

**Crise de Rente, Crise Energétique et Substituts du Pétrole
(Cas du Mélange Gaz Naturel Hydrogène – Hythane)**
**Annuity Crisis, Energy Crisis and Oil Substitutes (Case of
Hydrogen Natural Gas Mixture – Hythane)**

M. Ghris Rachid

Université Tahri Mohammed, Béchar, Algerie

wadjihe@yahoo.fr

Reçu le: 24/05/2018

Accepté le: 08/02/2019

Résumé :

Dans cet article, nous mettrons en évidence les caractéristiques et avantages de mélange gaz naturel Hydrogène carburant futur et l'expérience de certains pays de cette technologie, en particulier après la première utilisation dans le secteur des transports et de leurs résultats sur le plan économique et en particulier au stade de l'environnement, la méthodologie employée dans ce contexte est la méthode descriptive analytique, des chiffres et des données sont au mesure pour nous éclaircir et mettre en exergue l'importance de ce carburant substitut de pétrole, la technologie atteint par les chercheurs est le mélange de gaz naturel et l'hydrogène comme carburant pour l'avenir avec excellence en raison de ses caractéristiques et avantages techniques, économiques et environnementaux.

Mots Clés: Energie, Carburant, Gaz naturel, Hydrogène, Mélange gaz naturel, Effet de Serre, GES, GNV, GNC.

Abstract :

In this paper, we highlight the characteristics and advantages of natural gas hydrogen fuel future mix and the experience of some countries of this technology, especially after the first use in the transport sector and their economic and environmental results. especially at the environmental stage, the methodology used in this context is the descriptive analytical method, figures and data are able to clarify and highlight the importance of this fuel substitute oil, the technology achieved by Researchers are mixing natural gas and hydrogen as fuel for the future with excellence because of its technical, economic and environmental characteristics and benefits.

Key Words: Energy, Fuel, Natural Gas Mix, Hydrogen, GHG, CNG, CNG.

JEL Classification : M39

* Auteur correspondant : Ghris Rachid (wadjihe@yahoo.fr)

Introduction:

Le monde est actuellement face à deux problématiques qui sont d'un côté l'épuisement du pétrole qui est la source principale pour les carburants de transport et d'un côté la nécessité de diminuer les émissions des gaz à effet de serre causant les changements climatiques, les émissions polluantes du secteur du transport continuent de croître différemment suivant le carburant utilisé pour cela il devient primordial et urgent de limiter ces émissions, principalement celles des véhicules légers dont le parc mondial est en constante progression.

Dans ce contexte l'utilisation future de carburants d'origine renouvelable est la seule solution durable pour protéger le climat et assurer l'approvisionnement énergétique mondial du secteur du transport à long terme.

Les sources d'énergie ne sont pas limitées aux produits pétroliers et de pétrole ou de gaz naturel et de ses dérivés, mais l'énergie de plusieurs autres sources, ainsi que plus propres et moins coûteuses que l'énergie fossile et les mêmes gaz varient en fonction de leurs caractéristiques et l'état de son impact sur l'environnement et par l'échec des émissions dans l'atmosphère. Les changements climatiques affectant la Terre, les humains, les animaux et les plantes, à partir de ce stade, il est temps de réfléchir à des solutions sérieuses et rapides et des solutions de rechange comme une alternative renouvelable et peu importe combien de temps les réserves de pétrole dans le sol dans une terrible baisse, ce qui est impératif pour les gouvernements la recherche et le développement dans le domaine de l'énergie pour secourir cette situation.

Notre problématique peut être formulée comme suit : Le Mélange gaz naturel est-il vraiment un substitut valable au pétrole conventionnel? Les hypothèses qui s'imposent sont ; le mélange gaz naturel est un substitut futur de pétrole, être utilisé dans un multiple secteur d'énergie, l'hydrogène un futur carburant économique environnementale. Pour répondre à ces hypothèses nous avons utilisé la méthode descriptive analytique par l'exploitation des données et chiffres collectés.

1- Qu'est ce que l'hydrogène combustible?

1-1- Définition: L'hydrogène est un combustible propre sans émissions de carbone, sa combustion produit seulement de l'eau et une quantité réduite d'oxydes d'azote, est un gaz qui n'existe pas à l'état naturel ou il est combiné à l'oxygène à de longues chaînes carbonées, donc l'hydrogène n'est pas une énergie primaire, mais un vecteur énergétique.

1-2- L'importance de l'hydrogène: la solution la plus économique pour sa production est de dioxyde de carbone CO₂ ennuis en quantité importante lors de sa production, montrent (M.Belacel et autres, 2012, p, 42)

- L'hydrogène permettant d'intégrer et de stocker des énergies renouvelables non génératrices de gaz à effet de serre.

- Il peut être produit à partir d'un grand nombre d'énergie primaire et être utilisé dans une multitude d'applications mobiles et stationnaires notamment via la technologie de la pile à combustibles.
- Le mélange gaz naturel /hydrogène peut être une solution de transition vers une énergie hydrogène, la combustion de ces mélanges permettrait une réduction globale des émissions en attendant le développement de nouvelles technologies.
- L'utilisation d'hydrogène comme combustible est intéressante pour plusieurs raisons;
 - le seul produit de combustion de l'hydrogène est l'eau.
 - son utilisation permet d'éliminer l'émission de dioxyde de carbone à l'endroit où se situe l'installation de combustion.
 - il sera alors possible d'utiliser des combustibles qui contiennent une grande quantité d'hydrogène dans le but de produire de l'énergie.

Pour ces raisons, l'hydrogène, vecteur énergétique a le plus fort potentiel à moyen et long terme pour devenir le combustible propre et durable dans le secteur du transport.

1-3- Les obstacles qui retardent la généralisation de l'utilisation de l'hydrogène : divers obstacles technico-économiques retardent la généralisation de l'utilisation de l'hydrogène via la pile à combustible (PAC) dans le transport en plus il sera très difficile de remplacer tout le parc automobile mondial en un temps réduit, une période de transition est nécessaire pour permettre la levée de ces obstacles, cette période sera caractérisée par l'utilisation d'un nouveau carburant constitué du mélange gaz naturel carburant dopé par de l'hydrogène, déjà connu sous le nom d'hythane.

2- Qu'es que l'hythane: l'hythane est un nom déposé par l'UQTR, université de Quebec, est un enrichissement du gaz naturel (méthane) par le l'hydrogène jusqu'à 20% il permet d'utiliser les infrastructures existantes de transport et de distribution de gaz, ainsi que les chaudières à gaz cuisinières, chauffe-eau.

2-1-Avantages de l'hythane:

- Il permet une réduction des émissions du gaz à effet de serre.
- Il permet de lancer la production de masse de l'hydrogène ainsi que son transport et sa distribution en utilisant le réseau de gazoducs existants.
- Il peut être utilisé pour les transports, les véhicules fonctionnant au gaz naturel peuvent être additionnés d'hydrogène pour fonctionner à l'hythane comme propose VOLVO.
- Il permet une combustion avec température de flamme plus basse, il n'y a pas de production de NO_x.

- L'hythane peut être séparé en méthane et en hydrogène à la sortie du gazoduc avec des membranes ce qui permet d'avoir de l'hydrogène pur pour le transport...etc.

En France par exemple, il y a 27000 Km de gazoducs à 60 bars, cet immense réseau existant peut être utilisé pour transporter l'hydrogène.

2-2-Avantages du Gaz naturel: il permet en effet ;

- d'économiser jusqu'à 40% sur le cout du carburant.
- De réduire d'environ 25% les émissions de GES du secteur du transport.
- de favoriser la production d'énergie renouvelable en l'occurrence le bio méthane, qui pourrait se trouver davantage valorisé par son utilisation dans le transport.

2-3-Performances techniques et environnementales de l'hythane: comme est montré par (M.Belacel et autres .2012, p : 44)

a- performances environnementales:

- l'hydrogène permet d'augmenter les performances environnementales du GNV en ;
 - réduisant de 8% les polluants locaux et gaz à effet de serre par apport au GNV.
 - Réduisant de 10% des NO_x par apport au GNV.
- L'hythane est également un carburant propre dans sa production, ne générant aucune pollution, l'électrolyseur qui décompose l'eau en oxygène et produit l'hydrogène sur site peut être alimenté en électricité verte.

Tableau 1 : « Réduction des émissions de polluants en fonction de l'ajout d'hydrogène dans le gaz naturel »

g/Km	CO	HC	CH ₄	NO _x	Particules
GNV (GNC)	0.010	0.000	0.250	2.080	0
H GNC(20%)	0.008	0.000	0.250	1.248	0
HGNC (30%)	0.008	0.000	0.180	1.000	0
H ₂ (MCI)	0	0	0	> 0	0

Note: M.Belacel et autres, 2012, p: 41.

2-4-Emissions de GES produites par le secteur du transport:

Cas du Canada ; les plus récentes éditions de l'inventaire Canadienne des émissions de GES relève que le secteur qui produisait le plus d'émissions de GES était celui du transport (routier, aérien, marine, ferroviaire, hors route) et si le Canada souhaite atteindre son objectif de réduction de GES pour 2020 il y a urgence d'agir dans ces secteurs, toutes les options énergétiques disponibles dès maintenant économiquement responsables et qui contribuent à réduire les émissions de GES et les polluants doivent être considérées.

Tableau 2 : « Source de GES dans le secteur du transport »

Industrie	transport	électricité	déchets	Agriculture	Resid/comm/instit
33%	42%	00%	06%	08%	11%
Marine	Ferroviaire	Aérien	routier	Autres	
04%	02%	02%	14%	78%	
Industrie	transport	électricité	déchets	Agriculture	Resid/comm/instit
33%	42%	00%	06%	08%	11%
Véhicules lourds	Automobiles	Camions Legers			
31%	39%	29%			

Source: Reproduit à partir de Gaz métré GNL, Solution énergétique, sept-iles, 27/09/2013.

De plus, le moteur à combustion interne n'exige pas un hydrogène de haute pureté. Cette technologie, permet le fonctionnement du moteur avec le carburant HGNC ou en parallèle avec des carburants classiques (essence ou diesel) en mode bicarburant.

Un ajout d'une quantité d'hydrogène supérieure à 8% en volume au gaz naturel nécessite des adaptations mineures (cartographie, injecteurs et réservoirs) aux technologies GNC existantes.

Cependant, dans le cas de l'utilisation d'un pourcentage en hydrogène inférieur à 8% il n'y aura aucune modification du moteur GNC.

3- Le potentiel économique et écologique: pour le moment, la consommation mondiale d'hydrogène reste encore faible: environ 56 millions de tonnes, soit moins de 2% de la consommation mondiale d'énergie. Mais d'après une étude récente réalisée par le Hydrogen Council avec McKinsey, l'hydrogène pourrait représenter près d'un cinquième de l'énergie totale consommée à l'horizon 2050. «Cela permettrait de contribuer à hauteur de 20% à la diminution requise pour limiter le réchauffement climatique à 2°C», explique l'Hydrogen Council, qui considère que l'hydrogène pourrait alimenter 10 à 15 millions de voitures et 500.000 camions d'ici à 2030. Selon cette étude, la demande annuelle d'hydrogène pourrait globalement être multipliée par dix d'ici à 2050 et représenter 18% de la demande énergétique finale totale dans le scénario des 2°C. À cet horizon, l'hydrogène pourrait générer un chiffre d'affaires de 2500 milliards de dollars et créer plus de 30 millions d'emplois. D'un article de presse (<http://www.lefigaro.fr>, 2017).

4-Les perspectives de l'utilisation de l'hydrogène dans le transport en Algérie (Sameur,.Raouche, Naftal, 2017)

L'hydrogène apparaît comme l'une des solutions adaptées par un certain nombre de pays, des recherches sont en cours de développement consentis sur l'utilisation,

stockage et transport de cette nouvelle technologie dans le domaine du transport comme carburant combustible.

4-1-La production de l'hydrogène: la production de l'hydrogène est destinée à la production d'ammoniac (fabrication des engrais) et au raffinage du pétrole, les besoins en hydrogène pour le raffinage du pétrole sont en constante augmentation, environ 96% de l'hydrogène est produit à partir de ressources fossiles, les principaux défis sont d'assurer une production d'hydrogène durable à grande échelle, à bas coûts et ayant un impact environnemental réduit.

4-2-Transport, stockage et distribution du l'hydrogène (Sameur et Raouche, 2007) :

- Pour son transport: l'hydrogène liquide est transporté par camions pour l'alimentation de clients industriels, l'hydrogène est en général autonome par gazoduc.
- Pour son utilisation: 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 les chiffres suivants nous donnent l'importance de cette pipeline.
 - en Europe de l'ouest, un réseau de pipeline d'environ 1500 Km.
 - en USA un réseau de 900 Km existant.

Et sont en cours de développement.

- Des projets japonais WE-NET et Euro-Quebec envisagent d'adapter pour l'hydrogène liquide ce qui se fait pour le gaz naturel liquéfié par mer, les prototypes japonais sont deux cargos de 200.000m pouvant transporter 14000t d'hydrogène liquide contenu dans quatre réservoirs sphériques.
- Pour son stockage: considérant l'hydrogène comme vecteur d'énergie, son stockage est une étape clé de son utilisation, il est nécessaire d'avoir un système permettant de stocker l'hydrogène afin de conférer une certaine autonomie, actuellement il y a trois grands systèmes de stockage, chacun ayant des avantages et des inconvénients spécifiques.
 - Le stockage d'hydrogène comprimé à haute pression (200.350 et 700 bars).
 - Le stockage cryogénique d'hydrogène liquide (-253°C).
 - Le stockage solide d'hydrogène.

Des recherches sont aussi établies pour développer le stockage d'hydrogène dans le charbon actif (Nano fibre et nano tubes).

5-L'utilisation de l'hydrogène dans le transport:

Plusieurs constructeurs automobiles ont opté pour des programmes de développement de système à pile à combustible ou de moteurs fonctionnent avec l'hydrogène (liquide, gazeux) mais certains se concentrent sur les piles à combustible, d'autres sur les moteurs à combustion interne, d'autres sur les deux technologies, cette technologie est déjà utilisée comme démonstration de véhicules notamment au USA, en Europe et au Japon.

Pour le cas du Japon, il mise fortement sur l'utilisation de l'hydrogène comme nouveau vecteur énergétique, en substitution du gaz, de l'électricité ou du pétrole, pour des usages dans les transports et les bâtiments. L'objectif affiché est de réduire la consommation en énergies fossiles et améliorer l'efficacité énergétique du pays, mais à ce jour n'ont pas donné de précisions sur la place que devra occuper l'hydrogène dans le système énergétique prévu à l'horizon 2030. Une coopération franco-japonaise existe au niveau du secteur privé dans ce domaine sous la forme du partenariat Air Liquide-Toyota Tsusho et la création d'un consortium « station à hydrogène », selon les statistiques de (SER de Tokyo, 2013) Le Japon a fait le choix politique d'accorder une place importante à l'hydrogène dans sa stratégie énergétique et veut réaliser la « société hydrogène » avec pour première échéance les 2020.

6-Perspectives de l'utilisation de l'hydrogène dans le transport en Algérie:

L'Algérie dispose d'un parc automobiles assez important, hausse de consommation induit des émissions de GES est 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 comme l'hydrogène.

6-1-Emissions de GES (gaz à effet de serre) ; les émissions en Algérie par habitant sont 10 fois faibles que celles des Etat-Unis, mais rapportée au nombre d'habitants elles sont 60 fois plus faibles, selon l'article de (Sameur et Raouche, 2007).

Au but de diminuer les taux de la pollution en milieu urbain causée par les gaz à effet de serre l'état a encouragé le développement et l'utilisation d'énergie plus propre pour d'une part préserver l'environnement et le citoyen et d'autre part, valoriser nos richesses en énergies moins polluantes (GPL/C, GNV, GNC, Energie Solaire...)

6-2-Possibilité d'introduire l'hydrogène en Algérie: tant qu'il n'y a pas du réseau de distribution de l'hydrogène en Algérie, n'est pas raisonnable d'envisager l'utilisation des véhicules à hydrogène et le réseau de distribution de ce carburant n'est pas raisonnablement envisageable puisqu'il n'existe pas de véhicules à hydrogène, c'est le cas pour l'utilisation de l'hydrogène en Algérie, mais l'idée pour la carburation combustible n'est pas à écarter.

Des projets de développement de l'utilisation d'hydrogène en mélange avec le gaz naturel comme carburant dans le transport ont été développés.

7-Recommandation de l'agence internationale de l'énergie:

Comme le propose l'agence internationale de l'énergie, il faut agir rapidement, car 2020 c'est demain selon les options disponibles, donc après l'efficacité énergétique et la valorisation de l'électricité renouvelable, il faut favoriser le gaz naturel pour déplacer les produits pétroliers comme est montré dans (Gaz métré GNL.2013), notamment dans le transport des marchandises et pour les industries.

Plus précisément et en lieu direct avec les orientations du document de consultation de la commission sur les enjeux énergétiques du Québec, GM-GNL et GMST recommandent:

- De valoriser les matières organiques résiduelles en soutenant le développement de la filière énergétique du bio méthane pour consommation.
- Poursuivre les efforts en efficacité énergétique.
- Soutenir la complémentarité des filières gaz naturel et électricité afin de maximiser les retombées positives en matière de réduction de GES et d'économies.
- D'assurer un approvisionnement en gaz naturel sécuritaire fiable, stable et équitable pour l'ensemble des citoyens.
- S'inspirer des constats mondiaux (Agence inter-énergie) et européen qui ciblent le gaz naturel au sein de ses politiques énergétiques pour l'attente des objectifs de réduction de GES tout en assurant la compétitivité de leurs entreprises.
- Favoriser et d'accélérer les conversions des produits pétroliers vers le gaz naturel, notamment dans le domaine du transport.
- Conjuguer l'utilisation d'énergie avec réduction de GES et sensibilité économique.

Conclusion:

Dans les pays adoptants l'hydrogène comme carburant, ces dernières années le développement des véhicules à hydrogène a fait d'énormes progrès notamment au niveau des performances et de la compacité des véhicules de nombreux problèmes restent encore à résoudre avant la réflexion à la commercialisation des véhicules à pile à combustible, de ces problèmes on cite, le coût prohibitif des véhicules, la fiabilité et la durée de vie des piles à combustible, l'autonomie des véhicules, l'absence d'infrastructures de distribution, l'absence de la réglementation spécifique.

L'ajout d'installation de production et de stockage de l'hydrogène aux installations du GNV (gaz naturel véhicules) déjà existant est une solution très facile à réaliser et semble être la solution la plus appropriée pour l'utilisation de l'hydrogène à court terme en Algérie et se profite de ses avantages. Il permet en effet ;

- D'économiser jusqu'à 40% sur le coût du carburant.
- De réduire d'environ 25% les émissions de GES du secteur du transport.
- De favoriser la production d'énergie renouvelable en l'occurrence le bio méthane, qui pourrait se trouver davantage valorisé par son utilisation dans le transport.

Recommandation (l'agence internationale de l'énergie) :

- S'inspirer des constats mondiaux (Agence inter-énergie) et européen qui ciblent le gaz naturel au sein de ses politiques énergétiques pour l'attente

des objectifs de réduction de GES tout en assurant la compétitivité de leurs entreprises.

- Favoriser et d'accélérer les conversions des produits pétroliers vers le gaz naturel, notamment dans le domaine du transport.
- Conjuguer l'utilisation d'énergie avec réduction de GES et sensibilité économique.

Bibliographie:

- M.Belacel et autres, 2012, la technologie d'un nouveau carburant: Mélange gaz naturel/hydrogène, Revue des énergies renouvelables SIENR-12, Ghardaia.
- <http://www.lefigaro.fr/conjoncture/2017/12/14/20002-20171214ARTFIG00160-1-hydrogene-est-il-vraiment-1-energie-du-futur.php>, le 15/08/2018.
- Abdelaziz Sameur et Abdelkrim Raouèche, 2007, les perspectives de l'utilisation de l'hydrogène dans le transport en Algérie, 21WH2007-27-29-octobre2007, p: 08.
- Pole Développement durable-SER de Tokyo-publié le 11 septembre 2017.
- Gaz métró GNL, Gaz métró solution transport, numéro du 27septembre2013.