

Conversion des véhicules au gaz naturel ou au biogaz

S. Clarke, ing., et J. DeBruyn, ing.

Fiche technique

COMMANDE N° 12-044

AGDEX 760

JUILLET 2012

INTRODUCTION

La présente fiche technique fournit de l'information sur les possibilités et contraintes liées à l'utilisation du gaz naturel, du biogaz ou du biométhane comme carburant pour les véhicules. Elle traite des différents types et formes de carburants, du processus de conversion d'un véhicule et des possibilités de ravitaillement en Ontario.

Alimentation d'un véhicule au gaz naturel ou au biogaz

Avantages de ces carburants sur les carburants classiques :

- émissions réduites;
- économies de carburant;
- utilisation de carburants auto-produits.

Comparativement aux véhicules utilisant des carburants classiques, les véhicules alimentés au gaz naturel (VGN) produisent moins d'émissions responsables du smog et moins d'émissions de gaz à effet de serre. Les parcs de véhicules alimentés au gaz naturel plutôt qu'à l'essence permettent en moyenne aux propriétaires d'entreprises de réaliser des économies de l'ordre de 40 à 60 %. Les fermes qui possèdent un puits de gaz naturel ou un système de biogaz peuvent produire elles-mêmes leur carburant. La figure 1 montre un tracteur conçu pour utiliser un mélange biogaz-diesel.



Figure 1. Lorsqu'il fonctionne au biogaz, ce tracteur Valtra a une autonomie de 3-4 heures. Photo : AGCO Valtra.

GAZ NATUREL

Le gaz naturel (GN) est un carburant gazeux constitué à plus de 95 % de méthane (CH_4). En Ontario, il est surtout utilisé à des fins agricoles et industrielles pour la production de chaleur industrielle et le chauffage des locaux, comme combustible pour chauffer les maisons ou faire la cuisson ou comme source d'énergie pour la production d'électricité.

Biogaz et biométhane

Le biogaz est produit par la dégradation de matières organiques, comme le fumier, les déchets alimentaires ou les eaux usées, dans un digesteur anaérobie, donc en l'absence d'oxygène. À l'état brut, le biogaz renferme 50-60 % de méthane (CH_4), 40-50 % de dioxyde de carbone (CO_2) et des quantités restreintes d'impuretés. Le biogaz qui a été raffiné de manière à afficher une teneur accrue en CH_4 et réduite en CO_2 porte le nom de biométhane ou de gaz naturel renouvelable. Une fois le biogaz épuré pour donner du biométhane, sa composition chimique est quasiment identique à celle du GN. Le gaz recueilli des sites d'enfouissement scellés est une autre forme de biogaz et peut avoir des caractéristiques semblables à celles du biogaz produit par l'agriculture ou les eaux d'égout.

Comme le biogaz a une moins grande densité d'énergie que le GN en raison de sa forte teneur en CO_2 , dans certains cas, des changements doivent être apportés au système d'injection du carburant d'un VGN pour que le biogaz soit utilisé efficacement. Avant de ravitailler directement un véhicule avec du biogaz, s'assurer que le fabricant garantit son véhicule quand celui-ci est alimenté au biogaz.

On peut se servir du modèle GHGenius, un tableur mis au point par Ressources naturelles Canada, pour comparer les émissions de gaz à effet de serre produites sur le cycle de vie avec du gaz naturel, du biogaz et des carburants liquides classiques.

FORMES DE GAZ NATUREL ET DE BIOMÉTHANE

Gaz naturel comprimé

Le gaz naturel comprimé (GNC) est le gaz naturel stocké sous pression. Normalement, le GNC est stocké dans des réservoirs à des pressions atteignant 21-25 kilopascals (kPa) ou 3 000-3 600 livres par pouce carré (psi). Le GNC est la forme de gaz naturel la plus utilisée dans les véhicules. Si l'on élimine l'eau du biogaz, celui-ci est stocké sous des pressions comparables.

Gaz naturel liquéfié

Le gaz naturel liquéfié (GNL) est stocké dans des réservoirs de faibles capacités. Il s'agit de GN qu'on a purifié, puis condensé jusqu'à la phase liquide par l'abaissement de sa température sous la barre des -162 °C. Sous des conditions normales, le GNL occupe $\frac{1}{600}$ du volume du GN. Pour rester en phase liquide, il doit être gardé à de très basses températures, de sorte qu'il est stocké dans des réservoirs isothermes sous pression à double paroi. En raison des difficultés que représentent le stockage et la gestion du GNL, celui-ci n'est utilisé comme carburant que dans des véhicules utilitaires lourds à forte consommation de carburant, comme les poids lourds et les engins de chantier.

La présente fiche technique se concentre sur le carburant porté à une pression qui en fait du GNC, car c'est sous cette forme que le GN est le plus utilisé pour les véhicules.

MARCHÉ MONDIAL DES VGN

Les VGN dans le monde

Selon une étude récente menée au sein de l'industrie, le Canada compterait actuellement un parc de VGN de 12 000 véhicules. Dans les années 1980 et 1990, les VGN étaient davantage utilisés. La demande a décliné au Canada pour un certain nombre de raisons, dont le moins grand choix de véhicules sur le marché et l'élimination des incitatifs offerts par la Province et le Fédéral qui favorisaient les investissements dans les véhicules et les postes de ravitaillement.

Le Pakistan est à l'heure actuelle le pays dans le monde où l'on compte le plus de VGN, les véhicules alimentés au GNC y représentant 52 % du parc automobile (2 400 000 véhicules). L'Argentine et le Brésil occupent les deuxième et troisième rangs avec respectivement 1 800 000 et 1 600 000 véhicules alimentés au GNC.

L'achat d'un VGN

Tous les grands fabricants d'automobiles envisagent d'introduire des VGN de fabrication sur les marchés nord-américains. Voir le site NGV Ontario (www.ngvontario.com) pour connaître les modèles déjà sur le marché. Actuellement, plus de 50 modèles d'autobus, d'autocars et de camions lourds et de moyen tonnage produits en usine sont offerts comme véhicules neufs avec un système d'alimentation au gaz naturel.

CONVERSION D'UN VÉHICULE

Conversion de l'essence au GN

Bien des véhicules peuvent être convertis de manière à pouvoir fonctionner à la fois avec des carburants liquides classiques et avec du gaz naturel. On peut ainsi convertir un véhicule alimenté à l'essence en un véhicule fonctionnant au gaz naturel ou à l'essence, et un véhicule alimenté au diesel en un véhicule fonctionnant au gaz naturel ou au diesel. On parle de véhicule bicarburant si le VGN peut fonctionner autant à l'essence qu'au GN (ou autant au diesel qu'au GN). On parle de véhicule monocarburant si le VGN fonctionne uniquement au GN.

La conversion d'un véhicule à essence en un véhicule bicarburant nécessite l'installation de réservoirs de carburant. Ces réservoirs sont des cylindres qu'on installe habituellement sous le véhicule ou dans le coffre. Il faut aussi installer des conduits de carburant en acier inoxydable, un régulateur pour réduire la pression et un mélangeur air-carburant spécial.

La conversion au biogaz comporte les mêmes modifications, si ce n'est qu'en raison de la densité d'énergie plus faible du biogaz, les consommateurs veulent normalement des cylindres de carburant supplémentaires afin d'accroître l'autonomie du véhicule. Les entreprises détentrices de permis offrent des services de conversion des véhicules au GN. On trouve une liste de ces entreprises à la fin de la présente fiche technique.

Dans le cas d'une conversion en un véhicule bicarburant, un interrupteur installé sur le tableau de bord permet au conducteur de passer facilement et en tout temps du GN ou du biogaz à l'essence ou au diesel et vice versa, alors que le véhicule roule, que le moteur tourne au ralenti ou que le véhicule est immobilisé. En général, les véhicules bicarburants passent automatiquement au carburant classique quand le réservoir de GN est vide.

Coût de la conversion

Le coût de la conversion d'un véhicule en véhicule bicarburant varie entre 6 000 \$ et 12 000 \$ approximativement. La différence de prix dépend du modèle de véhicule, du type de moteur, de la puissance de celui-ci, du type de conversion et du nombre de cylindres de stockage du carburant.

Par exemple, la conversion d'un Ford F150 de 5,4 L alimenté à l'essence en un véhicule bicarburant coûte environ 6 600 \$. L'installation comprend les conduits de carburant, les attaches et deux cylindres de 70 L. Selon une estimation faite par Enbridge Gas Distribution, les économies annuelles de carburant estimatives sont d'environ 3 500 \$ (dans l'hypothèse où l'essence se vend 1,30 \$/L et le GNC, 0,75 \$/L).

Véhicule bicarburant ou monocarburant au GN

En Ontario, où l'on trouve un nombre restreint de points de ravitaillement publics en GN, il est plus facile de ravitailler un véhicule bicarburant qu'un VGN monocarburant. Avec un véhicule bicarburant, on peut toujours utiliser le carburant le plus facile à se procurer (essence ou diesel) jusqu'à ce qu'on atteigne un point de ravitaillement en GN pratique.

La conversion en un véhicule bicarburant permet aussi d'utiliser l'essence ou le diesel au démarrage, puis de passer au GN une fois que le moteur atteint une certaine température. Un VGN bicarburant présente aussi l'avantage d'offrir un réservoir de carburant d'appoint pour le cas où l'on en viendrait à vider le réservoir de GN.

Conversion en des véhicules hybrides utilisant des mélanges biogaz-diesel

Il est possible, dans un véhicule au diesel avec un moteur diesel modifié, d'utiliser un mélange biogaz-diesel (p. ex., 90 % de biogaz et 10 % de diesel). Le biogaz est alors injecté dans le moteur pendant le temps d'admission (étant donné que le méthane ne prend pas feu lorsqu'il est comprimé). À l'injection et à l'allumage du diesel, succède l'allumage du biogaz à la manière d'une bougie. Les modifications nécessaires pour obtenir un véhicule hybride comprennent l'installation de deux systèmes d'injection du carburant (un pour le biogaz et un pour le diesel), d'une deuxième série de conduits et d'un réservoir à biogaz.



Figure 2. Tracteur hybride pouvant être alimenté au diesel ou au biogaz. Photo : AGCO Valtra.

Suivant la configuration du moteur d'un véhicule hybride, au démarrage, le moteur est entièrement alimenté au diesel, puis la technologie d'injection du carburant augmente le rapport du biogaz jusqu'au point permis par le cycle de conduite (jusqu'à concurrence de 90 %). Cette technologie offre plusieurs avantages par rapport à l'allumage par étincelle, car elle procure une efficacité comparable à celle de l'allumage par compression et, lorsque le biogaz vient à manquer, le moteur continue de rouler simplement au diesel.

Sur des fermes possédant un système de production de biogaz, on a fait l'essai de l'utilisation d'un mélange à 95 % de biogaz et à 5 % de diesel par un modèle de véhicule hybride diesel-biogaz. Le biogaz utilisé contient encore 40 % de dioxyde de carbone et n'a pas été purifié pour atteindre la qualité du GN. La figure 2 montre un tracteur Valtra d'AGCO, un tracteur hybride biogaz-diesel.

Un essai mené au Royaume-Uni en juillet 2010 a porté sur un camion à ordures hybride utilisant un mélange à 10 % de diesel et à 90 % de biométhane purifié provenant d'un site d'enfouissement.

Autonomie

Pour une voiture type alimentée au GN, un réservoir de GN unique procure une autonomie d'environ 175 km (comparativement à environ 400 km pour une voiture ordinaire). Cette valeur se fonde sur une capacité de stockage équivalente à celle d'un réservoir d'essence normal. Le plus souvent, on installe sur les VGN des réservoirs de plus grande capacité ou des réservoirs multiples, afin de permettre de rouler plus longtemps entre deux ravitaillements.



Figure 3. Fourgonnette commerciale en cours de ravitaillement en gaz naturel. Photo : M.O.T. Construction.

En raison de l'espace nécessaire au stockage du carburant, les camions, fourgonnettes ou tracteurs font de meilleurs candidats à la conversion en VGN, car ils peuvent recevoir des réservoirs supplémentaires. Si un véhicule utilise du biogaz non purifié (c.-à-d., qui contient encore 40 % de CO₂ par volume), son autonomie se trouve encore réduite du fait de la faible densité d'énergie du carburant.

Dans une étude menée à la Kettering University, un camion Chevrolet 2500 HD 2009 bicarburant (essence et GNC) a affiché une autonomie d'environ 1 175 km (730 milles) sur l'autoroute, à raison de 385 km (240 milles) en roulant au biométhane et 790 km (490 milles) en roulant à l'essence.

Le camion Dodge Ram 5.7 L Hemi 2007 de la municipalité de Guelph affiche une autonomie d'environ 200 km quand les deux réservoirs de biogaz de 70 L sont pleins, et de 500 km quand il est alimenté à l'essence. Le ravitaillement complet du véhicule dure de 5 à 8 heures et se fait normalement la nuit. Le biogaz brut renferme 60 % de méthane et 40 % de dioxyde de carbone. À Guelph, on rehausse la qualité du carburant en portant à 86 % sa teneur en méthane par l'ajout de gaz naturel, de façon à respecter les normes de sécurité relatives à l'ajout d'un agent odorant. Par comparaison, le gaz naturel pur renferme environ 95 % de méthane. À Guelph, aucune fraction de dioxyde de carbone n'est retirée du biogaz.



Figure 4. Ravitaillement en un mélange biogaz-gaz naturel d'une camionnette de la municipalité de Guelph.

RAVITAILLEMENT

Points de ravitaillement

Les points de ravitaillement publics qu'on trouve en Ontario sont des systèmes Fast-Fill qui permettent de ravitailler la plupart des véhicules en seulement 2-3 minutes. On trouve en Ontario un certain nombre de points de ravitaillement en GN accessibles au public. Ils sont exploités par Enbridge Gas Distribution, Shell Canada, Pioneer, Sunoco et Canadian Tire. Pour une liste à jour des points de ravitaillement en GN, consultez le site de Natural Gas Vehicles Ontario, www.ngvontario.com, pour les points dans votre région, et le site de l'Alliance canadienne pour les véhicules au gaz naturel (ACVGN), www.cngva.org/fr/accueil.aspx, pour les points de ravitaillement à la grandeur du pays.

Ravitaillement chez soi ou à la ferme

Un distributeur de carburant permet de ravitailler son véhicule chez soi ou à la ferme comme on le voit dans les figures 3 et 4. Les distributeurs de carburant compriment le gaz et le pompent dans le réservoir du véhicule. Ils sont configurés pour le GN ou le biogaz. S'il est difficile dans le cas de l'essence d'installer un point de ravitaillement commercial ailleurs que dans une station-service, les contraintes sont moins nombreuses dans le cas du GN.

Les distributeurs de carburant viennent en différents formats offrant des vitesses de remplissage différentes. En 2011, il fallait compter environ 7 500 \$ pour se procurer un petit distributeur de carburant capable de débiter de 3 à 5 m³ à l'heure. Conçu pour ravitailler un véhicule durant la nuit, ce type de distributeur à remplissage lent peut aussi être équipé d'un embout de

remplissage rapide relié à un réservoir de stockage. Le distributeur remplit lentement le réservoir de stockage, qui, à son tour, sert à ravitailler rapidement le véhicule. On trouve aussi sur le marché des distributeurs grand format qui débitent jusqu'à 17 m³/h. Enbridge Gas loue différents distributeurs à partir d'environ 90 \$ par mois.

Les fermes qui possèdent un puits de GN ou un système de production de biogaz peuvent avoir besoin de purifier ou de déshydrater le gaz avant de l'utiliser pour ravitailler un véhicule à partir d'un distributeur de carburant. L'opération commence par l'élimination de l'eau et des éléments corrosifs comme le sulfure d'hydrogène. Selon la conception du véhicule, l'amélioration du biogaz par l'élimination du CO₂ peut également être nécessaire.

Valeur énergétique des carburants

Les carburants n'ont pas tous la même valeur énergétique. Si l'on utilise des carburants ayant une moins grande valeur énergétique, les ravitaillements seront plus fréquents ou les réservoirs nécessaires, de plus grande capacité (tableau 1).

Tableau 1. Fourchette de valeur énergétique approximative de différents carburants

Carburant	Valeur énergétique approximative MJ/unité (BTU/unité)
Essence ¹	32,6-34,6 MJ/L (30 900-32 900 BTU/L)
Diesel n° 2 ¹	36,0-38 MJ/L (34 000-36 000 BTU/L)
Propane (GPL) ^{1,2}	23,4-26,9 MJ/L (22 200-25 000 BTU/L)
Gaz naturel ou biométhane ²	35,3-40,6 MJ/m ³ (33 500-38 500 BTU/m ³)
GNC (à 3 600 psi) ¹	10,6-12,2 GJ/m ³ (10 040 000-11 600 000 BTU/m ³)
GNL ¹	20,4-23,6 MJ/L (19 400-22 400 BTU/L)
Biogaz ^{2,3}	22-27 MJ/m ³ (20 800-26 000 BTU/m ³)

Nota : 1 m³ = 1 000 L 1 BTU = 1,055055853 kJ
1 MJ = 1 000 kJ = 0,001 GJ

¹ U.S. Dept. of Energy : www.afdc.energy.gov/afdc/pdfs/afv_info.pdf

² Communications personnelles entre le MAAARO et Union Gas; fiche technique n° 11-022 du MAAARO, *Le maïs égrené utilisé comme combustible de chauffage.*

³ www.biomotion-tour.eu/biofuels

CONCLUSIONS

Les connaissances et la technologie permettent aujourd'hui de ravitailler les véhicules avec du gaz naturel ou du biogaz. L'utilisation de ces carburants semble avantageuse sur le plan économique. L'exploration de cette avenue par les producteurs agricoles pourrait leur faire réaliser des économies et les amener à produire eux-mêmes leur carburant.

RESSOURCES

Voici une liste non exhaustive de ressources sur la conversion de véhicules au gaz naturel ou au biogaz.

Garages effectuant la conversion en Ontario

www.ngvontario.com/Vehicule_Conversions.aspx

Trousses de conversion des véhicules

ECO Fuel Systems

Tél. : 604 888-8384

Courriel : andre@ecofuel.com

Points de ravitaillement en carburant

Natural Gas Vehicles Ontario

Site Web : www.ngvontario.com

Distributeurs de carburant domestiques ou commerciaux

Compression Technology Corporation
(BRC Fuemaker & Phill)

C.P. 545

Milton (Ontario) L9T 4Z1

Tél. : 905 699-1564

Télé. : 905 636-1387

Contact : Tim Sanford

Courriel : tsanford.ctc@bellnet.ca

Site Web : www.compression-technology.ca

CNG Canada

1765, rue Trafalgar

London (Ontario) N5W 1X7

Tél. : 519 301-8451

Contact : John Wilkinson

Courriel : jwilkinson@cngcanada.ca

Site Web : www.cngcanada.ca

Installations de séchage de GN et d'amélioration du biogaz

Flotech Greenlane

Tél. : 604 568-9042

Courriel : sales@flotech.com

Site Web : www.flotech.com

Xebec Inc.

Tél. : 1 877 GO-XEBEC

Courriel : sales@xebecinc.com

Site Web : www.xebecinc.com/fr/e_home.php

Ressources naturelles Canada

Office de l'efficacité énergétique

Site Web : <http://oee.nrcan.gc.ca>

Cliquer sur *Carburants de remplacement*

GHGenius

Site Web : www.ghgenius.ca

Moteurs au GN

Westport

Tél. : 604 718-2000

Site Web : www.westport.com

Ressources supplémentaires

AGCO Corporation

www.agcocorp.com

Biomotion Biofuels

www.biomotion-tour.eu

Alliance canadienne de véhicules au gaz naturel

www.cngva.org/fr/accueil.aspx

Clean Energy Fuels

www.cleanenergyfuels.com

BIBLIOGRAPHIE

Ahman, Max. « Biomethane in the transport sector — An appraisal of the forgotten option », *Elsevier Energy Policy Journal*, septembre 2009. Doi:10.1016/j.enpol.2009.09.007.

BioMotion Tour 09. www.biomotion-tour.eu/biofuels.

CADDET Energy Efficiency IEA/OECD.

Natural gas systems for farm vehicles, octobre 1993, CA92.010/4X.C01.

Krich, Ken, et coll. Biomethane from dairy waste: A sourcebook for the production and use of renewable natural gas in California, Cow Power, juillet 2005, www.suscon.org.

Lemke, Brenda, Nolan McCann et Ahmad

Pourmovahed. Performance and efficiency of a bi-fuel biomethane/gasoline vehicle, Mechanical Engineering Department, Kettering University, avril 2011.

Milner, Alicia. Biogas for transportation —

A Canadian perspective, Growing the Margins Conference, 12 mars 2009, www.gtmconference.ca.

Natural Gas Use in Transportation Roundtable.

Natural gas use in the Canadian transportation sector, décembre 2010.

Scholfield, Dominic, et Steve Carroll. Trial of

biomethane-powered refuse collection vehicle in Leeds, Centre of Excellence for low carbon and fuel cell technologies, 2010.

Spieser, H. *Le maïs égrené utilisé comme combustible de chauffage*, MAAARO, fiche technique n° 11-022.

U.S. Dept. of Energy. www.afdc.energy.gov/afdc/pdfs/afv_info.pdf.

La version anglaise de la présente fiche technique a été rédigée par Steve Clarke, ing., Énergie et systèmes de récolte, MAAARO, Kemptville, et Jake DeBruyn, ing., ingénieur en intégration des nouvelles technologies, MAAARO, Guelph. Elle a été revue par Alicia Milner, Alliance canadienne de véhicules au gaz naturel, Ottawa (Ontario).

NOTES PERSONNELLES



POD
ISSN 1198-7138
Also available in English
(Order No. 12-043)

Centre d'information agricole :
1 877 424-1300
Courriel : ag.info.omafra@ontario.ca
Bureau régional du Nord de l'Ontario :
1 800 461-6132

www.ontario.ca/maaaro

