



IEA Bioenergy
Technology Collaboration Programme

LA PRODUCTION DE BIOGAZ FAIT PARTIE INTÉGRANTE D'UN COMPLEXE INTÉGRÉ DE BIORAFFINAGE EN PLEINE ÉVOLUTION AU QUÉBEC

Étude de Cas

IEA Bioenergy: Task 37: 10 2024

par Maria Wellisch et Sylvain Trépanier



Complexe intégré de bioraffinage de Greenfield Global à Varennes, Québec (Canada)

ARRIÈRE-PLAN

La Province de Québec a été la première province canadienne à adopter une loi sur le développement durable, signalant ainsi sa conviction claire d'intégrer le développement durable dans toutes les décisions gouvernementales. Depuis l'entrée en vigueur de la Loi en 2006, de nombreuses politiques, stratégies et programmes ont été mis en place pour orienter les développements futurs en conséquence.

Plus récemment, le Plan pour une économie verte 2030 et la Stratégie québécoise sur l'hydrogène vert et les bioénergies 2030 comprenaient les cibles ambitieuses suivantes pour 2030 : 15 % de teneur en éthanol dans l'essence, 10 % de biodiesel dans le carburant diesel, 10 % de gaz naturel renouvelable dans le réseau gazier, 50 % d'augmentation de la production de bioénergie, 80 % d'approvisionnement en énergie des systèmes hors réseau à partir de sources renouvelables, une réduction de 40 % de la consommation de produits pétroliers, et l'atteinte de la neutralité carbone d'ici 2050.

En 2007, Greenfield Québec Inc. (une entreprise impliquée dans l'économie circulaire) a construit la première distillerie de production d'éthanol grade carburant à partir de maïs-grain produit localement à Varennes, sur la rive sud du fleuve Saint-Laurent. La distillerie produit 190 000 000 litres d'éthanol, 400 tonnes CO₂ biogène vendues pour les produits de CO₂ liquéfiés et la glace carbonique, 170 tonnes drêches de distillerie séchées vendues sous forme de protéines animales et 5 500 litres d'huile de maïs à partir de 440 000 tonnes de maïs-grain chaque année. Toutes les parties du maïs-grain sont valorisées et commercialisées, c'est-à-dire qu'il n'y a pas de déchets de matériaux. L'électricité produite par l'hydroélectricité, le gaz naturel et le biogaz sont utilisés pour faire fonctionner l'installation aujourd'hui, et des plans sont en place pour éliminer complètement l'utilisation des combustibles fossiles d'ici 2027.

En 2010, des discussions sérieuses ont été entamées au Québec sur l'interdiction progressive de l'élimination des déchets organiques dans les sites d'enfouissement, et de nouvelles solutions pour la gestion des déchets étaient nécessaires. La digestion anaérobie de la fraction organique des déchets solides municipaux a été identifiée comme une bonne alternative, et l'implantation d'une telle installation à côté d'un utilisateur industriel de gaz naturel afin de remplacer cette source d'énergie par le biogaz généré a été proposée comme une solution efficace. Greenfield Global par le biais de sa société Biogaz EG, entreprise dédiée au développement de la biométhanisation, a décidé d'investir dans un centre de traitement des matières organiques par biométhanisation adjacente à sa distillerie de Varennes et a créé, en partenariat avec les municipalités locales, la Société d'économie mixte de l'est de la couronne sud (SÉMECS). L'utilisation directe du biogaz produit à la SÉMECS a permis de réduire l'intensité carbone de l'éthanol de grade carburant produit à la distillerie de Varennes.

CENTRE DE TRAITEMENT DES MATIÈRES ORGANIQUES PAR BIOMÉTHANISATION (Centre de la SÉMECS)

La construction du Centre de la SÉMECS s'est déroulée entre 2016 et 2018 et a été mise en service en 2018. Deux digesteurs, d'une capacité respective de 5 300 m³ et 3 500 m³, ont été installés pour traiter 35 000 tonnes par an (tpa) d'un mélange de 60 % matières organiques séparées à la source (la fraction organique des déchets municipaux collectés dans trois régions environnantes), 30 % déchets organiques industriels et commerciaux et 10 % déchets septiques.

Le système de prétraitement, dans le cas d'une installation traitant des résidus organiques provenant d'une collecte sélective est primordiale pour assurer le succès d'une telle installation. Un soin doit être porté à générer une pulpe digestible pour les digesteurs mais surtout d'éliminer toute contamination physique pouvant être présent dans les intrants. Ainsi, les plastiques, métaux, béton, roches, sables, branches, coquilles d'œufs, carapace de crustacés, pour ne nommer que ceux-ci, sont éliminés efficacement avant la digestion.

Les deux digesteurs de type Infiniment mélangé en continu (CSTR) ont été opérés en mode mésophile (37° Celsius) avec un temps de rétention moyen entre 18 et 23 jours. Un système de maintien de température a permis de chauffer le contenu des digesteurs en hiver.

Le taux de production de biogaz a été de 650 m³/heure avec un taux de méthane de 65 %. Après l'élimination de l'humidité et du sulfure d'hydrogène, le biogaz est en partie acheminé sous la route jusqu'à l'usine d'éthanol (la distillerie).

Ici, il est utilisé en remplacement du gaz naturel dans l'oxydateur thermique de la distillerie. L'énergie produite a remplacé environ 10 % du gaz naturel consommé par la distillerie.

Le digestat a été déshydraté à l'aide d'une presse Fournier à une concentration de 30 % de solides, et les solides riches en carbone et en nutriments sont fournis aux agriculteurs situés dans un rayon de 30 km pour être appliqués dans leurs champs conformément aux directives de gestion des matières résiduelles fertilisantes en vigueur au Québec. Ainsi les digestats sont accumulés en amas sur les terres agricoles de la région été comme hiver et les agriculteurs gère l'épandage sur leurs champs en fonction des besoins de production des cultures et des saisons.

L'AGRANDISSEMENT DU CENTRE EN HARMONIE AVEC LES OBJECTIFS PROVINCIAUX DE DÉVELOPPEMENT DURABLE

Les objectifs ambitieux de développement durable de la Province de Québec et les politiques subséquentes en matière de changements climatiques ont encouragé un plus grand réacheminement des déchets organiques et ont créé un objectif de production de gaz naturel renouvelable, entre autres actions. Cela a créé de nouvelles opportunités pour la SÉMECS d'agrandir son Centre en 2019 afin de traiter davantage de matières organiques séparées à la source, et d'installer un système de valorisation du biogaz pour nettoyer le méthane pour l'emmener à la qualité du réseau de distribution public et contribuer à l'objectif de réduction des émissions de gaz à effet de serres au Québec.

En décembre 2023, le Centre de la SÉMECS débute la mise en service de ces installations afin d'atteindre la capacité de traitement désormais de 120 000 tpa de matières organiques triées à la source (50 %), de déchets organiques industriels et commerciaux (49 %) et une petite quantité de déchets septiques (1 %). Les travaux ont débuté au début de 2020 et ont été complétés au début de 2024. Le chantier, comme pour tous les chantiers de construction durant cette période, a été grandement affecté par la pandémie COVID-19 mais le défi le plus important était de réaliser les travaux pendant que le Centre de traitement continuait ses opérations.

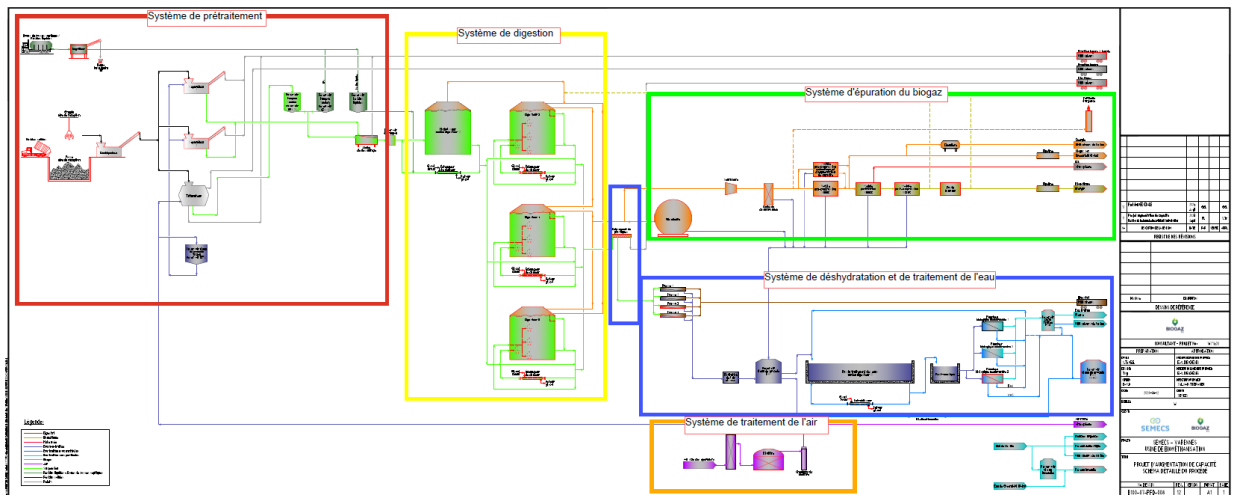
Comme le montre le graphique 1, le Centre se divise en 5 grands secteurs qui constituent les organes vitaux d'un centre de cette envergure. Nous y retrouvons le prétraitement des matières premières, la digestion, le traitement du biogaz, le traitement du digestat et de l'eau ainsi que le traitement des émissions atmosphériques.

Le prétraitement des matières premières :

Ce système de prétraitement est essentiel afin de bien conditionner la matière organique afin qu'elle soit digestible dans les digesteurs. L'équipement comprend un déchiqueteur, des équipements de déseballage, d'un tritrateur, des tamis et des dessableurs. Ainsi, ces équipements sont névralgiques à la préparation de la matière organique en prenant bien soin d'éliminer les contaminants physiques tel que pierre, sable, os, plastiques, métaux, verre, etc., et de préparer la boue organique qui sera acheminé au système de digestion.

La digestion :

Le système de digestion est composé d'un hydrolyseur de 5 300 m³ qui fournit également une égalisation du débit, suivie par 3 digesteurs de 5 300 m³ qui fonctionnent en mode mésophile (37°C Celsius) avec un temps de rétention moyen entre 18 et 23 jours. Un système de maintien de température permet de chauffer le contenu des digesteurs en hiver et surtout de les refroidir en été lorsque requis.



Graphique 1. Centre de la SÉMECS (2024)

Le traitement et l'utilisation du biogaz :

Bien que l'usine consomme environ 7 % de son biogaz pour le maintien en température des digesteurs et qu'il est toujours possible de transférer 800 m³/heure de biogaz à l'usine d'éthanol, la production supplémentaire de biogaz devait être épurée afin de rencontrer les normes d'injection pour pouvoir injecter ces volumes dans le réseau de distribution de gaz naturel public. Ainsi, un système d'épuration de type PSA (Pressure-Swing Adsorption) a été choisi pour traiter un volume 2 060 m³/heure. Ce système permet d'atteindre des performances de recouvrements du méthane de l'ordre de 97,5 % avec une qualité de biométhane de plus de 98,5 %.

Le CO₂ provenant de l'épuration est considéré comme biogénique et n'est pas récupéré en ce moment. Les plans en préparation visent à capter ce CO₂ et le valoriser par méthanation biologique. Ainsi, le CO₂ biogénique combiné à l'hydrogène permettrait de générer du biométhane de 3^{ème} génération.

Le traitement du digestat et de l'eau :

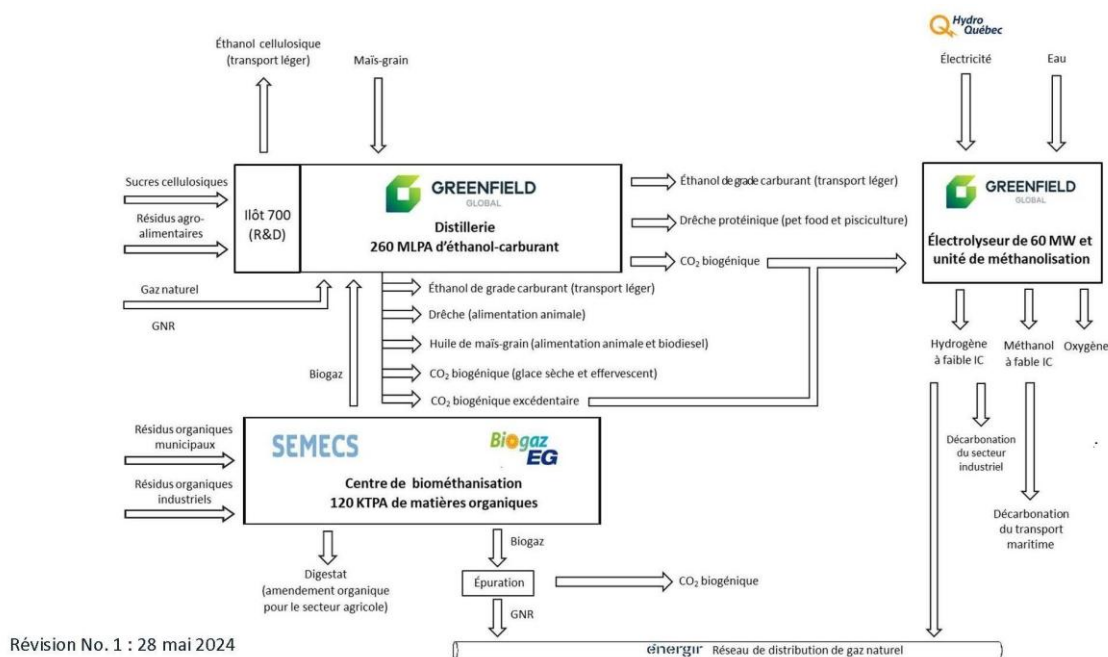
Le système de traitement débute par le passage de la boue digérée (digestat) dans un tamis presseur à vis qui permet de capter les fragments de plastiques ou autres particules grossières, supérieure à 4 mm, qui auraient pu échapper aux grilles (tamis) du système du prétraitement des intrants. Ensuite le digestat est acheminée aux 4 presseurs rotatifs Fournier qui permettent de traiter les 60 m³/heure de boues à déshydrater. La déshydratation permet d'obtenir un digestat solide ayant une teneur en matière solide entre 25 % et 37 % selon les saisons et les intrants reçus. Ce digestat solide est distribué aux agriculteurs locaux locaux qui fournissent le maïs-grain pour la production d'éthanol à la distillerie de Varennes, afin de nourrir leurs terres agricoles en matière organique et nutriments.

Enfin, le tout est complété par un système de traitement d'eau de type MBR qui permet d'atteindre les normes les plus sévères au Québec avec une exigence de rejets quotidien pour la DBO₅ de 35 mg/l, de MES de 35 mg/l, de PTOT de 1,3 mg/l et de NH₄ de 25 mg/l. Ce traitement permet d'envoyer au fleuve Saint-Laurent près de 550 000 litres d'eau par jour. **Le traitement des émissions atmosphériques :**

Les normes d'émission d'odeur sont très restrictives et la SÉMECS est obligé de maintenir la qualité de l'air aux limites du terrain de la SÉMECS au seuil de 1 unité odeurs (o.u.). Pour ce faire les bâtiments sont maintenu en pression négative en tout temps et, considérant que certains secteurs nécessitent plus de 6 changements d'air par heure, un système de captation et de traitement de l'air était requis. Ainsi un biofiltre à base de biomasse a été installé et permet de traiter un volume d'air de 48 000 m³/heure. Ce biofiltre est précédé par une tour de lavage acide afin d'éliminer toute ammoniac dans l'air et est suivi par une cheminé de 10 mètres qui permet d'assurer une bonne dispersion dans l'atmosphère.

LES PLANS SUIVANTS D'AGRANDISSEMENT DU COMPLEXE INTÉGRÉ DE BIORAFFINAGE

Toujours à la recherche de nouvelles opportunités de développement durable, Greenfield Québec Inc. prévoit d'augmenter la capacité de production de l'usine d'éthanol de 70 millions de litres par an d'ici 2025, et d'ajouter un électrolyseur de 60 MW au site d'ici 2028. L'électrolyseur à membrane échangeuse de protons (PEM) produira de l'hydrogène à usage industriel et pour le transport lourd, et fournira également de l'hydrogène comme intrant à une future usine de méthanol du complexe. Le méthanol est considéré comme un carburant renouvelable important pour l'industrie maritime et est utilisé comme un élément clé de l'industrie chimique. Comme le montre le graphique 2, le CO₂ provenant des cuves de fermentation de la distillerie et éventuellement du Centre de la SÉMECS serait combiné à l'hydrogène renouvelable pour produire de l'e-méthanol à très faible intensité carbone.



Graphique 2. Complexe de bioraffinage Greenfield Global à Varennes

Alors que le complexe intégré de bioraffinage de Varennes continue d'évoluer, la colocalisation du traitement anaérobie des déchets municipaux et industriels locaux continue de jouer un rôle essentiel. Initialement, le Centre de traitement des matières organique de la SÉMECS était une source d'énergie renouvelable et de récupération de nutriments à partir de déchets solides, puis à l'avenir elle fournira une source de CO₂ biogénique pour la production de méthanol. Ce complexe intégré démontre comment le design industriel créatif peut générer des revenus, créer de nouveaux emplois permanents, produire des carburants renouvelables, réduire les gaz à effet de serre, valoriser les déchets et contribuer à l'économie circulaire, et nous rapprocher de la réalisation de la vision « inférieure à 350 ppm » de Greenfield Global et des objectifs de développement durable au Québec.

IEA Bioenergy Task 37 "Energy from Biogas" <https://task37.ieabioenergy.com>

CONTACT / PERSONNE DE CONTACT

Company/Entreprise: BIOGAZ EG

Name/Nom: **Sylvain Trépanier**

Position/Poste : Vice-Président et Directeur Général

Tel/Tél: +1 418-808-3117

Email/Adresse courriel: Sylvain.Trepanier@biogazeg.com

Further information:

IEA Bioenergy Website (www.ieabioenergy.com)

The IEA Bioenergy Technology Collaboration Programme (TCP) is organised under the auspices of the International Energy Agency (IEA) but is functionally and legally autonomous. Views, findings and publications of the IEA Bioenergy TCP do not necessarily represent the views or policies of the IEA Secretariat or its individual member countries.