

## [Les énergies alternatives]

### Introduction

Le transport routier de marchandise est responsable de 22% des émissions du transport routier en Europe. Il est donc tout à fait logique que l'Union Européenne se soit emparée de ce sujet et propose un règlement visant à réduire de 30% les émissions de CO<sub>2</sub> des poids lourds en 2030. Ce règlement incite les industriels à doter les véhicules de technologies de réduction des émissions et des consommations de carburant. Si des progrès sont encore envisageables sur les diesels jusqu'en 2030 avec une baisse de 30% des émissions par km parcouru, après 2030, seul le déploiement des véhicules électriques permettra de poursuivre les efforts.

En France, la Programmation Pluriannuelle de l'Energie (PPE) et le projet de loi d'orientation des mobilités mettent l'accent sur la filière GNV (Gaz Naturel pour Véhicules). Une multiplication par 15 des ventes de poids lourds à faible émission est souhaitée d'ici 2025. Un dispositif de suramortissement et un gel de la TICPE pour le GNV devrait contribuer à lancer la dynamique.

### Description des technologies



4 technologies sont envisagées pour décarboner le transport :

- Le gaz naturel pour véhicules (GNV) constitué majoritairement de méthane (CH<sub>4</sub>) se présente sous deux formes : le GNC, gaz naturel comprimé à 200-250 bars et le GNL (gaz naturel liquéfié). Ce dernier nécessite un refroidissement à -161°C : son volume est alors divisé par 600, ce qui permet de concentrer en un faible volume une quantité d'énergie importante.

⇒ Le bioGNV est un gaz tiré de la méthanisation de déchets organiques issus de l'agriculture, de l'agro-alimentaire, des ordures ménagères ou des boues de stations d'épuration.

- L'énergie électrique : les véhicules sont mus par un ou plusieurs moteurs électriques alimentés par une batterie d'accumulateurs. Les batteries sont un élément primordial dans cette technologie. Les piles lithium-ion, les plus répandues, offrent une grande autonomie mais sont coûteuses.

- Une variante consiste à utiliser les piles à hydrogène qui transforment l'hydrogène en électricité. L'oxydation de l'hydrogène par l'oxygène de l'air génère de la chaleur, de la vapeur d'eau et un courant électrique. Une batterie stocke le surplus d'énergie produite. L'hydrogène de la pile à combustible est lui-même produit par hydrolyse de l'eau ou reformage du méthane. Cela nécessite de l'énergie électrique qui, idéalement, pour un bon bilan énergétique, est issue d'excédent de production solaire ou éolienne.

- Les moteurs hybrides : l'architecture la plus aboutie actuellement associe au moteur électrique un moteur thermique. Dans la variante "Full Hybride", l'électricité est produite par le moteur thermique et par le freinage régénératif : lorsque le véhicule freine, les roues entraînent le moteur électrique qui fonctionne comme un générateur. L'énergie produite est stockée dans une batterie. Les "hybrides rechargeables" quant à eux, peuvent être rechargés à l'arrêt à l'aide d'une prise électrique ou par conduction/induction sur des aires de stationnement dédiées.

A noter aussi l'annonce récente de projets où l'électricité est apportée par un système pantographe/caténaires. Quelques kilomètres d'autoroute sont équipés d'un tel système en Allemagne, en Suède et en Italie.



Concept de camion électrique et autonome  
conçu par une startup suédoise



## Avantages et inconvénients des technologies

	Avantages	Inconvénients
GNV	<ul style="list-style-type: none"> <li>- carburant moins coûteux que le gazole</li> <li>- moins de pollution (comparaison avec Euro 6 Diesel) : -90% pour les particules fines et NO<sub>2</sub>, -55% pour NO<sub>x</sub> et -90% de CO<sub>2</sub> pour le bioGNV</li> <li>- bonne dynamique de déploiement du réseau de stations de GNV</li> <li>- moins bruyant qu'un gazole</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- nécessité de garder les véhicules longtemps pour compenser le surcoût du camion à l'achat (valeur plus faible à la revente)</li> <li>- le GNL nécessite une formation spécifique et des EPI pour les opérateurs du ravitaillement</li> </ul>
Electrique	<ul style="list-style-type: none"> <li>- aucune émission de CO<sub>2</sub></li> <li>- véhicules peu bruyants</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- faible autonomie</li> <li>- recharge des batteries longue et le système de "recharge rapide" pourrait limiter la durée de vie des batteries</li> </ul>
Pile à hydrogène	<ul style="list-style-type: none"> <li>- absence d'émission de CO<sub>2</sub></li> <li>- ravitaillement rapide</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- réseau de production et de distribution du combustible à créer</li> <li>- combustible très inflammable</li> </ul>
Hybride	<ul style="list-style-type: none"> <li>- gain de carburant de 25% (chiffre moyen sur automobile)</li> <li>- confort de conduite en zone urbaine</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- prix élevé</li> <li>- coût et durée de vie des batteries</li> </ul>

## Développements dans le domaine des poids lourds

Une offre commercialisée existe déjà sur la technologie GNV et le parc de camions se développe assez rapidement en Europe. Les derniers chiffres, assez anciens, de 2014 faisaient état de 9 000 poids lourds (PL) GNV pour l'ensemble de l'Union Européenne. Fin 2017, il y avait 1 400 PL en France et l'Association Française du Gaz Naturel pour Véhicules table sur un parc de 10 000 PL GNV à l'horizon 2020 et jusqu'à 10% des camions d'ici 2030. Le réseau de distribution de GNV est également en pleine expansion en Europe. La France s'inscrit dans cette dynamique avec un réseau à la fin 2018 qui avoisinera 160 points d'avitaillement publics (tous ne sont pas accessibles aux camions) et 100 nouveaux points sont prévus d'ici 4 ans (voir [la carte des stations](#)).

L'offre des constructeurs est présentée sur le site internet [www.gaz-mobilite.fr](http://www.gaz-mobilite.fr) : 7 camions en GNC avec des puissances comprises entre 210 et 335 CV et 4 camions GNL avec des puissances situées entre 330 et 460 CV.

Les autonomies annoncées par les constructeurs sont en moyenne de 1 000 km. Récemment un camion tracteur 4x2 et remorque savoyarde 3 essieux a parcouru plus de 1 600 km avec environ 500 kg de carburant GNL. La consommation est d'environ 30 kg/100 km contre 34,6 l/100 km pour les moteurs diesel (données de gaz-mobilite.fr en parcours de type traversée d'agglomération).

Les autres technologies sont nettement moins avancées : le précurseur sur les moteurs électriques est Tesla qui a présenté fin 2017 un PL avec une autonomie de 800 km. Pour les piles à hydrogène, Scania et Mercedes travaillent sur le sujet mais le plus avancé est sans doute le constructeur californien Nikola Motors, qui après avoir dévoilé en 2017 deux prototypes, présentera son camion à hydrogène en présérie en avril 2019. Selon le dirigeant, ses camions disposent d'une autonomie de 1 600 km avec une seule charge. Le constructeur louera ses camions plutôt que de les vendre.

Dans le domaine de l'approvisionnement en bois, le GNV est déjà utilisé pour le transport des plaquettes (ex : ONF Energie avec les transports Mauffrey ou encore Dalkia avec XPO Logistics) ; pour le transport du bois rond, il est attendu une offre de camions de plus forte puissance.



## Puissance des véhicules

A ce jour, les puissances maximales annoncées par les principaux constructeurs sont les suivantes :

### Camion au GNC

Autonomie : 250 à 400 kilomètres

IVECO	STRALIS (Euro 6)	330 CV
MERCEDES	ECONIC	302 CV
RENAULT	TRUCK D-WIDE	320 CV
SCANIA	G 410 B	410 CV
VOLVO	FE GNC	320 CV

### Camion au GNL

Autonomie : 1000 kilomètres

IVECO	STRALIS (Cursor 13)	460 CV
SCANIA	G410B (version GNL)	420 CV
VOLVO	FH GNL	420 - 460 CV

## Infrastructure :

Deux modèles de fonctionnement sont possible pour la création d'une nouvelle station de distribution :

### 1- Station publique :

Gros dimensionnement (de l'ordre de 40 tracteurs à alimenter pour 120 000 km/an soit 1 200 t/an de GNV)

Multi-acteurs : gestion de l'accès et de la facturation

Débit important dû au dimensionnement demandant des charges rapides

=> De l'ordre du million d'euros pour la conception et la construction

### 2- Station privée :

Dimensionnement variable

Peut également être multi-acteur

Débit plus faible et délai plus long entre les recharges

=> Prix très variables de 0,7 à 1,5 M€ contre 100 à 400 k€ pour une station diesel



## Eléments relatifs aux coûts / surcoûts

### Surcoût à l'acquisition

Le surcoût à l'acquisition est de + 25 à 30 k€, soit un surcoût voisin de l'ordre de 30% par rapport au prix d'un camion fonctionnant au gazole.

### Dispositif de suramortissement

Les transporteurs acquérant des porteurs roulant au GNV bénéficient d'un dispositif de suramortissement (à hauteur de 140% de la valeur d'achat) mis en place par le Gouvernement jusqu'à fin 2021. A cette aide s'ajoute une exonération partielle ou totale sur la carte grise.

### Gel de la TIC PE sur le GNV

La mesure "gel de la TIC PE sur le GNV" a perdu de son intérêt puisque la mesure a été étendue aux autres carburants (disposition prise à l'automne 2018 à la suite des manifestations des « gilets jaunes »), mais devrait néanmoins perdurer au moins jusqu'en 2022. Ainsi, le différentiel de prix entre les deux carburants va rester constant alors qu'il devait augmenter avec l'évolution à la hausse du prix des carburants conventionnels.

### Coût du carburant

Concernant le coût du carburant, plusieurs paramètres interagissent :

- Le chiffre de consommation aux 100 kilomètres est très voisin mais il est exprimé en kg pour le GNC et en litre pour le gazole soit :
  - 25-30 kg de GNC/100 kms
  - 25-30 litres de gazole/100 kms
- Le GNC a un prix variant de 1,2 €HT/kg à 0,6 €HT/kg, prix qui était annoncé il y a quelques années. En fait, ce prix de 0,6 €HT/kg est atteignable pour l'achat de gros volumes.

### Coût de maintenance

Les coûts de maintenance sont plus élevés pour les moteurs GNV (d'environ 20% de plus sur un coût kilométrique) d'après une enquête de la RATP sur des bus (qui a simulé les coûts de maintenance sur une durée de vie de 12 ans) et les premiers retours d'expérience des transporteurs.

### Coût de revient

Une étude récente menée par ENDESA (constructeur de station GNV) annonce un coût de revient en GNC de l'ordre de 1,168 €HT/km contre 1,186 €HT/km pour le gazole. (Hypothèses : 87 500 km/an, Surcoût à l'achat de 30 k€ et maintenance majorée de 20%).

### Valeur de revente

Pour le transport des marchandises, la stratégie des entreprises passées au GNV est de privilégier l'utilisation des camions GNV sur des rotations régulières permettant de parcourir rapidement de longues distances. "Les gros rouleurs" peuvent ainsi compenser rapidement le surcoût à l'achat - en tirant parti du prix au kilomètre plus faible - tout en limitant la dépréciation des camions, sachant que le marché de l'occasion n'est preneur que de camions relativement récents en âge (c'est-à-dire avec des niveaux d'équipements de "confort" qui ne soient pas trop décalés par rapport à des camions neufs). Un camion de 5 à 6 ans aura une très faible valeur de revente en occasion.

Du fait que le parc soit très récent, il existe des incertitudes sur le futur marché de l'occasion des camions GNV. Certains constructeurs proposent des camions à la location, ce qui permet à leur client de s'affranchir du problème de la valeur résiduelle des camions.



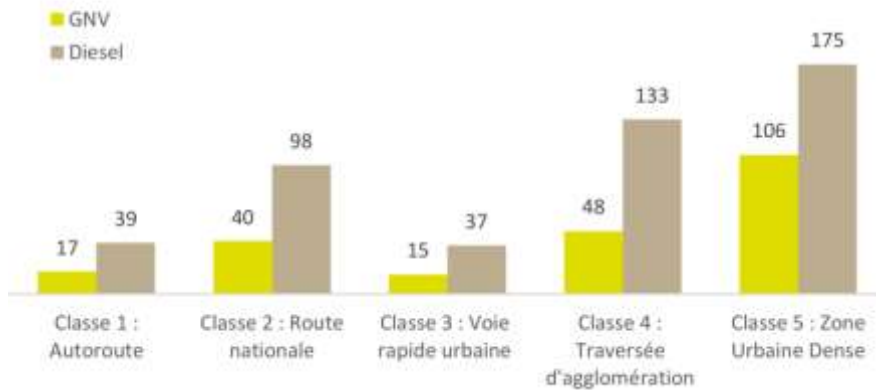
## La pollution

(Source : *Projet Equilibre\**)

Les avantages des moteurs GNV portent essentiellement sur une réduction des émissions de :

- NO<sub>x</sub> : le GNV émet jusqu'à 4 fois moins que le diesel Euro 6

Emissions NO<sub>x</sub> (g/100km)



*Comparaison des émissions de No<sub>x</sub> pour des camions de transport de marchandises (projet Equilibre)*

- Particules fines : c'est le point fort des moteurs GNV, avec un très faible niveau d'émission
- CO<sub>2</sub> : le bilan est légèrement meilleur pour le GNV que pour le diesel :
  - Moins 9% sur autoroute
  - Moins 14% en zone « extra-urbaine »

Le bilan est bien sûr excellent lorsque le GNV est du bio-méthane produit à partir de la méthanisation de déchets d'origine agricole puisque l'on considère qu'une grande partie du CO<sub>2</sub> émis par les moteurs est fixée par la photosynthèse.

Autre voie de progrès : améliorer la performance des moteurs GNV pour diminuer encore la consommation et réduire les émissions de polluants. Actuellement, le différentiel de rendement énergétique est de l'ordre de 5 points entre les deux types de moteurs : 43/44% avec la technologie diesel contre 37/38% pour les moteurs GNV.

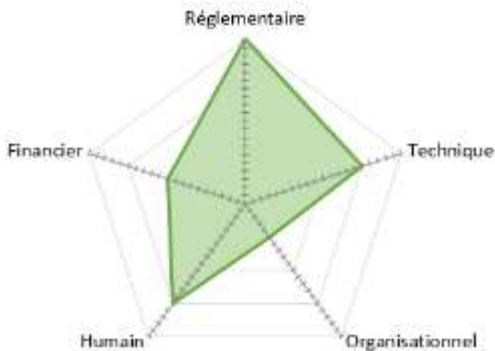
**NB** : n'oublions pas que les principales sources d'émissions des particules des véhicules restent celles liées aux freins à friction, aux disques d'embrayage et aux pneumatiques, indépendamment du carburant utilisé.

\* *Projet mené avec des transporteurs rhônalpins ayant permis de mesurer pendant 2 ans les consommations et émissions polluantes de 12 poids lourds instrumentés. 1 millions de km ont ainsi été audités. <https://www.gaz-mobilite.fr/actus/camions-gnv-consommations-emissions-reelles-etude-rapport-projet-equilibre-1955.html>.*



## Evaluation de la faisabilité de mise en œuvre du GNV :

Notation sur une échelle de 4 points, 1 point représentant le niveau le plus complexe et le moins adapté pour le déploiement de cette technologie dans le contexte actuel et demandant ainsi un effort plus important.



Commentaire sur la notation :

Les aspects économiques liés au remboursement du surcoût d'investissement ne sont pas encore complètement clarifiés avec ce carburant. Les aspects humains (acceptabilité, formation à la manipulation du carburant) sont facilement surmontables mais ne doivent pas être négligés. Le réseau de distribution est en pleine expansion.

## Principaux verrous techniques et organisationnels du GNV :

- ⇒ Surcoût à l'achat du camion (de 25 à 30 k€/camion)
- ⇒ Réseau de stations de ravitaillement encore insuffisant
- ⇒ Pertinence économique au-delà de 5 ans et/ou avec un kilométrage annuel important (entraînant plus d'entretien en 4<sup>ème</sup> et 5<sup>ème</sup> année et une perte de valeur des camions à la revente)

## Analyse des gains



### Nature des gains :



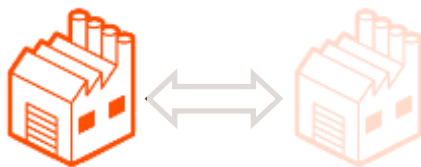
**Economique / Environnemental**

Commentaires :

Les gains des technologies sont avant tout relatifs à l'environnement avec une réduction significative des émissions de CO<sub>2</sub>, des particules fines et des NO<sub>x</sub>.

Le GNV présente le bilan économique le meilleur mais il n'est pas encore complètement arrêté car on ne dispose pas de suffisamment de recul pour déterminer le kilométrage additionnel nécessaire pour rembourser le surcoût d'investissement. Cette utilisation prolongée pourrait également avoir des conséquences en termes d'augmentation des coûts d'entretien et de diminution de la valeur de revente des camions.

### Bénéficiaire direct :



**Entreprise**

Commentaires :

Les enjeux économiques sont à préciser pour les entreprises de transport. S'il existe des gains, un possible report sur les coûts d'approvisionnement de l'industrie de la pâte à papier permettront "au minimum" une stabilisation des coûts du transport.

A noter également l'intérêt d'une action groupée des transporteurs (tous types de marchandises confondus) et des sites industriels dans les régions pour peser sur le déploiement du réseau de stations d'approvisionnement GNV.