte-Sophie est en exploitation depuis 1964. Les données d'enfouissement de 1964 à 2006 correspondent aux données transmises par WM dans le cadre de l'étude de dispersion atmosphérique datée de juillet 2007 (André Simard & associés, 2007).

En ce qui concerne les années 2007 à 2016, les données d'enfouissement déclarées dans les rapports annuels d'exploitation ont été utilisées. Comme une certaine partie des matières reçues sont des matières inertes qui ne produisent pas de biogaz, seuls les tonnages correspondant aux catégories de matières suivantes ont été utilisés :

- résidentiel;
- industriel, commercial, institutionnel (ICI);
- débris de construction et de démolition;
- boues;
- carcasses.

Le scénario d'enfouissement retenu pour la modélisation pour les années 1964 à 2016 est présenté au tableau 3-1. Le tonnage total de matières résiduelles s'élève à 18 023 506 tonnes.

Tableau 3-1 Scénario d'enfouissement – 1964 à 2016

MATIÈRES RÉSIDUELLES EXCLUANT MATIÈRES INERTES			
ANNÉE	TONNAGE ANNUEL (t)	SECTEUR	TONNAGE CUMULATIF (t)
1964	20 000		20 000
1965	20 000		40 000
1966	20 000		60 000
1967	20 000		80 000
1968	20 000		100 000
1969	20 000		120 000
1970	20 000		140 000
1971	20 000		160 000
1972	20 000		180 000
1973	20 000		200 000
1974	20 000		220 000
1975	20 000	Zone 3A et ancien site	240 000
1976	50 000		290 000
1977	50 000		340 000
1978	50 000		390 000
1979	50 000		440 000
1980	50 000		490 000
1981	50 000		540 000
1982	50 000		590 000
1983	50 000		640 000
1984	50 000		690 000
1985	50 000		740 000
1986	50 000		790 000
1987	50 000		840 000
1988	50 000		890 000
1989	100 000		990 000
1990	100 000		1 090 000
1991	100 000	1 190 000	
1992	211 862	Zone 2A	1 401 862
1993	247 526		1 649 388
1994	333 369		1 982 757
1995	348 574		2 331 331
1996	358 526		2 689 857
1997	460 137		3 149 994
1998	788 195		3 938 189
1999	864 323		4 802 512
2000	889 478		5 691 990
2001	1 040 802	Zone 1	6 732 792
2002	961 992		7 694 784
2003	746 931		8 441 715
2004	792 792		9 234 507
2005	127 408		9 361 915
2006	668 894	Zone 4	10 030 810
2007	870 685		10 901 495
2008	723 646		11 625 141
2009	685 042		12 310 183
2010	847 278		13 157 462
2011	314 219		13 471 681
2012	220 575	13 692 256	
2012	500 889	14 193 145	
2012	72 229	Zone 5a	14 265 373
2013	887 046		15 152 419
2014	926 837		16 079 256
2015	995 128		17 074 384
2016	949 121		18 023 506

Les données d'enfouissement utilisées pour les années 2017 et suivantes, c'est-à-dire jusqu'à la fin de l'exploitation de la Zone 5B correspondent aux tonnages annuels maximaux prévus au décret 809-2016 auxquels une proportion a été retranchée pour tenir compte des matières non décomposables (moyenne de 4,13 % calculée sur les données d'enfouissement de 2013 à 2016). Les quantités de matières résiduelles considérées pour l'étude sont les suivantes :

- 2017 : 885 000 t;
- 2018 : 951 989 t;
- 2019 : 948 154 t;
- 2020 : 944 319 t;
- 2021 : 940 485 t;
- 2022 : 936 650 t.

La fin de l'exploitation de la Zone 5B est prévue pour 2022. Selon le séquençage établi pour la Zone 6, ce secteur sera en exploitation de 2023 à 2041 avec un tonnage annuel de matières résiduelles de 1 Mt pour un total de 18 600 000 t.

3.1.3 VALEURS DE « K » ET « LO »

Le niveau de production de biogaz a été estimé à l'aide de l'équation de calcul du modèle LANDGEM. 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 le taux de décroissance de la génération du méthane « k » et la production totale de méthane par tonne de matières résiduelles « Lo ».

L'Inventaire national des émissions de GES du Canada (Environnement Canada, 2017) présente les valeurs applicables pour le taux de décroissance de la génération de méthane « k » et la production totale de méthane par tonne de déchets « Lo », selon les provinces du Canada et les années d'enfouissement, et ce, pour les sites d'enfouissement de déchets municipaux (voir tableau 3-2). Ces valeurs ont été utilisées dans un premier temps pour la modélisation.

Tableau 3-2 Valeurs de « k » et « Lo » selon le Rapport d'inventaire national du Canada (2017)

PÉRIODE	VALEUR DE K	VALEUR DE LO	
	(an ⁻¹)	(kg CH ₄ / TM déchets)	(m ³ CH ₄ / TM déchets)
1941 - 1975	0,053	154,7	231,93
1976 - 1989	0,057	82,83	124,18
1990 - 2007	0,059	81,55	122,26
2008- à ce jour	0,056	84	125,94

3.1.4 CONCENTRATION DE MÉTHANE

Pour fins de modélisation, une concentration en méthane de 53 % vol. dans le biogaz généré a été utilisée pour les secteurs fermés et la Zone 6 compte tenu que la moyenne des concentrations de méthane mesurées à la station de pompage du biogaz pour la période 2015 à 2017 est de 52,62 % vol.

3.1.5 EFFICACITÉ DE CAPTAGE

Le réseau de captage du biogaz au LET de Sainte-Sophie est composé de tranchées horizontales aménagées au fur et à mesure de l'enfouissement des matières résiduelles. À la fin de l'exploitation d'un secteur, le réseau est bonifié par l'ajout de puits d'extraction verticaux.

Le recouvrement final des Zones 1, 2A, 3A et de l'ancien site est constitué d'argile alors que le recouvrement final des Zones 4, 5A, 5B et 6 est constitué d'une géomembrane.

Compte tenu de la plus grande perméabilité du recouvrement durant la phase d'exploitation, l'efficacité de captage a été établie à 70 % durant cette période pour les secteurs n'ayant pas encore de recouvrement final. Considérant la nature de recouvrement final des Zones 1, 2A, 3A et ancien site, l'efficacité de captage a été fixée à 85 % pour ces secteurs. Cette efficacité est toutefois augmentée à 95 % pour les Zones 4, 5A, 5B et 6 compte tenu de l'utilisation d'une géomembrane au lieu de l'argile.

En effet, l'US EPA (2008) considère que l'efficacité de collecte du biogaz peut être supérieure à 85 % et même atteindre 95 % pour les sites munis d'un système d'imperméabilisation en géomembranes et d'un réseau complet d'extraction du biogaz.

Afin de minimiser les émissions à l'atmosphère durant la phase d'exploitation, l'utilisation d'un recouvrement intermédiaire constitué d'une géomembrane sacrificielle est envisagée pour la Zone 6. Une efficacité de 95 % a été retenue dans ce cas.

L'efficacité de captage globale du réseau de captage du biogaz du LET a été calculée au prorata de la superficie fermée par rapport à la superficie occupée en assumant que l'efficacité de captage du réseau est de 85 % (Zones 1, 2A, 3A et ancien site) ou 95 % (Zones 4, 5A, 5B et 6) dans les secteurs fermés, de 70 % dans les secteurs en opération sans recouvrement intermédiaire et de 95 % pour les secteurs en opération de la Zone 6 avec recouvrement intermédiaire.

Le scénario de fermeture de la Zone 6 a été établi à partir du séquençage développé dans le cadre de l'étude de conception technique du projet d'agrandissement du LET (WSP, 2018). Le tableau 3-3 présente l'efficacité de captage résultante pour la Zone 6 pour les années 2023 à 2041.

Tableau 3-3 Efficacité de captage 2023-2041 – Zone 6

ANNÉE	SUPERFICIE OCCUPÉE CUMULATIVE (ha)	SUPERFICIE ANNUELLE NETTE REC. INTERMÉDIAIRE (ha)	SUPERFICIE CUMULATIVE REC. INTERMÉDIAIRE (ha)	SUPERFICIE ANNUELLE FERMETURE (ha)	SUPERFICIE FERMÉE CUMULATIVE (ha)	PROPORTION SUPERFICIES REC. INTERMÉDIAIRE (%)	PROPORTION SUPERFICIES FERMÉES (%)	EFFICACITÉ DE CAPTAGE RÉSULTANTE (%)
2023	10,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,00
2024	15,4	0,9	0,9	1,5	1,5	5,9	9,5	73,85
2025	23,6	6,7	7,6	1,5	3,0	32,1	12,8	81,22
2026	25,8	1,6	9,2	0,7	3,7	35,4	14,3	82,42
2027	28,9	0,2	9,4	2,8	6,5	32,6	22,4	83,74
2028	35,7	3,4	12,8	3,5	10,0	35,8	27,9	85,90
2029	40,5	3,7	16,5	1,1	11,0	40,6	27,3	86,97
2030	42,7	-1,8	14,6	4,1	15,1	34,2	35,4	87,39
2031	44,7	-1,9	12,7	3,8	18,9	28,5	42,4	87,72
2032	46,1	-1,9	10,9	3,4	22,3	23,5	48,3	87,96
2033	48,1	-0,8	10,1	2,7	25,0	20,9	52,0	88,24
2034	53,2	2,4	12,4	2,8	27,8	23,4	52,2	88,89
2035	56,1	-2,6	9,8	5,5	33,3	17,5	59,3	89,21
2036	57,8	-3,3	6,5	5,0	38,3	11,3	66,3	89,38
2037	59,8	-0,6	5,9	2,6	40,9	9,9	68,4	89,57
2038	61,8	-1,6	4,3	3,6	44,5	6,9	72,1	89,74
2039	64,2	-1,2	3,1	3,6	48,1	4,8	75,0	89,94
2040	67,4	-3,1	0,0	7,7	55,8	0,0	82,8	90,69
2041	67,4	0,0	0,0	11,6	67,4	0,0	100,0	95,00

3.1.6 CALIBRAGE DU MODÈLE

Dans un premier temps, les données « k » et « Lo » d'Environnement Canada présentées au tableau 3-2 ont été utilisées pour effectuer l'estimation de la production et du captage du biogaz. Par la suite, une comparaison des débits de méthane capté estimés par le modèle prédictif et des débits de méthane réellement capté de 2015 à 2017 a été menée afin de vérifier la précision du modèle. La comparaison du modèle et des données d'opération réelles a été effectuée sur une base méthane afin d'éviter l'effet de la dilution avec de l'air du biogaz capté à la station de pompage.

Les résultats du modèle de génération et de captage des biogaz ainsi que les données d'opération enregistrées sont présentés au tableau 3-4.

Tableau 3-4 Comparaison modèle – Données d'opération – Lo Environnement Canada

ANNÉE	DÉBIT CH ₄ CAPTÉ MODÉLISATION (scfm)	DÉBIT CH ₄ CAPTÉ RÉEL (scfm)	RATIO MODÉLISATION/RÉEL
2015	3463	3028	1,14
2016	3704	3252	1,14
2017	3822	3392	1,13

Cette comparaison a permis de constater que le modèle surévaluait la production de méthane. Le modèle a donc été calibré. Pour ce faire, une valeur personnalisée de génération de méthane (Lo) a été établie à l'aide de l'équation de calcul de l'Inventaire du Canada (dérivée de l'équation de calcul du GIEC) :

$$L_0 = MCF \times DOC \times DOC_F \times F \times \frac{16}{12} \times 1000 \frac{kgCH_4}{tCH_4}$$

Où :

DOC = Carbone organique dégradable (tonne carbone/tonne déchets)

$$DOC = (0,4xA + 0,24xB + 0,15xC + 0,43xD + 0,2xE + 0,24 \times F + 0,39 \times G)$$

- A = proportion des déchets constituée de papier et carton
- B = proportion des déchets constituée de textile
- C = proportion des déchets constituée de résidus alimentaires
- D = proportion des déchets constituée de bois et paille
- E = proportion des déchets constituée de résidus verts
- F = proportion des déchets constituée de couches
- G = proportion des déchets constituée de cuir et caoutchouc

Cette équation a été appliquée à la composition typique des différentes collectes destinées à l'enfouissement établies par Recyc-Québec (2013) (2015) (voir tableau 3-5). Le tableau 3-6 présente le calcul de la valeur de « Lo » applicable au LET de Sainte-Sophie en tenant compte de la proportion de chacune des collectes reçues de 2013 à 2016.

Tableau 3-5 Composition typique des collectes de matières résiduelles

MATIÈRES	COLLECTES MUNICIPALES		COLLECTES ICI		COLLECTES CRD		GLOBAL	
	(tonnes)	(%)	(tonnes)	(%)	(tonnes)	(%)	(tonnes)	(%)
Papier carton	179 963	7,92	302 000	15,23	22 000	2,86	503 963	10,03
Verre	63 142	2,78	33 000	1,66	3 000	0,39	99 142	1,97
Métal	43 738	1,92	65 000	3,28	18 000	2,34	126 738	2,52
Plastique	164 748	7,25	277 000	13,97	32 000	4,16	473 748	9,43
Résidus verts	282 965	12,45	83 000	4,19	15 000	1,95	380 965	7,58
Résidus alimentaires	585 363	25,76	726 000	36,61	5 000	0,65	1 316 363	26,20
Autres matières compostables acceptées 3ème voie	117 751	5,18	0	0,00	0	0,00	117 751	2,34
Autres matières compostables souillées	304 149	13,39	0	0,00	0	0,00	304 149	6,05
Encombrants et résidus CRD (excluant bois)	311 392	13,70	197 000	9,93	412 000	53,51	920 392	18,32
Bois	46 116	2,03	132 000	6,66	193 000	25,06	371 116	7,39
RDD	24 115	1,06	15 000	0,76	2 000	0,26	41 115	0,82
Textiles	89 718	3,95	56 000	2,82	3 000	0,39	148 718	2,96
Autres	59 029	2,60	97 000	4,89	65 000	8,44	221 029	4,40
TOTAL	2 272 189	100,00	1 983 000	100,00	770 000	100,00	5 025 189	100,00

Tableau 3-6 Calcul de la valeur de Lo – LET de Sainte-Sophie

MATIÈRES	2013		Lo 2013		2014		Lo 2014		2015		Lo 2015		2016		Lo 2016	
	(tonnes)	(%)	(tonnes)	(%)	(tonnes)	(%)	(tonnes)	(%)	(tonnes)	(%)	(tonnes)	(%)	(tonnes)	(%)	(tonnes)	(%)
Déchets domestiques	792 395	89,33	105,71		830 898	89,65	105,71		816 502	82,05	105,71		777 291	81,90	105,71	
Déchets commerciaux	48 422	5,46	101,47		51 239	5,53	101,47		119 147	11,97	101,47		91 415	9,63	101,47	
CRD	27 588	3,11	79,47		30 202	3,26	79,47		39 505	3,97	79,47		63 517	6,69	79,47	
Carcasses	136	0,02	95,35		46	0,01	95,35		48	0,00	95,35		88	0,01	95,35	
Boues	18 504	2,09	31,78		14 452	1,56	31,78		19 926	2,00	31,78		16 811	1,77	31,78	
TOTAL	887 046	100,00	103,12		926 837	100,00	103,47		995 128	100,00	102,68		949 121	100,00	102,24	
MOYENNE 2013-2016	102,88															

La valeur moyenne obtenue pour les années 2013-2016 est de 102,88 t CH₄/tonne déchets. Cette valeur a été utilisée dans le modèle de génération des biogaz pour les Zones 4, 5A et 5B. Le tableau 3-7 présente la comparaison des résultats obtenus en utilisant cette valeur personnalisée et les données d'opération.

Tableau 3-7 Comparaison modèle – Données d'opération – Lo personnalisé

ANNÉE	DÉBIT CH ₄ CAPTÉ MODÉLISATION (scfm)	DÉBIT CH ₄ CAPTÉ RÉEL (scfm)	RATIO MODÉLISATION/RÉEL
	2015	3103	3028
2016	3285	3252	1,01
2017	3368	3392	0,99

On obtient ainsi une bonne corrélation entre le modèle et les données d'opération en utilisant le portrait de la composition des matières résiduelles au Québec et la proportion des collectes reçues au LET de Sainte-Sophie. Cette valeur personnalisée de « Lo » a également été utilisée pour la modélisation de la production de biogaz pour la Zone 6.

3.1.7 DÉTOURNEMENT DE LA MATIÈRE ORGANIQUE

IMPACT SUR LA VALEUR DE « LO »

Une nouvelle valeur de « Lo » a été calculée pour chacun des scénarios de détournement des MRO en réajustant la composition typique des collectes municipales et ICI en fonction des proportions exprimées à la section 2.5.7.

La composition typique des matières résiduelles réajustée en fonction du Scénario 3A de détournement des MRO est présentée au tableau 3-8 alors que celle représentative du Scénario 3B est présentée au tableau 3-9. Les calculs des nouvelles valeurs personnalisées de « Lo » applicables pour 2022 sont présentés aux tableaux 3-10 et 3-11. Ces valeurs ont été calculées en conservant la proportion des différentes collectes observées de 2013 à 2016.

Cet exercice permet de constater que le détournement de la matière organique résiduelle entraîne une légère hausse du facteur « Lo », celui-ci passant de 102,88 m³ CH₄/tonne de déchets (statu quo) à 102,96 m³ CH₄/tonne de déchets (Scénario 3b) et 103,46 m³ CH₄/tonne de déchets (Scénario 3A).

Cette augmentation s'explique par le fait que les matières organiques détournées sont constituées de résidus alimentaires (RA) et de résidus verts (RV) et que ces matières contiennent moins de carbone biodégradable que les autres matières telles que le bois, le papier et le carton. Il en résulte donc que la proportion de matières plus riches en carbone augmente ce qui fait augmenter la valeur « Lo ».

IMPACT SUR LA VALEUR DE « K »

Comme indiqué précédemment, les matières organiques détournées sont constituées de RA et RV. Ces matières se décomposent plus rapidement que le bois et le papier par exemple. On peut donc s'attendre à ce que le détournement de ces matières ait un impact sur la valeur de « k ».

L'impact du détournement des MRO a été évalué en établissant dans un premier temps la valeur de « k » pour la situation statu quo en utilisant les valeurs par défaut suggérées par le GIEC (2006). Par la suite, une nouvelle valeur de « k » a été calculée en retranchant les proportions de RA/RV détournées (voir tableau 3-12). Les valeurs globales pour chacun des scénarios ont par la suite été calculées en fonction de la proportion de chacune des collectes reçues au LET de Sainte-Sophie de 2013 à 2016. Les Scénarios 3A et 3B entraînent une décroissance de la valeur de « k » de 14,34 % et 1,96 % respectivement.

Ces décroissances ont ensuite été appliquées à la valeur de « k » recommandée pour le Québec par Environnement Canada, soit 0,056 an⁻¹ pour le scénario statu quo. Ceci se traduit par des valeurs de « k » de 0,048 et 0,055 an⁻¹ pour les Scénarios 3A et 3B. Comme pour les nouvelles valeurs de « Lo », la décroissance a été appliquée de façon linéaire entre 2015 et 2022.

3.1.8 OXYDATION DU MÉTHANE

Le passage du biogaz à travers un recouvrement final constitué de sols entraîne une oxydation d'une partie du méthane non collecté. Selon le *Règlement concernant le système de plafonnement et d'échange de droits d'émission de gaz à effet de serre* (Gouvernement du Québec, 2017), un facteur d'oxydation du méthane de 10 % est considéré pour les lieux d'enfouissement dotés d'un recouvrement final en sols alors qu'il est nul pour les lieux dotés d'un recouvrement final en géomembrane conforme au REIMR.

Les émissions de biogaz à l'atmosphère ont été déterminées en retranchant le débit de biogaz capté du débit de biogaz produit puis en retranchant la portion oxydée calculée au prorata des superficies non fermées avec une géomembrane par rapport aux superficies occupées.

3.1.9 RÉSULTATS

Les résultats de la modélisation de la production et du captage du biogaz pour chacun des scénarios de gestion des matières organiques résiduelles sont présentés aux tableaux 3-13 et 3-14. Les estimations des émissions de biogaz à l'atmosphère y sont également présentées pour la période 2023-2060.

Tableau 3-8 Composition des matières résiduelles – Scénario 3A de détournement des MRO

MATIÈRES	COLLECTES MUNICIPALES				COLLECTES ICI				COLLECTES CRD				GLOBAL			
	ACTUEL		2022		ACTUEL		2022		ACTUEL		2022		ACTUEL		2022	
	(tonnes)	(%)	(tonnes)	(%)	(tonnes)	(%)	(tonnes)	(%)	(tonnes)	(%)	(tonnes)	(%)	(tonnes)	(%)	(tonnes)	(%)
Papier carton	179 963	7,92	179 963	9,31	302 000	15,23	302 000	17,89	22 000	2,86	22 000	2,86	503 963	10,03	503 963	11,48
Verre	63 142	2,78	63 142	3,27	33 000	1,66	33 000	1,96	3 000	0,39	3 000	0,39	99 142	1,97	99 142	2,26
Métal	43 738	1,92	43 738	2,26	65 000	3,28	65 000	3,85	18 000	2,34	18 000	2,34	126 738	2,52	126 738	2,89
Plastique	164 748	7,25	164 748	8,52	277 000	13,97	277 000	16,41	32 000	4,16	32 000	4,16	473 748	9,43	473 748	10,79
Résidus verts	282 965	12,45	215 297	11,13	83 000	4,19	23 944	1,42	15 000	1,95	15 000	1,95	380 965	7,58	254 241	5,79
Résidus alimentaires	585 363	25,76	314 691	16,27	459 000	23,15	222 777	13,20	0	0,00	0	0,00	1 044 363	20,78	537 467	12,24
Autres matières compostables acceptées 3ème voie	117 751	5,18	117 751	6,09	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	117 751	2,34	117 751	2,68
Autres matières compostables souillées	304 149	13,39	304 149	15,73	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	304 149	6,05	304 149	6,93
Autres matières organiques	0	0,00	0	0,00	267 000	13,46	267 000	15,82	5 000	0,65	5 000	0,65	272 000	5,41	272 000	6,19
Encombrants et résidus CRD (excluant bois)	311 392	13,70	311 392	16,10	197 000	9,93	197 000	11,67	412 000	53,51	412 000	53,51	920 392	18,32	920 392	20,96
Bois	46 116	2,03	46 116	2,38	132 000	6,66	132 000	7,82	193 000	25,06	193 000	25,06	371 116	7,39	371 116	8,45
ROD	24 115	1,06	24 115	1,25	15 000	0,76	15 000	0,89	2 000	0,26	2 000	0,26	41 115	0,82	41 115	0,94
Textiles	89 718	3,95	89 718	4,64	56 000	2,82	56 000	3,32	3 000	0,39	3 000	0,39	148 718	2,96	148 718	3,39
Autres	59 029	2,60	59 029	3,05	97 000	4,89	97 000	5,75	65 000	8,44	65 000	8,44	221 029	4,40	221 029	5,03
TOTAL	2 272 189	100,00	1 933 848	100,00	1 983 000	100,00	1 687 721	100,00	770 000	100,00	770 000	100,00	5 025 189	100,00	4 391 570	100,00

Tableau 3-9 Composition des matières résiduelles – Scénario 3B de détournement des MRO

MATIÈRES	COLLECTES MUNICIPALES				COLLECTES ICI				COLLECTES CRD				GLOBAL			
	ACTUEL		2022		ACTUEL		2022		ACTUEL		2022		ACTUEL		2022	
	(tonnes)	(%)	(tonnes)	(%)	(tonnes)	(%)	(tonnes)	(%)	(tonnes)	(%)	(tonnes)	(%)	(tonnes)	(%)	(tonnes)	(%)
Papier carton	179 963	7,92	179 963	8,11	302 000	15,23	302 000	15,59	22 000	2,86	22 000	2,86	503 963	10,03	503 963	10,23
Verre	63 142	2,78	63 142	2,85	33 000	1,66	33 000	1,70	3 000	0,39	3 000	0,39	99 142	1,97	99 142	2,01
Métal	43 738	1,92	43 738	1,97	65 000	3,28	65 000	3,36	18 000	2,34	18 000	2,34	126 738	2,52	126 738	2,57
Plastique	164 748	7,25	164 748	7,42	277 000	13,97	277 000	14,30	32 000	4,16	32 000	4,16	473 748	9,43	473 748	9,62
Résidus verts	282 965	12,45	272 350	12,27	83 000	4,19	73 736	3,81	15 000	1,95	15 000	1,95	380 965	7,58	361 087	7,33
Résidus alimentaires	585 363	25,76	542 905	24,46	459 000	23,15	421 945	21,79	0	0,00	0	0,00	1 044 363	20,78	964 850	19,59
Autres matières compostables acceptées 3ème voie	117 751	5,18	117 751	5,31	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	117 751	2,34	117 751	2,39
Autres matières compostables souillées	304 149	13,39	304 149	13,71	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	304 149	6,05	304 149	6,17
Autres matières organiques	0	0,00	0	0,00	267 000	13,46	267 000	13,79	5 000	0,65	5 000	0,65	272 000	5,41	272 000	5,52
Encombrants et résidus CRD (excluant bois)	311 392	13,70	311 392	14,03	197 000	9,93	197 000	10,17	412 000	53,51	412 000	53,51	920 392	18,32	920 392	18,69
Bois	46 116	2,03	46 116	2,08	132 000	6,66	132 000	6,82	193 000	25,06	193 000	25,06	371 116	7,39	371 116	7,53
ROD	24 115	1,06	24 115	1,09	15 000	0,76	15 000	0,77	2 000	0,26	2 000	0,26	41 115	0,82	41 115	0,83
Textiles	89 718	3,95	89 718	4,04	56 000	2,82	56 000	2,89	3 000	0,39	3 000	0,39	148 718	2,96	148 718	3,02
Autres	59 029	2,60	59 029	2,66	97 000	4,89	97 000	5,01	65 000	8,44	65 000	8,44	221 029	4,40	221 029	4,49
TOTAL	2 272 189	100,00	2 219 116	100,00	1 983 000	100,00	1 936 682	100,00	770 000	100,00	770 000	100,00	5 025 189	100,00	4 925 798	100,00

Tableau 3-10 Calcul de la valeur de « Lo » - Scénario 3A

MATIÈRES	Proportions collectes 2013			Proportions collectes 2014			Proportions collectes 2015			Proportions collectes 2016		
	(tonnes)	(%)	Lo	(tonnes)	(%)	Lo	(tonnes)	(%)	Lo	(tonnes)	(%)	Lo
Déchets domestiques	792 395	89,33	106,40	830 898	89,65	106,40	816 502	82,05	106,40	777 291	81,90	106,40
Déchets commerciaux	48 422	5,46	101,41	51 239	5,53	101,41	119 147	11,97	101,41	91 415	9,63	101,41
CRD	27 588	3,11	79,47	30 202	3,26	79,47	39 505	3,97	79,47	63 517	6,69	79,47
Carcasses	136	0,02	95,35	46	0,01	95,35	48	0,00	95,35	88	0,01	95,35
Boues	18 504	2,09	31,78	14 452	1,56	31,78	19 926	2,00	31,78	16 811	1,77	31,78
TOTAL	887 046	100,00	103,73	926 837	100,00	104,08	995 128	100,00	103,24	949 121	100,00	102,79
MOYENNE 2013-2016	103,46											

Tableau 3-11 Calcul de la valeur de « Lo » - Scénario 3B

MATIÈRES	Proportions collectes 2013			Proportions collectes 2014			Proportions collectes 2015			Proportions collectes 2016		
	(tonnes)	(%)	Lo	(tonnes)	(%)	Lo	(tonnes)	(%)	Lo	(tonnes)	(%)	Lo
Déchets domestiques	792 395	89,33	105,81	830897,67	89,65	105,81	816502,19	82,05	105,81	777290,95	81,90	105,81
Déchets commerciaux	48 422	5,46	101,46	51239,47	5,53	101,46	119146,78	11,97	101,46	91415,02	9,63	101,46
CRD	27 588	3,11	79,47	30201,52	3,26	79,47	39505,35	3,97	79,47	63517,13	6,69	79,47
Carcasses	136	0,02	95,35	46,43	0,01	95,35	47,53	0,00	95,35	87,63	0,01	95,35
Boues	18 504	2,09	31,78	14451,74	1,56	31,78	19926,45	2,00	31,78	16810,62	1,77	31,78
TOTAL	887 046	100,00	103,21	926 837	100,00	103,56	995 128	100,00	102,76	949 121	100,00	102,32
MOYENNE 2013-2016	102,96											

Tableau 3-12 Valeurs de « k » pondérées par type de collecte et scénario de détournement

SCÉNARIO	VALEURS DE K PONDÉRÉES			
	COLLECTES MUNICIPALES	COLLECTES ICI	COLLECTES CRD	GLOBAL ⁽¹⁾
Statu quo	0,075	0,072	0,012	0,074
Scénario 3A	0,064	0,060	0,012	0,064
Scénario 3B	0,074	0,070	0,012	0,073

(1) Calculé selon les proportions de chacune des collectes reçues au LET

Tableau 3-13 Génération et captage des biogaz – Scénario 3A

ANNÉE	BIOGAZ GÉNÉRÉ (Mm³/an)	BIOGAZ CAPTÉ (Mm³/an)	BIOGAZ ÉMIS ATMOSPHÈRE (Mm³/an)
2023	129,02	119,44	9,11
2024	131,32	119,87	10,80
2025	133,56	121,64	11,32
2026	135,73	123,03	12,08
2027	137,85	124,64	12,59
2028	139,90	126,78	12,55
2029	141,89	128,68	12,68
2030	143,83	130,32	12,98
2031	145,70	131,93	13,26
2032	147,52	133,48	13,54
2033	149,28	135,04	13,74
2034	150,99	136,91	13,62
2035	152,64	138,51	13,69
2036	154,24	139,97	13,83
2037	155,79	141,43	13,94
2038	157,28	142,85	14,03
2039	158,73	144,27	14,07
2040	160,13	146,27	13,51
2041	161,48	152,32	8,99
2042	159,12	150,14	8,82
2043	151,38	142,85	8,39
2044	144,03	135,92	7,97
2045	137,03	129,32	7,58
2046	130,38	123,05	7,20
2047	124,04	117,08	6,85
2048	118,02	111,40	6,51
2049	112,29	106,00	6,19
2050	106,85	100,87	5,88
2051	101,66	95,98	5,59
2052	96,73	91,33	5,32
2053	92,04	86,91	5,06
2054	87,58	82,70	4,81
2055	83,33	78,69	4,57
2056	79,30	74,88	4,35
2057	75,45	71,26	4,13
2058	71,80	67,81	3,93
2059	68,32	64,53	3,74
2060	65,02	61,41	3,55

Tableau 3-14 Génération et captage des biogaz – Scénario 3B

ANNÉE	BIOGAZ GÉNÉRÉ (Mm ³ /an)	BIOGAZ CAPTÉ (Mm ³ /an)	BIOGAZ ÉMIS ATMOSPHÈRE (Mm ³ /an)
2023	132,80	123,04	9,29
2024	135,90	123,96	11,27
2025	138,85	126,34	11,88
2026	141,65	128,23	12,77
2027	144,31	130,30	13,36
2028	146,83	132,91	13,33
2029	149,24	135,19	13,49
2030	151,52	137,15	13,82
2031	153,69	139,02	14,13
2032	155,75	140,78	14,44
2033	157,71	142,53	14,66
2034	159,57	144,57	14,52
2035	161,34	146,29	14,59
2036	163,02	147,83	14,74
2037	164,62	149,34	14,84
2038	166,14	150,79	14,92
2039	167,58	152,22	14,95
2040	168,95	154,26	14,33
2041	170,25	160,66	9,43
2042	167,32	157,94	9,23
2043	158,31	149,44	8,73
2044	149,79	141,39	8,26
2045	141,73	133,78	7,81
2046	134,09	126,58	7,39
2047	126,87	119,77	6,99
2048	120,04	113,32	6,61
2049	113,58	107,23	6,25
2050	107,47	101,46	5,92
2051	101,68	96,00	5,59
2052	96,21	90,83	5,29
2053	91,03	85,94	5,01
2054	86,13	81,32	4,73
2055	81,49	76,94	4,48
2056	77,10	72,80	4,24
2057	72,95	68,88	4,01
2058	69,03	65,18	3,79
2059	65,31	61,67	3,58
2060	61,80	58,35	3,39

Les résultats indiquent que les émissions maximales de biogaz à l'atmosphère sont obtenues en 2039 avec un volume de 14,07 Mm³ pour le Scénario 3A et de 14,95 Mm³ pour le Scénario 3B.

Comme la concentration de méthane dans le biogaz a été fixée à 53 % et que la balance serait constituée de dioxyde de carbone, les émissions fugitives de GES en provenance des cellules d'enfouissement se résument comme suit :

Tableau 3-15 Émissions fugitives de GES – Scénario 3A

	ÉMISSIONS (tonnes)	POTENTIEL DE RÉCHAUFFEMENT	ÉMISSIONS (tonnes CO ₂ e)
CO ₂ biogénique	12 099,17	1	12 099,17
CH ₄	4 972,88	25	124 322,09
N ₂ O	0,00	298	0,00

Tableau 3-16 Émissions fugitives de GES – Scénario 3B

	ÉMISSIONS (tonnes)	POTENTIEL DE RÉCHAUFFEMENT	ÉMISSIONS (tonnes CO ₂ e)
CO ₂ biogénique	12 856,89	1	12 856,89
CH ₄	5 284,32	25	132 107,89
N ₂ O	0,00	298	0,00

3.2 SOURCES DE COMBUSTION FIXES – TORCHÈRE

Comme indiqué à la section 2.1, WM prévoit valoriser 100 % des biogaz captés pour l'horizon 2022-2060 en substitution à du gaz naturel en milieu industriel. Il n'y aurait donc pas de combustion de biogaz en torchère dans le cadre du projet. Les tableaux 3-17 et 3-18 présentent les émissions de GES pour cette source d'émission pour les Scénarios 3A et 3B.

Tableau 3-17 Émissions de sources de combustion fixes – Torchère – Scénario 3A

	FACTEUR D'ÉMISSION (kg CO ₂ /GJ) (g CH ₄ /GJ) (g N ₂ O/GJ)	ÉMISSIONS (tonnes)	POTENTIEL DE RÉCHAUFFEMENT	ÉMISSIONS (tonnes CO ₂ e)
CO ₂ biogénique	54,63	0,00	1	0,00
CH ₄	1	0,00	25	0,00
N ₂ O	0,1	0,00	298	0,00

Tableau 3-18 Émissions de sources de combustion fixes – Torchère – Scénario 3B

	FACTEUR D'ÉMISSION (kg CO ₂ /GJ) (g CH ₄ /GJ) (g N ₂ O/GJ)	ÉMISSIONS (tonnes)	POTENTIEL DE RÉCHAUFFEMENT	ÉMISSIONS (tonnes CO ₂ e)
CO ₂ biogénique	54,63	0,00	1	0,00
CH ₄	1	0,00	25	0,00
N ₂ O	0,1	0,00	298	0,00

3.3 SOURCES DE COMBUSTION FIXES – CHAUDIÈRES ALIMENTÉES AU GAZ NATUREL

Du gaz naturel est consommé dans deux chaudières au LET de Sainte-Sophie, soit pour le chauffage des bâtiments et pour le chauffage du lixiviat au système de traitement. Comme le niveau d'activité du LET ne changera pas avec le projet, on peut assumer que les besoins en chauffage des bâtiments ne changeront pas. En ce qui concerne le système de traitement du lixiviat, une augmentation de la capacité du système de 1 000 à 1 500 m³/jour est prévue. Une augmentation de 50 % de la consommation de gaz naturel à cette fin a donc été considérée.

En 2016, un volume de 60 087 m³ de gaz naturel a été consommé pour le chauffage des bâtiments et un volume de 178 991 m³ pour le chauffage du lixiviat. La consommation de gaz naturel a donc été augmentée à 268 487 m³ pour le chauffage du lixiviat dans le cadre du projet. Le tableau 3-20 présente les émissions de GES reliées à la combustion de gaz naturel en chaudière du projet.

Tableau 3-19 Émissions de sources de combustion fixes – Chaudières alimentées au gaz naturel

	FACTEUR D'ÉMISSION (kg CO ₂ /m ³) (g CH ₄ /m ³) (g N ₂ O/m ³)	ÉMISSIONS (tonnes)	POTENTIEL DE RÉCHAUFFEMENT	ÉMISSIONS (tonnes CO ₂ e)
CO ₂ anthropogénique	1,878	617,06	1	617,06
CH ₄	0,037	0,01	25	0,30
N ₂ O	0,033	0,01	298	3,23

3.4 SOURCES DE COMBUSTION FIXES - VALORISATION DES BIOGAZ

Afin de réduire les émissions de biogaz à l'atmosphère, le LET de Sainte-Sophie est doté d'un système d'extraction des biogaz. La majeure partie du biogaz capté est valorisée à l'usine de Papier Rolland située à Saint-Jérôme. Le biogaz résiduel est détruit dans des torchères à flamme invisible.

Le présent projet prévoit le prolongement des infrastructures de collecte des biogaz dans la Zone 6, et ce, au fur et à mesure de l'avancement des opérations d'enfouissement. WM prévoit également valoriser 100 % des biogaz captés pour l'horizon 2022-2060 en substitution à du gaz naturel en milieu industriel.

Les prévisions de production et de captage du biogaz présentées à la section 3.1.9 indiquent que le volume de biogaz capté et valorisé en 2039, année de plus grande émission de biogaz à l'atmosphère, s'élèvera à 144,27 et 152,22 Mm³ pour les Scénarios 3A et 3B de détournement des MRO. Les volumes de méthane d'enfouissement correspondants s'élèvent à 76 460 929 m³ et 80 674 695 m³.

Les tableaux 3-20 et 3-21 présentent les émissions de GES reliées à la valorisation des biogaz pour les Scénarios 3A et 3B.

Tableau 3-20 Émissions de sources de combustion fixes - Valorisation des biogaz – Scénario 3A

	FACTEUR D'ÉMISSION (kg CO ₂ /GJ) (g CH ₄ /GJ) (g N ₂ O/GJ)	ÉMISSIONS (tonnes)	POTENTIEL DE RÉCHAUFFEMENT	ÉMISSIONS (tonnes CO ₂ e)
CO ₂ biogénique	54,63	166 330,55	1	166 330,55
CH ₄	1	3,04	25	76,12
N ₂ O	0,1	0,30	298	90,73

Tableau 3-21 Émissions de sources de combustion fixes – Valorisation des biogaz – Scénario 3B

	FACTEUR D'ÉMISSION (kg CO ₂ /GJ) (g CH ₄ /GJ) (g N ₂ O/GJ)	ÉMISSIONS (tonnes)	POTENTIEL DE RÉCHAUFFEMENT	ÉMISSIONS (tonnes CO ₂ e)
CO ₂ biogénique	54,63	175 497,04	1	175 497,04
CH ₄	1	3,21	25	80,31
N ₂ O	0,1	0,32	298	95,73

3.5 SUBSTITUTION DE COMBUSTIBLES FOSSILES

Le biogaz produit par la décomposition des matières résiduelles et capté sera utilisé en remplacement de combustibles fossiles dans des installations industrielles. Pour les fins de calcul, il a été assumé que le biogaz serait utilisé en substitution à du gaz naturel tel qu'actuellement à l'usine de Papier Rolland.

Les émissions évitées par cette substitution ont été estimées en se basant sur la quantité d'énergie disponible pour valorisation à partir du biogaz produit et capté (3 044 674 GJ et 3 212 466 GJ pour les Scénarios 3A et 3B respectivement), une comparaison du pouvoir calorifique des deux combustibles et les facteurs d'émissions pour usage industriel du gaz naturel présentés aux tableaux 1-4 et 1-7 du RDOCECA.

Les tableaux 3-22 et 3-23 présentent les émissions de GES évitées dues à la substitution de gaz naturel par du biogaz dans des installations industrielles pour les scénarios 3A et 3B.

Tableau 3-22 Émissions de GES évitées – Substitution de combustibles fossiles – Scénario 3A

	FACTEUR D'ÉMISSION (kg CO ₂ /m ³) (g CH ₄ /m ³) (g N ₂ O/m ³)	ÉMISSIONS ÉVITÉES (tonnes)	POTENTIEL DE RÉCHAUFFEMENT	ÉMISSIONS ÉVITÉES (tonnes CO ₂ e)
CO ₂ anthropogénique	1,878	149 214,46	1	149 214,46
CH ₄	0,037	2,94	25	73,49
N ₂ O	0,033	2,62	298	781,35

Tableau 3-23 Émissions de GES évitées – Substitution de combustibles fossiles – Scénario 3B

	FACTEUR D'ÉMISSION (kg CO ₂ /m ³) (g CH ₄ /m ³) (g N ₂ O/m ³)	ÉMISSIONS ÉVITÉES (tonnes)	POTENTIEL DE RÉCHAUFFEMENT	ÉMISSIONS ÉVITÉES (tonnes CO ₂ e)
CO ₂ anthropogénique	1,878	157 437,68	1	157 437,68
CH ₄	0,037	3,10	25	77,55
N ₂ O	0,033	2,77	298	824,41

3.6 SOURCES MOBILES – MACHINERIE LOURDE ET AUTRES VÉHICULES

WM utilise des véhicules et de la machinerie lourde dans le cadre de ses opérations quotidiennes. Comme le niveau d'activité sur le LET ne changera pas avec le projet, les émissions de GES reliées à cette source devraient demeurer similaires.

En 2016, 754 000 litres de diesel et 25 000 litres d'essence ont été utilisés à cette fin. Les tableaux 3-24 à 3-26 présentent les émissions de GES reliées à la combustion de diesel et d'essence pour les sources mobiles.

Tableau 3-24 Émissions de sources mobiles – Diesel

	FACTEUR D'ÉMISSION (g/L)	ÉMISSIONS (tonnes)	POTENTIEL DE RÉCHAUFFEMENT	ÉMISSIONS (tonnes CO ₂ e)
CO ₂ anthropogénique	2663	2007,90	1	2007,90
CH ₄	0,15	0,11	25	2,83
N ₂ O	1,1	0,83	298	247,16

Tableau 3-25 Émissions de sources mobiles – Essence

	FACTEUR D'ÉMISSION (g/L)	ÉMISSIONS (tonnes)	POTENTIEL DE RÉCHAUFFEMENT	ÉMISSIONS (tonnes CO ₂ e)
CO ₂ anthropogénique	2289	57,23	1	57,23
CH ₄	2,7	0,07	25	1,69
N ₂ O	0,05	0,00	298	0,37

Tableau 3-26 Émissions de sources mobiles – Total

	ÉMISSIONS (tonnes)	POTENTIEL DE RÉCHAUFFEMENT	ÉMISSIONS (tonnes CO ₂ e)
CO ₂ anthropogénique	2065,13	1	2065,13
CH ₄	0,18	25	4,52
N ₂ O	0,83	298	247,53

3.7 SOMMAIRE DES ÉMISSIONS DU PROJET

Les sommaires des émissions de GES du projet pour les deux scénarios de détournement des MRO sont présentés aux tableaux 3-27 et 3-28.

Tableau 3-27 Sommaire des émissions de GES du projet – Scénario 3A

SOURCES	CO ₂ (tonnes)	CH ₄ (tonnes)	N ₂ O (tonnes)	CO ₂ e (tonnes)
LIEU D'ENFOUISSEMENT	-	4 972,88	-	124 322,09
TORCHÈRE	-	-	-	-
CHAUDIÈRES GAZ NATUREL WM	617,06	0,01	0,01	620,60
CHAUDIÈRES VALORISATION BIOMÉTHANE	-	3,04	0,30	166,85
SUBSTITUTION COMBUSTIBLES FOSSILES	(149 214,46)	(2,94)	(2,62)	(150 069,30)
ÉQUIPEMENTS MOBILES	2 065,13	0,18	0,83	2 317,18
TOTAL	(146 532,27)	4 973,18	(1,48)	(22 642,60)
CO ₂ biofermentation	12 099	tonnes		
CO ₂ biocombustible	166 331	tonnes		
CO ₂ biogénique transféré	124 083	tonnes		

Tableau 3-28 Sommaire des émissions de GES du projet – Scénario 3B

SOURCES	CO ₂ (tonnes)	CH ₄ (tonnes)	N ₂ O (tonnes)	CO ₂ e (tonnes)
LIEU D'ENFOUISSEMENT	-	5 284,32	-	132 107,89
TORCHÈRE	-	-	-	-
CHAUDIÈRES GAZ NATUREL WM	617,06	0,01	0,01	620,60
CHAUDIÈRES VALORISATION BIOMÉTHANE	-	3,21	0,32	176,04
SUBSTITUTION COMBUSTIBLES FOSSILES	(157 437,68)	(3,10)	(2,77)	(158 339,63)
ÉQUIPEMENTS MOBILES	2 065,13	0,18	0,83	2 317,18
TOTAL	(154 755,49)	5 284,62	(1,60)	(23 117,92)
CO ₂ biofermentation	12 857	tonnes		
CO ₂ biocombustible	175 497	tonnes		
CO ₂ biogénique transféré	130 921	tonnes		

On obtient une réduction des émissions de GES pour les 2 scénarios de détournement des MRO avec des émissions évitées nettes de l'ordre de 23 000 t. En effet, les émissions évitées découlant de la substitution de combustibles fossiles par la valorisation des biogaz sont supérieures aux émissions de GES provenant des autres sources.

Les émissions de CO₂ provenant de la fermentation de la matière organique, qu'elles soient transférées hors site ou non, et provenant de l'utilisation de biocombustible (méthane d'enfouissement) sont indiquées séparément. Conformément aux directives d'Environnement et Changement climatique Canada, ces émissions ne sont pas comptabilisées dans le total des émissions du projet.

4 ÉMISSIONS DE L'ANNÉE DE RÉFÉRENCE

L'année 2016 a été utilisée comme année de référence et représentative de la situation actuelle. Les émissions déclarées par WM pour chacune des activités conformément aux exigences du *Règlement sur la déclaration obligatoire de certaines émissions de contaminants dans l'atmosphère* (RDOCECA), sont présentées aux sous-sections suivantes. Les émissions découlant de la valorisation des biogaz et de la substitution de combustibles fossiles sont également présentées.

4.1 ÉMISSIONS FUGITIVES DE BIOGAZ

Selon la déclaration 2016, les émissions fugitives de méthane et de dioxyde de carbone se sont élevées à 3 146 927 m³ et 17 222 404 m³ respectivement. Le tableau 4-1 présente les émissions résultantes de GES pour cette source.

Tableau 4-1 Émissions fugitives – Année 2016

	ÉMISSIONS (tonnes)	POTENTIEL DE RÉCHAUFFEMENT	ÉMISSIONS (tonnes CO ₂ e)
CO ₂ biogénique	31 517,00	1	31 517,00
CH ₄	2 099,00	25	52 475,00
N ₂ O	0,00	298	0,00

4.2 SOURCES DE COMBUSTION FIXES – TORCHÈRE

Selon la déclaration 2016, un volume de 17 030 000 m³ de méthane d'enfouissement a été brûlé en torchère. Le tableau 4-2 présente les émissions résultantes de GES pour cette source.

Tableau 4-2 Émissions de sources de combustion fixes – Torchère – Année 2016

	FACTEUR D'ÉMISSION (kg CO ₂ /GJ) (g CH ₄ /GJ) (g N ₂ O/GJ)	ÉMISSIONS (tonnes)	POTENTIEL DE RÉCHAUFFEMENT	ÉMISSIONS (tonnes CO ₂ e)
CO ₂ biogénique	54,63	37 046,49	1	37 046,49
CH ₄	1	0,68	25	16,95
N ₂ O	0,1	0,07	298	20,21

4.3 SOURCES DE COMBUSTION FIXES – CHAUDIÈRES ALIMENTÉES AU GAZ NATUREL

Comme indiqué à la section 3.4, un volume de 60 087 m³ de gaz naturel a été consommé pour le chauffage des bâtiments et un volume de 178 991 m³ pour le chauffage du lixiviat. Le tableau 4-3 présente les émissions résultantes de GES pour cette source.

Tableau 4-3 Émissions de sources de combustion fixes – Chaudières alimentées au gaz naturel – Année 2016

	FACTEUR D'ÉMISSION (kg CO ₂ /m ³) (g CH ₄ /m ³) (g N ₂ O/m ³)	ÉMISSIONS (tonnes)	POTENTIEL DE RÉCHAUFFEMENT	ÉMISSIONS (tonnes CO ₂ e)
CO ₂ anthropogénique	1,878	448,99	1	448,99
CH ₄	0,037	0,01	25	0,22
N ₂ O	0,033	0,01	298	2,35

4.4 SOURCES DE COMBUSTION FIXES – VALORISATION DES BIOGAZ

Afin de réduire les émissions de biogaz à l'atmosphère, le LET de Sainte-Sophie est doté d'un système d'extraction des biogaz. La majeure partie du biogaz capté est valorisée à l'usine de Papier Rolland située à Saint-Jérôme. Le biogaz résiduel est détruit dans des torchères à flamme invisible. En 2016, un volume de 37 594 753 m³ de méthane d'enfouissement a été valorisé. Le tableau 4-4 présente les émissions résultantes de GES pour cette source.

Tableau 4-4 Émissions de sources de combustion fixes – Valorisation des biogaz – Année 2016

	FACTEUR D'ÉMISSION (kg CO ₂ /GJ) (g CH ₄ /GJ) (g N ₂ O/GJ)	ÉMISSIONS (tonnes)	POTENTIEL DE RÉCHAUFFEMENT	ÉMISSIONS (tonnes CO ₂ e)
CO ₂ biogénique	54,63	81 782,37	1	81 782,37
CH ₄	1	1,50	25	37,43
N ₂ O	0,1	0,15	298	44,61

4.5 SUBSTITUTION DE COMBUSTIBLES FOSSILES

Comme indiqué à la section précédente, un volume de 37 594 753 m³ de méthane d'enfouissement a été valorisé en substitution à du gaz naturel. Le volume de gaz naturel équivalent s'élève à 39 066 364 m³. Le tableau 4-5 présente les émissions évitées dues à la substitution de gaz naturel par du biogaz.

Tableau 4-5 Émissions de GES évitées – Substitution de combustibles fossiles – Année 2016

	FACTEUR D'ÉMISSION (kg CO ₂ /m ³) (g CH ₄ /m ³) (g N ₂ O/m ³)	ÉMISSIONS ÉVITÉES (tonnes)	POTENTIEL DE RÉCHAUFFEMENT	ÉMISSIONS ÉVITÉES (tonnes CO ₂ e)
CO ₂ anthropogénique	1,878	73 366,63	1	73 366,63
CH ₄	0,037	1,45	25	36,14
N ₂ O	0,033	1,29	298	384,18

4.6 SOURCES MOBILES – MACHINERIE LOURDE ET AUTRES VÉHICULES

En 2016, 754 000 litres de diesel et 25 000 litres d'essence ont été utilisés pour les opérations quotidiennes du site. Les tableaux 4-6 à 4-8 présentent les émissions de GES reliées à la combustion de diesel et d'essence pour les sources mobiles.

Tableau 4-6 Émissions de sources mobiles – Diesel – Année 2016

	FACTEUR D'ÉMISSION (g/L)	ÉMISSIONS (tonnes)	POTENTIEL DE RÉCHAUFFEMENT	ÉMISSIONS (tonnes CO ₂ e)
CO ₂ anthropogénique	2663	2007,90	1	2007,90
CH ₄	0,15	0,11	25	2,83
N ₂ O	1,1	0,83	298	247,16

Tableau 4-7 Émissions de sources mobiles – Essence – Année 2016

	FACTEUR D'ÉMISSION (g/L)	ÉMISSIONS (tonnes)	POTENTIEL DE RÉCHAUFFEMENT	ÉMISSIONS (tonnes CO ₂ e)
CO ₂ anthropogénique	2289	57,23	1	57,23
CH ₄	2,7	0,07	25	1,69
N ₂ O	0,05	0,00	298	0,37

Tableau 4-8 Émissions de sources mobiles – Total – Année 2016

	ÉMISSIONS (tonnes)	POTENTIEL DE RÉCHAUFFEMENT	ÉMISSIONS (tonnes CO ₂ e)
CO ₂ anthropogénique	2065,13	1	2065,13
CH ₄	0,18	25	4,52
N ₂ O	0,83	298	247,53

4.7 SOMMAIRE DES ÉMISSIONS DE L'ANNÉE DE RÉFÉRENCE

Le sommaire des émissions de GES de l'année de référence 2016 est présenté au tableau 4-9.

Tableau 4-9 Sommaire des émissions de GES de l'année de référence 2016

SOURCES	CO ₂ (tonnes)	CH ₄ (tonnes)	N ₂ O (tonnes)	CO ₂ e (tonnes)
LIEU D'ENFOUISSEMENT	-	2 099,00	-	52 475,00
TORCHÈRE	-	0,68	0,07	37,16
CHAUDIÈRES GAZ NATUREL WM	448,99	0,01	0,01	451,56
CHAUDIÈRES VALORISATION BIOMÉTHANE	-	1,50	0,15	82,04
SUBSTITUTION COMBUSTIBLES FOSSILES	(73 366,63)	(1,45)	(1,29)	(73 786,95)
ÉQUIPEMENTS MOBILES	2 065,13	0,18	0,83	2 317,18
TOTAL	(70 852,52)	2 099,92	(0,23)	(18 424,01)

CO ₂ biofermentation	31 517	tonnes
CO ₂ biocombustible	118 829	tonnes
CO ₂ biogénique transféré	46 086	tonnes

On obtient une réduction des émissions de GES avec des émissions évitées nettes de l'ordre de 18 500 t. En effet, les émissions évitées découlant de la substitution de combustibles fossiles par la valorisation des biogaz sont supérieures aux émissions de GES provenant des autres sources.

Les émissions de CO₂ provenant de la fermentation de la matière organique, qu'elles soient transférées hors site ou non, et provenant de l'utilisation de biocombustible (méthane d'enfouissement) sont indiquées séparément. Conformément aux directives d'Environnement et Changement climatique Canada, ces émissions ne sont pas comptabilisées dans le total des émissions de l'année de référence.

5 BILAN NET DES ÉMISSIONS DE GES

Le bilan net des émissions de GES résultant du projet est obtenu en retranchant les émissions de GES de l'année de référence aux émissions de GES calculées pour l'année d'émission maximale de biogaz à l'atmosphère, soit 2039. Les tableaux 5-1 et 5-2 présentent les bilans nets pour les deux scénarios de détournement des MRO.

Tableau 5-1 Bilan net des émissions de GES – Scénario 3A

SOURCES	CO ₂ (tonnes)	CH ₄ (tonnes)	N ₂ O (tonnes)	CO ₂ e (tonnes)
LIEU D'ENFOUISSEMENT	-	2 873,88	-	71 847,09
TORCHÈRE	-	(0,68)	(0,07)	(37,16)
CHAUDIÈRES GAZ NATUREL WM	168,07	0,00	0,00	169,04
CHAUDIÈRES VALORISATION BIOMÉTHANE	-	1,55	0,15	84,81
SUBSTITUTION COMBUSTIBLES FOSSILES	(75 847,83)	(1,49)	(1,33)	(76 282,36)
ÉQUIPEMENTS MOBILES	-	-	-	-
TOTAL	(75 679,76)	2 873,26	(1,24)	(4 218,59)

CO ₂ biofermentation	(19 418)	tonnes
CO ₂ biocombustible	47 502	tonnes
CO ₂ biogénique transféré	77 997	tonnes

Tableau 5-2 Bilan net des émissions de GES – Scénario 3B

SOURCES	CO ₂ (tonnes)	CH ₄ (tonnes)	N ₂ O (tonnes)	CO ₂ e (tonnes)
LIEU D'ENFOUISSEMENT	-	3 185,32	-	79 632,89
TORCHÈRE	-	(0,68)	(0,07)	(37,16)
CHAUDIÈRES GAZ NATUREL WM	168,07	0,00	0,00	169,04
CHAUDIÈRES VALORISATION BIOMÉTHANE	-	1,72	0,17	94,01
SUBSTITUTION COMBUSTIBLES FOSSILES	(84 071,05)	(1,66)	(1,48)	(84 552,69)
ÉQUIPEMENTS MOBILES	-	-	-	-
TOTAL	(83 902,97)	3 184,70	(1,37)	(4 693,91)

CO ₂ biofermentation	(18 660)	tonnes
CO ₂ biocombustible	56 668	tonnes
CO ₂ biogénique transféré	84 835	tonnes

Les résultats indiquent que la source présentant l'augmentation des émissions de GES la plus importante correspond aux émissions fugitives provenant du lieu d'enfouissement. Toutefois, celles-ci sont compensées par une augmentation des émissions évitées de GES découlant de la substitution de combustibles fossiles. Une réduction des émissions de GES est obtenue tant pour l'année de référence 2016 que pour l'année de plus grande émission, soit 2039. Cette réduction des émissions est plus accentuée pour le projet que pour le scénario de référence ce qui fait que la comparaison des émissions du projet et de l'année de référence amène une augmentation de la réduction des émissions de GES de l'ordre de 4 500 t par année.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- EEQ et RECYC-QUÉBEC. 2015. *Caractérisation des matières résiduelles du secteur résidentiel 2012-2013*. Rapport synthèse rédigé avec le soutien de Chamard Stratégies environnementales, en collaboration avec Transfert Environnement et Société, Août 2015, 42 pages.
- ENVIRONMENT AND CLIMATE CHANGE CANADA. 2016. « Technical guidance on reporting greenhouse gas emissions – Facility Greenhouse Gas Emissions Reporting », Updated December 12, 2016.
Web site: <https://www.canada.ca/en/environment-climate-change/services/climate-change/publications/technical-guidance-reporting-greenhouse-gas.html>.
- ENVIRONNEMENT ET CHANGEMENT CLIMATIQUE CANADA. 2017. « Avis concernant la déclaration des gaz à effet de serre (GES) pour 2017 ». Gazette du Canada Partie 1, Vol. 151, n°52, 30 décembre 2017.
- GIEC (2006). *IPCC Waste Model*. Chiffrier Excel.
- GOUVERNEMENT DU QUÉBEC. 2017 : « Règlement sur la déclaration obligatoire de certaines émissions de contaminants dans l'atmosphère », Loi sur la qualité de l'environnement, chapitre Q-2, r. 15. Version en date du 1^{er} septembre 2017.
- GOUVERNEMENT DU QUÉBEC. 2017 : « Règlement concernant le système de plafonnement et d'échange de droits d'émissions de gaz à effet de serre », Loi sur la qualité de l'environnement, chapitre Q-2, r. 46.1. Version en date du 1^{er} septembre 2017.
- RECYC-QUÉBEC. 2013. Bilan 2010-2011 de la gestion des matières résiduelles au Québec. Révisé en mai 2013. 21 pages.
- WSP CANADA. 2018. *Étude de conception technique – Projet d'agrandissement du LET de Sainte-Sophie – Zone 6*. Rapport préparé pour WM Québec Inc., version préliminaire juin 2018. 63 pages et annexes.

