

Atelier 6

Que peut-on attendre des nouvelles technologies énergétiques ?

Pascal ZANETTA, Gaz de France

Le rôle du GNV sur les nuisances et les émissions

Le GNV, Gaz Naturel Véhicule, est le Gaz Naturel (composé essentiellement de Méthane CH₄), aujourd'hui utilisé couramment comme énergie sur le secteur du chauffage, de la cuisson, et des process industriels. Sa composition et son indice d'octane le rendent compatible avec une utilisation dans les moteurs à explosion avec des rendements de puissance et d'autonomie équivalents aux carburants classiques nonobstant un stockage dans des réservoirs à 200 bars (comme pour le stockage de l'air dans les bouteilles de plongée sous marine) pour garantir une autonomie compatible avec les usages classiques d'un véhicule.

Afin d'apporter une réponse à la question des transports urbains, depuis 4 ans, Gaz de France, en partenariat avec les pouvoirs publics, les constructeurs, l'IFP, l'ADEME, l'UFIP, sous l'égide de l'AFGNV, association qui regroupe l'ensemble de ces partenaires, développe l'utilisation de cette énergie sur le secteur des transports en commun.

Alors qu'en 1998, seuls 7 bus roulaient au GNV, aujourd'hui, ce sont 700 bus qui roulent en France avec cette énergie et plus de 1 400 qui sont en commande.

Actuellement, un bus sur trois qui est mis en service en France utilise le GNV.

La raison de cet essor extraordinaire ?

Indépendamment des bilans d'exploitations qui sont inférieurs ou équivalents aux carburants classiques, la raison majeure de cette pénétration rapide du GNV sur le territoire réside dans le rôle très positif exercé par le GNV au cœur de la ville en matière de réduction des émissions et des nuisances.

En complément des analyses qui présentent le comparatif des différentes énergies dans un bilan global, les résultats sur les émissions et nuisances sont les suivants (Cf transparent).

En ce qui concerne les polluants non réglementés (benzène, butadiène, xylène, polluants hautement cancérigènes), mais qui le seront sans doute en 2005, le GNV n'en contient que des traces.

D'autre part, les émissions sonores sont également divisées par deux avec l'utilisation du GNV et l'absence totale de rejet de poussières et particules à l'échappement rendent encore le confort des riverains meilleur sans parler des conséquences positives sur les bâtiments communaux et sur la santé.

Alors, le GNV : LA solution ?

Il est indéniable que le GNV conjugué à la réflexion sur le transport dans la ville constitue une bonne réponse pour une énergie mieux maîtrisée et une réduction des émissions polluantes, mais pour embrasser cette question, il est utile de se positionner dès aujourd'hui dans une perspective d'anticipation à court, moyen et long terme et d'intégrer tous les éléments de la question.

D'abord, il faut bien considérer que le choix du GNV impose quelques contraintes :

- > nécessité d'acheter des véhicules adaptés au GNV (intégration des réservoirs, adaptation des circuits de distribution du gaz, adaptation des moteurs ou intégration de la bi-carburant),
- > nécessité d'implanter une station de compression pour stocker le gaz dans les bouteilles.

Par ailleurs, nous entendons parler de la Pile à Combustible et il est normal de se poser la question de la pertinence de la mise en œuvre d'une solution, contraignante sous certains aspects et qui peut apparaître comme une solution avec peu d'avenir malgré ses indéniables atouts sur les émissions.

Percevoir le GNV comme une solution alternative sans avenir serait faire fi de cinq éléments majeurs :

- > *le domaine des utilisations doit maintenant se développer pour améliorer les conséquences positives :*
Penser GNV dans la ville, c'est chercher des solutions pour diminuer les émissions et améliorer le confort de façon durable. Ainsi, l'utilisation de l'énergie gaz naturel, peut et devra progresser dans les domaines de l'enlèvement des déchets, des transports intra et inter urbains, des flottes d'entreprises et dans celui des usages particuliers.
Des véhicules sont désormais prêts, 350 000 véhicules légers et utilitaires au GNV roulent en Italie, l'Allemagne développe ses flottes de taxis et d'utilitaires, et partout en Europe, le GNV se développe.
Il est maintenant nécessaire qu'en partenariat avec les collectivités, à l'instar de ce qu'il s'est passé il y a quatre ans sur le domaine des transports publics, des communes répondent présentes aux appels à projets lancés par l'ADEME sur les transports urbains et flottes d'entreprises en cours, afin de permettre en France, un développement rigoureux, concerté mais pragmatique des bénéfices apportés par le GNV.
- > *les performances techniques peuvent et vont encore s'améliorer :*
Actuellement, des travaux sont menés en collaboration avec l'IFP et les constructeurs pour améliorer les rendements, la fiabilité et réduire encore les émissions.
Si aujourd'hui, l'optimisation des moteurs, les mises au point et réglages permettant de réduire encore les émissions, souffrent naturellement de la jeunesse de cette utilisation du gaz naturel comme énergie à destination du transport et des efforts nécessaires qui doivent être investis sur les carburants classiques pour réduire les émissions, il est évident que les effets du développement sur le premier domaine ne pourront qu'avoir des aspects positifs sur ces avancées techniques permettant au GNV, naturellement bon, d'être encore meilleur.
- > *les carburants alternatifs sont une source d'équilibre et de diversification des sources d'approvisionnement :*
Si ceci constitue une évidence au premier degré, il est intéressant de bien s'en souvenir car au delà du bon sens dans une analyse économique et politique, il est important d'insister sur le fait qu'il ne s'agit pas d'opposer les carburants alternatifs et les carburants classiques mais bel et bien de chercher l'optimum du développement durable.
- > *les solutions d'avenir se trouvent dans la synergie des technologies :*
Vouloir opposer GNV avec les solutions d'avenir qui sont entrevues comme la Pile à Combustible, c'est oublier que le GNV est d'abord du gaz naturel. Déjà aujourd'hui, des travaux opérationnels sont lancés pour utiliser le GNV dans des solutions dites « hybrides ». Si le terme est malheureux, l'idée n'en reste pas moins intéressante : faire fonctionner un moteur thermique à son point nominal de fonctionnement (pour réduire encore les émissions et les consommations d'énergie) et se servir de cette énergie non plus comme force motrice directe mais comme générateur d'électricité utilisé pour faire tourner les roues.
Partant de là, le principe de la pile à combustible est tout proche. Et plutôt qu'imaginer embarquer le GNV dans des réservoirs, rien n'empêche d'imaginer produire de l'énergie électrique à l'aide de GNV pour le stocker dans des batteries embarquées et/ou demain de produire de l'hydrogène pour l'embarquer ensuite. Et une des pistes très sérieuses de production de l'hydrogène réside bel et bien dans cette molécule de CH₄... le gaz naturel.
- > *Il convient d'analyser la question du GNV dans une approche mondiale :*
Aujourd'hui, de nombreux pays producteurs de pétrole et de gaz naturel sont en train de faire des choix en faveur du gaz naturel face à leur situation économique : pas ou peu de moyens de raffinage, des quantités importantes de gaz naturel à disposition et une économie en plein essor qui s'accompagne par des montées en charge rapides des moyens de transport et des parcs automobiles entraînant des risques de pollution énormes (Argentine, Iran, Inde,).
Pour l'industrie française (non seulement les constructeurs automobiles, mais aussi tous les partenaires de la filière GN, compresseuristes, industrie des stations, distributeurs, ...), les avancées en terme de développement du GNV sont fondamentales car elles leur ouvrent les portes des marchés internationaux. Ainsi, développer le GNV en France, c'est aussi permettre à l'industrie française de se développer à l'international.

En conclusion, il apparaît bien que le GNV soit,

- > tant dans une logique d'émission immédiatement liée à la transformation du moteur à la roue (impact direct et visible sur la ville),
- > que dans une logique d'émission intégrant le cycle du puit au moteur puis du puit à la roue (impact indirect mais sur un plan plus large),

et

- > tant dans une analyse du court terme que dans une analyse sur le moyen et long terme,
- > tant dans une analyse hexagonale que mondiale.

UNE solution pertinente et pragmatique dans une approche de développement durable qui conjugue les intérêts économiques et la préservation de notre planète.

Pascal ZANETTA, Gaz de France
Tel : 01 47 54 34 95
Pascal.zanetta@gazdefrance.com

Atelier 6

Que peut-on attendre des nouvelles technologies énergétiques ?

André DOUAUD, Institut Français du Pétrole

Quelles énergies pour les transports routiers ? Contribution à la maîtrise de l'effet de serre

Les carburants et les moteurs utilisés dans les transports routiers doivent faire face dans les conditions économiques d'un marché très concurrentiel à deux enjeux prioritaires :

- > abaisser les niveaux d'émissions de polluants à des valeurs telles que la qualité de l'air dans les cités respecte les standards de l'organisation mondiale de la santé,
- > réduire les émissions de gaz carbonique (CO₂), principal gaz à effet de serre, de façon à minimiser le risque de changement climatique. Le CO₂ n'est pas un polluant nocif pour la santé, c'est un gaz qui résulte de la transformation idéale des énergies contenant du carbone en énergie mécanique, thermique ou électrique.

Au cours des 30 dernières années, les efforts de l'industrie automobile et plus récemment des producteurs de carburants vont aboutir à la mise sur le marché de véhicules à moteurs thermiques avancés respectant des normes d'émissions dont le niveau sera quasi zéro. Un délai supplémentaire lié au renouvellement du parc de l'ordre de 7 ans sera nécessaire pour que la pollution automobile ne soit plus le facteur principal de dégradation de la qualité de l'air dans les villes des continents les plus développés. Cette analyse est largement partagée par les acteurs publics comme le montre les conclusions du programme européen Auto-Oil validé par la Commission. Il en résulte que la performance antipollution ne constitue plus pour l'avenir un facteur fort de discrimination entre technologies essence, diesel, gaz, biocarburants ... toutes contraintes par les mêmes niveaux de normes ultra sévères.

Les énergies pour les automobiles, qu'il s'agisse de carburants conventionnels issus du pétrole ou des carburants alternatifs, doivent donc désormais être reconsidérés sous 2 critères nouveaux qui sont :

- > leur bilan d'émissions de CO₂ et autres gaz à effet de serre sur toute la chaîne production+utilisation,
- > leur contribution à la diversification des sources d'énergie pour les transports de façon à préparer la relève des énergies non renouvelables.

Ces 2 questions caractérisées par une constante de temps longue impliquent que les fondements de toute stratégie de mise en œuvre doivent être extrêmement solides et étayés par un argumentaire robuste et durable.

C'est dans cette perspective que sont présentés :

- > un inventaire mondial et national des énergies conventionnelles et des énergies alternatives utilisés pour les transports routiers,
- > un bilan CO₂ des technologies moteur-carburant actuelles et futures parmi celles qui font l'objet de recherches et développements importants.

Au niveau mondial, les carburants pétroliers essence pour 950 millions de tonnes équivalent pétrole et gazole pour 600 Mtep fournissent 98% de l'énergie des transports. Le gaz de pétrole liquéfié (GPL), le gaz naturel (GNV) en Argentine et en Italie, les biocarburants éthanol principalement au Brésil (en mélange à 22%) et aux Etats Unis, ester d'huile végétale en Europe couvrent les 2% restants.

Le bilan CO₂ des énergies conventionnelles et alternatives qui est présenté résulte de nombreuses études menées à l'IFP en concertation avec les grands acteurs publics et industriels.

Energie	Origine	Moteur	CO ₂ g/kwh	rendement véhicule kwh/km	CO ₂ g/km	CO ₂ g/km relatif
diesel	pétrole	Diesel	308	0,54	166	1,00
diesel FT	gaz naturel	Diesel	376	0,54	203	1,22
DME	gaz naturel	Diesel	318	0,54	172	1,03
EMHV	oléagineux	Diesel	410/201*	0,54	221/108*	1,3/0,6*
essence	pétrole	AllCom	327	0,66	216	1,30
ETBE	blé, betterave + pétrole	AllCom	408/278*	0,66	269/183*	1,6/1,1*
EtOH	blé, betterave	AllCom	530/169*	0,66	350/111*	2,1/0,7*
GN	gaz naturel	AllCom	224	0,54	121	0,73
GPL	pétrole + gaz nat	AllCom	276	0,66	183	1,10
H2 comp.	électricité France	PileAC	151	0,4	60	0,36
H2 comp.	gaz nat + électricité	PileAC	388	0,4	155	0,93
H2 liq.	gaz nat + électricité	PileAC	627	0,4	251	1,51

D diesel, AC allumage commandé, PAC pile à combustible * sans/avec déduction du carbone photosynthèse

Emission de CO₂ de technologies Moteur-Carburant conventionnelles et alternatives

La filière diesel-gazole émet 30% de moins de CO₂ que la filière essence et compte tenu de son développement mondial aura la plus grande contribution sur la maîtrise de l'effet de serre dans les transports. Les motorisations gaz, GPL et surtout GNV sont particulièrement performantes. Le GNV pourrait jouer un rôle important dans la motorisation des pays en développement qui disposent de ressources abondantes de cette énergie. Les carburants issus de la biomasse, si leur production et leur utilisation sont optimisées peuvent être extrêmement performants parce que crédités de 50 à 70% de CO₂ issu de la photosynthèse. L'hydrogène, énergie en développement peut couvrir un large spectre de convertisseurs, du moteur à combustion interne à la pile à combustible. Produit à partir d'énergies fossiles, son bilan CO₂ sera du même ordre que celui des autres filières fossiles d'origine. Par contre s'il est issu d'énergies primaires sans carbone fossile, hydraulique, nucléaire, biomasse son bilan CO₂ sera des plus bas.

André DOUAUD, Institut Français du Pétrole
Tel : 01 47 52 60 00
Andre.douaud@ifp.fr

Atelier 6**Que peut-on attendre des nouvelles technologies énergétiques ?**

Renaut MOSDALE, Commissariat à l'Energie Atomique

Vers le transport à pile à combustible**Vers le transport à pile à combustible**

Une pile à combustible est une source électrochimique dont le principe consiste à transformer directement de l'énergie chimique en énergie électrique, sans étape thermique ou mécanique. Il existe plusieurs types de piles caractérisées principalement par leur température de fonctionnement (de la température ambiante à 1000°C) et par la nature de leur électrolyte (acide, alcalin, sels fondus, céramiques...).

La différence principale entre une pile à combustible et une batterie classique provient de l'approvisionnement continu des électrodes en combustible, éliminant tout soucis de recharge électrique, de cyclage charge/décharge ou de capacité énergétique. Ainsi, l'autonomie d'une source d'énergie à base de pile à combustible ne dépendra que de la taille du réservoir et le temps de recharge, du système de remplissage du réservoir et de la nature du combustible.

La pile à combustible, bien qu'inventée au cours du XIX^{ème} siècle (W. GROVE, 1839), dut attendre la deuxième moitié du XX^{ème} pour être intégrée à une source d'énergie. Ce fut d'abord une application de transport terrestre avec une pile alcaline de quelques kW qui équipa un tracteur « ALLIS CHALMERS » en 1956, puis les programmes américains de conquête spatiale GEMINI et APOLLO qui utilisèrent dans leurs modules respectivement des piles à combustible à membrane polymère électrolyte protonique, puis alcalines. Des piles à combustible alcalines sont encore aujourd'hui présentes dans les navettes spatiales de la NASA.

Concernant la traction automobile publique ou particulière, même si plusieurs programmes virent le jour au cours des années soixante (Austin, Peugeot...), il fallut attendre l'apparition de nouvelles technologies de membranes électrolyte à la fin des années 70, combinée aux chocs pétroliers de 1973 et de 1978 pour voir renaître chez les constructeurs automobiles de l'intérêt pour cette source d'énergie. De nombreux projets ont ainsi vu le jour depuis les années 80 au Japon, aux Etats-Unis et en Europe, conduisant à la réalisation de prototypes démontrant la faisabilité technique de ce mode de traction. Les difficultés à surmonter pour que ces projets débouchent rapidement sur une application « grand public » et une commercialisation, concernent d'une part la stratégie de distribution de carburant, et les implications technologiques qui en découlent (reformage, oxydation partielle, purification de gaz), et d'autre part l'optimisation de procédés visant à diminuer les coûts de production des composants de la pile (plaque bipolaire et membrane électrolyte polymère) et du système associé (auxiliaires).

Les principaux atouts de la pile à combustible pour le transport public ou particulier proviendra de son meilleur rendement énergétique global, et de l'absence d'émission de polluants résultant de son fonctionnement à basse température (100°C).

Renaut MOSDALE, Commissariat à l'Energie Atomique

Tel : 04 38 78 91 85

Renaut.mosdale@cea.fr