

Les carburants alternatifs, une option pour réduire la pollution atmosphérique en milieu urbain

*Farid RAHAL**

*Nacéra BENCHARRATS***

*Fatima Zohra BABA HAMED****

1. Introduction

L'activité économique et son développement sont en relation étroite avec la pollution de l'environnement qui continue à s'aggraver. En milieu urbain, les émissions dues à l'utilisation de l'énergie atteignent déjà des niveaux de pollution engendrant des nuisances à la santé humaine et à l'environnement.

La rationalisation de la consommation énergétique et la protection de l'environnement par des mesures techniques, socio-économiques, réglementaires et politiques sont devenues un objectif commun de toutes les nations du monde.

Le secteur des transports est le plus important utilisateur d'énergie. Une gestion défaillante du système des transports ou des investissements insuffisants ne peuvent qu'accroître la pollution de l'air, y compris les gaz à effet de serre, les encombrements et les embouteillages qui affectent la productivité, l'augmentation des accidents liés aux transports et autres risques pour la santé et enfin les nuisances sonores et les dommages à l'écosystème.

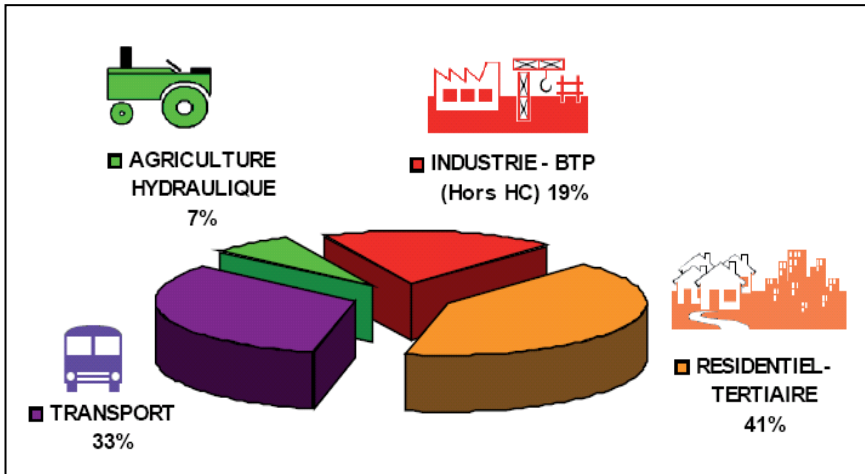
Le secteur des transports avec sa consommation importante de l'énergie (figure n°1) et sa forte croissance (près du tiers de la consommation nationale), est considéré comme l'un des secteurs responsables de la pollution atmosphérique urbaine. En plus de leur contribution aux émissions des gaz à effet de serre.

* Département d'Architecture

** Département de Chimie

*** Département de Génie Civil

Figure n° 1 : La consommation énergétique par secteur d'activité en Algérie pour l'année 2005



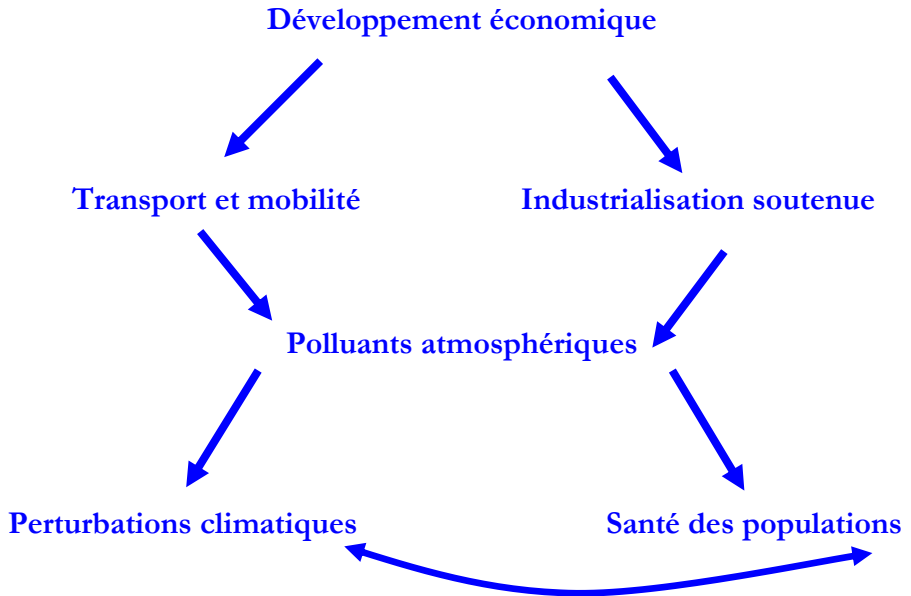
Source : Agence Nationale pour la Promotion et la Rationalisation de l'Utilisation de l'Energie.

2. Comment améliorer la qualité de l'air ?

Quelle approche adopter pour le secteur des transports en vue d'atténuer la pollution atmosphérique ? L'amélioration des caractéristiques des carburants automobiles, la maîtrise des consommations du transport routier sont des éléments d'une politique pour améliorer l'efficacité énergétique du système de transport et atténuer son impact sur l'environnement.

Le secteur des transports est au centre de l'activité économique et sociale. Des infrastructures et des équipements de transports adaptés et des systèmes de gestion et de planification efficaces sont des éléments décisifs pour la croissance économique, l'aménagement du territoire, l'amélioration du cadre de vie de la population et la protection de l'environnement. Le développement économique, qui est une nécessité absolue pour l'Algérie, ne doit pas hypothéquer les promesses de lendemains meilleurs en altérant la santé des citoyens par les polluants émis et en contribuant aux perturbations climatiques par les gaz à effet de serre (figure n°2).

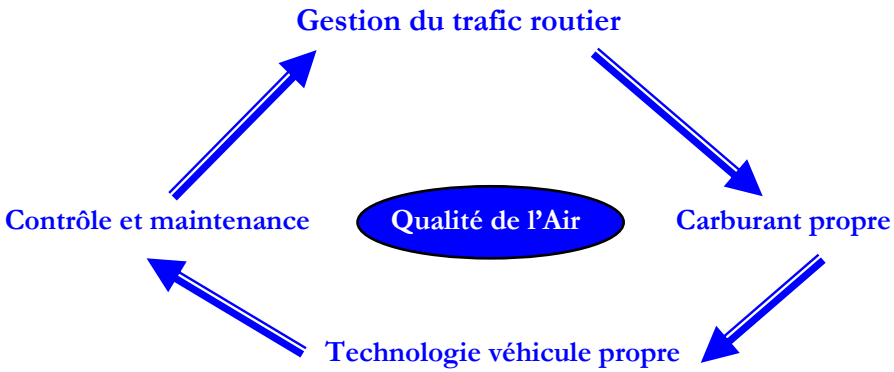
Figure n°2 : Les incidences du développement économique sur le court et le moyen termes.



La mise en place d'une politique intégrée d'amélioration de la qualité de l'air nécessite les mesures suivantes :

- Le renforcement des capacités techniques et humaines des structures responsables.
- La mise en place des réseaux de surveillance continue.
- L'amélioration de la qualité du parc automobile
- La promotion des technologies propres
- Prise en compte des mesures de réduction de la pollution atmosphérique dans les plans d'aménagement urbains (Autoroute, circuits de circulation, zones industrielle, espaces verts, éviter les rues canyon).
- L'amélioration de la qualité du carburant

Figure n° 3 : Les principales actions à mener afin de diminuer les émissions des véhicules



Les carburants dits alternatifs sont des combustibles « propres » qui répondent mieux aux impératifs de l'efficacité et de la sauvegarde de l'environnement.

3. Les carburants alternatifs

Pour pallier l'épuisement progressif des réserves de pétrole et contribuer à préserver l'environnement, des solutions alternatives aux carburants conventionnels sont développées

Tous ces carburants alternatifs s'accompagnent d'une réduction plus ou moins forte des émissions polluantes. De même, les coûts et parfois les avantages financiers des différents carburants et véhicules ne sont pas les mêmes.

3.1. Les agrocarburants ou biocarburants

- L'éthanol, pour le moteur à essence, qui est issu de plantes sucrières (betterave, canne à sucre), du blé ou du maïs. Il est surtout utilisé au Brésil et aux Etats-Unis où il est mélangé à l'essence, respectivement à hauteur de 25 %, et de 10 % à 5 %, voire même à des teneurs supérieures à 85 %.

- Le biodiesel pour le moteur Diesel : Les biocarburants adaptés aux moteurs diesels sont produits à partir d'huile végétale de colza ou de tournesol (Europe) et de soja (Etats-Unis).

Le Brésil utilise aujourd'hui massivement un agrocarburant dérivé de la canne à sucre. En 2005 près de deux voitures sur trois vendues peuvent utiliser au choix de l'alcool ou de l'essence. Seuls l'éthanol et les huiles végétales sont utilisés dans les transports.

3.2. L'énergie électrique

- Les véhicules électriques sont des moyens de transport dont la propulsion est assurée par un moteur fonctionnant exclusivement à l'énergie électrique, à la différence des véhicules hybrides, disposant fréquemment de deux moteurs dont un électrique.

L'énergie électrique utilisée par le moteur peut-être issue de différentes sources plus ou moins propres.

- Les véhicules hybrides : sont d'ores et déjà disponibles sur le marché des pays développés. Le principe de double alimentation essence/électricité permet la réduction des émissions des polluants, doublée d'une économie importante en terme de consommation. Le coût de telle voiture est encore élevé mais cela pourrait rapidement baisser si l'on prend en compte l'économie réalisée sur l'achat d'essence. Les constructeurs parlent de 2015 pour un hybride total, soit que la puissance électrique et thermique s'égalisent. Cette solution paraît très intéressante mais le pétrole reste encore et toujours un point central. Cela permettrait cependant de réduire les besoins et la pollution.

3.3. Le GPL

Le GPL (Gaz de Pétrole Liquéfié) est un mélange de butane et de propane qui a deux origines : il peut provenir directement des opérations de dégazolinage lors de la production sur champs ou du raffinage de pétrole brut.

Le GPL possède de bonnes performances environnementales :

- pas ou peu de rejet de soufre, ni de plomb, ni de benzène et peu d'évaporations (remplissage étanche) ;
- réduction des émissions de polluants réglementés par rapport à l'essence (**Tableau n°1**) ;
- un meilleur bilan que l'essence en termes d'émission de CO₂.
- Par contre, l'émission des NOx est plus importante que l'essence.

Tableau n°1 : Facteurs d'émissions pour différents carburants et cycles routiers.

Cycles	Vitesse Moy. (Km/h)	CO (g/Km)		HC (g/Km)		NOx (g/Km)	
		Essence	G.P.L.	Essence	G.P.L.	Essence	G.P.L.
URBAIN LENT	7.3	46.8	11.0	3.94	4.05	1.12	1.42
URBAIN FLUIDE	19.2	33.5	4.5	2.34	1.95	1.46	2.07
ROUTIER	41.2	21.5	3.6	1.77	1.22	1.94	2.9
AUTOROUTIER	74.2	13.4	2.9	1.02	0.66	2.35	3.16

Source : Boughedaoui, 2002

Actuellement, les véhicules fonctionnant avec ce combustible sont majoritairement commercialisés avec un système "bicarburation" (fonctionnement à l'essence ou au GPL) qui permet de s'adapter à la densité de stations de ravitaillement disponibles. Cette approche qui fait intervenir le GPL comme une "surcouche" sur des véhicules essence existants, rend le fonctionnement en essence optimal. En revanche, le système n'est pas encore optimisé pour le fonctionnement en GPL.

3.4. Le GNC

On appelle GNC (Gaz Naturel Carburant) le carburant gaz naturel, constitué à 90 % - 95 % de méthane qui est très léger, est stocké en réservoir et distribué sous forme d'injection gazeuse. Il est distribué en station-service dédiée ou par le biais d'un compresseur individuel connecté au réseau chez le particulier.

La principale caractéristique du GNC est d'éviter l'émission de particules mais aussi de composés hydrocarbures. L'émission des NOx est infime également (**Tableau n°2**).

Son utilisation, qui ne nécessite pas de transformation majeure du moteur, présente des avantages pour l'environnement en réduisant les émissions de polluants à la sortie du pot d'échappement, surtout dans le cas d'un véhicule dédié à l'usage de ce carburant.

Dès 2005, 14 modèles de véhicules fabriqués par 9 constructeurs fonctionnent au GNC soit près de 3 millions de véhicules dans le monde.

Le GNC réduit de près de 25 % les émissions de gaz à effet de serre. Les moteurs qui l'utilisent offrent un bon rendement énergétique combiné à un potentiel d'émissions toxiques réglementées très basses. Ses gaz d'échappement n'émettent ni oxydes de soufre, ni plomb, ni particules.

Avec un réservoir lourd et encombrant, le GNC présente encore aujourd'hui des inconvénients au quotidien. Ce handicap ainsi que celui de la perte de puissance par rapport à l'essence pourraient être corrigés à l'avenir par des innovations à l'étude.

Tableau n°2 : Comparaison des émissions de polluants (g/km) pour différents carburants.

Carburants	CO	HC	NOx	Particules
Essence	10.3	1.6	2.02	Traces
Diesel	2.0	0.5	0.8	0.3
GPL	3.5	1.15	2.8	-
GNC	0.41	0.14	0.07	-

Source : Bonghedaoui, 2002

3.5. Les véhicules à hydrogène

Les véhicules hydrogène peuvent paraître la solution idéale, propre et inépuisable. Cependant, il ne faut pas mettre de côté la production qui requiert une importante source d'énergie. En outre, il faudrait mettre en place **un réseau de distribution**.

Le **gaz** hydrogène est appelé "dihydrogène", pas seulement pour distinguer l'**élément chimique** (noté " H ") du gaz dihydrogène noté H₂, le 2 étant en indice.

La difficulté principale des **véhicules à hydrogène** actuels réside dans le **stockage**.

3.6. Les carburants liquides de synthèse

Les carburants de synthèse sont l'un des principaux axes de recherche et de développement concernant les carburants alternatifs. Ce sont des carburants liquides fabriqués à partir de gaz naturel, de charbon ou de biomasse. On les appelle GTL (Gas to Liquids), CTL (Coal to liquids) et BTL (Biomass to liquids).

Les carburants à partir de gaz naturel (GTL) peuvent être intégrés au "pool carburant" actuel et distribués par les filières existantes. Les carburants obtenus sont d'excellente qualité. Ils ne contiennent ni soufre, ni aromatiques et conduisent à des réductions nettes de rejets de particules, d'hydrocarbures imbrûlés et de CO (oxyde de carbone). Le coût de production a été réduit ces dernières années et une nouvelle génération de catalyseurs permet de maximiser les rendements. Cette filière représente pour le gaz naturel un débouché qui, dans l'avenir, pourrait devenir majeur.

4. Quelles options pour l'Algérie ?

L'Algérie doit concilier la satisfaction du besoin de mobilité, avec celui d'une rationalité économique d'une part, et d'une préservation de l'environnement et de protection de la santé de la population, d'autre part.

De plus, compte tenu que l'Algérie est un pays producteur de pétrole, qui reste une ressource épuisable, il nous appartient d'intégrer la préoccupation d'une justice inter-génération, à travers une politique inscrite dans la durée, qui préserve cette ressource, par devoir envers nos enfants et petits enfants.

Un des moyens de préserver cette ressource, est une bonne gestion de la demande et une diversification de l'offre par l'encouragement à l'utilisation de carburants alternatifs.

Les carburants alternatifs les plus évidents pour l'Algérie sont le GPL et le GNC et dans un futur proche le carburant de nouvelle génération GTL (Gas to Liquids) à base de gaz naturel.

4.1. Le GPL en Algérie

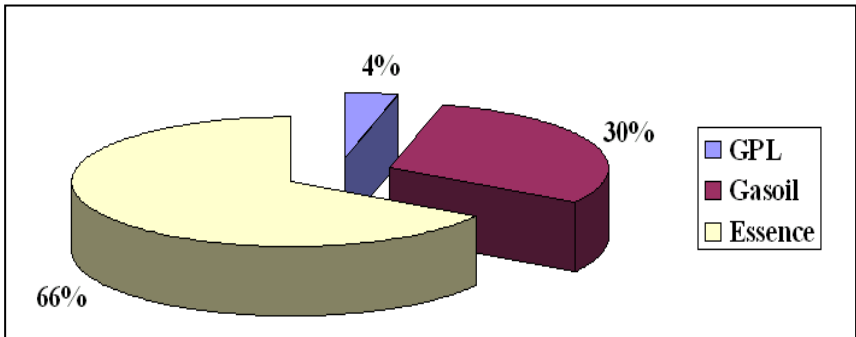
L'Algérie a mené depuis les années 1980 une politique de développement du GPL carburant en substitution des carburants traditionnels et notamment les essences, en raison de ses réserves importantes en GPL surtout qu'avec les projets qui vont être livrés durant le second semestre de l'année 2010 (trois nouvelles unités de production à Arzew) l'Algérie se positionnera comme le leader mondial de production de GPL.

Cette politique a permis :

- l'existence d'un parc de véhicules convertis au GPL, 120 000 opérations de conversion au GPL jusqu'au début de l'année 2008. Mais ce chiffre est faible par rapport au parc automobile et en deçà des potentialités que recèle notre pays en matière de GPL. En

- Décembre 2005, la part du GPL ne représentait que 4 % de l'énergie consommée (figure n°4),
- la mise en place à travers le territoire d'installateurs de kits GPL sur véhicules,
 - la disponibilité d'un réseau important de stations service distribuant le GPL (450 en 2008),
 - le prix du GPL à la pompe très attractif (9DA/litre) soit un tarif inférieur de plus de 50% à celui des essences traditionnelles.

Figure 4 : Répartition du Parc National Automobile selon l'Energie consommée - Décembre 2005.



Source : Ministère de l'aménagement du territoire, de l'environnement et du tourisme.

Ce créneau nécessite le renforcement du réseau de distribution, la mise en place de capacités de stockage et des moyens de transport adéquats.

4.2. Le GNC en Algérie

L'Algérie possède les 8^{ème} plus grandes réserves prouvées de gaz naturel au monde. L'Algérie a été classée quatrième exportateur mondial de gaz naturel en 2008 avec un volume de un volume de 58,8 milliards de m³. La durée de vie de ces réserves dépasse 50 ans sans compter les nouvelles découvertes légitimement escomptées.

Le développement de l'utilisation du gaz naturel comme carburant automobile est devenu un impératif pour les pouvoirs publics, et cela au regard de l'importance des ressources gazières disponibles, un réseau de transport et de distribution dense, et l'utilisation directe de ce produit naturel sans besoin de transformation.

Partant des résultats obtenus au niveau international sur les plans technique, économique et environnemental, un programme de

développement de l'utilisation du GNC comme carburant en Algérie a été retenu par le secteur de l'énergie et des Mines parallèlement à l'action de maximisation du GPL.

Ce programme de développement vise à :

- La mise en place du dispositif réglementaire devant régir les activités liées à l'utilisation du GNC comme carburant automobile :
- La réalisation de 25 stations dans les grandes villes d'Algérie (Alger, Oran, Annaba et Constantine).
- Le renforcement du parc roulant au GNC (conversion de 10.000 véhicules légers et développement du parc bus utilisant le GNC). Inclure de 5 à 10 bus dédiés au GNC dans le transport à Alger.

Il est prévu d'encourager l'utilisation du gaz naturel carburant (GNC) en Algérie notamment par les taxis et les transports publics comme c'est le cas dans certains pays.

5. Le cas de la ville d'Alger

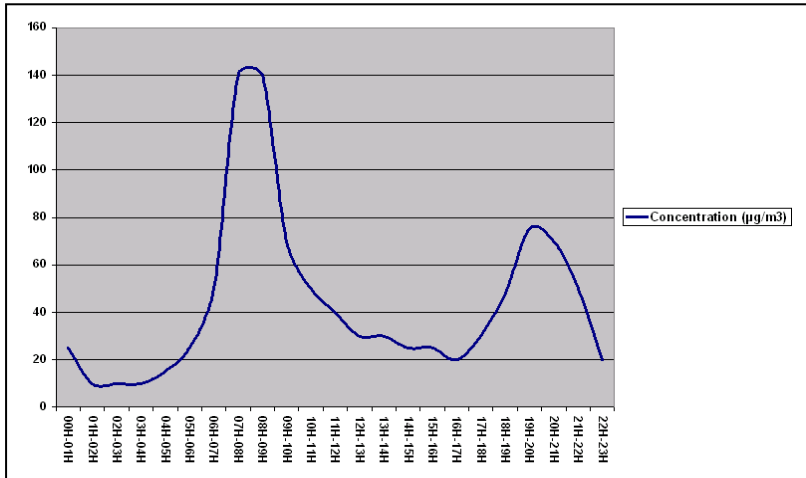
En Algérie où l'urbanisation et la motorisation se développent rapidement, la dégradation de la qualité de l'air et les nuisances sont déjà perçues. Des études ont montré que le Grand Alger (3,5 millions d'habitants, 800.000 véhicules en 2004) est, comme toute grande agglomération urbaine, confronté à une intense pollution atmosphérique (Boughedaoui et coll. 2004). La principale source d'émission est le trafic routier.

Les taux de plusieurs polluants (SO₂, NO_x, CO, O₃, PM₁₀) sont mesurés en continu à Alger par quatre stations automatiques de l'Observatoire National de l'Environnement et du Développement Durable.

La plupart des polluants sont liés directement ou indirectement au trafic automobile, le monoxyde d'azote, par exemple, résulte de la réaction de l'azote et de l'oxygène de l'air qui a lieu à haute température dans les moteurs et les installations de combustion. Les véhicules émettent la majeure partie de cette pollution. Le monoxyde d'azote, NO, est émis par les véhicules, au contact de l'air, ce monoxyde d'azote est rapidement oxydé en dioxyde d'azote NO₂.

Au cours de la journée, on observe une augmentation du NO en matinée pour atteindre un maximum entre 9h et 12h, puis un deuxième pic, moins marqué, en fin d'après midi entre 18h et 20h (figure n°5).

Figure n°5 : Profil moyen journalier des teneurs en NO relevés par la station de mesure de l'hôpital Mustapha – Février 2006.



Source : Observatoire National de l'Environnement et du Développement Durable.

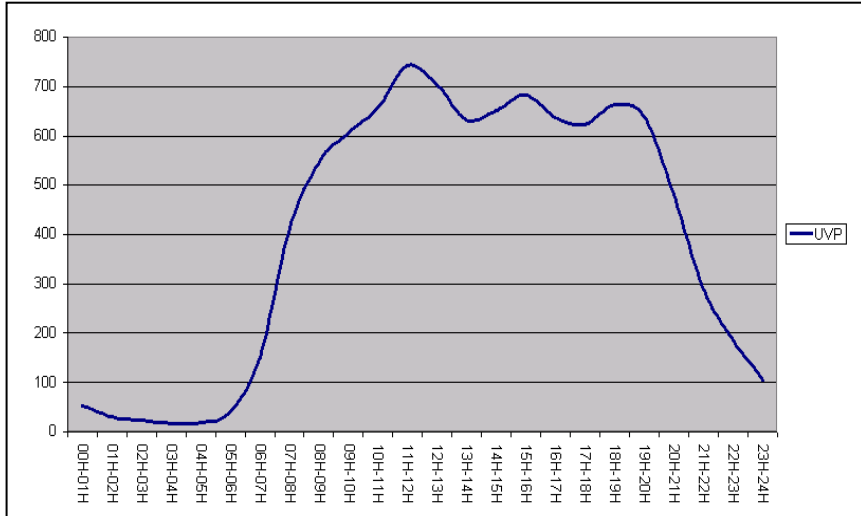
L'évolution journalière des concentrations de monoxyde d'azote est fortement corrélée aux fluctuations du trafic automobile dont des comptages ont été effectués au mois de Février 2006 dans les principaux axes longeant l'Hôpital Mustapha où se trouve une station de mesure de la qualité de l'air.

Cela a permis d'avoir le profil moyen journalier du trafic de ces axes en UVP. (figure n°6)

UVP : unité de véhicule particulier en utilisant les coefficients d'équivalence suivants :

- ✓ pour les véhicules légers et utilitaires (VL, VU, TX) : 1.0
- ✓ pour les bus : 2.0
- ✓ pour l'ensemble des camions et poids lourds : 3.0

Figure n°6 : Profil moyen journalier du trafic dans les principaux axes routiers près de la station de mesure de l'hôpital Mustapha – Février 2006.

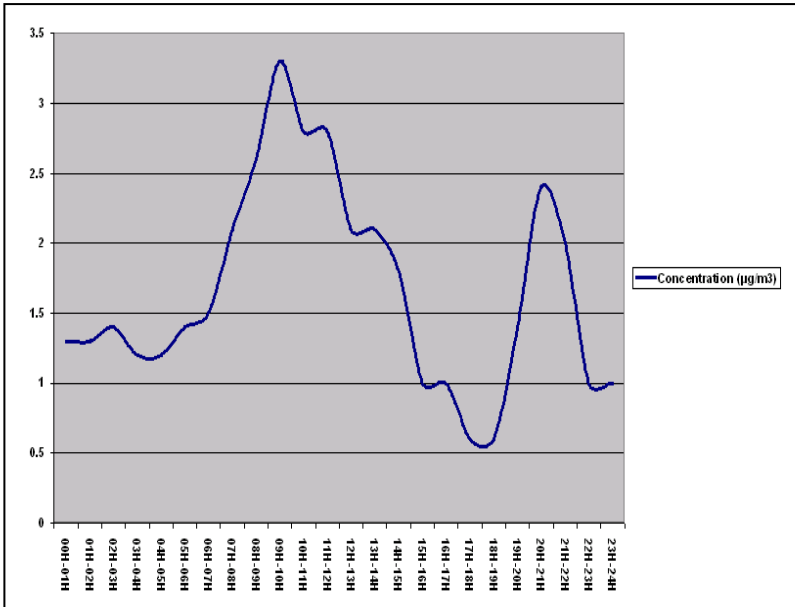


Source : Direction des transports de la Wilaya d'Alger

La pollution par le dioxyde de soufre mesurée à cette station montre également cette corrélation (figure n°7). Le SO₂, qui est essentiellement le trafic automobile (véhicules diesel) et par les activités industrielles qui utilisent le fioul comme source d'énergie. Etant donné que c'est le gaz naturel qui est utilisé en grande partie comme source d'énergie aussi bien pour les besoins domestiques qu'industriels à Alger et que cette combustion n'émet pas de SO₂, il ne reste que les véhicules diesel comme principal source d'émission.

Cette situation s'explique par la proximité et la fréquentation élevée des axes routiers qui longent le l'Hôpital Mustapha dont les rejets affectent les mesures au niveau de la station particulièrement par vent d'Est et de Sud Est.

Figure 7 : Profil moyen journalier des teneurs en SO₂ relevés par la station de mesure de l'hôpital Mustapha – Février 2006.



Source : Observatoire National de l'Environnement et du Développement Durable.

La même influence du trafic routier est observée dans les données des autres stations de mesure de la qualité de l'air réparties à travers la ville d'Alger.

Il est clair que l'utilisation massive de carburants « plus propres » pourra contribuer significativement à améliorer la qualité de l'air en milieu urbain à Alger.

6. Conclusion

La lutte contre la pollution atmosphérique est un problème global et aucune mesure isolée n'est à soi seule suffisante ; c'est la conjonction des études dans tous les domaines qui permettront de venir à bout de ce problème. Un effort d'imagination est nécessaire pour à la fois mesurer toute la gravité de ces polluants et par suite voir des changements réels dans nos actions et nos comportements.

Améliorer la qualité des combustibles, favoriser le contrôle technique des véhicules, améliorer le schéma de circulation et encourager l'utilisation des carburants alternatifs particulièrement le GPL et le GNC,

sont les principales actions à mettre en œuvre pour réduire la pollution atmosphérique.

La réduction de la pollution atmosphérique ne peut se faire que moyennant une certaine dépense qui va certes élever le coût des véhicules, mais qui peut être compensé par les faibles coûts du GPL et du GNC.

La politique énergétique de l'Algérie doit encourager et privilégier la consommation des énergies les plus abondantes et les moins entamées telles que le GPL et le gaz naturel.

7. Bibliographie

Boughedaoui, Ménouër, Réduction des émissions dans le secteur des Transports Routiers au Maghreb, Séminaire «Le Transport, l'Énergie et les changements Climatiques: Quelles perspectives ?», 24 décembre 2002, Fès.

Boughedaoui, M. ; Kerbachi, R. et Joumard, R., Mesure de la pollution plombifère dans l'air ambiant d'Alger, *Poll. Atm.*, N°121, 2004, pp.105-111.

Joumard, R. ; Vidon, Robert et Tassel, Patrick, Émissions unitaires de polluants des véhicules utilitaires légers, Rapport, n° LTE 0101, Avril 2001.

Kerbachi, R. ; Oucher, N. ; Bitouche, A. ; Berkouki, N. ; Demri, B. ; Boughedaoui, M. et Joumard, R., Pollution par les particules fines dans l'agglomération d'Alger, colloque 'Environnement et Transports dans des contextes différents', Ghardaïa, Algérie, 16-18 février 2009.

Kerbachi, R. ; Boughedaoui, M. ; Bounouna, L. et Keddou, M. Ambient air pollution by aromatic hydrocarbons in Algiers, *Atm. Env.*, 40, 2006 pp. 3995-4003.

Kerbachi, R. ; Oucher, N. ; Bitouche, A. ; Berkouki, N. ; Demri, B. ; Boughedaoui, M. et Joumard, R., Pollution par les particules fines dans l'agglomération d'Alger, colloque 'Environnement et Transports dans des contextes différents', Ghardaïa, Algérie, 16-18 février 2009.

Rahal, F., Benharat, N., Rahal, DD. & Baba Hamed, FZ., Influence du trafic routier sur la pollution atmosphérique dans la ville d'Oran, colloque 'Environnement et Transports dans des contextes différents', Ghardaïa, Algérie, 16-18 février 2009.