



Programme Leader +



ETUDE SUR LA VALORISATION DU BIOMETHANE AGRICOLE : L'OPTION bioGNV

Septembre 2009



Agence Locale de l'Énergie des Ardennes

7, rue de Tivoli 08 000 Charleville-Mézières
23A, rue André Dhôtel – Pôle des Vieux Moulins, 08 130 Attigny

Tél : 03 24 32 12 29

Fax : 03 24 54 68 27

info@ale08.org et www.ale08.org

TABLE DES MATIERES

I ère PARTIE: LE GAZ NATUREL VEHICULE (GNV)	5
Introduction.....	7
I. La méthanisation dans le département des Ardennes	9
II. Les carburants GNV	9
1. Qu'est-ce que le GNV ?.....	9
2. Biogaz, biométhane et bioGNV	11
3. La Suède : l'exemplarité en matière de bioGNV	12
4. Le projet européen Biogasmax (2006-2010)	12
III. Intérêt et inconvénient du GNV	13
1. Aspects environnementaux	13
1.1. Les gaz à effet de serre (GES).....	13
1.2. Polluants atmosphériques et santé	14
1.3. Nuisances sonores et olfactives	15
1.4. La sécurité	16
1.5. Propreté des stations	16
1.6. Acceptabilité sociale	17
2. Aspects techniques et utilisation	17
2.1. Les véhicules légers	17
2.2. Les véhicules de transport de marchandise, BOM et bus	17
2.3. La performance énergétique et moteur	18
2.4. L'entretien des véhicules.....	18
2.5. La distribution	19
2.6. Autonomie et espace	19
3. Aspects économiques	19
3.1. Les aides.....	19
3.2. Intérêt économique du GNV	20
4. Résumé des avantages et inconvénients	21
IV. Les stations de distribution de GNV	21
1. Les différents éléments d'une station de distribution.....	21
2. Les différents modes de distribution	24
3. Eléments décisionnels pour le dimensionnement d'une installation.....	24
4. Les équipementiers et les coûts.....	25
4.1 Les stations publiques.....	25
4.2 Les stations privées.....	27
5. Le raccordement et les délais de livraison	27
6. La maintenance	27
7. Implantation d'une station GNV	28
7.1. Surface nécessaire.....	28
7.2. La réglementation	28
8. Qui peut vendre du GNV ?	30
9. Aspect économiques	31
2^{ème} PARTIE: DEVELOPPEMENT DU GNV ET DU BIOMETHANE CARBURANT DANS LA COMMUNAUTE DE COMMUNE DES CRETES PREARDENNAISES	33
V. Scénarii de valorisation du biométhane en GNV	35
1. Scénario 1 : Implantation de stations publiques GNV sur le réseau GrDF, puis augmentation de l'offre <i>via</i> des stations publiques agricoles.	35
2. Scénario 2 : Injection du biométhane produit et distribution du bioGNV dans une station publique de distribution implantée sur le réseau GrDF.....	36

3. Scénario 3 : Injection du biométhane produit et distribution du bioGNV dans des stations privées.....	37
3.1. Valorisation du bioGNV en bennes à ordures	38
3.2. Valorisation du bioGNV en alimentation de bus	39
3.3. Valorisation du bioGNV à Charleville-Mézières	41
3.4. Valorisation auprès de l'entreprise La Poste.....	41
4. Scénario 4 : Les stations déportées.....	43
VI. Scénarii de valorisation du biométhane agricole	46
1. Scénario 5 : Injection du biométhane dans le réseau GrDF et vente directe	46
2. Scénario 6 : Réalisation d'un réseau dédié à la distribution de biométhane ou de biogaz	47
3. Scénario 7 : Dépôt de biométhane en bouteilles à usage domestique	48
VII. Conclusions générales.....	49
<u>ANNEXES</u>	51
<u>GLOSSAIRE</u>	56
<u>LISTE DES ABREVIATIONS</u>	57
<u>REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES</u>	58

I ère PARTIE

LE GAZ NATUREL VEHICULE (GNV)

Introduction

Avec trois installations de production de biogaz agricole en fonctionnement et plusieurs projets à des stades d'avancement divers, le département des Ardennes s'est positionné comme un département pionnier de la méthanisation à la ferme. Le Conseil Général a inscrit cette thématique dans le cadre du Pôle d'Excellence Rural Départemental (2007-2009). Le Conseil Régional soutient également les initiatives dans ce domaine puisqu'un volet biogaz figure dans son plan climat énergie régional (PCER) élaboré en 2008.

Les unités de méthanisation en fonctionnement dans notre département valorisent le biogaz par **co-génération** (production d'électricité et de chaleur). Ce mode de valorisation était jusqu'à récemment la seule voie accessible aux porteurs de projet.

En 2008, l'Afsset a rendu un avis favorable à **l'injection du biogaz épuré** d'origine agricole **dans le réseau de gaz naturel**, ouvrant ainsi la voie à de nouveaux types de projets. A l'heure actuelle, l'injection n'est toujours pas réalisable car certains aspects techniques, économiques et réglementaires sont encore en discussion.

La **production de GNV à partir de biogaz (bioGNV)**, représente une alternative de valorisation du biogaz intéressante à explorer, d'autant qu'il existe une certaine volonté de développer la filière GNV à l'échelon européen et national.

La Commission Européenne a proposé que la part de carburants de substitution soit de 20% à l'horizon 2020, dont 10% pour le seul GNV. Le **projet européen Biogasmex**, mis en place en 2006, qui s'inscrit dans le sixième programme-cadre de recherche et développement de la Commission Européenne, a été élaboré dans le but de réaliser et de mettre en commun des expériences de production de GNV à partir de biogaz. La Communauté Urbaine de Lille Métropole est coordinatrice de ce projet. Elle s'est engagée, avec le Centre de Valorisation Organique, dans la production de bioGNV à partir de biodéchets triés pour alimenter les bus de l'agglomération.

En France, un protocole a été signé en 2005, sous l'égide de l'AFGNV (Association Française pour le Gaz Naturel Véhicule), entre le Ministère de l'Economie, des Finances et de l'Industrie, GDF, Carrefour, Total, PSA Peugeot-Citroën, Renault et Renault Trucks pour assurer le succès du GNV en 2010.

La loi sur l'air et l'utilisation rationnelle de l'énergie impose aux collectivités territoriales et aux établissements publics d'acquérir 20 % de véhicules propres (GPL, GNV ou électrique) lors du renouvellement de leur parc automobile.

La ville de **Charleville-Mézières** fait partie des dix **villes « pilote »** pour l'utilisation du GNV. Elle s'est équipée de trois stations de distribution qui alimentent une flotte de 45 véhicules.

Malgré cela, **le GNV tarde à se développer**. Fin 2008, le parc français était estimé à 9 500 véhicules légers. En comparaison, l'Italie possède un parc de 580 000 véhicules pour un réseau de 700 stations. Idem en Allemagne où plus de 800 bornes de distribution ont été installées pour un parc de 30 000 à 50 000 véhicules seulement.

Plusieurs raisons peuvent être invoquées pour expliquer cet échec :

- Le réseau de distribution publique de GNV est quasi-inexistant en France. Or, l'essor des véhicules au GNV dépend de celui des stations d'approvisionnement ;
- L'orientation des constructeurs automobiles vers le tout diesel ;
- La concurrence des véhicules électriques ;
- La méconnaissance de la technologie GNV de la part du public, des décideurs et des professionnels de l'automobile.

Concernant le bioGNV, les études réalisées en Europe ont montré que le développement de ce carburant renouvelable était étroitement lié à celui de la filière GNV et à l'implication forte des pouvoirs publics, des industriels et des acteurs de l'énergie.

Dans ce contexte, **la Communauté de Communes des Crêtes Préardennaises (CCCPA)**, au travers du programme européen "LEADER", **souhaite trouver des débouchés au biogaz agricole**. Cette démarche s'inscrit dans une perspective de soutien aux agriculteurs et de réduction des impacts environnementaux notamment en terme d'émission de gaz à effet de serre (GES). Le secteur des transports représente en effet 35 % des GES d'origine anthropique. La CCCPA cherche également à dynamiser le tissu rural en renforçant les services de proximité.

La CCCPA souhaite évaluer différentes modalités de valorisation du biométhane sur son territoire, en particulier l'option bioGNV. Pour créer les conditions propices à l'utilisation de ce carburant renouvelable, elle souhaite étudier la possibilité d'implanter des stations de distribution GNV sur le réseau de gaz naturel. L'idée étant de réaliser un maillage du territoire afin d'amorcer l'offre GNV, condition préliminaire nécessaire à son développement.

L'ALE des Ardennes, qui accompagne la méthanisation et contribue à son développement dans le département depuis 2002, a été sollicitée pour réaliser cette étude. Les résultats préliminaires ont conduit à explorer différentes voies de valorisation du biométhane.

I. La méthanisation dans le département des Ardennes

Le département des Ardennes compte **trois installations de méthanisation à la ferme en fonctionnement**, qui produisent du biogaz à partir d'effluents d'élevage (fumier, lisier), de tontes d'herbe, d'issues de céréales et de maïs. Ces trois installations **valorisent le biogaz par co-génération**, produisant d'une part de l'électricité, d'autre part de la chaleur. Les puissances électriques installées sont de 30 kW, 77 kW et 150 kW. L'électricité est injectée dans le réseau ErDF et vendue à EDF (11 à 14 cts d'€ / kWh). La chaleur est valorisée à des taux variables selon les installations, en chauffage pour des habitations, des salles de traite et de l'eau chaude sanitaire. Sur ces trois unités de production de biogaz à la ferme, une seule se situe sur le territoire de la CCCPA, à Clavy-Warby (30 kW). Une unité est localisée en périphérie sur la commune d'Etrépigny (77 kW), la troisième se trouve sur la commune de Vivier-Au-Cours (150 kW).

Plusieurs études de faisabilité ont également été réalisées pour divers projets. Trois sont en mesure de voir le jour à court terme :

- le projet de la ferme de l'Orme à Granpré qui prévoit une valorisation par co-génération (100 kW) et dont le permis de construire a été déposé;
- le projet de la Cense Godel à Signy-L'Abbaye qui projette d'injecter du biométhane dans le réseau de gaz naturel et qui a été retenu dans le cadre du PPE national (Plan de Performance Energétique);
- le projet du Clos Berteaux qui envisage la production de bioGNV à partir du biogaz épuré.

L'étude de faisabilité de ces deux derniers projets a montré qu'ils étaient en mesure de produire environ 500 000 Nm³ de méthane par an, soit le carburant pour environ 500 véhicules légers parcourant 15 000 km à l'année (véhicule type C3 de Citroën).

La carte suivante présente la répartition géographique de ces installations et projets. Sur cette carte figure également, la production de biogaz du CSDU d'Eteignères valorisée par co-génération (puissance électrique de 2 MW).

II. Les carburants GNV

1. Qu'est-ce que le GNV ?

Le GNV est un carburant automobile obtenu à partir de gaz naturel fossile. Le gaz naturel est en fait composé d'un mélange de gaz dont le principal est le méthane (plus de 80 %). On y trouve en proportions variables, selon le gisement d'origine, d'autres gaz tels que l'éthane, le propane, le butane, le diazote, le dioxyde de carbone, le sulfure d'hydrogène ... Avant d'être commercialisé, le gaz "brut" subit une série de traitements destinés à le purifier, le déshydrater et l'odoriser.

Installations et projets de méthanisation dans le département des Ardennes



Agence Locale de l'Energie des Ardennes
www.ale08.org

Deux types de gaz sont distribués en France :

- Le gaz B, pour bas pouvoir calorifique ($9,5 \text{ kWh / Nm}^3 < \text{PCS} < 10,5 \text{ kWh / Nm}^3$), est distribué dans le Nord de la France . Il possède une teneur en azote élevée ;
- le gaz « H », pour haut pouvoir calorifique, de très bonne qualité ($\text{PCS} > 10,7 \text{ kWh / Nm}^3$).

Le gaz naturel (généralement H) comprimé à 200 bars est distribué sous l'appellation GNV (Gaz Naturel Véhicule). Le tableau suivant présente quelques caractéristiques physico-chimiques importantes du gaz naturel de type H:

Caractéristiques	Gaz naturel « H »
Méthane (CH ₄)	96 %
Densité/air	0,55
Masse volumique (kg/Nm ³)	0,8
T° minimale d'inflammation	540°C
PCS (en kWh/Nm ³)	10,7 à 12,8
Domaine d'inflammabilité (dans l'air)	5 à 15 %
Température de liquéfaction	- 161 °C
Indice d'octane	120-130

Le GNV répond à la norme ISO 15403:2006, dont l'objectif est d'assurer un fonctionnement en toute sécurité des véhicules et des équipements utilisant et distribuant ce carburant. Il peut être utilisé dans les véhicules lourds (autobus, bennes à ordures) comme dans les véhicules légers. Le GNV est particulièrement indiqué pour les véhicules effectuant des parcours courts en zone urbaine et disposant d'une possibilité de ravitaillement à proximité. A titre comparatif, une équivalence entre les différents carburants est présentée dans le tableau ci-dessous.

GNV	Essence	Gazole	GPL	E85 Ethanol
1 Nm ³ (4 l à 200 bars)	1,2 l	1 l	1,4 l	1,5 l

2. Biogaz, biométhane et bioGNV

Le biogaz est un gaz issu de la décomposition anaérobie de matière organique. Il contient généralement autour de 50 à 60 % de méthane, 35 à 40 % de CO₂ et de la vapeur d'eau. Selon son origine (agricole, décharge, STEP), il contient également des éléments trace à des niveaux variables (H₂S, siloxanes, composés organo-halogénés) qu'il convient d'éliminer, notamment avant son utilisation dans des moteurs.

L'épuration du biogaz a pour objectif essentiel d'enrichir le gaz en méthane et d'éliminer l'H₂S (désulfuration), le CO₂ (décarbonatation), l'H₂O (déshydratation) et éventuellement certains éléments trace. Elle permet ainsi d'obtenir du biométhane équivalent au gaz naturel H (> 95 % CH₄), soit pour l'injecter dans le réseau de distribution publique, soit pour le comprimé en bioGNV. Le terme bioGNV désigne ainsi le GNV produit à partir de méthane renouvelable. Il peut-être également désigné par l'appellation biométhane carburant.

En Europe, le cahier des charges à respecter pour l'injection dans le réseau n'est pas le même dans les différents pays. Le standard français est plus contraignant car il impose une valeur limite plus stricte pour l'oxygène. A la différence des autres standards européens, il limite également la présence de certains halogènes (Cl, F) et métaux lourds (F, Hg).

Selon une étude publiée en novembre 2008, le coût de la production de biogaz épuré, odorisé, contrôlé et compté varie de 5 à 21 centimes d'euros le kWh en fonction des substrats utilisés et de la taille de l'installation. Considérant un prix à la pompe du GNV de l'ordre de 0,89 €/l équivalent diesel (soit 8 cts/kWh), la rentabilité d'un projet biométhane carburant doit être examinée au cas par cas. La production de bioGNV de façon collective permettrait de mutualiser les équipements et de réaliser des installations de capacité suffisante pour améliorer le bilan financier.

3. La Suède : l'exemplarité en matière de bioGNV

La valorisation du biométhane en carburant pour véhicule a été expérimentée dans différents pays. La Suède est incontestablement leader dans ce domaine, puisqu'elle est en mesure de fournir 1% de la demande intérieure en carburant, grâce au biogaz issu essentiellement des stations d'épuration et des centres de stockage de déchets. Le pays possède un réseau d'environ 100 stations distribuant du bioGNV et /ou du GNV, pour un parc de seulement 11 000 véhicules. L'autoroute qui relie les deux principales villes du pays (Stockholm et Göteborg) dispose de sept stations proposant du GNV. Ces deux villes sont engagées dans des projets ambitieux (voir ci-après). Pourtant, la Suède ne dispose pas d'un grand réseau national de distribution de gaz naturel comme la France.



Panneau de signalisation de l'autoroute Stockholm-Göteborg

4. Le projet européen Biogasmax (2006-2010)

Il s'agit d'un projet européen destiné à mettre en réseau des expériences de valorisation de biométhane, notamment en carburant véhicule. L'objectif étant d'agir à la fois sur les problèmes urbains de pollution de l'air, de l'eau et la gestion des déchets, mais aussi plus globalement sur la réduction des émissions de GES et de la dépendance au pétrole.

- **En France**, Lille Métropole Communauté Urbaine a été précurseur, dès 1994, dans l'utilisation en carburant de biogaz de STEP épuré. Ces dernières années, elle a développé, avec le Centre de Valorisation Organique, un projet d'alimentation de bus urbains avec du biométhane (équivalent gaz naturel type « B ») issu de la FFOM triée (ou biodéchets), de déchets de restauration collective et de déchets verts. Sur un parc

de 348 bus, 244 sont au gaz naturel. L'ensemble du parc devrait, à terme, rouler au bioGNV.

- **En Suède**, Stockholm et Göteborg sont très impliquées dans l'utilisation du bioGNV. La première souhaite se passer des énergies fossiles d'ici 2050. Fin 2006, elle comptait 3 000 voitures, 30 bus et 30 camions roulant au bioGNV. Pour cela, la municipalité a pris des mesures incitatives importantes : aires de stationnement gratuites pour les véhicules propres, subvention aux entreprises qui s'équipent de véhicules GNV, exemption de la taxe d'embouteillage, campagnes d'information.

A Göteborg, le biométhane issu de la station d'épuration est injecté dans un réseau local de gaz naturel. De nombreuses stations de distribution de GNV proposent ce biométhane comme carburant. Environ 5000 véhicules roulent ainsi au bioGNV.

- **En Italie**, la ville de Rome utilise du bioGNV produit à partir de déchets, pour alimenter des bennes à ordures. La Lombardie est fortement engagée dans le développement du GNV, puisque depuis 2006 toute nouvelle station de distribution doit être équipée d'une borne GNV. Cette région souhaite développer, dans le cadre du programme Biogasmax, des scénarios spécifiques de biométhane carburant.
- **En Suisse**, à Berne, trois acteurs oeuvrant dans les secteurs de l'eau, l'énergie et les transports se sont engagés dans la valorisation du biométhane. Ainsi plus d'un million de m³ de biométhane sont produits à partir de l'usine de traitement des eaux et des biodéchets. Plus de 30 bus sont alimentés par ce carburant.

Le certificat vert « Nature made Star » a été également mis en place grâce à la collaboration des différents acteurs institutionnels, professionnels et associatifs, impliqués dans l'énergie.

- **En Pologne** où le potentiel de production et de valorisation du biogaz est important, les régions de Torun et Zielona Gora ont rejoint le projet biogasmax pour bénéficier des expériences européennes en matière de bioGNV.

III. Intérêt et inconvénient du GNV

1. Aspects environnementaux

1.1. Les gaz à effet de serre (GES)

Le GNV est un gaz fossile qui contribue au même titre que le pétrole au déstockage de carbone. **Les émissions de GES** pour un carburant s'évaluent **du puits à la roue**, en considérant:

- **une phase amont (du puits au réservoir)**. Pour le GNV il convient de prendre en compte l'extraction du gaz, le traitement, le transport terrestre (par gazoduc, sous forme gazeuse), le transport par voie maritime (par navires méthaniers, sous forme liquide), la compression et la distribution. Toutes ces étapes peuvent occasionner des fuites qu'il est impératif de réduire au maximum compte tenu du pouvoir de réchauffement global du méthane (23 fois celui du CO₂).

- **une phase avale (du réservoir à la roue)**, qui correspond à la consommation du carburant. Cette phase est prépondérante puisqu'elle représente l'essentiel des consommations d'énergie et de production de GES. Le gaz naturel est le combustible fossile qui produit le moins de CO₂ par unité d'énergie lors de sa combustion.

Pour un véhicule léger, l'utilisation du GNV à la place de l'essence permet de réduire de 15 % environ les émissions de GES. Les quelques données de comparaison avec le diesel semblent donner un léger avantage à ce dernier.

Les véhicules légers actuellement commercialisés ont une motorisation à bicarburation (essence/GNV). Ils sont pénalisés par:

- leur consommation d'essence au démarrage et lorsque le réservoir de gaz est vide;
- leur taux de compression réglé sur l'essence (voir plus loin).

Cette tendance pourrait être inversée par la multiplication des stations de distribution de GNV et la mise au point de véhicules monocarburation GNV de nouvelle génération, bénéficiant d'une optimisation du moteur pour ce type de carburant. Ainsi, l'IFP estimait en 2006, qu'une **réduction de 5 à 10 % des émissions de GES par rapport au diesel était possible avec des véhicules dédiés au GNV.**

Les BOM et les bus fonctionnement, quant à eux, exclusivement au GNV.

L'utilisation de bioGNV est en revanche extrêmement intéressante sur le bilan des émissions de GES :

- Au lieu de partir dans l'atmosphère, le méthane produit par la décomposition de la biomasse est brûlé et transformé en CO₂ et H₂O. Certes le CO₂ est un GES mais son pouvoir de réchauffement global est 23 fois inférieur à celui du méthane ;
- Le bioGNV est renouvelable car il fait partie du cycle court du carbone (voir page suivante);
- Le bioGNV vient se substituer à du carburant fossile ;
- Le rapprochement entre la production et la consommation de carburant permet de réduire les émissions de GES liées à son transport.

L'ADEME et Gaz de France ont publié en 2007 une analyse du cycle de vie des modes de valorisation énergétique du biogaz issu de la FFOM qui souligne l'intérêt de la valorisation carburant du biogaz issus des déchets ménagers, notamment sur l'émission des GES.

1.2. Polluants atmosphériques et santé

Le GNV à l'avantage sur les autres carburants pour les émissions de polluants toxiques tels que le benzène, le butadiène, le formaldéhyde et l'acétaldéhyde qui sont quasi nulles. Sa combustion produit également beaucoup moins d'oxydes d'azote (NOx) et de soufre (SOx) et pratiquement pas de particules (fumées noires). La formation d'ozone, favorisée par les NOx, s'en trouve de ce fait également réduite.

Pour ces raisons, le GNV est considéré comme le carburant ayant un moindre impact sur la santé. Ainsi, les véhicules roulant au GNV ne sont pas soumis aux restrictions d'usage lors des épisodes de pics de pollution.

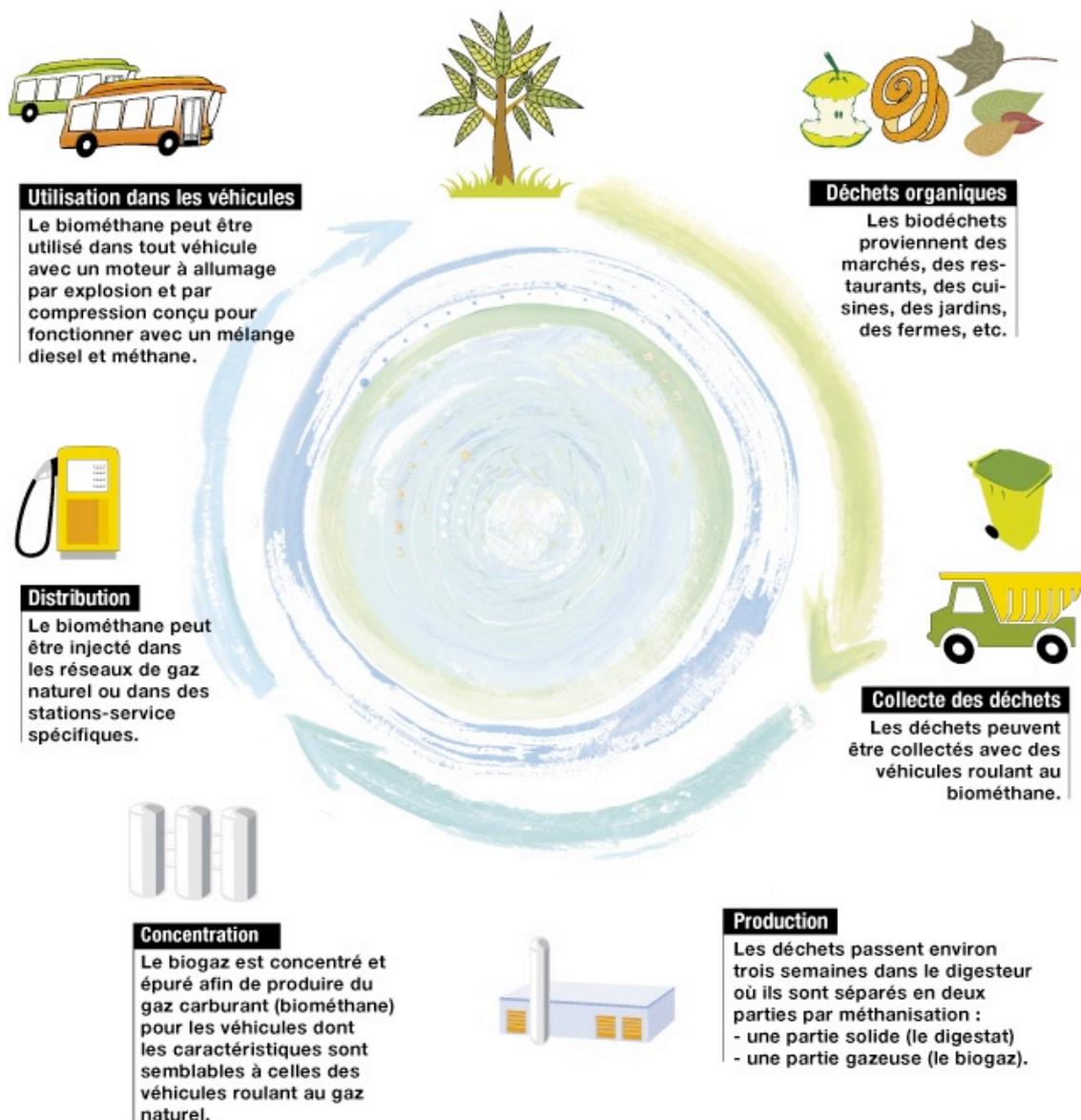
Il est cependant nécessaire de veiller au bon fonctionnement de la sonde à oxygène « lambda » qui permet, grâce à un calculateur, de contrôler la richesse en carburant. La défaillance de cette sonde conduit à une augmentation des émissions d'oxydes d'azote et de méthane.

Il est parfois avancé que les filtres qui équipent les véhicules diesel permettent un résultat équivalent au GNV sur l'émission de particules. Cependant, il semble que ces filtres ne soient pas efficaces sur les particules les plus fines qui sont les plus toxiques.

Pour le CO, le GNV n'apparaît pas plus performant que le diesel. Même constat pour les hydrocarbures (HC) imbrûlés dont le niveau d'émission est inférieur avec le diesel.

Enfin, lors de la distribution de GNV, il n'y a pas d'émanation d'hydrocarbures volatils dont certains sont toxiques par inhalation.

- Le cycle du bioGNV, d'après Biogasmax -



1.3. Nuisances sonores et olfactives

Les moteurs fonctionnant au GNV sont moins bruyants et permettent un gain de plusieurs décibels. Les riverains apprécient, par exemple, le niveau sonore des flottes de bus ou de BOM au GNV qui équipent de nombreuses agglomérations. De plus, la combustion du GNV ne génère pratiquement aucune odeur. Ces caractéristiques représentent des atouts intéressants pour le bien-être des personnes, tant riverains que conducteurs.

Le fonctionnement des compresseurs qui équipent les stations de distribution de GNV est à l'origine de bruit. Cependant, l'implantation des stations est encadrée de façon à prendre en compte cet aspect (voir Chapitre IV, section 7).

1.4. La sécurité

Le GNV est inflammable dans une plage de 5 à 15 % de concentration dans l'air, en présence d'une source d'ignition de 540°C minimum. Les fuites de GNV peuvent être à l'origine d'incendie ou d'explosion, lorsque ces deux conditions sont réunies simultanément. Cependant, à la différence des carburants classiques, le GNV est plus léger que l'air (densité de 0,55) et ne forme pas de nappe d'accumulation au sol en cas de fuite. Sa vitesse ascensionnelle de 0,8 m/s favorise sa dissipation rapide dans l'air. Une ventilation adaptée permet de maîtriser ces risques et d'éviter les poches d'accumulation en hauteur.

Les véhicules et matériels spécifiques au GNV (réservoirs, conduits) doivent répondre aux exigences de la norme européenne R110 du 19 juin 2001. Les réservoirs des véhicules sont conçus pour recevoir du GNV à 200 bars mais peuvent supporter 600 bars. Ils offrent une plus grande sécurité que ceux des véhicules diesel ou essence en plastique. Des dispositifs assurent une évacuation ou une combustion contrôlée en cas de dommage important. Des fusibles thermiques fondent lorsque la température atteint 110°C ce qui entraîne la libération du gaz.

En ce qui concerne les stations de distribution, une réglementation encadre l'implantation, le fonctionnement et la maintenance des installations pour garantir leur sécurité (voir paragraphe 7, chapitre IV). Des règles communes à tous les carburants s'appliquent : interdiction de fumer, d'utiliser les téléphones cellulaires et éteindre les moteurs pendant la distribution. De plus, les équipements sont munis de systèmes de sécurité en cas de fuite et répondent à des normes ATEX.

Le tableau suivant présente les conditions d'inflammabilité des différents carburants.

	Gazole	Super carburant	GPL	GNV
Température d'inflammation en °C	235	255	530	540
Plage d'inflammabilité dans l'air (% volume)	0,6 à 7,5	1,2 à 7,6	1,9 à 9	5 à 15
Densité / air (%)	Variable/élevée	4	2,07	0,55

Le GNV est donc un carburant plus sûr que les carburants classiques, tant à l'utilisation qu'à la distribution.

1.5. Propreté des stations

Les stations de distribution ne sont pas souillées par des flaques comme on peut l'observer avec les carburants classiques. Après le remplissage du réservoir, les mains restent propres.

1.6. Acceptabilité sociale

Le GNV est victime de l'association faite entre gaz et explosion. Le GNV ne doit cependant pas être confondu avec le GPL qui est liquide, plus dense que l'air et susceptible de former des nappes.

Malgré les atouts qu'il présente, ce carburant est en fait mal connu des décideurs politiques, des consommateurs et des distributeurs de véhicules,.

2. Aspects techniques et utilisation

2.1. Les véhicules légers

Les véhicules légers capables d'utiliser le GNV sont en fait des véhicules essence équipés de moteurs à bicarburant essence/GNV installés en usine ou « en 2^{ème} monte ». Ces véhicules roulent en priorité au GNV, mais démarrent à l'essence. Lorsque le réservoir de gaz est vide, ils basculent automatiquement en mode essence. Il est possible de passer d'un carburant à l'autre par simple pression sur un bouton.

La gamme des véhicules au GNV est très restreinte et il est actuellement difficile, voire impossible, d'acheter un véhicule au GNV auprès de nombreuses marques. Il existe une quinzaine de modèles en véhicules de tourisme et moins de dix en utilitaires légers. Certains sont au-dessus du seuil des 140 g de CO₂ / km à ne pas dépasser pour bénéficier du bonus de 2 000 €. Les modèles disponibles sont présentés en annexe. Leur consommation est comprise entre 6,5 Nm³ et 10 Nm³ de gaz pour 100 km.

La société Borel, à Grenoble, spécialisée dans la transformation GPL et GNV depuis plus de 20 ans, propose également trois modèles de la marque Peugeot: la 107 (consommation 5 Nm³/100 km), la 206 et la 207. Le coût de la transformation est d'environ 3 000 €. Les véhicules transformés pour utiliser le GNV doivent faire l'objet d'un contrôle par la DREAL qui vérifie les matériels installés, en particulier le réservoir.

2.2. Les véhicules de transport de marchandise, BOM et bus

Dans cette catégorie de véhicules, on dénombre une dizaine de modèles présentés en annexe. Contrairement aux véhicules légers, les BOM et bus fonctionnent exclusivement au GNV.

Concernant les bus, les réservoirs, dont le volume peut dépasser 1 000 l, sont placés au-dessus des véhicules (photo suivante). Leur consommation s'échelonne de 70 Nm³ à 90 Nm³ de gaz pour 100 km, selon la nature du parcours effectué (urbain, interurbain etc ...). L'autonomie est d'environ 300 à 400 km.



Les réservoirs des BOM sont implantés soit au niveau du châssis, soit en arrière de la cabine. La consommation est de l'ordre de 100 Nm^3 au 100 km .

2.3. La performance énergétique et moteur

Le pouvoir calorifique supérieur (PCS) du GNV se situe autour de 11 kWh . Sa densité énergétique est cependant faible puisqu'un Nm^3 de gaz naturel (soit environ 4 l à 200 bar , coefficient de compressibilité de $0,8$) équivaut approximativement à 1 litre de gazole, $1,2 \text{ l}$ d'essence et $1,4 \text{ l}$ de GPL.

Le méthane possède un indice d'octane très élevé de 120 à 130 , alors que celui de l'essence est de 95 ou 98 . Afin de valoriser au mieux cette caractéristique, il serait préférable d'utiliser des véhicules à carburation dédiée au GNV. Les moteurs à bicarburation GNV/essence sont réglés sur l'indice d'octane de l'essence et fonctionnent donc avec un taux de compression et un rendement inférieur. Des progrès technologiques sont souhaitables afin de bénéficier au mieux des avantages liés au GNV.

Les essais réalisés par la société Borel ont mis en évidence une baisse d'environ 15% des caractéristiques puissance / couple des véhicules bicarburation en fonctionnement GNV. Fiat, qui se positionne comme un leader européen des véhicules au GNV, annonce des performances à 10% près identiques à celles des véhicules essence.

2.4. L'entretien des véhicules

D'après un installateur du réseau Borel, spécialisé dans la transformation des véhicules au GNV, la durée de vie des moteurs est allongée ainsi que l'espacement entre deux vidanges. En effet, la combustion étant plus propre, l'huile moteur conserve ses caractéristiques plus longtemps. Les services techniques de la ville de Charleville-Mézières, qui utilisent des véhicules au GNV depuis 2005 , n'ont pas constaté de problèmes d'entretien liés à la technologie gaz.

Il est important de prévoir une vérification de la sonde « lambda » régulièrement afin de maîtriser consommation et pollution. Un garagiste de Nouzonville formé par la société Borel, peut réaliser ce type de prestation dans les Ardennes.

Une réglementation concernant la vérification des réservoirs devrait sortir prochainement. Il s'agira probablement d'une vérification visuelle effectuée au moment du contrôle technique.

2.5. La distribution

Malgré une certaine volonté affichée, le ravitaillement en stations publiques est quasi inexistant, hormis dans quelques grandes agglomérations. Cet aspect représente un handicap majeur au développement de la filière.

Le ravitaillement s'effectue en 2 à 5 minutes en distribution rapide et en plusieurs heures en distribution lente. En cas de dérive des paramètres de la station (maintenance insuffisante) ou de plage horaire de fonctionnement du compresseur non appropriée, le plein total des véhicules ne peut être réalisé.

2.6. Autonomie et espace

Les réservoirs GNV procurent une autonomie faible à moyenne selon les modèles (200 à 500 km). Cependant, lorsque les véhicules disposent du réservoir essence d'origine et d'un réservoir gaz, l'autonomie globale est élevée (1000 km environ). Sur certains modèles, le réservoir de gaz empiète sur celui de l'essence et réduit l'autonomie "essence".

Les réservoirs de gaz peuvent être stockés sous le châssis ou dans le coffre (photo ci-dessous). Dans ce dernier cas, l'espace bagage est réduit.



3. Aspects économiques

3.1. Les aides

Une aide de 2000 euros est attribuée par le fond d'aide à l'acquisition d'un véhicule propre (géré par le CNASEA) à toute personne qui acquiert ou qui prend en location (avec option d'achat ou contrat d'au moins deux ans) un véhicule particulier neuf au GNV, dans la mesure où les émissions de CO₂ / km sont inférieures à 140 g (article 63, loi 2007-1824 du 25-12-2007). A partir du 01 janvier 2010, ce seuil sera abaissé à 135 g.

Un super bonus de 300 euros est accordé lorsque l'acquisition de ce véhicule est accompagnée de la destruction d'un véhicule de plus de quinze ans acquis depuis au moins six mois.

Ces aides sont payées au bénéficiaire en une seule fois, soit par le fond d'aide à l'acquisition d'un véhicule propre, soit par le vendeur ou le loueur qui est ensuite remboursé. Le montant est déduit du prix TTC après toutes déductions consenties par le vendeur ou le loueur.

Pour les petites collectivités, la Commission Européenne va créer un site internet permettant de réaliser des achats groupés de véhicules propres afin d'obtenir des prix plus intéressants.

Pour les véhicules utilitaires, il existe des dispositions incitatives comme l'amortissement exceptionnel sur 12 mois de l'investissement, la récupération de la TVA sur le carburant et l'exonération de la taxe sur les véhicules de société pendant 2 ans (TVS).

Des mesures locales peuvent également se rajouter comme l'exonération du coût de la carte grise. C'est le cas dans le département des Ardennes.

A Strasbourg, la société Enerest-gaz de Strasbourg, propose une aide de 1 000 euros pour l'achat d'un véhicule si la personne s'approvisionne dans leur station.

3.2. Intérêt économique du GNV

Différents éléments d'ordre économique ont été comparés dans le tableau suivant, en considérant des petites berlines type Citroën C3.

	GNV*	Diesel (HDI)*	Super carburant*	GPL**
Prix véhicule TTC	16 230 €	15 100 €	13 500 €	16 450 €
Aides	2 000 €	700 €	700 €	2 000 €
Coût réel du véhicule	14 230 €	14 400 €	12 800 €	14 450 €
Prix unitaire du carburant	0,85 €/Nm ³	1 €/l	1,22 €/l	0,62 €/l
Consommation parcours mixte au 100 km	6,5 Nm ³	4,5 l	6 l	7,4 l
Dépense carburant sur 15 000 km	829 €	675 €	1098 €	688 €

*: véhicule type C3 de Citroën, 1,4 l, 5 portes.

** : véhicule type Fiat Punto, 1,4 l, 5 portes.

Compte-tenu des prix relatifs des carburants, du coût des véhicules, de la consommation et des aides, le GNV n'est compétitif qu'avec l'essence. Il apparaît actuellement que l'économie sur le carburant réalisé avec le GNV compense le surcoût à l'achat au bout d'environ 5 ans (75 000 à 80 000 km).

Le choix du GNV relève donc plus d'une préoccupation environnementale qu'économique. Cependant, lorsque les prix des produits pétroliers flambent, l'augmentation du prix du GNV est moins sensible. De plus, dans une perspective d'utilisation du bioGNV, il est possible d'avoir une maîtrise du prix de ce carburant.

Enfin, la revente d'un véhicule GNV est probablement très difficile. Il faut donc envisager l'achat de ce type de véhicule pour une utilisation jusqu'en fin de vie.

4. Résumé des avantages et inconvénients

Critères d'appréciation	GNV
GES	+ (essence) / - (diesel)*
Polluants atmosphériques et santé	+++
Nuisances sonores / olfactives	+++
Sécurité	++
Acceptabilité sociale	-
Autonomie	+ / -
Choix de véhicules	---
Performance moteur	-
Entretien	=
Distribution	---
Espace	+ / -
Intérêt économique	+ (essence)

*: + + +, si l'on considère du bioGNV.

IV. Les stations de distribution de GNV

1. Les différents éléments d'une station de distribution

Les éléments essentiels d'une station GNV sont :

- **Le compresseur** : il constitue le cœur de la station. Cet élément est prévu pour fonctionner une dizaine d'heures par jour pour une durée de vie d'environ 4/5 ans (selon le nombre d'heures d'utilisation). Le débit de compression s'échelonne entre moins de 10 Nm³/h et quelques centaines de Nm³/h. Le prévisionnel de véhicules susceptibles de s'approvisionner déterminera le débit à choisir. La puissance électrique d'un compresseur se situe entre quelques kW et plusieurs centaines de kW. Une capacité anti-pulsatoire, située en amont du compresseur, permet de maintenir constante la pression d'alimentation de ce dernier.



- Compresseurs Cirrus -



- Compresseurs Tokheim -

- **Le stockage** : le stockage est réalisé dans des bouteilles en acier d'une contenance de 80 litres et pesant près de 100 kilos. Il est nécessaire pour réaliser un remplissage rapide et pour répondre à des demandes de pointe. Lors de la distribution, le gaz est déstocké en cascade par paliers, de manière à garantir un remplissage rapide.



- Rack de stockage Cirrus -

- **La distribution** : elle est réalisée au moyen d'une borne dont les caractéristiques varient suivant les besoins (distributeur simple ou double face, mono ou double pistolet etc ...). Pour le domaine public, elles doivent être homologuées par le LNE du point de vue métrologique. Par sécurité, lorsque la pression de remplissage est atteinte dans le réservoir, le ravitaillement en gaz est automatiquement interrompu. De même en cas de rupture accidentelle du flexible. Une fonction de « compensation en température » est également assurée par un calculateur. Cette fonction permet de garantir un niveau de remplissage du réservoir

et donc d'autonomie et d'éviter une surpression en cas de variation de la température ambiante.



- **Le paiement** : il est effectué grâce à une borne au moyen d'un système de badge et/ou de carte bancaire. Dans le premier cas, un contrat est préétabli et une facture est acquittée par exemple en fin de mois.



En plus de ces éléments de nombreuses options peuvent-être proposées au cas par cas suivant les besoins. De plus, les stations étant évolutives, elles peuvent être adaptées à une modification de la demande en GNV, par exemple en ajoutant un second compresseur.

Le compresseur et les bouteilles de stockage peuvent-être intégrés à un **module béton** (ci-contre) qui permet de réduire les distances réglementaires d'implantation et de bruit.



2. Les différents modes de distribution

En fonction des résultats de l'étude préalable, on pourra choisir entre différents types de stations selon le mode de distribution souhaité :

- **la station de compression/distribution à 200 bars**: il s'agit d'un **remplissage lent** (plusieurs heures, selon le débit du compresseur), sans stockage, qui s'effectue sans personnel. Ce type de station requiert des places de stationnement (on parle parfois de remplissage à la place). L'arrêt est automatique en fin de remplissage. Plusieurs véhicules peuvent être alimentés simultanément.
- **La station de surcompression/distribution à 250 bars ou plus**: elle permet un **remplissage rapide** des véhicules mais nécessite une capacité de stockage du GNV en bouteilles. Ce stockage sera fonction du nombre d'approvisionnement à effectuer en demande de pointe. C'est le type de station indiquée pour de la distribution publique.
- **Les stations mixtes**. Dans ces stations, le plein peut se faire de deux façons, lent ou rapide.

3. Eléments décisionnels pour le dimensionnement d'une installation

Le choix d'une station GNV requiert une étude détaillée qui permet de dimensionner l'installation en fonction des besoins. En réalité, on adapte une station à chaque situation en la composant à partir des différents éléments proposés par les distributeurs. Il est ainsi possible de concevoir des microstations (photo ci-contre) comme des stations grand débit (photo ci-dessous).



- Station publique Toulouse-Purpan, distribuée par Tokheim -



- Microstation privée Cirrus -

Les points importants à prendre en considération sont :

- **Le type de commercialisation (privée / publique).** Il existe des stations privées pour entreprises ou collectivités et des stations publiques fonctionnant comme les stations de carburant classique avec carte bancaire ou avec un contrat d'approvisionnement et paiement sur facture. Elles peuvent être accessibles 24 h / 24 ou selon des plages horaires limitées ;
- **La flotte de véhicules.** Il est nécessaire de prendre en compte : le type de véhicules (VL et/ou BOM et/ou bus), la fréquence d'approvisionnement, les heures de pointe et les temps de stationnement . Pour alimenter des bus, des BOM ou une station publique, il est souhaitable de prévoir un compresseur supplémentaire en secours, en cas de panne.
- **La distance au réseau GrDF.** Il est nécessaire que le réseau de distribution de gaz naturel soit à une distance raisonnable du site d'implantation (communes déjà desservies par un réseau de gaz naturel).
- **Les bassins de populations.** Le GNV est par nature un carburant particulièrement pertinent en milieu urbain. C'est également là que se trouve le potentiel de véhicules.
- **Les administrations, collectivités ou entreprises** susceptibles de fournir des flottes importantes, captives et concentrées en un seul site. Ces flottes sont particulièrement intéressantes car il est possible de prévoir précisément leur consommation de carburant.

4. Les équipementiers et les coûts

Différents fournisseurs (Cirrus, Tokheim, Bauer, Greenfield, ...) offrent une gamme de matériel assez large permettant de composer différentes stations privées ou publiques, selon les besoins et pour tous types de véhicules (VL, BOM, Bus). Cirrus et Tokheim proposent du matériel homologué pour de la distribution publique. La société GNVert installe des stations avec des équipements Cirrus-Safé, Greenfield, etc ... La différence essentielle entre les stations publiques et privées réside dans la distribution et le mode de paiement. Pour les premières, la borne de remplissage doit-être homologuée d'un point de vue métrologique.

La comparaison des prix est assez délicate car les caractéristiques des matériels et les options diffèrent d'une société à l'autre.

4.1 Les stations publiques

Quelques ordres de grandeur sont présentés ci-après :

- Une station publique Tokheim (équipementier allemand Schwelm AnlagenTechnik)) pour alimenter 35 à 45 véhicules légers par jour coûte environ 235 000 € (55 Nm³/h, plage de fonctionnement de 16 h), hors transport et génie civil. La station est garantie 24 mois. Une maintenance annuelle ou à 2000 h est obligatoire pour que la garantie soit effective. Une maintenance hebdomadaire est vivement conseillée.
- Chez Cirrus (distributeur français), une station publique comparable à la précédente (50 véhicules légers / jour) nécessite un investissement d'environ 134 000 € (50 Nm³,

plage de fonctionnement de 10 h). La garantie est de 1 à 2 ans selon la négociation commerciale et à condition de respecter une maintenance préventive.

- Dans la même gamme de produit, GNVert propose une station publique pour 150 000 € ainsi que différents contrats:

Option 1: Vente de carburant (VCA). GNVert prend tout en charge (sauf le terrain et les véhicules) et facture le gaz consommé. Le prix du carburant s'échelonne entre 0,6 et 1,10 €/ Nm³ de méthane selon le type de station et le volume de gaz vendu. Pour cette option, un approvisionnement de 70 à 100 véhicules doit leur être garanti pour une rentabilité recherchée à 7-12 ans. Dans le cas où les objectifs de consommation ne sont pas atteints, notamment en début de fonctionnement, une prime équivalente aux frais fixes de la station est facturée (environ 2 000 €/mois). Une autre possibilité consiste à facturer le manque à gagner en terme de vente de gaz.

Option 2: Mise à disposition de station (MAD). GNVert met à disposition une station GNV. Le client prend en charge les véhicules, le terrain, la fourniture de gaz, d'électricité et de télécom. Il paye un loyer mensuel d'environ 2 200 € ;

Pour des raisons économiques liées à un niveau d'investissement important, les options 1 et 2 s'élaborent dans le cadre d'un contrat minimum de 10/12 ans.

Option 3: Maintenance de station externe (MSE). GNVert ne s'occupe que de la maintenance de la station contre un loyer mensuel qui doit être étudié au cas par cas (8 à 15 k€/an approximativement). Le contrat minimum peut-être d'un an.

Le tableau suivant résume les caractéristiques des stations et les contrats proposés par GNVert.

	Petit débit	Petit Débit	Moyen Débit B.O.M et P.L	Grand Débit B.O.M et P.L	Grand Débit BUS
Type de parc	0 à 10 VL	10 à 100 VL	12 à 25 BOM / PL	40 à 100 BOM/PL	50 à 100 bus
Compresseurs	1 compresseur 9m3(n)	1 à 2 compresseurs (35 m3 (n)/h)	2 compresseurs (450 m3(n)/h)	3 compresseurs (450 m3(n)/h)	3 compresseurs (450 m3(n)/h)
Bornes	Deux flexibles de remplissage	1 borne + un badgeur	2 bornes de remplissage en alternance	2 bornes de remplissage en parallèle	nombre de flexibles = nombre d'emplacemen ts
Surface site	1 place de pk	150 m2	300 m2	500 m2	Fonction du nombre de bus
Type de contrat GNVert	MAD	VCA / MAD / MSE	VCA / MAD / MSE	VCA / MAD / MSE	VCA / MAD / MSE
Investissement process Station		80 à 150 k€	400 k€	600 k€	650 à 1000 k€
Investissement Génie civil pour la station		30 à 80 k€	100 à 200 k€	200 à 300 k€	-

4.2 Les stations privées

La société Cirrus propose, pour 17 300 €, des microstations pour alimenter 5 à 15 VL (200 à 300 km / semaine). Le plein s'effectue en 2 h (réservoir 60 l). Un petit stockage, permettant un remplissage rapide, peut-être rajouté pour 3 500 €.

Pour les stations de plus grande capacité, il est possible de composer des stations selon les besoins avec des compresseurs plus ou moins puissants (35 000 à 78 000 €).

5. Le raccordement et les délais de livraison

L'implantation d'une station GNV est réalisée sur les communes desservies par le réseau de gaz naturel. Le raccordement comprend le piquage, qui se fait généralement sur le réseau de distribution basse pression (4 bar), la canalisation d'acheminement et le poste de livraison où se fait le comptage du gaz. Si le contexte local est favorable, le coût de l'opération est de quelques milliers d'euros.

Pour la mise en oeuvre, un permis de construire doit tout d'abord être déposé. Puis on procède à la préparation du site qui comprend le terrassement, le génie civil, la voirie et les réseaux divers. Les délais sont difficiles à évaluer car ils dépendent de la configuration du lieu d'implantation. Selon les installateurs et la nature du projet, les **délais varient de 4 à 10 mois**.

6. La maintenance

Il existe différents niveaux de maintenance qui peuvent-être, selon le contrat, à la charge de l'utilisateur ou de l'installateur. On distingue :

- **la maintenance courante préventive** (hebdomadaire ou mensuelle). Il s'agit essentiellement du contrôle visuel des indicateurs de bon fonctionnement. Elle peut-être facilement réalisée par une personne formée (1 journée de formation) ou par une société en contrat de maintenance ou en prestation ;
- **la maintenance lourde** (annuelle ou après un certain quota horaire de fonctionnement). Le niveau de compétence requis nécessite l'intervention de techniciens spécialistes du matériel installé, dans le cadre d'un contrat de maintenance ou d'une prestation. Ce poste peut représenter plusieurs milliers d'euros/an ;
- **La maintenance réglementaire**. Certains équipements doivent faire l'objet d'un contrôle régulier obligatoire :
 - La métrologie des **bornes de distribution publiques** doit être vérifiée à la mise en service (vérification primitive assez poussée) et ensuite tous les 6 mois (vérification périodique) par la société Cognac-Jaugeage, spécialisée en métrologie légale. Le coût varie selon le type de contrat établi entre le distributeur de matériel et le détenteur. La DREAL est prévenue 15 jours avant la vérification. Un rapport lui est communiqué.
 - Les **bouteilles de stockage fixes** doivent faire l'objet d'une visite tous les 40 mois par un organisme habilité (Socotec, Véritas etc ...). Cette visite s'effectue en une journée. Elle consiste en une vérification externe des bouteilles et des accessoires. Le coût de cette prestation est d'environ 800 €.

Ces bouteilles doivent également être envoyées pour subir une épreuve de requalification tous les 10 ans, ce qui entraîne un arrêt de la station de l'ordre de 15 jours. Avant requalification, ces bouteilles doivent être préparées : démontage des bouteilles et retarage des soupapes. Le coût de l'opération n'a pas pu être évalué.

GNVert dispose d'une bonne expérience en matière d'installation de stations GNV et de maintenance. Elle possède un réseau technique lui permettant de proposer un suivi des stations confortable pour l'utilisateur, selon différentes modalités (vente de carburant, mise à disposition de station, maintenance externe). Ces prestations comprennent : une astreinte 24h/24 et une intervention en moins de 2 heures (option vente de carburant) ou 12 heures (options mise à disposition de station ou maintenance station externe) ; la maintenance courante, lourde et réglementaire.

7. Implantation d'une station GNV

7.1. Surface nécessaire

La place nécessaire à l'implantation d'une station de distribution de GNV dépend bien évidemment du parc de véhicules concernés (VL, bus, BOM, une ou plusieurs places de distribution, îlot central ...) et du type de distribution (publique, privée).

Une microstation privée destinée à alimenter 10 véhicules nécessite l'équivalent d'une place de parking pour VL. Une station de distribution publique, telle que celle proposée par Cirrus, requiert environ 150 m². Pour des flottes de bus ou de BOM, plusieurs centaines de m² sont nécessaires.

Il faut également prévoir les voies d'accès et faire les demandes de voirie nécessaires.

7.2. La réglementation

Plusieurs rubriques de la réglementation ICPE du code de l'environnement concernent les stations de distribution de GNV. La rubrique **1413** définit les seuils de déclaration et d'autorisation pour l'implantation d'une station. Le débit de gaz en sortie de compresseur et la masse de gaz stockée dans l'installation, sont les paramètres considérés. La rubrique **1411** est dédiée au stockage de gaz comprimé et la **1434** dicte les règles d'implantation des stations de distribution de carburant.

- **Rubrique 1413:** Gaz naturel ou biogaz, sous pression (installations de remplissage de réservoirs alimentant des moteurs, ou autres appareils, de véhicules ou engins de transport fonctionnant au gaz naturel ou biogaz et comportant des organes de sécurité).
 - Régime d'autorisation si le débit total en sortie du système de compression est supérieur ou égal à 2000 m³/h ou la masse totale de gaz contenue dans l'installation est supérieure à 10 t;
 - Régime de déclaration avec contrôle périodique si le débit total en sortie du système de compression est supérieur ou égal à 80 m³/h et inférieur à 2000 m³/h ou si la masse de gaz dans l'installation est supérieure à 1 tonne.

- **Rubrique 1411** : Gazomètres et réservoirs de gaz comprimés renfermant des gaz inflammables (à l'exclusion des gaz visés explicitement par d'autres rubriques). Pour le gaz naturel:
 - Régime d'autorisation avec servitude si le stockage est supérieur ou égal à 200 t (AS-4);
 - Régime d'autorisation si le stockage est supérieur ou égal à 10 t et inférieur à 200 tonnes;
 - Régime de déclaration si le stockage est supérieur ou égal à 1 tonne et inférieur 10 tonnes.

- **Rubrique 1434** : arrêté du 18/09/2006 modifiant l'arrêté du 07 janvier 2003 relatif aux prescriptions générales applicables aux installations classées soumises à déclaration sous la rubrique n°1434 : liquides inflammables (installation de remplissage ou de distribution).

Quelques règles à suivre au titre de cet arrêté:

- Pas d'implantation en sous-sol ;
- Pas d'implantation au rez-de-chaussée des immeubles habités par des tiers ;
- Les appareils de distribution doivent être situés à l'air libre. Les équipements de compression et de stockage doivent être placés de préférence à l'air libre ou dans des locaux spécialement et uniquement affectés à cet effet ;
- Les installations de compression et de stockage doivent être ceintes d'une clôture d'une hauteur minimum de 2 mètres ou d'un autre moyen technique d'efficacité au minimum équivalente limitant l'intrusion de toute personne extérieure (exemple, module béton) ;
- L'installation doit être accessible pour permettre l'intervention des services d'incendie et de secours. Elle est desservie sur au moins une face par une voie engin ;
- Des distances d'éloignement doivent être observées à partir de l'appareil de distribution ou de remplissage :
 - 17 m des issues d'un immeuble occupé par des tiers ou d'un établissement recevant du public de 1^{re}, 2^e, 3^e ou 4^e catégorie ou d'une installation présentant des risques d'incendie ou d'explosion ;
 - 5 m de l'issue principale d'un établissement recevant du public de 5^{ème} catégorie, avec obligation d'une issue de secours arrière ou latérale permettant l'évacuation du public, sans exposition à moins de 17 m des appareils de distribution ;
 - 5 m des issues ou des ouvertures des locaux administratifs ou techniques de l'installation, avec obligation d'une issue de secours arrière ou latérale permettant l'évacuation du public sans exposition à un flux thermique éventuel en cas d'incendie ;
 - Longueur du flexible + 2 m par rapport aux limites de la voie publique ;
- Des distances d'éloignement doivent être observées à partir des équipements de compression et de stockage :

- 6 m entre le stockage de gaz naturel ou de biogaz et le stockage d'autres carburants ;
 - 5 m entre le stockage de gaz naturel ou de biogaz et un distributeur de carburant ;
 - 3 m entre le compresseur ou le stockage de gaz naturel ou de biogaz et une ouverture du bâtiment le plus proche sur site ;
 - 10 m entre le compresseur ou le stockage et les limites de propriété (3 m avec un module béton);
 - 6 m entre le compresseur ou le stockage et la première place de parking (2 m avec un module béton);
- La réduction des nuisances sonores : pour les zones à émergence (bruit ambiant avec l'installation en fonctionnement moins bruit résiduel) réglementée, les émissions sonores issues de l'installation doivent respecter les valeurs limites admissibles présentées dans le tableau suivant :

Bruit ambiant	Emergence admissible (7 à 22 h, sauf dimanches et jours fériés)	Emergence admissible (22 h à 7 h ainsi que les dimanches et jours fériés)
> à 35 dB et <ou = à 45 dB	6 dB	4 dB
> à 45 dB	5 dB	3 dB

Concernant le matériel de distribution de GNV et son utilisation, des directives européennes (94/9/CE et 99/92/CE pour les utilisateurs) définissent des zones ATEX pour le compresseur et les éléments de stockage. Tout équipement présent dans ces zones doit répondre aux exigences atex.

8. Qui peut vendre du GNV ?

L'activité de fourniture de gaz naturel en France est soumise à autorisation ministérielle (loi n°2003-8 du 03/01/2003 modifiée). Elle doit faire l'objet d'une procédure d'autorisation qui permettra d'apprécier les capacités techniques, économiques et financières du demandeur ainsi que la compatibilité de son projet avec les obligations de service public qui lui incomberaient si sa demande était acceptée.

Quelques exemples de distributeurs de GNV sont présentés ci-dessous :

- La ville de Grenoble a été pionnière dans la distribution publique du GNV. Elle dispose d'une nouvelle station de distribution de GNV depuis 2 ans et demi. Cette station est exploitée par **GEG (Gaz et Electricité de Grenoble)**. Le matériel provient de chez Cirrus. La station alimente 500 véhicules (les bus de la ville ont leur propre station). Les utilisateurs sont sous contrat et reçoivent leur facture tous les deux mois. Le prix de vente dans cette station est actuellement le moins cher (**0,60 €/Nm³**).
- La ville de Strasbourg possède deux stations GNV Tokheim (coût approximatif 250 000 €/station) exploitée par **Enerest Gaz de Strasbourg**. La première est installée depuis 1992 sur un site appartenant à Enerest. Cette station à l'origine destinée à approvisionner les véhicules de la société a évolué vers la distribution publique. Elle fonctionne soit par badge avec facture en fin de mois, soit par carte bleue. Une deuxième station est hébergée depuis cette année par la société Total. Le gaz est payé par chèque ou en espèces.

Actuellement, ces deux stations alimentent 300 véhicules dont 110 appartiennent à la ville. Le prix de vente est de **1,08 €/Nm³**.

- La ville de Bordeaux possède une station de distribution publique sur le site technique de l'exploitant **Gaz de Bordeaux**. Cette station alimente 200 véhicules et fonctionne à des heures ouvrables de la semaine avec un système de badge ou l'intervention d'un opérateur. Une deuxième station 24/24 avec carte bancaire, sera inaugurée en octobre 2009, avec 50 à 60 véhicules GNV nouveaux attendus par an. Le GNV est vendu actuellement à **0,78 €/Nm³**. Les stations ont coûté 350 000 €, le matériel provient de chez Cirrus.
- Aire / Adour commune de 6 000 habitants possède une station 24 / 24 depuis 4 ou 5 ans. Elle fournit une quarantaine de véhicules (essentiellement professionnel). Le gaz est vendu à **0,87 €/Nm³**.

L'agriculteur qui produit et veut commercialiser du GNV possède un statut particulier puisque son cœur de métier n'est pas d'acheter et de vendre du gaz naturel. Doit-il bénéficier d'une autorisation ministérielle de fourniture? La question est actuellement encore en débat. La possibilité d'une procédure d'autorisation allégée est également une piste de réflexion.

9. Aspect économiques

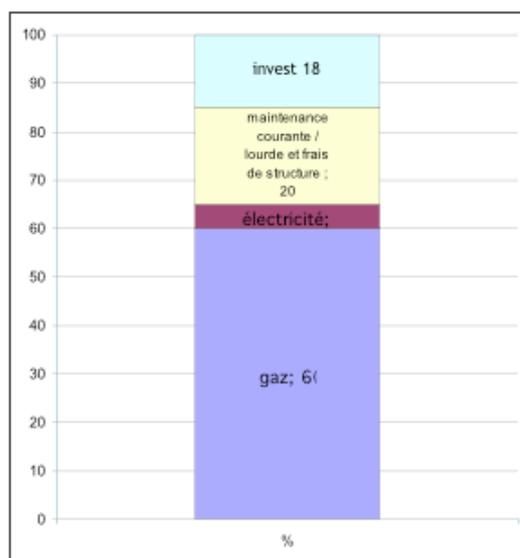
La TICGN

La Taxe Intérieure de Consommation sur le Gaz Naturel (TICGN) de 1,19 €/MWh est collectée, auprès des clients finaux, par les fournisseurs de gaz naturel. Depuis le 1^{er} janvier 2008, le GNV est exonéré de cette taxe.

Rentabilité des stations de distribution

A l'heure actuelle, les stations GNV ne sont pas rentables car les objectifs en terme de véhicules ne sont généralement pas atteints. Pour GNVert, la situation est différente car ils exigent un prévisionnel de 70 à 100 véhicules, pour investir dans une station publique, afin d'atteindre une rentabilité à 7/12 ans. De plus, ils négocient les prix de gaz et d'électricité sur des gros volumes pour l'ensemble de leurs stations. Ils vendent également leur gaz jusqu'à 1,10 €/Nm³ et disposent d'une logistique permettant des économies d'échelle. Enfin, un système de compensation est mis en place lorsque le prévisionnel de véhicules n'est pas atteint.

La figure suivante montre comment le prix du GNV se décompose (données GNVert). On constate que le gaz naturel représente ainsi 60 % de ce prix. Il faut également remarquer la part importante que représente la maintenance. La logistique GNVert, permet d'en limiter l'impact.



Le calcul du temps de retour d'une station est très hasardeux car de nombreux éléments varient selon les projets, en particulier:

- Le dimensionnement de l'installation et les options choisies;
- Les coûts de terrassement, de génie civil et de réseaux. GNvert donne une fourchette de 30 à 80 k€;
- Les frais d'assurance qui n'ont pu être évalués, car pour les stations existantes, ces frais sont inclus dans un ensemble et ne sont pas discernables;
- Les aides éventuelles à l'investissement;
- Le coût réel de la maintenance.

Malgré ces incertitudes, une approche économique a été réalisée dans le tableau qui suit, sur la base d'un équipement Cirrus.

Montants en €	Cirrus
Investissement station	134 000
Amortissement matériel sur 15 ans*	8 930
Amortissement terrassement sur 15 ans*	4 000
Charges annuelles de fonctionnement	
Achat de gaz (5 cts/kWh)	24 375
Electricité (9 cts/kWh)	2 000
Maintenance	8 000
Renouvellement compresseur (tous les 5 ans)	7 000
Coût salarié	2 500
Total dépenses annuelles	56 805
Total recettes annuelles	
Vente du GNV (50 VL, 85 cts/Nm³)	41 437

* Hors coût de l'emprunt.

Cette approche très grossière montre que l'approvisionnement de 50 véhicules est insuffisant pour rentabiliser sur 15 ans une station, à moins de subventions conséquentes.

2^{ème} PARTIE:

DEVELOPPEMENT DU GNV ET DU BIOMETHANE CARBURANT DANS LA COMMUNAUTE DE COMMUNE DES CRETES PREARDENNAISES

A la recherche de débouchés pour le biogaz agricole, la CCCPA souhaite étudier la possibilité de valoriser en bioGNV le biométhane produit à la ferme. L'essor de ce carburant renouvelable étant dépendant de celui du GNV, l'idée **d'implanter des stations publiques de distribution de GNV sur le réseau de distribution de gaz naturel a été retenue comme préalable**. Dans un deuxième temps, l'offre pourrait être complétée par des stations publiques agricoles de distribution de bioGNV.

La possibilité de réaliser un réseau de stations publiques a donc été envisagée. Les résultats préliminaires nous ont conduit à étudier d'autres scénarii.

V. Scénarii de valorisation du biométhane en GNV

1. Scénario 1 : Implantation de stations publiques GNV sur le réseau GrDF, puis augmentation de l'offre *via* des stations publiques agricoles.

L'étude de ce scénario a mis en évidence des obstacles majeurs :

- Les stations GNV publiques s'implantent généralement dans les centres urbains où le potentiel de véhicules est le plus élevé et l'intérêt du GNV le mieux valorisé (le trajet moyen est court et l'approvisionnement de proximité). La CCCPA est un territoire rural de 20 500 habitants répartis sur 93 communes. Il n'y a pas de bassin de population important, les communes principales étant : Signy-l'Abbaye (1365), Attigny (1181), Boulzicourt (1003), Poix-Terron (829), Launois-sur-Vence (550), Novion-Porcien (494) et Chaumont-Porcien (473). De plus, il n'y a pas de potentiel de flotte captive conséquente, concentrée en un lieu de la CCCPA.
- Dans le contexte national actuel, le potentiel de véhicules GNV est relativement faible. Un ou deux producteurs de GNV agricole suffiraient à saturer la demande. A titre indicatif, le projet de la Cense Godel, à Signy l'abbaye, serait en mesure d'approvisionner 300 véhicules légers (type Citroën C3) parcourant 15 000 km par an. En ajoutant celui du clos Berteaux, on atteint le chiffre d'environ 500 véhicules, qui est à comparer avec celui des flottes de Grenoble, Strasbourg ou Bordeaux, qui sont respectivement de 500, 300 et 200 véhicules.
- La rentabilité des stations GNV est difficile à atteindre, même dans les grandes agglomérations, compte-tenu de l'investissement, des coûts de maintenance et de la difficulté à constituer des flottes.
D'autre part, la société GNvert ne finance la construction d'une station qu'avec une garantie de 70 à 100 véhicules. Cet objectif semble difficile à atteindre à court terme.
- On ne peut pas prévoir où seront localisées les futures unités de méthanisation susceptibles de fournir du bioGNV. Il est donc difficile d'anticiper un réseau de stations harmonieusement réparties.
- La desserte en gaz naturel ne concerne qu'une partie restreinte de la CCCPA : les communes de Signy-L'Abbaye, de Launois-sur-Vence et de Boulzicourt. Par conséquent, les possibilités d'implantation de stations GNV sur le réseau sont restreintes.

- Dans un espace à dominante rurale, la distance moyenne domicile-travail parcourue par véhicule, est supérieure à celle d'un pôle urbain. Ce paramètre, conjugué à la faible autonomie du réservoir, entraîne une hausse de la fréquence d'approvisionnement et un recours à l'essence plus fréquent, ce qui grève l'intérêt du véhicule au GNV.

Conclusion:

L'implantation de stations GNV sur le réseau de gaz naturel, comme préalable à l'installation de stations agricoles, n'apparaît donc pas pertinente. Un maillage efficace implique une distribution de proximité pour les consommateurs. Compte-tenu de la desserte en gaz, du coût des stations et de la faible densité de population, il semble irréaliste de vouloir en installer un nombre suffisant pour répondre à l'exigence de proximité.

D'autre part, ces stations pourraient à terme entrer en concurrence avec des stations agricoles et avoir un effet inverse à celui attendu. Il n'est pas concevable d'investir dans des stations dont l'utilisation risque de se réduire au profit des stations agricoles.

La réussite d'une telle entreprise relève d'une politique forte et volontariste impliquant des moyens financiers et de communication qui dépasse le cadre local, comme cela a été mis en œuvre en Suède ou en Suisse. Dans ces deux pays, l'industrie du gaz a subventionné l'installation des stations GNV et permis de mettre en place un réseau de plus de 100 stations, pour des parcs de véhicules relativement modestes (environ 6000 pour la Suisse et 15 000, pour la Suède, chiffres 2008). C'est à cette condition que l'on a pu assister à une progression régulière du GNV.

2. Scénario 2 : Injection du biométhane produit et distribution du bioGNV dans une station publique de distribution implantée sur le réseau GrDF.

Lorsque l'agriculteur se situe à une distance raisonnable, il est possible d'envisager l'injection du biométhane dans le réseau de gaz naturel et de le vendre en bioGNV au niveau de stations de distribution. Il s'agit d'une vente virtuelle puisque les molécules de méthane distribuées ne seront pas rigoureusement celles injectées.

Cette option de valorisation présente de nombreux intérêts :

- Le biométhane peut-être vendu loin de son lieu de production, notamment en zone urbaine ou le potentiel de véhicules au GNV est le plus élevé;
- La totalité du gaz étant injectée, le stockage n'est plus nécessaire ;
- Cette solution laisse le temps à une flotte de se constituer. Le gaz qui n'est pas valorisé en station pourrait être vendu à un fournisseur de gaz ;
- L'agriculteur pourrait vendre son gaz, sans intermédiaire, à un prix intéressant. Il serait possible d'envisager la mise en place d'un écolabel permettant une meilleure valorisation, notamment auprès de consommateurs soucieux de l'origine environnementale et sociale de leur carburant ;

- Il n'y a plus une station de compression/distribution par projet, les stations sont mutualisées pour plusieurs producteurs. Les coûts d'investissement, de maintenance, d'assurance peuvent-être partagés entre les différents producteurs, les collectivités etc. et faire l'objet d'éventuelles subventions. Sur ce point, le Conseil Régional est susceptible d'intervenir après examen au cas par cas. Reste à la charge du producteur, s'il le souhaite, l'acquisition d'une petite station de distribution personnelle beaucoup moins honéreuse.

En revanche, un certain nombre de difficultés reste à surmonter :

- Les conditions de l'injection réseau, qui n'est à l'heure actuelle pas effective, ne sont pas totalement connues (voir Chapitre VI, section 1) ;
- La distribution publique étant par nature aléatoire, il est difficile d'accorder l'offre et la demande. Pour remédier à cela, il serait souhaitable de rechercher une flotte captive de véhicules qui permettra d'assurer une consommation fixe de base. Dans les stations publiques existantes, ce type de flotte représente une majorité de véhicules.
- Il est nécessaire de pouvoir établir des contrats de vente et/ou d'achat de gaz avec un fournisseur autorisé. Deux cas de figure sont à considérer: (i) l'offre de bioGNV est supérieure à la demande et le producteur doit établir un contrat pour vendre des volumes variables à un fournisseur. Le prix d'achat du biométhane reste à ce jour à fixer; (ii) l'offre est inférieure à la demande, le producteur doit acheter des volumes variables de gaz au fournisseur pour le revendre. Sur ce point, GDF n'a pas souhaité se prononcer sur cette éventualité.
- L'objectif de la CCCPA est de dynamiser son territoire. Si cette option semble pertinente de ce point de vue pour les producteurs de biométhane, l'exportation de la station hors CCCPA est cependant moins intéressante en termes de service de proximité à la population, de visibilité et de communication.

Conclusion :

La possibilité de vendre le biométhane à distance offre des possibilités de débouchés importantes. La mutualisation des équipements (une seule station et un raccordement réseau) et de leurs charges de fonctionnement est également un atout majeur. Ce scénario pourrait améliorer la rentabilité économique des projets futurs de biométhane carburant.

Néanmoins, dans le contexte technique et réglementaire aujourd'hui incertain, il semble prématuré de se prononcer sur la pertinence d'un tel scénario.

3. Scénario 3 : Injection du biométhane produit et distribution du bioGNV dans des stations privées

Ce scénario est une variante du scénario précédent. Dans ce cas, la valorisation du bioGNV n'est basée que sur des flottes captives (bus, bennes à ordures ménagères, véhicules d'agglomération), dont on connaît par avance le kilométrage annuel. Il est donc possible d'anticiper la consommation de gaz.

Une station de distribution privée est moins coûteuse qu'une station équivalente publique. Les charges d'exploitation et les contraintes réglementaires sont également moins importantes.

Dans ce cas il peut-être envisagé de valoriser tout ou partie de la production en station privée implantée sur le réseau ou sur le site de méthanisation.

Quelques pistes de valorisation ont été analysées dans les sections suivantes.

3.1. Valorisation du bioGNV en bennes à ordures

De nombreuses bennes à ordures (BOM) fonctionnant au GNV sont en service en France (entre 700 et 800 véhicules). Ces véhicules constituent un débouché intéressant pour les producteurs de bioGNV puisque leur consommation est de l'ordre de 100 Nm³ pour 100 km. Leur autonomie se situe entre 100 et 120 km.

Deux types de stations peuvent être envisagées, le choix s'effectuant suivant les contraintes d'exploitation.

- **Les stations de remplissage à la place** : le remplissage est lent et s'effectue pendant les temps de coupure. Ce type de station convient lorsque la tournée quotidienne peut-être assurée par un seul plein.
- **Les stations de remplissage à la borne** : le temps de remplissage est dans ce cas comparable à celui passé pour d'autres carburants. Cette option est choisie lorsque les véhicules effectuent plusieurs tournées par jour, auquel cas, il est nécessaire de les réapprovisionner rapidement.

Le plus intéressant est d'installer la station de distribution sur le site de stationnement des véhicules : d'une part, il n'y a pas de consommation pour aller faire le plein, d'autre part, il est possible d'installer une station de remplissage à la place, moins coûteuse.

On peut également envisager de faire le plein au passage avec une borne rapide.

Les BOM qui circulent sur le territoire de la CCCPA sont stationnées à Signy-Le-Petit (3), Château-Porcien (5), Vouziers (6), Charleville-Mézières (3). Leur localisation figure sur la carte suivante.

- **Le SICOMAR** possède 5 BOM de 19 tonnes (16 m³) pour desservir 41 communes. Elles ont parcouru 194 000 km en 2008 pour la collecte sélective et le ramassage des ordures ménagères. En prenant une consommation de l'ordre de 100 Nm³ de GNV aux 100 km, on peut prévoir un besoin annuel approximatif de 194 000 Nm³ de gaz. Le taux de renouvellement de ces BOM est de une tous les 5 ans. Malheureusement, le SICOMAR a investi dans une station de distribution de diesel en 2009 ;
- **Le SMICTOM** utilise 3 BOM pour Signy-L'Abbaye et Thin-Le-Moutier (dont une en secours, peu utilisée). Ces véhicules totalisent quelques 73 000 km ce qui représente une consommation d'environ 73 000 m³ de méthane.
- **La société COPEL** collecte les OM sur 50 communes des Crêtes Préardennaises. Les six BOM et le camion de tri sélectif qui stationnent à Vouziers effectuent par an un total de 122 400 km ce qui représente environ 122 400 m³ de GNV.

Le SMICTOM et l'entreprise COPEL ne possèdent pas de station de distribution de carburant.

L'ensemble de ces bennes représentent un potentiel d'environ 390 000 Nm³ de GNV, soit un peu plus que la production prévue sur la Cense Godel (300 000 Nm³).

3.2. Valorisation du bioGNV en alimentation de bus

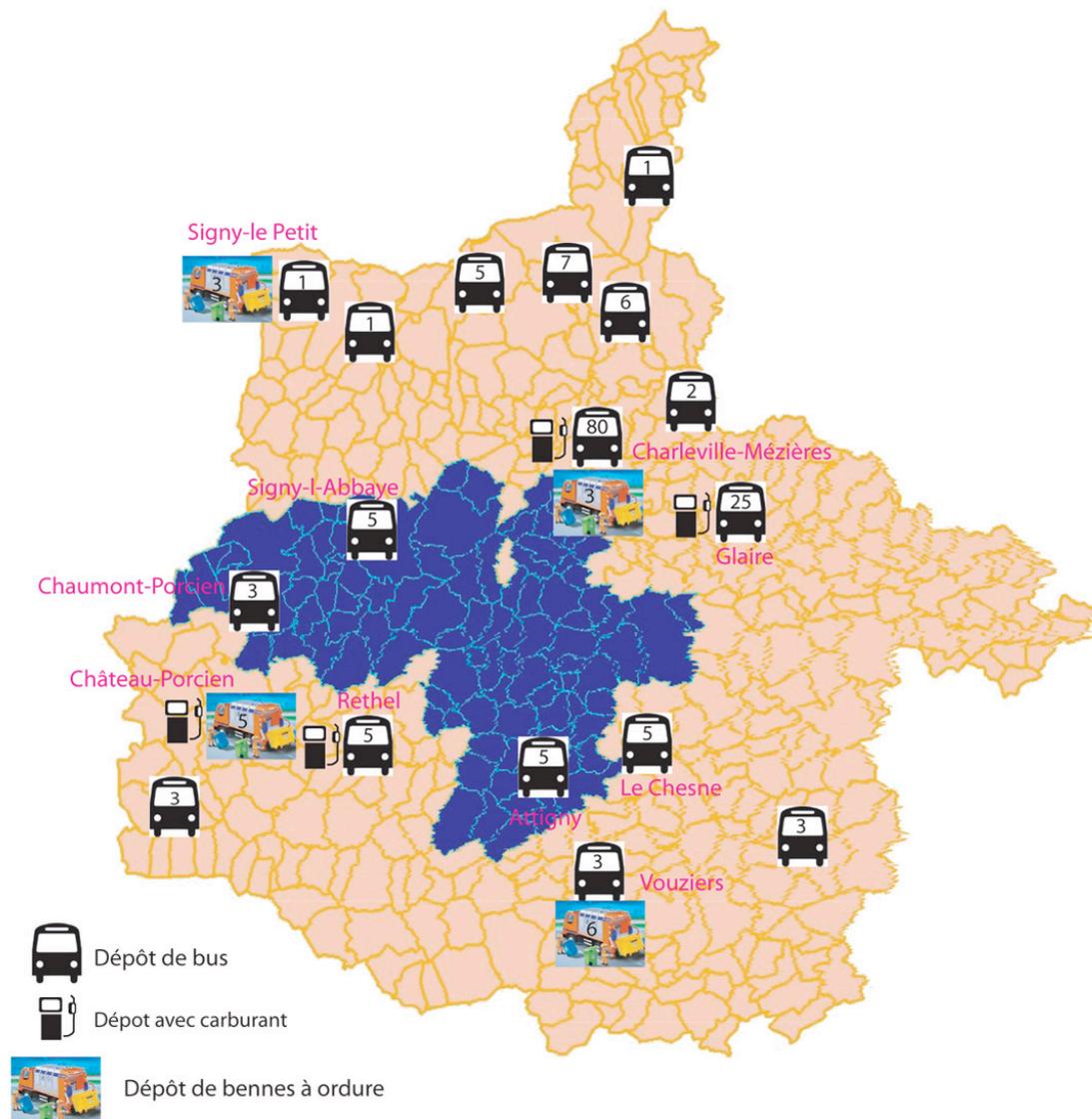
Comme les BOM, les bus sont des gros consommateurs de carburant, de l'ordre de 70 Nm³/100 km, pour une autonomie de 400 km (Agora GNV Irisbus). L'agglomération Lilloise possède une bonne expérience en matière de bus au GNV. Une analyse économique a montré que les surcoûts des bus au GNV (+ 15 % par rapport au diesel) et de la maintenance étaient largement compensés par l'économie faite sur le carburant. Les bus « biogaz » font l'objet d'une aide de la part de l'ADEME à hauteur de 8000 €/véhicule.

Le département des Ardennes compte dix-huit dépôts de bus dont 3 sur la CCCPA, à Signy-L'Abbaye (5 bus), Attigny (5 bus) et Chaumont-Porcien (3 bus). Seuls trois dépôts possèdent une station de distribution de carburant : Charleville-Mézières, Glaire et Rethel. Les bus urbains et interurbains effectuent respectivement 30 000 et 43 000 km / an. Les bus étant susceptibles de changer d'affectation, une valeur moyenne annuelle de 36 500 km a été considérée pour le calcul de la consommation prévisible en GNV (tableau ci-dessous).

Dépôts de bus	Effectifs	Consommation prévisible en Nm ³
Charleville*	51 (RDTA+SETAC)	1 303 050
Glaire*	25	638 750
Rethel*	5	127 750
Signy-L'Abbaye**	5	127 750
Attigny**	5	127 750
Chaumont-Porcien**	3	76 650
Asfeld	3	76 650
Buzancy	3	76 650
Vouziers	3	76 650
Le Chesne	5	127 750
Gespunsart	2	51 100
Monthermé	6	153 300
Revin	7	178 850
Hargnie	1	25 550
Signy-Le-Petit	1	25 550
Eteignières	1	25 550

*: distribution de carburant sur site ;** : dépôt sur la CCCPA ; Communes desservies par le gaz naturel

L'ensemble des dépôts de bus de la CCCPA représente un potentiel de GNV d'environ 332 000 Nm³, soit à peu près la production de la Cense Godel.



- Les dépôts de bus et les sites de stationnement des BOM qui circulent sur la CCCPA -

Sur le territoire de la CCCPA, seul le dépôt de Signy-L'Abbaye serait compatible avec une station GNV (remplissage lent à la place) en terme de présence de réseau de gaz et de consommation de carburant. Cependant, les bus changent parfois d'affectation. La conversion d'une partie de la flotte de la RDTA en GNV rend impossibles les échanges interdépôts et accentue les contraintes d'exploitation.

En dehors de la CCCPA, les dépôts de Charleville-Mézières et Glaire sont de gros consommateurs potentiels. Viennent ensuite les dépôts de Rethel, Revin, Monthermé et le Chesne.

Quatorze lignes de bus traversent le territoire de la CCCPA (3, 5, 8, 9, 14, 15, 16, 17, 18, 28, 29, 30, 31, 35). Les lignes 5, 15, 21 et 29 convergent vers Poix-Terron et Boulzicourt. La possibilité d'un ravitaillement rapide pourrait être envisagée, sauf contraintes techniques ou d'exploitation, sur l'une ou l'autre de ces communes.

Notons qu'une étude de faisabilité pour l'utilisation de bus GNV a été lancée par les services techniques de la Communauté d'Agglomération de Charleville-Mézières (30 véhicules SETAC). Quant à la RDTA, elle semble plutôt réticente du fait du surcoût financier que pourrait engendrer une option GNV.

Il est possible de composer des stations de distribution de GNV pour des petites flottes de bus et/ou de BOM pour un montant d'environ 100 000 € (compresseur, module béton, stockage, distribution). Encore une fois, ce prix est très variable en fonction de la fréquence d'approvisionnement des véhicules, de l'implantation et des options choisies. Par exemple, pour prévenir les situations de panne d'une station, on peut faire le choix de s'équiper de deux compresseurs, d'avoir un camion de secours diesel ou de passer un accord avec un autre prestataire. Le coût de ces différentes options est difficile à prévoir.

3.3. Valorisation du bioGNV à Charleville-Mézières

La ville de Charleville-Mézières est équipée de 3 stations GNV privées, de la marque Cirrus : une station de remplissage rapide équipée d'un compresseur de 35 Nm³/h et deux stations de remplissage lent de 7/9 Nm³/h. Ces stations alimentent un parc de 45 véhicules ce qui représente une consommation annuelle de 524 000 kWh, soit environ 48 000 Nm³ de GNV. Cette consommation est modeste au regard d'une production de biogaz à la ferme. Le gaz est facturé à 4 centimes d'euros, hors taxe, le kWh. Les services municipaux souhaitent étendre leur flotte de véhicules au GNV.

La Communauté d'Agglomération de Charleville-Mézières possède 50 véhicules légers (< de 3,5 tonnes). Un seul fonctionne au GNV et s'approvisionne sur une station de la ville. Il n'a pas été possible d'obtenir les kilométrages effectués par ces véhicules.

3.4. Valorisation auprès de l'entreprise La Poste

178 véhicules sont affectés à la distribution du courrier dans le département des Ardennes. Cinq sites de stationnement se trouvent sur la CCCPA : Poix-Terron, Chaumont-Porcien, Novion-Porcien, Signy-L'Abbaye et Attigny. Le tableau suivant présente les kilométrages parcourus par les véhicules des sites les plus importants (plus de 10 véhicules) et des sites situés sur la CCCPA (en vert). Une estimation du potentiel de consommation de gaz a été calculée sur la base de véhicules consommant 7 Nm³/100 km et roulant 6 jours sur 7. On constate que le potentiel est très modeste puisque l'ensemble de ces sites représente seulement la moitié de la production de biométhane prévu à Signy-L'Abbaye (Cense Godel). D'autre part, à l'échelle nationale, La Poste a opté plutôt pour l'acquisition de véhicules électriques.

Site	Véhicules	km / jour	km / an*	Consommation de gaz** Nm ³ / an
CHARLEVILLE MEZIERES PPDC	15	647	201 908	14 134
CHARLEVILLE MEZIERES CDIS	3	84	26 323	1 843
POIX TERRON CC	15	740	230 771	16 154
NOUZONVILLE CC	4			
GIVET CC	7			
RETHEL CC	14	617	192 401	13 468
ASFELD	3			
CHAUMONT PORCIEN	7	404	125 954	8 817
NOVION PORCIEN	6	279	87 163	6 101
JUNIVILLE	4			
REVIN CC	3			
FUMAY	2			
MONTHERME CC	5			
BOGNY / MEUSE	1			
SEDAN CDIS	28	1 244	388 134	27 169
CARIGNAN CC	7			
MOUZON	3			
SIGNY L ABBAYE	7	490	153 005	10 710
MAUBERT FONT. CDIS	16	938	292 609	20 483
ATTIGNY	6	268	83 560	5 849
BUZANCY	5			
GRANDPRE	5			
VOUZIERS CC	12	708	220 905	15 463
TOTAL	178			140 191

* : tournées 6 jours / 7 ; ** : estimées pour une consommation de 7 Nm³/100 km

4. Scénario 4 : Les stations déportées

Le biométhane peut être compressé et transporté vers des points de distribution éloignés du site de production. On parle parfois de stations mère-fille.

En Suède, lorsqu'il n'existe pas de réseau de transport par canalisation, cette option a été parfois retenue. Le biométhane comprimé est transporté en bouteilles chargées dans des remorques qui sont déposées sur le site de consommation (photo ci-dessous). Lorsqu'une remorque est vide, elle est remplacée par une pleine. Le rapport entre le coût d'investissement, de maintenance et de transport et le volume de gaz acheminé rend l'opération coûteuse.



- Camion déchargeant une remorque de bouteilles de GNV en Suède (Processkontroll AB) -

Les récipients de stockage sont soit en acier, soit en matériaux composites (aluminium / fibre de carbone). Les bouteilles en acier ne sont plus fabriquées en France.

Différentes sociétés ont été contactées pour évaluer la faisabilité de ce scénario (Dyнетek Industries Ltd, Processkontroll AB, Ulitt, Liotard-Primagaz, Luxfer, Peters, Air Liquide, Avantec, Worthington, GLI).

La société anglaise Luxfer Gas Cylinders propose des bouteilles de stockage transportables de 200 et 320 litres, en aluminium et fibre de carbone pour stocker à 200 bars. Ces cylindres sont beaucoup plus légers que ceux en acier. Ils permettent ainsi de transporter plus de gaz pour un poids beaucoup plus faible, tout en consommant moins de carburant. Différents containers équipés de bouteilles, d'un dispositif permettant leur remplissage et d'un kit de distribution (non publique) sont proposés. Les prix sont indiqués dans le tableau suivant.

Dyнетech Industries commercialise également des remorques équipées de cylindres aluminium / fibre de carbone (photo ci-dessous) et d'un kit de distribution. Ce matériel n'est cependant pas homologué pour le transport européen.



- Remorque d'approvisionnement, distribuée par Dynetek Industries Ltd –

Les coûts et caractéristiques de ces équipements sont présentés dans le tableau suivant et comparés à un stockage acier / distribution (non publique) de chez Cirrus.

Caractéristiques	Luxfer ISO Containers 10'	Luxfer ISO Containers 20'	Luxfer ISO Containers 40'	Dynetech 1	Dynetech 2	Dynetech 3	Stockage* acier+ distributi on
Nombre de bouteilles	28	63	125	4	8	12	20
Contenance d'une bouteille (litres)	205	205	205	260	260	260	80
Pression (bars)	200	200	200	223	223	223	200
Volume de gaz stocké par bouteille (Nm ³)	50	50	50	72,5	72,5	72,5	20
Volume total de gaz stocké (Nm ³)	1 400	3 150	6 250	290	580	870	400
Equivalent pleins VL (60 l) (volume utile 60 %)	56	126	250	12	23	35	16
Prix en euros	96 420	188 920	296 742	35 600	49 315	63 000	20 000
Prix / m ³ de gaz stocké	69	60	47	123	85	72	50

* Ce matériel Cirrus n'étant pas prévue au départ pour des stations filles, quelques modifications, dont le coût n'est pas prix en compte, doivent être apportées.

Luxfer Gas Cylinders commercialise également une remorque équipée d'un container ISO 40' pour un tracteur de 38 tonnes. Son coût est de 348 000 euros.

Le volume utile, qui peut être restitué au cours du remplissage des véhicules, est de 60 à 65 % du volume stocké. Ce volume utile peut-être porté à 100 % en s'équipant d'un compresseur. Luxfer propose un compresseur qui fonctionne en autonome au GNV (environ 50 000 euros).

Différentes considérations rendent ce scénario contraignant et financièrement irréaliste:

- Le coût de cette option est très élevé. Il est nécessaire de prévoir trois remorques : une en remplissage sur la ferme, une en distribution et une « sur camion ». A ces investissements s'ajoutent les coûts d'un camion dédié et équipé pour décharger les containers ainsi que les coûts de main d'œuvre, de maintenance et d'assurance et éventuellement de compresseur. Pour une distribution publique, il faut également ajouter une borne homologuée ainsi qu'un système de paiement.
- A quelle réglementation le site agricole de remplissage de biométhane comprimé va-t-il être rattaché ? Sur ce point les services de l'état interrogés n'ont pas été en mesure de répondre.
- Les équipements destinés au transport de gaz sous pression sont soumis à la directive européenne DESPT (Directive Equipements Sous Pression Transportables, 99/36/CE). Ils doivent subir des vérifications périodiques.
- Le transporteur doit avoir une qualification ADR (Accord européen relatif au transport des matières Dangereuses par Route).
- Le volume utile du stockage est limitée (60 à 65 %). De plus, au fur et à mesure de la distribution, le temps de remplissage s'allonge. Il est cependant possible d'améliorer ce système en rajoutant un compresseur.
- La logistique à mettre en place pour accorder la production, la consommation et la livraison du bioGNV.
- La distance limite entre la station « mère » et les stations « filles ».

Conclusion :

En France, ce type d'acheminement du GNV, pratiqué dans les années 1950 par la société DEFA en Ariège, a été abandonnée. Cette option de valorisation du bioGNV est difficile à mettre en œuvre essentiellement pour des raisons économiques et techniques. Elle nécessite en effet des investissements importants et des temps de manutention conséquents. Elle est difficile à concevoir même dans le cadre d'un réseau où les équipements seraient mutualisés pour plusieurs producteurs de bioGNV.

La finalité de la CCCPA étant de promouvoir le développement de la méthanisation agricole en imaginant des débouchés pour le biogaz produit, nous avons analysé des scénarii alternatifs à la valorisation en bioGNV.

VI. Scénarii de valorisation du biométhane agricole

1. Scénario 5 : Injection du biométhane dans le réseau GrDF et vente directe

Cette voie de valorisation du biométhane est très attractive pour les producteurs de biogaz. Elle permet de valoriser, de façon simple, l'ensemble de la production tout en éliminant le stockage. Ce scénario peut-être décliné de deux façons :

- Le producteur vend l'ensemble du gaz injecté à un fournisseur autorisé.
- Le producteur est également fournisseur et utilise le réseau de distribution pour acheminer le biométhane vers ses clients. Cette option est plus contraignante puisqu'elle nécessite d'ajuster la production à la consommation et de gérer la relation client. Sur ce dernier point, il sera plus facile pour le producteur / fournisseur d'avoir un seul gros consommateur, quand cela est possible, que plusieurs petits.

Concernant le prix de vente, le producteur en garde théoriquement la maîtrise. L'absence d'intermédiaire devrait permettre un revenu plus important pour ce dernier.

Quelle que soit l'option choisie, ce scénario comporte beaucoup d'incertitudes. L'injection réseau est actuellement au centre des réflexions d'un groupe de travail créé à l'initiative du MEEDM. Ce groupe est constitué de représentants des pouvoirs publics (DGPE), de la CRE, de l'ADEME, de la Communauté Urbaine de Lille Métropole, de GrDF, de GRTgaz ...). De nombreux points sont abordés dans ce rapport, en particulier :

- L'obligation d'achat du biométhane par les fournisseurs de gaz naturel ;
- Le tarif d'achat du biométhane calqué sur celui de l'électricité verte (surcoût compensé par une CSPE) ;
- La prise en charge des coûts du raccordement et de sa maintenance (y compris l'analyse, l'odorisation, le comptage ...);
- La possibilité de tarifs préférentiels pour le transport et l'acheminement du biométhane;
- Le statut du producteur de biométhane. Si celui-ci vend directement son gaz à un client peut-il être assimilé à un fournisseur classique qui doit bénéficier d'une autorisation ministérielle ? Sur ce point les avis divergent. La possibilité d'un dossier d'autorisation allégé est une piste envisagée.
- La TICGN. Cette taxe est perçue par les fournisseurs de gaz naturel auprès des clients finaux. Le producteur de biométhane peut-il bénéficier d'une exonération s'il est également fournisseur ?

En conclusion, la réflexion sur cette voie de valorisation du biométhane, très attractive pour les producteurs, n'est pas suffisamment aboutie. Les décisions qui seront prises dans les mois à venir, auront des conséquences importantes sur la faisabilité des projets de ce type.

2. Scénario 6 : Réalisation d'un réseau dédié à la distribution de biométhane ou de biogaz

Cette option consiste à réaliser un réseau de gaz destiné à acheminer le biogaz brut ou épuré, d'un point de production à un point de consommation relativement proche.

Le biogaz brut peut-être valorisé pour alimenter en énergie un procédé industriel ou une chaufferie collective (piscine, collège, HLM etc ...). Quelques expériences de ce type ont été réalisées en France. La valorisation d'un biogaz brut permet l'économie d'un épurateur, dont le coût est important. Cependant, la qualité variable du gaz peut poser des problèmes de combustion. Le biogaz brut (non convenablement épuré) est considéré comme un produit chimique inflammable de classe E (arrêté du 04/08/2006, appelé arrêté multifluides).

Le biogaz épuré (biométhane) peut remplacer le gaz naturel dans ses usages habituels. La réalisation d'un réseau dédié à la distribution de biométhane pourrait théoriquement être envisagé lorsqu'un projet de méthanisation se trouve sur un territoire qui n'est pas desservi par le réseau de gaz naturel.

Des petits réseaux de distribution de propane (quelques centaines de mètres à plusieurs kilomètres) sont ainsi parfois installés pour alimenter quelques foyers lorsque le réseau de gaz naturel n'est pas présent. Le propane est stocké dans des citernes enterrées.

Dans le cas du biométhane, le problème majeur réside dans la qualité du gaz. La nécessité d'installer un poste d'analyse et d'odorisation sur un réseau dédié fait peser une contrainte financière supplémentaire qui n'existe pas dans le cas du propane.

Différents textes encadrent le transport et la distribution du gaz naturel en France :

- **L'arrêté ministériel du 13 juillet 2000** fixe les exigences essentielles de sécurité qui doivent être respectées par les exploitants de réseaux de canalisation de distribution (distributeurs). Ces derniers doivent assurer le meilleur niveau de sécurité possible des canalisations lors de leur conception, leur construction et leur exploitation. Bien que le biogaz ne soit pas précisément nommé, ce texte peut servir de référence dans l'élaboration des dossiers.
- **L'arrêté du 04/08/2006** qui définit le biogaz épuré (gaz de biomasse convenablement épuré pouvant être injecté ou transporté de manière sûre dans les réseaux de gaz naturel) en tant que combustible, comme le gaz naturel (classe D).

La proximité entre le site de production et de consommation est la condition initiale à remplir pour un projet de ce type. Le coût d'un réseau dédié au transport de biométhane est difficile à chiffrer car il dépend de nombreux paramètres (dimension du réseau, approvisionnement de secours, nature des terrains traversés, nombre de foyers desservis, maintenance, postes de détente, poste d'analyse et d'odorisation du gaz épuré etc...).

Il est également nécessaire de trouver un opérateur gazier susceptible de s'engager dans une telle entreprise, pour la réalisation du réseau et pour sa maintenance. Le personnel de GrDF, interrogé sur ce sujet, s'est montré peu enthousiaste.

La responsabilité du producteur, en tant qu'exploitant, est fortement engagée, ce qui va engendrer des coûts d'assurance important.

Si le producteur de biométhane a une délégation de service public, il est tenu également à un approvisionnement ininterrompu.

3. Scénario 7 : Dépôt de biométhane en bouteilles à usage domestique

Dans ce scénario, l'approvisionnement en biométhane est calqué sur celui du propane stocké en citerne. Comme il a été mentionné précédemment, le stockage du biométhane comprimé est réalisé dans des récipients d'acier ou de matière composite.

La consommation annuelle moyenne d'un foyer ardennais est de 2 000 m³ de gaz, soit le 1/150 ème de ce qu'il est prévu de produire sur l'exploitation de la Cense Godel. Pour approvisionner un site il faut, comme pour une station déportée, un stockage en service, un en remplissage et un autre prêt à être livré (soit 48 000 € pour 3 racks de 20 bouteilles acier distribués par Cirrus, représentant un volume de seulement 1200 Nm³). A cela, il faut également ajouter les frais de camion, de manutention (chargement, déchargement, transport), de détendeur et de vérification périodique des bouteilles. Compte tenu du coût élevé du matériel de stockage, le rapport entre l'investissement et le volume de gaz valorisé rend ce **mode de valorisation non viable économiquement**.

Comme dans le scénario 4, on ne sait pas quelle réglementation sera appliquée au site agricole de remplissage. Le transport devra être également être effectué par un transporteur titulaire d'une habilitation ADR.

VII. Conclusions générales

En premier lieu, il est important de souligner que cette étude intervient à un moment charnière de la réflexion sur l'injection du biométhane. Les dispositions, qui seront prises suite au rapport du MEEDM sur l'injection réseau, ne seront pas sans conséquence sur la mise en œuvre des scénarii envisagés dans cette étude.

Concernant la valorisation bioGNV, l'ADEME a conclu en 2008 sur la nécessité d'étudier les projets de biométhane carburant au cas par cas pour en évaluer la rentabilité.

D'autre part, **le contexte national est également incertain.** Malgré une volonté affichée, le GNV, en dehors des flottes de bus et de BOM, ne parvient pas à se développer. La concurrence du véhicule électrique en est probablement une des raisons.

Plusieurs scénarii de valorisation du biogaz en bioGNV ont été étudiés :

- **La réalisation d'un réseau de distribution public de GNV sur la CCCPA.** Cette solution, initialement envisagée pour amorcer l'offre et ensuite l'étendre à des stations de bioGNV agricole, **n'est pas pertinente.** Le contexte local, les capacités de production des unités de méthanisation et le coût d'une telle opération ne sont pas en faveur de ce scénario.
- La possibilité de réaliser des **stations déportées** (stations « mère-filles ») a été également analysée. Ce type d'organisation **ne peut-être raisonnablement envisagé**, essentiellement pour des raisons économiques.
- **L'option la plus satisfaisante consiste à injecter le biométhane dans le réseau de gaz naturel et de le distribuer sur un site à fort potentiel de consommation :**
 - En station publique à Charleville. La possibilité de transformer la station privée de la ville en station publique pourrait-être envisagée;
 - En station privée et/ou publique, sur des sites important d'approvisionnement de bus ou de BOM.

Cette solution est cependant difficilement rentable dans le contexte actuel. De plus, elle ne répond pas à l'objectif de service de proximité que souhaite la CCCPA.

Compte tenu du faible potentiel de véhicules en territoire rural, on pourrait s'orienter vers des projets avec une valorisation bimodale : la majeure partie du biométhane produit serait injectée dans le réseau de gaz naturel, le restant serait valorisé en bioGNV en stations ou microstations privées pour des flottes captives dont la consommation est prévisible. Il serait ainsi possible de répondre aux deux objectifs de la CCCPA : l'aide à la méthanisation et le service de proximité.

Des solutions de valorisation du biométhane autres que le bioGNV ont été étudiées :

- **L'approvisionnement en biométhane à usage domestique par voie routière, calqué sur celui des citernes propane, n'est pas viable économiquement ;**

- La réalisation de **réseaux dédiés au transport du biométhane**, lorsque des producteurs de biogaz se trouvent dans une zone où le réseau de gaz naturel est absent, est théoriquement possible. Cette solution, semble pour l'heure **difficile à mettre en œuvre**. Certains aspects d'ordre juridique, réglementaire, économique et technique doivent être encore précisés.

Enfin, rappelons, qu'il n'y a pas de solution unique pour soutenir la méthanisation agricole. Chaque projet de méthanisation, selon le contexte, nécessite de comparer les différents modes de valorisation (cogénération, injection, GNV, réseau dédié ...). Dans le contexte actuel, il est plus facile d'opter pour la cogénération et vendre l'électricité et la chaleur (grâce à un réseau dédié), malgré la difficulté fréquente à valoriser totalement cette dernière.

ANNEXES

Utilitaires légers bicarburant gaz naturel / essence

Document non contractuel - toutes valeurs d'après données constructeurs - à vérifier auprès des concessionnaires

	Moteur	Puissance administrative	Puissance Moteur maximum	couple moteur Nm à tr/min	Auto-norme gaz km	Auto-norme essence km	Conso mixte gaz /100 km	CO ₂ g/km	Emplacement réservoirs gaz	Emplacement remplissage gaz naturel	Disponibilité	
	Citroën C3	1,4 l	7 cv	68 ch	110 Nm	~200	600	6,6	119	Derrière le dossier des sièges	Alle arrière gauche	Oui
	Citroën Berlingo	1,4 l	8 cv	65 ch	100 Nm	~210	600	8,4	146	Derrière le dossier des sièges	Milieu côté gauche	Oui
	Fiat Panda Panda	1,2	nc	52 ch	88 Nm	~300	400	6,4	114	Intégrés sous le plancher du véhicule	Alle arrière droite	Oui
	Fiat Multipia (3 places)	1,6 l	nc	92 ch	130 Nm	~420	415	8,8	161	Intégrés sous le plancher du véhicule	Alle arrière droite	Oui
	Fiat Doblo Cargo	1,6 l	nc	92 ch	130 Nm	~320	600	9	157	Intégrés sous le plancher du véhicule	Pare-choc arrière gauche	Oui
	Fiat Doblo Cargo Maxi	1,6 l	nc	92 ch	130 Nm	~420	600	9	157	Intégrés sous le plancher du véhicule	Pare-choc arrière gauche	Oui

Véhicules de tourisme bicarburant gaz naturel / essence

Document non contractuel - toutes valeurs d'après données constructeurs - à vérifier auprès des concessionnaires

Modèle	Moteur	Puissance administrative	Puissance Moteur maximum	Couple moteur Maximum	Auto-norme gaz km	Auto-norme essence km	Conso mixte Gaz m ³ /100 km	CO ₂ g/km	Emplacement réservoirs gaz	Emplacement remplissage gaz naturel	Disponibilité
 Citroën C3	1,4 l	4 cv	68 ch	110 Nm	~200	600	6,6	119	Intégrés en fond de coffre	Allé arrière gauche	Oui
 Citroën Berlingo	1,4 l	5 cv	65 ch	100 Nm	~220	600	8,3	146	Dernière le dossier de la banquette AR	Allé arrière droite	Oui
 Fiat Panda Panda	1,2	3 cv	52 ch	88 Nm	~300	400	6,4	114	Intégrés sous le plancher du véhicule	Allé arrière droite	Oui
 Fiat Punto	1,2 l	4 cv	52 ch	88 Nm	~250	600	6,6	119	en fond de coffre	Allé arrière droite	Oui
 Fiat Grande Punto	1,4	nc	70 ch	nc	~310	600	nc	115	Sous le véhicule et en fond de coffre	nc	Oui ² semestre 2008
 Fiat Doblo	1,6 l	6 cv	92 ch	130 Nm	~320	600	9	161	Dernière le dossier de la banquette AR	Pare-choc arrière gauche	Oui
 Fiat Multipla	1,6 l	6 cv	92 ch	130 Nm	~420	415	8,8	161	Intégrés sous le plancher du véhicule	Allé arrière droite	Oui

Véhicules de transport de marchandises et autobus monocarburant gaz naturel

Document non contractuel - toutes valeurs d'après données constructeurs - à vérifier auprès des concessionnaires

Véhicules de transport de marchandises

Usage	Modèles	
3,5 t (permis VL)	Iveco Daily* Mercedes Sprinter** Effedi Metan one***	* 35 C 11 en 2 empilements 3450 et 3750 cm en versions châssis cabines, roues jumelées et fourgons (12 et 15 m ³) moteur 2,8 litre. ** bi-carburant essence gaz naturel - autonomie gaz jusqu'à 440 km *** existe en châssis, benne à déchets CU 1,5 t, benne à déchets avec lève conteneur CU 1350 kg moteur 2,4 litres - autonomie 250 km
Porteur 5 t Porteur 5,2 t Porteur 6,5 t Porteur 12 à 16 t Porteur 19 et 26 t Porteur 19 et 26 t Porteur 20 à 26 t Porteur 18 - 20 - 26 t	Mercedes Sprinter*** Iveco Daily**** Iveco Daily Renault Midlum Iveco Mercedes Econic PVI Puncher Renault Premium	****50 C 11 en 3 empilements 3450, 3750 et 4350 cm en versions châssis cabines, roues jumelées et fourgons (12 et 15 m ³) moteur 2,8 litres

Autobus

Usage	Modèles	Usage	Modèles
Autobus standard	Heuliez GX 317 Irisbus Citelis Man Lion's City Mercedes Citaro Van Hool Volvo 7000	Autobus articulés	Heuliez GX 427 Irisbus Citelis Man Lion's City Van Hool Volvo 7000

GLOSSAIRE

Anaérobie : processus qui se déroule en absence de dioxygène.

Biogaz : gaz obtenu par un processus de décomposition anaérobie de matière organique.

Biométhane : méthane obtenu à partir du biogaz.

bioGNV : carburant pour véhicule obtenu par compression de biométhane.

Cogénération : production simultanée d'énergie mécanique, transformée en électricité par un alternateur, et de chaleur.

Gaz à effet de serre: gaz présents dans l'atmosphère qui contribuent au réchauffement de la planète en captant les rayonnements infrarouges émis par la terre.

Indice d'octane : il caractérise les propriétés d'auto-inflammation d'un carburant dans un moteur à allumage commandé (avec bougies): plus il est élevé moins il est sujet à l'autoinflammation. Avec un indice d'octane élevé, un moteur peut fonctionner avec un taux de compression supérieur ce qui augmente son rendement.

Cycle court du carbone:

Normal mètre cube (Nm³): quantité de gaz qui occupe un volume de 1 m³ à température et pression normales (0°C et 1 bar).

LISTE DES ABREVIATIONS

ATEX : ATmosphère EXplosive

ADR: Accord européen relatif au transport international de matières Dangereuses par Route

ADEME : Agence De l'Environnement et de la Maîtrise de l'Energie.

BOM : Benne à Ordures Ménagères

CCCPA : Communauté de Commune des Crêtes Préardennaises

CNASEA : Centre National pour l'Aménagement des Structures des Exploitations Agricoles

CRE : Commission de Régulation de l'Energie

CSDU: Centre de Stockage des Déchets Ultimes

CSPE : Contribution au Service Public de l'Electricité

DREAL : Direction Régionale de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement

GES : Gaz à Effet de Serre

GNV : Gaz Naturel Véhicule

GPL : Gaz de Pétrole Liquéfié

kWh : kilo Watts heure

k€: milliers d'euros

LNE : Laboratoire National de métrologie et d'Essais

MEEDM : Ministère de l'Ecologie, de l'Energie, du Développement durable et de la Mer

MW : Méga Watts

MWh: Méga Watts heure

Nm³ : Normal mètre cube

PCS : Pouvoir Calorifique Supérieur

STEP : STation d'EPuration

TICGN : Taxe Intérieure sur la Consommation de Gaz Naturel

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Analyse du Cycle de Vie des modes de valorisation énergétique du biogaz issu de méthanisation de la fraction fermentescible des ordures ménagères collectées sélectivement en France, ADEME, GDF, septembre 2007.
- Biogas from manure and waste products, Swedish case studies, mai 2008.
- Biogas Upgrading to Vehicle Fuel Standards and Grid Injection, IEA Bioenergy, décembre 2006.
- Biogaz, Procédures d'autorisation et Règles de sécurité applicables aux canalisations de biogaz, DGPR-BSEI, 2009.
- Bus au GNV pour les Transports de l'Agglomération de Montpellier, ADEME, juillet 2002.
- Bus propres, le gaz Naturel Véhicule (GNV) : bilan économique et sécurité d'exploitation, Christian Bleux, septembre 2007.
- Citroën Jumper GNV, bilan livraison de marchandise en ville, ADEME, avril 2007.
- Comment développer le biogaz-carburant ? Le projet européen Biogasmax, juin 2009.
- Distribution de gaz naturel véhicules GNV, Tokheim, juin 2009.
- Etat des lieux et potentiel du biométhane carburant, ADEME, AFGNV, ATEE Club Biogaz, GDF SUEZ, IFP, MEEDDAT, novembre 2008.
- Guide de la bonne mise en œuvre des bennes à ordures ménagères au GNV, ADEME, AFGNV, GDF, novembre 2004.
- <http://www.biogasmax.fr>.
- http://www.developpement-durable.gouv.fr/energie/gaz/fiscalite_gaz.htm. La fiscalité du gaz naturel en France, DGEC-DE, septembre 2008.
- http://www.gazdebordeaux.fr/professionnels/caracteristiques_gaz_naturel_vehicules.php.
- <http://www.industrie.gouv.fr/energie/gaz/struct-fonct.htm>. La structure et le fonctionnement du marché du gaz naturel en France, DGEMP, DIDEME, juillet 2007.
- http://www.industrie.gouv.fr/energie/gaz/textes/gnv-etude_potentiel.htm. Le gaz Naturel Pour Véhicules (GNV) : Quel potentiel ? Observatoire de l'économie de l'énergie et des matières premières et DIDEME, novembre 2006.
- <http://www.developpement-durable.gouv.fr/energie/petrole/textes/taxes-applicables-2009.htm>. La fiscalité des hydrocarbures applicable au 1^{er} janvier 2009, DGEC-DE, janvier 2009.
- <http://www.industrie.gouv.fr/energie/gaz/faq-autor-fourniture.htm>. La procédure d'autorisation de fourniture de gaz naturel, DGEC-Direction de l'énergie, avril 2009.
- La logique carburant GNV petite flotte, Cirrus, mai 2009.
- Le gaz naturel pour véhicules (GNV), IFP, décembre 2005.
- Le transport du biogaz par canalisation. Pratiques et réglementations en France et en Europe, SOLAGRO, juillet 2003.
- Les véhicules légers, bilan de la filière, ADEME, avril 2005.
- <http://www.biogasmax.eu>. Naturemade biométhane label-green certificate for Switzerland as an exemple for EU wide application, janvier 2009.
- Prescriptions techniques du distributeur GrDF, mars 2009.
- Rapport annuel, AFGNV, 2008.
- Véhicules fonctionnant au gaz naturel, INRS avril 2007.