

EIC Climate Change Technology Conference 2013

Captage et destruction de biogaz du lieu d'enfouissement sanitaire de la Régie intermunicipale de la région de Thetford

CCTC 2013 Numéro 1569676373

J. Dib¹, S. Davidson¹ et P. Fournier¹

¹ Tetra Tech inc., Boucherville, Québec, Canada

Résumé

Le gouvernement du Québec a lancé un appel d'offres afin de capter et détruire les biogaz des sites d'enfouissement qui n'ont pas l'obligation réglementaire de le faire. En réponse à ceci, en partenariat avec BPR inc., la Régie intermunicipale de la région de Thetford capte les biogaz formés suite à la biodégradation des matières résiduelles enfouies dans son site. Cette entente de partenariat a facilité la mise en place d'un projet nécessitant d'importants investissements. L'appel à un consultant externe, Tetra Tech, et cette façon de faire amènent davantage de connaissances et de savoir-faire. Ce projet a donné une deuxième vie au site fermé.

Mots clés : BPR, RIRT, Tetra Tech, captage et destruction du biogaz, site d'enfouissement.

Abstract

The Quebec government has launched a call for tenders in order to capture and destroy the biogas from landfills that do not have a regulatory obligation to do so. In response to this, in partnership with BPR inc., the Régie intermunicipale de la région de Thetford captures the biogas formed due to the waste's biodegradation, buried in its site. This partnership agreement has facilitated the establishment of a project requiring large investments. Calling an external consultant Tetra Tech and in this way of doing things brings more knowledge and expertise. This project has given a second life to a closed site.

Keywords: BPR, RIRT, Tetra Tech, biogas capture and destruction, landfill.

1. Introduction

Dans le cadre du Programme Biogaz 2007-2012 du ministère du Développement durable, de l'Environnement, de la Faune et des Parcs (MDDEFP, anciennement MDDEP) [1], BPR inc. (BPR) a réalisé un projet de réduction des gaz à effet de serre (GES) sur le lieu d'enfouissement sanitaire (LES) de la ville de Thetford Mines.

En accord avec la Régie intermunicipale de la région de Thetford (RIRT), BPR a réalisé, sur le lieu d'enfouissement, selon la conception proposée par Tetra Tech, un réseau de captage des biogaz formés suite à la décomposition anaérobie des matières résiduelles enfouies. Les biogaz sont collectés dans un réseau de conduites souterraines et soutirés vers une torchère, dont le fonctionnement est continu. La température dépassant les 760 °C permet la destruction et l'élimination du méthane présent dans les biogaz. En fait, la concentration du méthane, le débit du biogaz et la température de combustion sont parmi les valeurs qui sont continuellement mesurées et enregistrées, ce qui permet un suivi adéquat de la destruction du gaz.

EIC Climate Change Technology Conference 2013

2. Généralités

Ce projet s'inscrit dans le Programme « Biogaz 2007-2012 – Cadre normatif du programme d'achat de réduction des émissions de gaz à effet de serre provenant du captage et de l'élimination ou de la valorisation des biogaz générés par certains lieux d'enfouissement au Québec » préparé par le MDDEP [1].

Le contrat avec le MDDEP, dans le cadre de ce programme, a été signé en 2008 et est valide jusqu'au 31 décembre 2013.

2.1 Présentation des principaux acteurs

Hormis le MDDEP, trois principaux acteurs ont joué un rôle important dans la réussite de ce projet : la RIRT, BPR inc. et Tetra Tech inc.

2.1.1 RIRT

La Régie intermunicipale de la région de Thetford est un organisme qui s'occupe de la gestion des ententes de transbordement et d'élimination de déchets [2].

La RIRT est formée de six municipalités, soit : Adstock (population : 2 791), Kinnear's Mills (population : 354), Thetford Mines (population : 25 411), East Broughton (population : 2 254), Sacré-Coeur-de-Jésus (population : 592) et Tring Jonction (population : 1 409) [3].

La RIRT est propriétaire du site d'enfouissement où le projet a été réalisé et est responsable du fonctionnement quotidien des équipements

2.1.2 BPR inc.

BPR inc., une entreprise privée, qui a investi les montants nécessaires afin de mener le projet à terme : immobilisations et main-d'œuvre.

2.1.3 Tetra Tech inc.

Pour réaliser le projet, une expertise externe était nécessaire pour la conception du système et la gestion des aspects techniques. Tetra Tech, le consultant du projet, est un leader de premier plan qui fournit des solutions innovantes dans les domaines des services-conseils, de l'ingénierie et des services techniques à l'échelle mondiale [4].

Outre ce projet, Tetra Tech est impliqué directement dans de nombreux autres projets de captage et de valorisation des biogaz partout dans le monde dont notamment à Granby au Québec, où elle a conçu un système de cogénération produisant de l'électricité et de la chaleur à partir de biogaz captés sur un site d'enfouissement. Grâce à son implication dans de nombreux projets de ce type, Tetra Tech a développé une expertise de pointe dans la gestion des GES (quantification, vérification d'inventaire, etc.).

EIC Climate Change Technology Conference 2013

2.2 Présentation du site d'enfouissement

Le lieu d'enfouissement sanitaire est situé sur le lot 17 A du rang 5 du Canton de la région de Thetford et sur le lot 17 du rang 6 du Canton de Thetford, dans la ville de Thetford Mines, dans la municipalité régionale de comté (MRC) des Appalaches. Son adresse civique est le 3626, boulevard Frontenac Est, Thetford Mines, QC G6H 4G3, Canada.

Le site n'admet plus de matières résiduelles à enfouir depuis janvier 2009. Toutefois, certains matériaux comme les batteries, huiles, peintures, boues de fosses septiques, etc. sont encore acceptés.

Selon la législation en vigueur, tout site d'enfouissement ouvert après le 19 janvier 2009 doit se conformer au Règlement sur l'enfouissement et l'incinération de matières résiduelles (REIMR). Les sites d'enfouissement fermés avant l'application de ce nouveau règlement n'ont quant à eux, pas l'obligation réglementaire de capter et de détruire les biogaz.

Ainsi, puisque le site d'enfouissement était fermé en date du 19 janvier 2009, il n'est pas assujéti au REIMR. Le certificat d'autorisation et la réglementation relative au site de la RIRT n'obligent pas le soutirage et la destruction du méthane. Ainsi, le fait de capter et de brûler ce gaz sur une base volontaire constitue un gain net en terme de réduction des GES émis à l'atmosphère et rend admissibles par le fait même les crédits de carbone qui sont générés par cette opération. Le projet est donc admissible au Programme Biogaz.

2.3 Le biogaz

Le biogaz est généré dans tous les sites d'enfouissement. C'est le résultat de la décomposition biologique, sans oxygène (anaérobie), des matières organiques enfouies dans le site. Les micro-organismes biodégradent la matière pour produire un gaz composé majoritairement d'un mélange de méthane (CH_4), de dioxyde de carbone (CO_2) et de différents autres gaz dans une proportion plus faible. Ce biogaz est humide et produit presque toujours de la condensation en se refroidissant. De plus, il peut migrer dans les pores des sols entourant le lieu d'enfouissement sur de longues distances souterraines et s'accumuler dans des espaces clos [5].

Le méthane présent dans le biogaz est un GES considéré 21 fois plus nocif que le CO_2 , en termes de potentiel de réchauffement planétaire et donc, 1 tonne de méthane équivaut à 21 tonnes d'équivalent CO_2 .

En fait, la génération du biogaz se fait en plusieurs phases. La figure suivante montre les cinq phases de la décomposition de la matière.

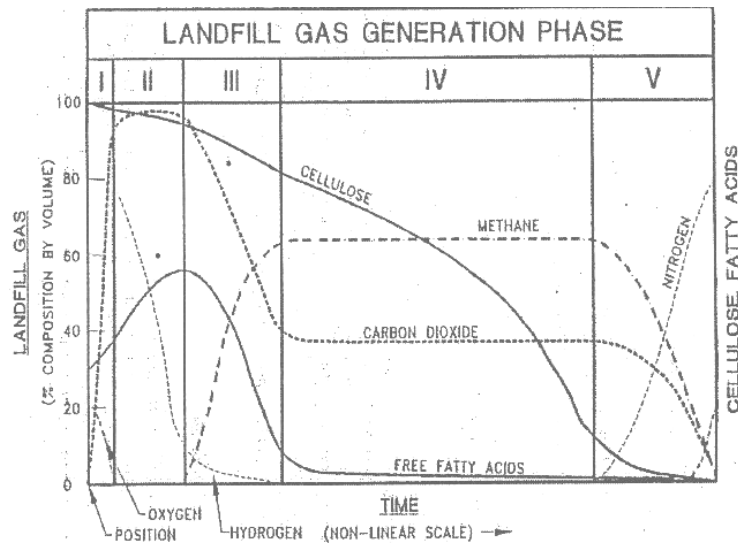


Figure 1. Phases de génération du biogaz [6]

La durée de la phase 1 peut être de quelques heures à une semaine après l'enfouissement des matières résiduelles. L'oxygène est encore présent dans le site et est consommé par les micro-organismes. Quant à la phase 2, sa durée se situe entre 1 et 6 mois et ce n'est qu'à la phase 3, qui dure de 3 mois à 3 ans, que la production du biogaz contenant le méthane se fait de façon exponentielle. À la phase 4, dont la durée se situe entre 8 et 40 ans, la production du méthane se continue de façon stable. Le ralentissement du méthane débute à la phase 5 et dure entre 1 et 40 ans [6]. Le taux de décomposition de la matière dépend du type de matière en place : déchets de table se biodécomposent plus rapidement que du carton, par exemple.

3. Présentation du projet

3.1 Présentation technique des équipements

La technologie utilisée consiste en un système d'extraction et de destruction des biogaz provenant des cellules d'enfouissement fermées du LES.

Le système d'extraction consiste en un réseau de puits de captage verticaux et de conduites secondaires reliés à une conduite collectrice principale qui achemine les biogaz collectés vers le système de destruction des biogaz (plateforme de combustion), composé notamment d'une torchère à flamme invisible. La sélection de l'emplacement de ces puits verticaux et de l'espacement optimal à prévoir entre chaque puits de captage est primordiale au succès technique et financier du projet. Un trop grand espacement entre les puits ne permettra pas le captage complet du biogaz avant sa migration à l'atmosphère. Une densité trop importante de puits de captage résultera en un chevauchement des rayons d'influence et une « compétition » entre ces puits pour le captage du biogaz. Une sélection de puits rapprochée a également un impact financier important. L'espacement idéal entre les puits est déterminé en considérant de nombreux facteurs, tels le rayon d'influence anticipé de chaque puits, selon la porosité du matériel dans lequel il est installé, le potentiel méthanier des matières résiduelles enfouies dans chaque secteur du site d'enfouissement selon sa séquence d'exploitation, la granulométrie et la perméabilité des sols naturels entourant le LES, la présence ou l'absence de membrane

EIC Climate Change Technology Conference 2013

impermeable de confinement des matières résiduelles sous et au-dessus de ces matières résiduelles, le niveau de la nappe phréatique dans le secteur, etc.

Chaque puits vertical est muni d'une tête de puits préfabriquée avec vanne d'isolement et ports d'échantillonnage. Cette vanne d'isolement est essentielle à l'opération du système puisqu'elle permet d'équilibrer les pressions négatives appliquées aux divers puits de captage de biogaz et ainsi contrôler la quantité, la qualité et la provenance du biogaz dans chaque secteur du site d'enfouissement. En effet, contrairement à la perception populaire, la quantité et la qualité du biogaz produit dans chaque secteur d'un site d'enfouissement ne sont pas uniformes. Les variations s'expliquent notamment par l'âge des matériaux enfouis (leur stade de dégradation), le type de matières enfouies et leur potentiel méthanier, la saison à laquelle elles ont été enfouies (matières gelées en hiver versus matières chaudes en été), etc. Un ajustement fréquent des vannes d'isolement de chaque tête de puits est nécessaire afin de capter le maximum de biogaz et de maintenir la constance de sa qualité.

Le réseau de conduites aboutit ainsi à la plateforme de combustion, composée, dans l'ordre, des composantes principales suivantes :

- Vanne d'entrée principale;
- Séparateur de gouttelettes;
- Analyseur de gaz en continu;
- Groupe moteur/surpresseur;
- Débitmètre;
- Vanne antiretour des flammes;
- Groupe allumeur, torchère et thermocouple pour température de combustion dans la torchère.

L'ensemble de la plateforme de combustion est relié à un bâtiment comprenant, entre autres, l'entrée électrique et l'enregistreur de données (température de combustion, concentration du méthane, du CO₂ et de l'O₂, débit, pression, etc.).

L'ensemble des données pertinentes de l'enregistreur de données est transféré en temps réel via Internet à un poste de surveillance localisé dans les locaux de BPR.

Les photos suivantes révèlent quelques composantes discutées.



Figure 2. Tête de puits préfabriquée



Figure 3. Vue d'ensemble de la plateforme de combustion et du bâtiment



Figure 4. Torchère



Figure 5. Vue de l'écran de contrôle

3.2 Calendrier de réalisation

Pour mener le projet à terme, les principales étapes franchies se résument à ce qui suit :

- Août 2008 : Certificat de la municipalité;
- Novembre 2008 : Signature du contrat par les autorités du MDDEP;
- Novembre 2008 : Envoi de la demande de certificat d'autorisation;
- Novembre 2008 : Début de la conception;
- Février 2009 : Réception du certificat d'autorisation;
- Mars 2009 : Début de la construction;
- Mai 2009 : Essai des équipements et premier démarrage;
- Juillet 2009 : Démarrage sur une base régulière des installations et intervention, lorsque requise

Chaque année, la quantité de méthane détruite est comptabilisée. Par la suite, un rapport de déclaration de réduction de GES, selon la norme ISO 14064, est effectué et envoyé à un vérificateur externe. Les réductions sont par la suite enregistrées au nom du gouvernement du Québec sur le registre ÉcoProjet^{MD}.

4. Quantification des gaz à effet de serre

4.1 Quantification préalable au projet

Tel qu'il a été présenté auparavant, la production du biogaz contenant du méthane dure plusieurs années. Préalablement à la mise en place du projet, il a été possible d'estimer la production du méthane d'un site d'enfouissement à l'aide du logiciel LandGem de l'USEPA. Ce logiciel utilise l'équation suivante :

$$Q_{CH_4} = \sum_{i=1}^n \sum_{j=0.1}^1 kL_0 \left(\frac{M_i}{10} \right) e^{-kt_{ij}} \quad (1)$$

Q_{CH_4} : génération annuelle de méthane à l'année de calcul (m^3/an)

i : 1-incrément de temps

n : (année de calcul)-(première année de mise en place de déchets)

j : 0,1- incrément de temps

k : constante du taux de génération du méthane (an^{-1})

L_0 : potentiel de génération du méthane ($m^3/tonne$)

M_i : poids du déchet à l'année i (tonne)

t_{ij} : âge de la section j du poids M_i de l'année i

Cette évaluation a été faite avec les paramètres de production gazière L_0 (potentiel de génération du méthane) et k (constante du taux de génération du méthane) de l'inventaire national d'Environnement Canada.

EIC Climate Change Technology Conference 2013

Cette quantification a permis aux acteurs intéressés d'investir en temps et en matériel afin de mener le projet à terme. En d'autres termes, cette quantification théorique a permis d'effectuer des calculs de rentabilité et de retour sur investissements du projet soumis au MDDEP.

4.2 Quantification du projet

Tel que précisé auparavant, un surpresseur permet de soutirer le biogaz et de le diriger vers une torchère. Un analyseur de gaz en continu échantillonne le biogaz avant son entrée à la torchère. Les données telles que les concentrations de CH₄, CO₂ et O₂ sont envoyées vers un enregistreur automatique. Des transmetteurs de débit, de pression et de température sont également placés avant la torchère. Ceux-ci permettent d'enregistrer les données concernant le débit du gaz brûlé ainsi que sa température d'entrée et sa pression.

La mesure de la température du gaz en continu à la sortie de la torchère assure que la combustion et la destruction se font adéquatement. Un totalisateur de volume permet de donner, localement, la quantité totale de biogaz brûlée.

L'ensemble des données pertinentes de l'enregistreur est par la suite transféré en temps réel via Internet à un poste de surveillance localisé dans les locaux de BPR. Ceci permet de suivre le fonctionnement de la torchère en continu et de répondre rapidement si une intervention terrain est requise. Les données sont également comptabilisées et des rapports mensuels sont automatiquement fournis. Des courbes de tendance sont également produites pour les différents paramètres transmis.

Depuis la mise en place du présent projet, 72 015 tonnes équivalent CO₂ ont été détruites, soit :

- 9 154 tonnes pour l'année 2009 (demi-année)
- 21 275 tonnes pour l'année 2010
- 20 399 tonnes pour l'année 2011
- 21 187 tonnes pour l'année 2012

Sans ce projet, cette quantité de GES aurait été tout simplement émise dans l'atmosphère.

La quantité réduite est moindre que celle initialement estimée. Comme discuté dans la section précédente, la quantité de gaz émis par un site d'enfouissement a été basée sur des paramètres d'Environnement Canada. Ces paramètres ont tendance à surévaluer la production de biogaz. Aussi, la production gazière ne peut pas être garantie simplement en reprenant un modèle de production. Plusieurs autres facteurs peuvent influencer la production gazière.

Voici quelques facteurs possibles :

- Recouvrement final imparfait laissant les biogaz s'échapper et l'air et l'eau pénétrer dans le site;
- Conditions climatiques ambiantes;
- Tassement et points bas cumulant l'eau de condensation dans le réseau de collecte;
- Colmatage des puits de captage;

EIC Climate Change Technology Conference 2013

- Bris aux puits de captage et au réseau de collecte;
- Mécanique adaptée pour opérer dans un climat froid;
- Optimisation fréquente des puits de captage.

Les figures suivantes montrent quelques photos liées à l'exploitation et à la construction du système de captage et de destruction.



Figure 6. Tête de puits isolée pour l'hiver



Figure 7. Pose souterraine de conduite de collecte



Figure 8. Couvert imparfait laissant l'oxygène pénétrer et le méthane s'échapper

EIC Climate Change Technology Conference 2013

5. Développement durable

Le captage et la destruction du biogaz du LES de Thetford Mines est un projet exemplaire de développement durable. Il répond aux trois sphères principales de développement durable : environnement, économie et société. Il est possible de constater dans les paragraphes suivants que les trois sphères sont relativement reliées.

Pour ce qui est de la sphère « environnement », la destruction du méthane émanant du site d'enfouissement permet d'améliorer l'environnement ambiant par réduction des GES émis, et par le fait même, la baisse des problèmes potentiels d'odeur au voisinage. L'effet du méthane émis à l'atmosphère, ce puissant GES, est quantifiable à long terme, mais la problématique du réchauffement climatique reste cependant très actuelle. La mise en place du projet de récupération et de destruction des biogaz contribue aux efforts réalisés par les gouvernements pour encourager la réduction globale des émissions de GES.

Pour ce qui est de la sphère « économie », alors qu'elles ne sont pas légalement obligées de capter et de détruire le biogaz, BPR et la RIRT ont répondu à l'appel d'offres du MDDEP qui encourage les exploitants de site à réduire les émissions de GES en payant les tonnes d'équivalent CO₂ détruites aux opérateurs selon un prix fixe. De plus, une partie des montants payés est redistribuée localement dans la communauté pour d'autres actions en environnement.

L'engagement de l'exploitant est la preuve qu'il est possible d'entreprendre des initiatives concrètes pour réduire les GES et ainsi améliorer l'environnement social des citoyens grâce à l'emploi généré et aux revenus financiers pouvant être investis dans de futurs projets communautaires.

Finalement, pour ce qui est de la sphère « société », l'exploitation du biogaz permet de mettre à contribution les employés du site suite à la fin de l'opération du site qui a pris fin le 19 janvier 2009. Il faut ajouter à cela les employés de l'investisseur BPR et les employés de la firme de génie-conseil Tetra Tech mandatée pour la conception, la réalisation et l'exploitation du système.

De plus, le captage et la destruction du biogaz permettent d'améliorer le confort des zones aux alentours en détruisant le potentiel d'odeur. En effet, les odeurs dues essentiellement aux émanations de sulfure d'hydrogène (H₂S) restent le problème dont les effets sont ressentis à très court terme. Depuis la mise en place du système de captage du biogaz généré par le LES, aucune plainte relative aux odeurs n'a été enregistrée.

Le projet peut également servir de cas d'étude à la collectivité afin de promouvoir les activités réalisées dans le domaine du génie de l'environnement.

6. Innovation

C'est un ensemble de technologies, méthodes et partenariat nouveaux qui fait de ce projet une innovation en matière de gestion des gaz à effet de serre.

Plusieurs points du projet ont permis à la fois de mettre en place et d'exploiter une technologie jeune au Québec, mais également d'appliquer une méthode de suivi de la quantité de biogaz détruite encore très peu développée.

EIC Climate Change Technology Conference 2013

En effet, si la technologie de captage et de destruction des biogaz a fait ses preuves en Europe, l'appliquer au contexte climatique et social québécois représente un défi en soi et le besoin d'innover. À cause du gel, la production de biogaz peut être amoindrie pendant l'hiver. La conception adéquate du système pour un bon fonctionnement dans le climat canadien est primordiale.

L'ouverture d'esprit des dirigeants municipaux au partenariat avec une compagnie privée a fait en sorte que le projet soit une belle réussite. L'investissement privé permet de développer des projets dans la région, tout en améliorant l'environnement et de contribuer au bien-être de la société. Cette initiative contribue aux efforts du Québec en matière de lutte au réchauffement climatique en laissant le secteur privé prendre en charge les investissements.

Le projet a prouvé que la gestion des GES par captage et destruction des biogaz est une technique prometteuse. Ce site représente l'ouverture d'un jeune domaine de la gestion environnementale, accessible à tous les autres gestionnaires municipaux et privés de sites d'enfouissement de matières résiduelles.

7. Conclusion

En partenariat avec BPR inc., la Régie intermunicipale de la région de Thetford (RIRT) capte les biogaz formés suite à la biodégradation des matières résiduelles enfouies dans son site. Le but est d'obtenir des crédits carbone au registre ÉcoProjet^{MD}. Les crédits sont enregistrés au nom du gouvernement du Québec.

Depuis la mise en place du présent projet en 2009, 72 015 tonnes équivalent CO₂ ont été détruites. Sans ce projet, ces 72 015 tonnes équivalent CO₂ contribueraient au réchauffement planétaire!

Le tout se fait en réponse à l'appel d'offres lancé par le gouvernement dans le but de capter et détruire les biogaz des sites d'enfouissement qui n'ont pas l'obligation réglementaire de le faire. Tetra Tech a été mandatée afin d'effectuer la conception, la construction et l'exploitation du système de captage et de destruction.

Afin que des projets semblables se développent dans le futur, des programmes similaires devraient encore voir le jour. Le Québec s'est doté du Règlement concernant le système de plafonnement et d'échange de droits d'émission de gaz à effet de serre, lequel est basé sur les règles établies par la Western Climate Initiative (WCI). Toutefois, ce nouveau règlement est trop restrictif et exclut, pour le moment, le développement de projets équivalents. Le WCI devrait permettre la mise en place de projets qui ne sont pas réglementés localement.

Pour qu'un projet rentable de telle nature sur un site non réglementé par le REIMR voit jour, il faut que celui-ci soit admis au nouveau règlement. Sinon, le marché volontaire n'est pas alléchant pour ce genre de développement.

EIC Climate Change Technology Conference 2013

8. Références

- [1] Gouvernement du Québec, ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs, « Biogaz 2007-2012 : Cadre normatif du programme d'achat de réduction des émissions de gaz à effet de serre provenant du captage et de l'élimination ou de la valorisation des biogaz générés par certains lieux d'enfouissement au Québec », 2007.
- [2] Ville de Thetford Mines, « Régie intermunicipale de la région de Thetford », en ligne, <http://www.ville.thetfordmines.qc.ca/info.php?noPage=210>, consulté le 18 janvier 2013.
- [3] Communication personnelle, Daniel Cyr, ingénieur municipal, « Régie intermunicipale de la région de Thetford », 2011.
- [4] Tetra Tech, en ligne, <http://www.tetratech.com>, consulté le 18 janvier 2013.
- [5] SWANA, « Landfill gas systems – Operation & maintenance », I am SWANA training, préparé par Gas Control Engineering, Inc., 2010, Lesson 2.
- [6] SWANA, « Landfill gas Basics », 3rd edition, August 2001, p. 1-4.

9. Bibliographie

- [A] Éditeur officiel du Québec, « Règlement sur l'enfouissement et l'incinération de matières résiduelles », c. Q-2, r. 19