

Le gaz naturel pour véhicules (GNV)

Dans le sillage de l'importante croissance de l'usage du gaz naturel dans le secteur de l'énergie (chaleur et surtout électricité) au cours de la dernière décennie, le gaz naturel vise aujourd'hui de nouveaux débouchés dans le secteur des transports. Ce dernier usage permet dans les pays où il s'est développé et qui possèdent toujours d'importantes ressources locales de réduire partiellement leur dépendance au pétrole. Il est de plus souvent associé à une réduction de la pollution, notamment en site urbain.

Un contexte hétérogène

Le Gaz Naturel Véhicule (GNV), utilisé essentiellement sous forme comprimée, a fait l'objet depuis le début des années 90 d'un regain d'intérêt à travers le monde et de nombreux pays ont engagé des programmes de développement importants. Ils ont, à leur échelle, mis en place des incitations fiscales pour favoriser l'utilisation de ce carburant. Il reste que, pour le moment, le marché mondial des véhicules roulant au gaz naturel reste limité et très concentré : plus de la moitié du parc GNV mondial se situe sur le continent américain, et notamment en Argentine et au Brésil.

Situation du GNV dans le monde

Plusieurs pays ont engagé des programmes ambitieux dans le domaine du gaz naturel carburant, et ce depuis de nombreuses années. Il s'agit principalement de l'Argentine, de l'Australie, du Brésil, du Canada, des États-Unis, de l'Italie et de la Nouvelle-Zélande.

Amérique latine

En Amérique latine, la croissance du GNV a été rapide du fait d'une législation favorisant le développement de ce carburant : l'Argentine est actuellement, et de loin, le leader mondial avec presque 1,5 million de véhicules. L'Argentine est le pays où le parc de véhicules au gaz naturel est le plus élevé (presque 21 % de son parc), résultat d'une politique urbaine ambitieuse de réduction des nuisances dues à l'automobile. Entre 2001 et 2005, le parc argentin de véhicules roulant au gaz naturel a doublé. Les réserves de gaz étant importantes en Argentine, une utilisation large du GNV permet de réduire sa dépendance au pétrole en valorisant une ressource intérieure.

Le Venezuela et la Colombie, du fait de leurs importantes réserves gazières, ont également lancé des programmes de développement du GNV.

Les premiers développements du GNV au Brésil datent des années 1980, en réaction au deuxième choc pétrolier. Mais le

marché ne s'est réellement développé, en même temps que la production nationale de gaz naturel, que dans les années 1990, durant lesquelles des efforts importants ont été faits sur les infrastructures de distribution. De 110 véhicules en 1991, le marché s'est étendu en 2001 à 293 000 véhicules au GNV et aujourd'hui à presque 950 000. L'éthanol et les « Flexible Fuel Vehicles » restent toutefois prépondérants dans la stratégie brésilienne.

Tableau 1
Le GNV dans le monde en 2005

Pays	Parc véhicules (milliers)	Consommation (Mtep)	Nombre de stations
Italie	382	0,36	509
États-Unis	130	0,43	1340
Allemagne	27,2	n.d.	558
Japon	24,7	n.d.	288
Canada	20,5	0,04	222
Irlande	9,8	n.d.	10
France	7,4	0,04	105
Corée	6,5	0,13	170
Suède	5,3	0,02	65
Argentine	1439,5	1,89	1402
Brésil	948,3	0,91	1080
Pakistan	800	n.d.	740
Inde	204	n.d.	198
Chine	97,2	0,07	355
Ukraine	67	n.d.	147
Colombie	60	0,09	90
Égypte	59,4	0,16	90
Iran	48	0,00	72
Venezuela	44,1	0,12	149
Russie	41,8	0,03	213
Arménie	38,1	n.d.	60
Bangladesh	35	n.d.	95
Bolivie	28,8	n.d.	59
Malaisie	14,9	0,03	39
Tadjikistan	10,6	n.d.	53
Indonésie	6,6	0,03	17
Biélorussie	5,5	0,02	24
Chili	5,5	0,03	12
Thaïlande	5,5	0,01	34
Monde	4603	4,22	8722

Source : IANGV, AIE.

Le gaz naturel pour véhicules (GNV)

Europe

En Europe, le marché est jusqu'à aujourd'hui peu développé. Sous l'impulsion des instances européennes, cette situation semble désormais devoir évoluer : un objectif indicatif de contribution à hauteur de 10 % de la consommation énergétique dans les transports en 2020 en Europe a été fixé par la Commission européenne pour l'utilisation du GNV.

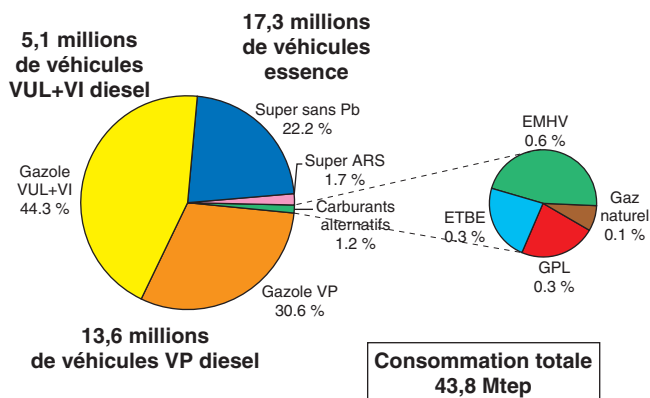
Tableau 2
Marché européen des véhicules au gaz naturel

Pays	Parc véhicules (milliers)	Consommation (Mtep)	Nombre de stations
Italie	382	0,36	509
Allemagne	27,2	n.d.	558
Irlande	9,8	n.d.	10
France	7,4	0,04	105
Suède	5,3	0,02	65
Royaume-Uni	0,5	0,01	21
Suisse	0,8	n.d.	58
Espagne	0,7	n.d.	28
Europe (dont autres)	520	> 0,6	> 1300

L'Italie a été le premier pays à utiliser de façon significative le GNV dans les années 1930 et représente à l'heure actuelle le marché le plus important d'Europe, avec plus de 380 000 véhicules. Ce parc s'est développé depuis longtemps du fait de la disponibilité de ressources en gaz naturel en Italie et est aujourd'hui un parc ancien.

En Allemagne, où la filière est déjà relativement bien développée, 1000 nouvelles stations doivent être ouvertes entre 2003 et 2007, ce qui correspondra en 2007 à une couverture de 10 % de toutes les stations.

Fig. 1 Consommation de carburant du parc automobile français en 2004



C'est seulement à partir de 1998 que l'émergence d'une filière GNV s'est amorcée en France, même si le gaz naturel

a par le passé déjà connu des usages dans les transports. Le parc comprenait alors environ 1 800 véhicules légers et une dizaine de bus. En France, les incitations se déclinent sous forme de dispositions fiscales favorables, d'aides financières pour l'acquisition de véhicules fonctionnant au gaz, de dispositions techniques réglementaires, de politiques d'accompagnement de la filière gaz.

D'une flotte majoritairement composée de véhicules lourds, la France s'oriente aujourd'hui vers un parc de véhicules particuliers au gaz naturel plus développé. 8 000 véhicules fonctionnent au gaz naturel en France, dont près de 2 000 bus et 400 bennes à ordures ménagères. Viennent ensuite les flottes de véhicules légers d'entreprises, les véhicules utilitaires légers et enfin les voitures particulières.

La part de marché du GNV en France reste toutefois encore très minoritaire pour le moment. Notons cependant que le protocole d'accord signé récemment par l'Association française du gaz naturel véhicule (AFGNV) et le ministère français de l'Économie, des Finances et de l'Industrie vise un parc de 100 000 véhicules particuliers en 2010.

Principales caractéristiques des filières actuelles

- *Type de parc*

Le GNV peut être utilisé aussi bien dans des véhicules lourds que dans des véhicules légers. Les véhicules roulant au gaz naturel utilisent des technologies classiques de moteur thermique, maîtrisées et disponibles dès maintenant.

Actuellement, les véhicules lourds utilisant le GNV sont principalement des autobus et des bennes à ordures ménagères (BOM). Les applications du GNV pour les véhicules lourds de type bus ou BOM en zones urbaines sont particulièrement adaptées, à la fois du fait des faibles émissions de bruit et de polluants et dans la mesure où les problèmes d'autonomie limitée ou d'encombrement du stockage embarqué du carburant ne sont pas contraignants pour ce type d'utilisation, et enfin du fait d'une concentration de la logistique (compresseurs) au dépôt.

Dans les véhicules légers, le gaz naturel peut être utilisé soit dans un véhicule dit à bicarburant (essence/GNV) soit dans un véhicule dédié au gaz naturel et donc qui ne fonctionnera qu'avec ce carburant. L'utilisation des véhicules dédiés permet de tirer le meilleur parti des qualités intrinsèques du gaz naturel. En revanche, cela impose la disponibilité d'un réseau de distribution de GNV étendu. De fait, aujourd'hui, le faible nombre de stations-service GNV existantes pousse les constructeurs d'automobiles à proposer dans leurs gammes essentiellement des véhicules bicarburant essence/GNV.

Le gaz naturel pour véhicules (GNV)

- *Avantages et inconvénients de l'utilisation du GNV*

L'utilisation du GNV présente plusieurs avantages :

- son faible contenu en carbone permet des réductions d'émissions de gaz à effet de serre supérieures à 20 % par rapport à l'essence (comparaison faite sur la base du Pouvoir Calorifique Inférieur⁽¹⁾) ;
- il ne nécessite pas de procédés de conversion onéreux ;
- il présente un indice d'octane équivalent élevé (mesure de la qualité d'un carburant de type essence) ;
- tout comme pour le GPL, il permet d'atteindre de bons rendements énergétiques pour un véhicule dédié ;
- du fait que le gaz naturel est un composé quasiment pur, son usage permet des émissions moindres de polluants et son usage présente ainsi des avantages environnementaux certains, en particulier en site urbain (CO, HC, particules, bruit).

Aspects environnementaux

L'utilisation d'un véhicule léger GNV à la place d'un véhicule essence actuel permettrait de diminuer les émissions totales « du puits à la roue » de gaz à effet de serre d'environ 15 %. Ce bilan dépend essentiellement des émissions lors de l'utilisation du véhicule (pour environ 80 à 90 %), mais la part des émissions de CO₂ liée à l'approvisionnement (depuis l'extraction jusqu'à la compression dans le réservoir) est fortement liée aux consommations d'énergie et aux fuites de méthane lors du transport. Ce dernier point est important à souligner. En effet, le gaz naturel a un pouvoir de réchauffement global plus de 20 fois supérieur à celui du CO₂. En conséquence, le développement de la filière GNV devra s'accompagner d'un maintien aussi bas que possible des rejets de méthane.

Sur la seule étape d'utilisation du véhicule, le gaz naturel permet une diminution de plus de 20 % des émissions de CO₂ par rapport à un véhicule essence. Le résultat reste du même ordre de grandeur pour les véhicules bicarburant essence/GNV. Les moteurs dédiés peuvent être optimisés pour fonctionner au gaz naturel et donc garantir des performances améliorées. La difficulté d'utilisation de ce type de moteur reste la disponibilité du carburant. Dans le cas des marchés où les infrastructures GNV sont encore peu développées, les véhicules bicarburant s'imposent donc, puisqu'ils ont une autonomie plus grande. C'est le cas notamment en Europe, où la majorité du parc GNV est en bicarburant, avec une optimisation du fonctionnement au gaz naturel au détriment du fonctionnement à l'essence pour les modèles les plus récents.

(1) Quantité de chaleur libérée lors de la combustion complète d'un combustible lorsque l'eau formée pendant la combustion demeure à l'état de vapeur.

Des gains substantiels sur les émissions atmosphériques de polluants à impact local et/ou régional sont donc également attendus avec le développement de moteurs spécialement optimisés pour ce type de carburant, notamment :

- aucune odeur, fumée noire, particule, salissure, perte par évaporation ;
- sur un moteur optimisé au gaz naturel, une réduction des émissions de CO₂ de 5 à 10 % par rapport au moteur Diesel est même possible.

Les performances des véhicules EURO IV essence ou GNV en ce qui concerne les émissions de polluants sont tout à fait comparables. Il est par ailleurs possible de tirer profit des propriétés du gaz naturel pour améliorer encore ce bilan. Des réglages adaptés pour les conditions de démarrage à froid ou de fortes charges, zones de fonctionnement difficiles pour le système de post-traitement, donnent par exemple un avantage au gaz naturel.

Aspects économiques

Contrairement à de nombreux carburants alternatifs, le surcoût total de la filière GNV est faible. Le surcoût de développement de la filière est principalement lié à l'installation de stations de ravitaillement et au système de stockage à bord du véhicule.

Pour les particuliers, compte tenu des aides à l'acquisition du véhicule et du coût relativement faible du carburant (notamment en raison d'une faible taxation), l'utilisation du GNV apparaît économiquement plus intéressante que celle de l'essence. Toutefois, les tarifs annoncés en France récemment semblent encore supérieurs à ceux pratiqués dans d'autres pays d'Europe, notamment l'Allemagne et l'Italie.

Tableau 3
Prix TTC des carburants à énergie équivalente
(d'après les prix DIREM au 31 octobre 2005
pour les carburants pétroliers et ENGVA pour le gaz naturel)

€/GJ	France	Italie	Allemagne
Super sans Pb 95	38,2	40,1	40,3
Gazole	30,7	33,6	32,0
GPL-c	27,3	24,3	22,5
GNV	20,6	15,5	15,5

Les taxes sur les carburants gazeux sont sensiblement réduites. Depuis 1997, les lois de finances successives ont contribué à réduire la TICGN et la TIPP appliquée au GPLc et au GNV. Ainsi, pour une quantité équivalente d'énergie, l'allègement de la TIPP pour le GPLc et le gaz naturel représente près de 80 % par rapport à la taxation du gazole.

En se basant sur les coûts et consommations des carburants du tableau 4 (basés sur une consommation moyenne pour un

Le gaz naturel pour véhicules (GNV)

véhicule de type C3), sans tenir compte des avantages fiscaux ou des aides à l'acquisition, un surcoût à l'achat de 1800 €⁽²⁾ serait amorti du fait du coût moindre du carburant à partir de 51 000 km.

Tableau 4
Coût d'utilisation des carburants
(hors coût d'acquisition et coûts d'assurance et d'entretien)

€/100 km	France	Italie	Allemagne
Super sans Pb 95	8,0	8,6	8,6
Gazole	4,9	5,4	5,2
GPL-c	5,9	5,3	4,9
GNV	4,5	3,4	3,4

Dans les faits, le crédit d'impôts accordé pour l'achat d'un véhicule au gaz naturel compense ce surcoût : il peut monter jusqu'à 2 300 €.

Tableau 5
Calcul du retour sur investissement d'un véhicule bicarburant
au gaz naturel vs. essence

Carburant	Essence	Gaz naturel	Écart
Surcoût à l'achat/essence	0	1 800	1 800
Consommation moyenne (MJ/km)	2,1	2,2	
Coût du carburant TTC	1,29 €/l	0,80 €/m ³	
Coût (€ pour 100 km)	8,0	4,5	-3,5
Distance à parcourir pour un retour sur investissement/essence	-	51 430 km	

Contraintes propres au GNV

Aujourd'hui, notamment en France, le gaz naturel présente l'inconvénient de disposer de peu de stations de distribution pour une diffusion massive en tant que carburant et d'une offre de véhicules particuliers encore limitée quoiqu'en croissance.

En dehors des évolutions nécessaires sur le plan législatif pour favoriser l'utilisation du GNV, comme l'établissement de standards de stockage (à bord du véhicule et en station), un certain nombre de progrès sont attendus sur le plan technologique. Un exemple du type de progrès possible est celui de la généralisation de l'utilisation des matériaux composites ou d'autres technologies avancées permettant de réduire les contraintes de volume, d'autonomie et dans une moindre mesure de poids, liées au stockage du gaz à bord du véhicule.

(2) Source EUCAR/JRC/CONCAWE.

Une autre contrainte que la filière doit résoudre est celle de son acceptabilité sociale et des questionnements du public sur la sécurité de cette technologie.

Perspectives de développement

• Protocole en France

Le 4 juillet 2005 a été signé un protocole pour assurer le succès du GNV en 2010, par le ministère français de l'Économie, des Finances et de l'Industrie et des partenaires industriels, Gaz de France, Carrefour, Total, PSA Peugeot Citroën, Renault et Renault Trucks regroupés au sein de l'AFGNV.

Le protocole contient deux grands volets :

- le premier consiste à amplifier les usages actuels de la filière GNV en termes de véhicules lourds. L'objectif est de doubler le parc roulant de bus, de tripler le parc de bennes à ordures et d'élargir l'utilisation du GNV au transport de marchandises en milieu urbain.
- le deuxième volet a pour ambition de donner au gaz naturel à l'horizon 2010 le statut d'un carburant alternatif attractif pour tous les véhicules des particuliers en proposant :
 - . des voitures capables de recevoir ce carburant avec un niveau de prestations équivalent aux autres véhicules (parc de 100 000 véhicules légers en 2010) ;
 - . une distribution sous deux formes : appareil de remplissage (compresseur) à domicile et bornes GNV dans des stations-service classiques (300 en 2010).

• Sites pilotes en France

Parallèlement à la signature du protocole, l'ADEME, l'AFGNV, le GART (Groupement des autorités responsables de transport) et Gaz de France se sont associés fin 2004 pour mettre en place des sites pilotes gaz naturel véhicules. L'objectif est de rassembler une gamme diversifiée d'utilisateurs afin de créer une dynamique entre les différents acteurs autour de la filière gaz naturel véhicules. Actuellement, les sites pilotes retenus sont Bourges, Colmar, Montpellier, Orsay, Poitiers et Strasbourg. À terme, les partenaires souhaitent en constituer dix. Grâce à ce programme de deux ans, on disposera de référents techniques et économiques permettant de valoriser le gaz naturel véhicules auprès des différents opérateurs. L'ADEME apportera un soutien financier aux sites retenus. Outre l'aide aux bus et aux bennes à ordures, un financement de 30 % de l'équipement sera accordé pour les véhicules de transport de marchandises de PTAC supérieur à 3,5 tonnes et une aide à l'acquisition d'un véhicule fonctionnant au gaz naturel d'un montant maximum de 1 500 euros sera versée pour les véhicules légers de collectivités et entreprises privées. Enfin, les stations de compression alimentant

Le gaz naturel pour véhicules (GNV)

une flotte d'au moins 5 véhicules seront subventionnées à hauteur de 20 % du coût plafonné à 20 000 euros.

Toulouse est également un site pilote, où sera proposé un système de compression du gaz naturel à domicile.

- *Développement de l'offre des constructeurs*

Quatre constructeurs de bus proposent des modèles fonctionnant au GNV : Irisbus, Evobus, Van Hool et Volvo. Dans le cas des bennes à ordures ménagères, les principaux constructeurs proposant une motorisation au gaz naturel sont Iveco, Mercedes et Renault Trucks/PVI. L'offre en véhicules particuliers au gaz naturel était jusqu'ici relativement limitée. Mais les principaux constructeurs automobiles commencent de plus en plus à proposer des modèles bicarburant essence/GNV, à l'instar de PSA Peugeot Citroën et de la C3 GNV, de Renault, de Fiat, ou des constructeurs Allemands (Volkswagen, Mercedes ou Opel). Par ailleurs, l'optimisation de l'utilisation du GNV (adéquation moteur/carburant et intégration du réservoir) devrait permettre le déploiement de ces véhicules. Différents projets auxquels participe notamment l'IFP et portant sur cette optimisation ont été menés ou sont en cours : démonstrateur SMART GNV ou projet de recherche AMOGA sur l'adéquation moteur/carburant. La clé du développement de cette filière réside également dans une optimisation à la fois de l'offre en termes de véhicules, mais aussi de la maintenance chez les concessionnaires et, comme il a déjà été souligné, de la distribution des carburants.

Conclusions

Les différents programmes GNV montrent que ce type de carburant s'est montré commercialement intéressant dans les

pays disposant des ressources en gaz adéquates, d'un réseau de distribution suffisant et d'une expérience de longue date de l'usage du gaz naturel dans les secteurs domestiques et industriels.

En Europe, après une utilisation principalement développée dans des flottes captives, le développement des véhicules particuliers est l'un des enjeux majeurs pour la filière GNV dans les prochaines années, et passe par un développement des infrastructures de distribution, qu'il s'agisse de stations ou d'installations à domicile.

L'horizon auquel se développera le GNV dépend fortement de la mise en place des infrastructures de distribution, qui incitera les constructeurs à développer leur offre et facilitera l'acceptation sociale de la filière : un taux de substitution de 10 % de l'essence et du gazole par du GNV demanderait un équipement pour la distribution d'environ 25 % des stations-service.

Les travaux de la Commission européenne ont identifié le GNV comme un contributeur majeur dans le mix des carburants alternatifs à l'horizon 2020 : pour un taux de substitution de 23 % du gazole et de l'essence par des carburants alternatifs à l'horizon 2020, le GNV contribuerait pour 10 %, soit la contribution majeure, devant notamment les biocarburants. Cet objectif représenterait environ 5 % de la demande en gaz naturel de l'Union européenne. La part de marché potentielle du GNV ne devrait donc pas à ce stade être limitée par l'approvisionnement.

Anne Prieur
anne.prieur@ifp.fr

Manuscrit définitif remis le 22 décembre 2005



IFP (Siège social)

1 et 4, avenue de Bois-Préau - 92852 Rueil-Malmaison Cedex - France
Tél. : +33 1 47 52 60 00 - Fax : +33 1 47 52 70 00

IFP-Lyon

BP 3 - 69390 Vernaison - France
Tél. : +33 4 78 02 20 20 - Fax : +33 4 78 02 20 15