



Les Perspectives de l'utilisation de l'hydrogène dans le transport en Algérie

A. SAMEUR, A. RAOUECHE

Direction Centrale Recherche et Développement, NAFTAL, Cheraga, Algérie

E-mail : asameur@yahoo.fr, araoueche@naftal.dz,

I. Introduction

Au cours du XX siècle, le monde a connu une multiplication surprenante des phénomènes climatiques inhabituels (canicules, sécheresse persistante, inondations, élévation du niveau de la mer, ouragans). A cette préoccupation environnementale, il faut ajouter celle posée par la diminution des réserves mondiales des ressources fossiles. Pour ces raisons, nous assistons à l'émergence de technologie énergétique moins polluante, et les années qui viennent seront celles de la diversification des sources énergétiques renouvelables.

L'hydrogène apparaît comme l'une des solutions adoptées par un certain nombre de pays, plusieurs projets de recherche sur l'utilisation de cette énergie inépuisable et écologique sont en cours de développement.

Nous présenterons dans ce qui suit les différents procédés de sa fabrication, les moyens mise en oeuvre pour son stockage et son transport, les différentes technologies adoptées pour son utilisation dans le domaine du transport et nous finirons par des perspectives de son utilisation en Algérie comme carburant/combustible.

II. L'hydrogène

II.1. Production

La production annuelle d'hydrogène est d'environ 50 MT/an. Une forte proportion de cette production est destinée à la production d'ammoniac (*fabrication des engrais*) et au raffinage de pétrole. Les normes de qualité sur les carburants étant de plus en plus contraignantes (*en particulier concernant leur teneur en soufre*), les besoins en hydrogène pour le raffinage du pétrole sont donc en constante augmentation. Le graphique ci-dessous présente la répartition de la production d'hydrogène en fonction des matières premières (*charges*) utilisées.

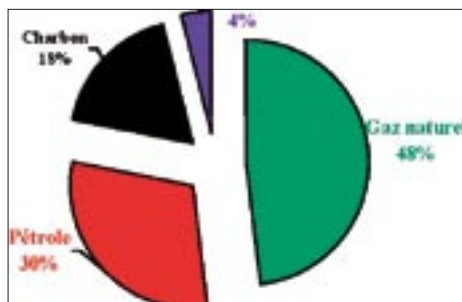


Figure 1 : Répartition de la production d'hydrogène en fonction des matières premières utilisées

Comme on peut le voir, aujourd'hui, environ 96 % de l'hydrogène est produit à partir de ressources fossiles.

Les procédés actuels émettent de grandes quantités de CO₂ (vaporeformage de gaz naturel, oxydation partielle de résidus de pétrole, et gazéification de charbon) et sont coûteux (électrolyse). Les principaux défis sont d'assurer une production d'hydrogène durable, à grande échelle, à bas coût et ayant un impact environnemental réduit.

D'autres sources d'énergie (nucléaire, renouvelables et des procédés classiques intégrant des systèmes de capture et de stockage du CO₂), à moyen ou long terme, sont envisagées pour la production d'hydrogène à grande échelle. De nombreux autres procédés sont en développement comme la production d'hydrogène par voie biologique et par décomposition photochimique de l'eau.

II.2. Transport, stockage et distribution

II. 2.1. Transport et distribution

Le transport de l'hydrogène liquide par camion est courant pour l'alimentation de clients industriels. L'hydrogène est contenu dans des réservoirs cryogéniques cylindriques à l'image des camions citernes transportant des liquides.

L'hydrogène est en général acheminé par gazoduc. L'utilisation industrielle de l'hydrogène dans le secteur chimique à grande échelle a débuté par la construction d'un pipeline d'hydrogène dans la Ruhr en 1938. Ce mode de distribution s'avère être le plus économique et sera probablement amené à connaître une forte croissance dans les années qui viennent. L'Europe de l'Ouest possède le plus grand réseau de pipeline, environ 1500 km à comparer aux 900 km existants aux USA. Le transport par mer depuis les lieux pouvant avoir une grande capacité de production à ceux de forte consommation est en cours de développement. Les projets japonais WE-NET et euro-Québec EQHHPH envisagent d'adopter pour l'hydrogène liquide ce qui se fait pour le gaz naturel liquéfié. Les prototypes japonais sont deux cargos de 200 000 m pouvant transporter 14 000 t d'hydrogène liquide contenu dans quatre réservoirs sphériques. Le rayon d'action de ces navires est de 6 000 miles marins.

II.2.2. Stockage

Le stockage est une des étapes clé de l'utilisation de l'hydrogène comme vecteur d'énergie. En effet, quelle que soit l'application visée, il est nécessaire d'avoir un système permettant de stocker l'hydrogène afin de conférer une certaine autonomie au

système. Actuellement il existe 3 grandes familles de systèmes de stockage d'hydrogène, chacune ayant des avantages et des inconvénients spécifiques lui permettant d'être intégrée, ou non, dans une application particulière:

- Le stockage d'hydrogène comprimé à haute pression (200, 350 et 700 bar);
- Le stockage cryogénique d'hydrogène liquide (-253°C) ;
- Le stockage solide d'hydrogène.

Aussi, il peut être stocké dans des solides sous forme d'hydrure ou matériaux poreux. Des programmes de recherche sont aussi établis pour développer le stockage dans le charbon actif, nano fibres et nano tubes en carbone; le stockage dans ces cas se fait par adsorption. Les modes de stockage dans les nano fibres et les nano tubes en carbone semblent être beaucoup plus efficaces.

III. L'utilisation de l'hydrogène dans le transport

De nombreux progrès restent à faire dans le domaine des véhicules à hydrogène. Les différents constructeurs automobiles ont adopté depuis quelques années des programmes de développement de systèmes à pile à combustible ou de moteurs fonctionnant avec de l'hydrogène (*liquide, gazeux*). Tous n'adoptent pas la même stratégie, certains se concentrent sur les piles à combustible, d'autres sur les moteurs à combustion interne et encore d'autres sur les deux technologies. Des programmes de démonstration de véhicules, principalement aux Etats-Unis, en Europe et au Japon, ont déjà été mis en place et contribuent aujourd'hui à faire connaître cette nouvelle technologie et à en éprouver la fiabilité en conditions réelles d'utilisation.

L'utilisation de l'hydrogène dans les transports peut se faire soit par l'intermédiaire d'une pile à combustible, soit par l'intermédiaire d'un moteur à combustion interne.

IV. Perspective de l'utilisation de l'hydrogène dans le domaine du transport en Algérie

IV.1. Parc automobile Algérien

L'Algérie dispose d'un parc automobile assez important, plus de 3 200 000 véhicules en 2005 (Figure 6). L'amélioration des conditions de vie des Algériens et la présence sur le marché de concessionnaires (*Avantages commerciaux alléchants: facilité de paiement, crédit bancaire,...*) justifie la croissance enregistrée ces deux dernières années. .

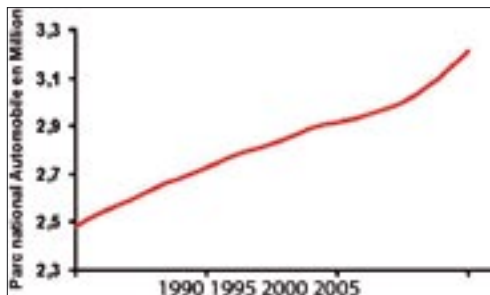


Figure 6 : Evolution du parc automobile Algérien de 1990 à 2005

Aussi, la comparaison des consommations de carburants durant ces dix dernières années montre que l'évolution du parc automobile est en pleine croissance (Tableau 2).

	1995	1998	2005	
	Quantité (10 ³ Tonnes)		Q (10 ³ T)	%
GPL/C	43,5	133,0	310,0	4,1
Essence Normale	1 702,5	1 578,3	1 244,0	16,4
Essence Super	347,0	366,0	535,0	7,1
Essence sans Plomb	-0,1		106,0	1,4
Gas oil	3 000,0	3 230,0	5 371,0	71,0
Total	5 093,0	5 307,4	7 566,0	100,0

Tableau 2 : Consommation des carburants durant les exercices de 1995 et 2005

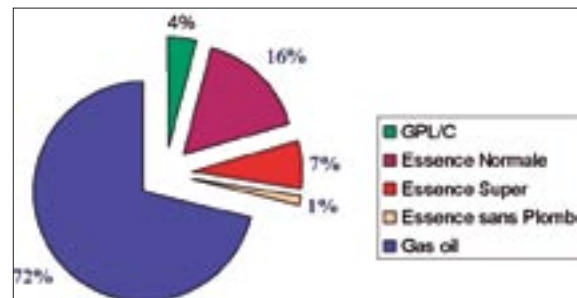


Figure 7 : Consommation des carburants durant les exercices de 1995 et 2005

Cette hausse de consommation induit des émissions de GES de plus en plus importantes, ce qui incite les pouvoirs publics à soutenir activement le développement de nouvelles sources d'énergie, plus écologiques et moins polluantes.

IV.2. Emission des GES en Algérie

En 1994, les émissions de GES en Algérie ont atteint 104 794 360 TE-CO₂ (*tonnes équivalent CO₂*). Bien que l'ensemble des états émettent des GES, les pays développés dont le développement s'est fait au détriment de la stabilité du climat sont les principaux émetteurs de GES. Par exemple, les émissions en Algérie, par habitant, sont 10 fois plus faibles que celles des Etats-Unis mais rapportée au nombre d'habitants, elles sont 60 fois plus faibles.

La répartition des émissions par secteur et par gaz est illustrée sur la figure 8.

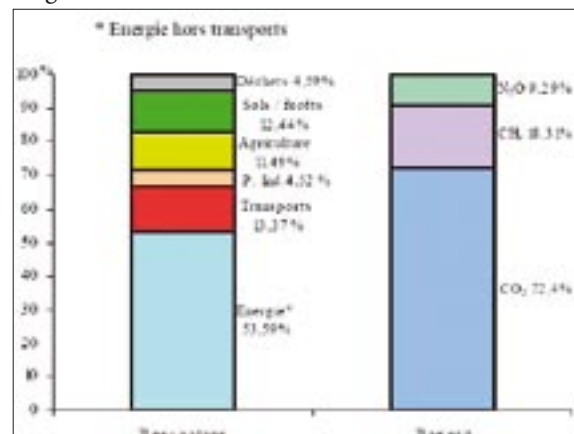


Figure 8 : Parts des émissions par secteur et par gaz, 1994



En Algérie, l'analyse de l'inventaire algérien (1994) montre une nette prépondérance du secteur de l'énergie et des transports, avec 67 % des émissions.

IV.3. Perspective de l'Hydrogène dans le domaine du transport en Algérie

Face à la pollution en milieu urbain, aux changements climatiques causés par les gaz à effet de serre et à la nécessité de répondre aux besoins énergétiques dans les décennies à venir, l'Etat a encouragé le développement et l'utilisation d'énergie plus propres pour d'une part préserver l'environnement et le citoyen et d'autre part, valoriser nos richesses en énergie moins polluantes (*GPL/C, GNV, Energie solaire,...*).

IV.3.1. Développement du GNV (Gaz Naturel Véhicule) en Algérie

Les réserves algériennes récupérables, en ressources gazières sont estimées à 3 500 milliards de m³; l'Algérie est le sixième pays mondial producteur de gaz naturel avec un réseau de distribution de gaz naturel de plus de 23 000 Km composé de canalisations haute pression (20 et 70 bar) et basse pression (4 bar) implantés dans les villes.

Avec ces grands potentiels, le Ministère d'Energie et des Mines (depuis les années 80) a lancé un programme national pour le développement du GNV avec la participation de trois entreprises du secteur, il s'agit de NAFTAL, SONATRACH et SONELGAZ :

-Les premières expériences d'utilisation du GNV ont été lancées en Algérie, simultanément par NAFTAL, SONATRACH. Le programme d'expérimentation de NAFTAL, démarré en Avril 1989, a permis la transformation de deux bus, deux véhicules lourds, et un léger et l'acquisition de deux stations de compressions et leurs installations. Cette initiative a été définitivement arrêtée en septembre 1996. Entre temps et durant la même période NAFTAL s'est attelée à développer l'utilisation du GPL/C dont le coût d'investissement revenait beaucoup moins cher que le GNV sans compter le coût des kits de conversion GPL/C nettement inférieur à ceux du GNV.

-Le développement du GNV par SONELGAZ entre 1999-2002 a permis les réalisations suivantes:

Une station pour remplissage des autobus dans un dépôt de l'entreprise de transport urbain d'Alger (ETUSA); Une station service mixte (GNV, GPL/C) ouverte au public et la conversion d'une flotte de véhicules du parc SONELGAZ et l'acquisition de cinq bus fonctionnant au GNV par l'ETUSA.

-Actuellement, un groupe de travail (NAFTAL, SONELGAZ, ETUSA et MATE (Ministère d'Aménagement du Territoire et de l'Environnement)) présidé par le MEM a élaboré un plan de développement (2007-2012) où il est prévu de:

Convertir 14 000 véhicules légers ; Acquérir 175 bus dédiés au gaz naturel ; Raccorder et équiper 40 stations services pour la distribution du GNV.

IV.3.2. Possibilité d'introduire l'hydrogène en Algérie

Utiliser des véhicules à hydrogène, disent certains, n'est pas raisonnablement envisageable puisqu'il n'existe pas de réseau de distribution de l'hydrogène. Il est facile de rétorquer: les réseaux de distribution de l'hydrogène ne sont pas raisonnablement envisageables puisqu'il n'existe pas de véhicules à hydrogène, telle est le cas pour l'utilisation de l'hydrogène en Algérie.

Néanmoins l'idée d'utilisation de l'hydrogène pour la carburant/combustible n'est pas à écarter.

Des projets d'utilisation d'hydrogène dans le transport ont été développés, principalement des projets qui consistent à utiliser l'hydrogène en mélange avec le gaz naturel comme carburants.

L'utilisation du gaz naturel dans les moteurs à combustion interne est motivée par l'absence au niveau des gaz d'échappement d'oxyde de soufre, de plomb ainsi que la réduction des oxydes d'azote et le monoxyde et dioxyde de carbone. Néanmoins, le moteur à gaz naturel fonctionne généralement en limite pauvre (*richesse = 0,65*), ce qui conduit à une dégradation de la vitesse de combustion ce qui est traduit par l'augmentation des imbrûlés au niveau des gaz d'échappement et une perte de puissance.

L'ajout d'une quantité d'hydrogène dans le gaz naturel permet d'améliorer la combustion et de ce fait réduire significativement les GES, le mélange est baptisé Hythane (*80% gaz naturel, 20% hydrogène*). En attendant que les défis liés à l'utilisation de l'hydrogène comme carburant soient relevés de manière satisfaisante, le gaz naturel renfermant de l'hydrogène comme deuxième constituant prépondérant après le méthane est un carburant alternatif transitoire environnementalement acceptable. L'hythane est utilisé dans des moteurs conventionnels non modifiés ou peu modifiés et il en résulte une réduction significative des imbrûlés et des NOX et même du CO et du CO₂ (la combustion de l'hydrogène ne produit que de l'eau).

V. Conclusion

Le développement des véhicules à hydrogène a fait d'énormes progrès ces dix dernières années, notamment au niveau des performances et de la compacité des véhicules. Le début de la commercialisation des véhicules à pile à combustible semble cependant encore loin, car de nombreux problèmes restent encore à résoudre: le coût prohibitif des véhicules, la fiabilité et la durée de vie des piles à combustible, l'autonomie des véhicules, l'absence d'infrastructure de distribution, l'absence de réglementation spécifique.

L'Hythane est une phase transitoire pour l'introduction de l'hydrogène comme carburant dans les moteurs à combustion interne. Dans les années à venir l'ajout d'installation de production et de stockage de l'hydrogène aux installations du GNV déjà existant est une solution très facilement réalisable et semble être la solution la plus appropriée pour l'utilisation de l'hydrogène à court terme en Algérie.