

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR
ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

ECOLE NATIONALE POLYTECHNIQUE
Département Génie Chimique



Thèse De Magister

THEME :

L'apport Des GPL Dans Le Transport Routier Algérien

Directeur de thèse :
Pr.C.E.CHITOUR

Présenté par :
M^{lle} S. DAGHDICHE

Présenté le 07 Mai 2006, devant le jury composé de :

Mr. BENYOUSSEF	Président/ENP
Mr. RAOUECHE	Membre/NAFTAL
MME .MEFTI	Membre/ENP
Mr. LAMRAOUI	Membre /ENP

Année Universitaire 2005/2006

Ecole Nationale Polytechnique
10, Avenue Hacén Badi BP 182- El Harrach- Alger

Sommaire

Introduction	1
---------------------------	---

Chapitre I : BILAN ENERGETIQUE MONDIAL ET PERSPECTIVES

I. Introduction.....	5
II. Les différents vecteurs d'énergie :.....	5
a. Les énergies renouvelables.....	5
b. Les énergies non renouvelables.....	6
III. Réserves et ressources énergétiques mondiales.....	6
IV. Bilan énergétique mondial :.....	8
a. Production	8
b. Consommation	10
c. Intensité énergétique.....	11
d. Définition de la consommation énergétique annuelle par habitant....	11
e. Les prix des énergies.....	12
V. Perspectives énergétiques mondiales.....	12
VI. L'énergie et la pollution.....	13
VII. Conclusion	14

Chapitre II : BILAN ENERGETIQUE DE L'ALGERIE

I. L'énergie en Algérie.....	16
II. Les réserves en hydrocarbures.....	16
III. Le bilan énergétique	17
a. Les Hydrocarbures.....	17
1. La production	17
2. La commercialisation	17
3. Exportation.....	17
4. Les recettes sur les hydrocarbures.....	19
5. Le marché national des hydrocarbures.....	22
b. Evolution de la consommation énergétique.....	24
1. Consommation nationale	24
2. Consommation nationale par secteur d'activité économique.....	24
3. Consommation finale par produits.....	25
4. Consommation finale par secteur et par produits pétroliers.....	26
c. Les énergies renouvelables.....	26
1. L'énergie solaire.....	26
2. L'énergie éolienne.....	27
3. L'énergie géothermique.....	27
4. L'hydroélectricité.....	28
5. La biomasse.....	28
d. L'électricité.....	28

IV. Conclusion.....	29
---------------------	----

Chapitre III : GENERALITES SUR LA MODELISATION

I. Méthodes et techniques de modélisation.....	31
a. Objectifs.....	32
b. Les méthodes mathématiques.....	32
II. Classification des modèles.....	33
III. La prévision à long terme.....	33
IV. La nécessité de prévoir et l'importance grandissante du long terme..	34
V. Les méthodes classiques et la prévision à long terme.....	35
VI. Méthodes objectives récentes.....	37
a. Définition des scénarii.....	37
b. Construction des scénarii.....	38
c. But des scénarii.....	38
d. Typologie des scénarii.....	38
VII. Conclusion.....	38

Chapitre IV : MODELISATION DE LA CONSOMMATION D'ENERGIE EN ALGERIE A L'HORIZON 2030

I. Introduction.....	41
II. Perspectives socio-économiques.....	41
a. Analyses et perspectives économiques.....	41
1. Données économiques.....	41
2. Développements économiques récents.....	42
3. Les secteurs énergétiques.....	42
b. Analyses et perspectives démographiques.....	43
III. Perspectives énergétiques à l'horizon 2030.....	45
a. Approche d'un modèle de consommation énergétique national.....	46
1. Approche économétrique.....	46
2. Problème en économétrie.....	46
3. Modélisation de la consommation finale.....	48
4. Présentation des scénarios d'évolution de la consommation d'énergie.....	50
b. Présentation des résultats de la demande d'énergie à l'horizon 2030.....	51
IV. Analyse des résultats.....	53
V. Quelle est la stratégie énergétique de l'Algérie pour la maîtrise d'énergie ? « Stratégie de NAFTAL »	53
VI. Conclusion.....	55

Chapitre V : MODELISATION DE LA CONSOMMATION D'ENERGIE DANS LE SECTEUR DES TRANSPORTS EN ALGERIE

I. Introduction.....	57
II. Modélisation de la consommation d'énergie dans le secteur des transports.....	58
a. Estimation de la consommation prévisionnelle des carburants à partir d'un modèle économétrique « modèles optimaux ».....	58
b. Estimation de la consommation prévisionnelle des carburants à partir d'un modèle économétrique « modèle de régression linéaire ».....	60
1. Ecriture de l'équation.....	62
2. Le choix du scénario.....	62
3. Présentation des résultats.....	63
4. Analyse des résultats.....	65
III. Conclusion.....	66

Chapitre VI : APPORT ECONOMIQUE DES GPL DANS LE TRANSPORT ROUTIER EN ALGERIE

I. Introduction.....	68
II. Le GPL carburant, dans le monde.....	69
III. Le GPL carburant en Algérie.....	70
a. Historique.....	70
b. Les textes réglementaires et institutionnels régissant l'utilisation du GPL carburant.....	71
c. Evolution de l'activité de conversion des GPL.....	72
d. Evolution du prix des GPL carburant par rapport aux autres carburants.....	72
e. Evolution de la consommation du GPL carburant.....	73
f. Contrainte de développement du GPL carburant.....	73
IV. Perspectives de l'évolution de la consommation du GPL /C.....	74
1. Parc national automobile.....	74
a. Constitution du parc national automobile.....	74
b. Carburants utilisés	76
c. Evolution du parc automobile (VP+UL).....	76
d. Parc de véhicules roulant au GPL.....	79
2. Parc convertible au GPL	80
a. Catégories ciblées.....	80
b. Estimation du parc automobile à l'horizon 2030.....	80
V. Estimation du gain économique de la substitution des essences par les GPL à long terme selon deux scénarios.....	81
VI. Conclusion.....	82

Chapitre VII : APPORT ENVIRONNEMENTAL DES GPL DANS LE TRANSPORT ROUTIER EN ALGERIE

I. Introduction.....	84
II. Les effets des principaux polluants issus des carburants fossiles.....	84
III. Effet de serre et changements climatiques.....	85
a. Définition des gaz à effet de serre « GES ».....	86
b. Les gaz favorisant l'effet de serre.....	86
c. Conséquences du réchauffement climatique.....	88
IV. Mesures internationales prises pour s'attaquer aux problèmes des changements climatiques.....	88
a. Conférence de Rio.....	89
b. Protocole de Kyoto.....	89
c. Conférence de Buenos Aires.....	90
d. Sommet de la terre à Johannesburg.....	90
e. Protocole de Kyoto, après le « oui » de Moscou.....	90
V. Engagements des pays dans le protocole de Kyoto.....	91
VI. Le marché du CO ₂	92
VII. La position d'Algérie par rapport au protocole de Kyoto.....	92
a. Les principaux secteurs émetteurs des GES en Algérie	92
b. Transport routier et la pollution en Algérie.....	93
VIII. Estimation des émissions atmosphériques dans le parc véhicules.....	95
a. Méthodologie d'évaluations des émissions atmosphériques.....	95
1. Détermination des émissions atmosphériques.....	96
2. Caractéristiques des combustibles.....	96
3. Choix des scénarios.....	97
b. Présentation des résultats concernant l'émission atmosphérique engendrée par le parc automobile à l'horizon 2030.....	97
1. Evolution des émissions du CO ₂	97
2. Evolution des émissions du SO ₂	98
3. Evolution des émissions du NO _x	99
IX. Conclusion.....	100
Conclusion.....	101
Annexes	
Glossaire	
Bibliographie	

Résumé :

La demande en Algérie du secteur des transports routiers devrait croître de manière importante. Les conséquences de cette évolution aussi bien en terme de consommation d'énergie ou de rejet de gaz à effet de serre ne seront pas soutenables sur le long terme si une stratégie énergétique n'étant pas mise en oeuvre. Ces limites, font qu'aujourd'hui de nombreuses alternatives énergétiques à l'immuable couple carburant pétrolier / moteur à combustion interne sont envisagées.

L'analyse proposée, a pour objectif d'évaluer sur la base d'un scénario d'évolution de la demande du secteur des transports à l'horizon 2030, les conséquences économiques et écologiques sur le long terme de l'utilisation des GPL dans les transports routiers en Algérie.

Mots clés : énergie- consommation- scénario- environnement- GES- carburant- modélisation- Transport

Abstract:

The demand of the transportation sector should increase sharply. Consequently, this evolution either in term of energy consumption or greenhouse gas emissions is not sustainable in the long run if nothing is to be done. Thus, due those constraints, lot of alternative energies are envisaged to the ever lasting bundle transportation fuel/internal combustion engine.

This analysis, based on an evolutionary scenario of the transportation demand through 2030, aims to evaluate, for the long run, the economical and ecological consequences of the use of LPG in transportation sector in Algeria

Key words: energy- consumption -scenario –environment- greenhouse gases- modelling- Transportation fuels

Ce travail a été réalisé dans le cadre des activités des recherches du laboratoire de valorisation des énergies fossiles, sous la direction de Monsieur le professeur C.E Chitour, Directeur de recherche.

Introduction

Bien qu'il existe des scénarios multiples et contrastés, la majorité des prévisionnistes nous indiquent que la demande d'énergie commerciale primaire devrait environ doubler d'ici 2030 et tripler en 2050. Selon ces études, la demande du secteur des transports en matière d'énergie devrait suivre la même évolution.

Ce secteur qui occupe une place stratégique dans le développement économique de l'Algérie, a connu ces dernières années une évolution importante, accompagnée d'une croissance quelque peu préoccupante de la consommation des produits pétroliers et du rejet des gaz à effet de serre, notamment le dioxyde de carbone.

En février 2005, l'Algérie était parmi les pays signataires du protocole de Kyoto, cela veut dire, que notre pays s'est engagé à aller vers une croissance économique non polluante et équitable.

En effet, plusieurs actions ont été lancées dans le cadre de la réduction des prévisions de consommation de produits pétroliers, entre autres, l'utilisation rationnelle de l'énergie dans le secteur de transport, notamment le transport routier.

La substitution inter énergétique dans ce secteur, ou autrement dit la promotion des carburants propres et disponibles, a été l'une des actions menées par les pouvoirs publics en 1982.

Sans limitation imposée par le niveau des réserves, le GPL constitue l'un des carburants propre à promouvoir.

Dans une optique de long terme, quel serait l'impact économique et écologique de la promotion de ce carburant vert dans le transport routier ?

L'objectif du présent travail est l'évaluation de la consommation d'énergie dans le secteur des transports routiers en Algérie et les émissions des gaz à effet de serre issus de ce secteur.

La première partie de cette étude, consiste à faire le point sur l'énergie dans le monde, en mettant en clair, les prévisions concernant l'avenir de cette énergie et les impacts de son utilisation sur l'environnement.

A la lumière de l'analyse du bilan énergétique de l'Algérie, pays riche en hydrocarbures, l'évolution de la consommation d'énergie est à envisager.

Pour ce faire, et après une présentation de quelques généralités sur la méthodologie d'estimation et de prévision, la future tendance de consommation nationale de l'énergie sera élaborée sur la base de deux scénarios.

Un scénario « laisser faire », dans lequel, il est supposé de s'inspirer du rythme de consommation énergétique depuis une vingtaine d'années, et de le reproduire pour les années à venir.

Le deuxième scénario, « volontariste », il est supposé que les pouvoirs publics exprimeront une volonté de maîtriser la consommation d'énergie : consommer moins et mieux.

L'étude ensuite, sera focalisée sur la consommation d'énergie dans le secteur des transports, qui représente actuellement environ 30 % de la consommation énergétique finale, avec un taux de dépendance de 97 % vis à vis des produits pétroliers.

La tendance de la demande de ce secteur sera projetée à l'horizon 2030 selon deux scénarios, un scénario « laisser faire », et un autre « volontariste », cette fois ci, ce dernier consistera à la mise en œuvre de plusieurs actions visant la maîtrise d'énergie dans ce secteur, notamment la promotion du GPL carburant.

Les impacts économique et écologique de la promotion de ce carburant propre dans le secteur routier en Algérie, seront traités dans les deux dernières parties.

En effet, la substitution des essences par le GPL carburant et leur exportation contribuera d'une façon considérable dans la génération d'un revenu supplémentaire en devise.

Le GPL carburant est à terme intéressant, non seulement sur le plan économique mais aussi sur le plan écologique.

Les quantités de gaz issus du secteur des transports routiers et constituant des gaz à effet de gaz, pourront être estimées sur la base de deux scénarios.

Le premier est de consommer au même rythme actuel, et par conséquent, émettre les mêmes quantités de gaz à effet de serre.

Dans le deuxième scénario, et afin de respecter nos engagements vis à vis du protocole de Kyoto, nous supposons que les carburants propres, sont à promouvoir dans le secteur du transport routier, notamment le GPL.

CHAPITRE I :

BILAN ENERGETIQUE MONDIAL ET PERSPECTIVES

I. Introduction:

L'énergie est au cœur des enjeux du 21^{ème} siècle, comment répondre aux besoins croissants d'une humanité dont la grande majorité est encore dans le dénuement, sans piller les ressources énergétiques nécessaires aux générations futures, sans polluer les écosystèmes ni déséquilibrer la biosphère, sans transformer en zones de tension mondiale certaines régions riches les mieux dotées?

II. Les différents types d'énergie:

Deux types de sources d'énergie sont à distinguer: *Renouvelables* et *non renouvelables*.

a. Les énergies renouvelables:

Les énergies renouvelables proviennent de l'exploitation de flux naturels d'énergie (rayonnement solaire, cycle de l'eau, des vents, chaleur interne de la terre, etc.).

Ces sources d'énergie par définition inépuisables satisfont actuellement près de 13 % des besoins énergétiques du globe et fournissent (notamment grâce à l'hydraulique) plus de 20 % de l'électricité mondiale. [1]

La place que pourrait prendre ces énergies dans le prochain siècle est un sujet des plus controversés. Elles sont actuellement en plein décollage, avec parfois des taux d'accroissement très élevés, de 20 ou même 30 % par an sur certaines filières telles que le solaire photovoltaïque, l'énergie éolienne, ou plus les biocarburants. [1]

✚ *L'énergie hydraulique*: est l'énergie renouvelable commerciale la plus exploitée dans le monde. Elle fournit près de 20 % de l'électricité mondiale. Techniquement maîtrisée, cette filière est inégalement exploitée dans le monde. Le taux d'équipement atteint en effet plus de 80 % en Europe, 50 % en Amérique du Nord, mais moins de 30 % en Afrique, Asie et Amérique Latine. [1]

✚ *La biomasse*: comprend les sous produits de l'agriculture, de la sylviculture, et par extension toute forme d'énergie issue de la fermentation ou l'incinération de végétaux et de déchets. Deuxième énergie renouvelable après l'hydroélectricité, elle ne représente qu'un peu plus de 1% de la production mondiale d'électricité. Les statistiques officielles font apparaître une prépondérance des pays industrialisés au sein de la filière. Avec une production d'énergie estimée à 1.1 milliard de TEP par an, elle serait en fait la quatrième source d'énergie primaire mondiale, derrière le pétrole, le charbon et le gaz naturel. [1]

✚ *L'énergie géothermique* : est la troisième source d'énergie renouvelable derrière la biomasse et l'hydraulique. Elle a contribué en 1999 à la production de 8 340 MWh d'électricité et de 9 963 MWh de chaleur. La géothermie consiste en la valorisation de l'énergie calorifique stockée sous la surface terrestre. La température de la terre augmente en effet de 30 °C en moyenne tous les 100 mètres de profondeur. [1]

- ✚ *L'énergie éolienne* : la capacité mondiale d'énergie atteint 16 622 MW en 2001, en croissance rapide depuis 1998. Grâce à des investissements importants et à l'impulsion des pouvoirs publics en faveur de cette filière, la capacité mondiale de cette énergie a augmenté de 21 % par an au cours des dix dernières années. Malgré cet essor spectaculaire, la filière ne fournit encore que 0.11 % de l'électricité mondiale. [1]
- ✚ *L'énergie solaire*: en 2000, la production mondiale d'énergie solaire avoisine 1.2 million de kWh. Cette forme d'énergie, représente 0.04 % de l'électricité produite dans le monde. [2]

b. Les énergies non renouvelables:

- ✚ *Le pétrole*: est le résultat de dépôts organiques formés au fond des mers sous l'action de températures et pressions intenses. Le pétrole est un liquide sombre et visqueux contenant différents sortes d'hydrocarbures : il faut le raffiner pour éliminer les impuretés et séparer les différents constituants.
- ✚ *Le Gaz naturel*: Le gaz naturel est un mélange d'hydrocarbures légers comprenant du méthane, de l'éthane, du propane, des butanes et des pentanes. D'autres composés tels que le CO₂, l'hélium, le sulfure d'hydrogène et l'azote peuvent également y être trouvés. La composition du gaz naturel n'est jamais la même. Cependant, on peut dire que son composant principal est le méthane (au moins 90 %). Le gaz naturel peut être livré sous forme gazeuse par gazoducs et liquide par navires méthaniers. [3]
- ✚ *Le charbon*: est le résultat de la décomposition de matières organiques végétales. Il est constitué de matières organiques et du carbone dont la teneur est fondamentale dans le pouvoir calorifique. On distingue différentes qualités de charbons : houille, lignite, anthracite,...ce dernier est le combustible le plus riche en carbone (+ 90 %) et celui qui libère le plus d'énergie (9 kWh/kg). De nos jours, il constitue une importante source énergétique dans le monde et redevient même un combustible d'avenir. Il est utilisé surtout comme matière première : en sidérurgie, on le mélange au minerai de fer pour produire de l'acier ou de la fonte. [2]
- ✚ *L'énergie Nucléaire*: comparée aux énergies fossiles, le nucléaire est une source d'énergie relativement récente, basée sur la fission de l'atome d'uranium en vue de créer la chaleur servant à produire la vapeur nécessaire à la production de l'électricité. Ce type d'énergie a pu fournir 16 % de l'électricité mondiale en 2001. [2]

III. Réserves et ressources énergétiques mondiales :

Pour chacun des quelques 150 000 gisements inventoriés dans le monde, l'évaluation des réserves, c'est-à-dire des productions d'huiles et de gaz qu'il sera possible d'extraire pendant toute la durée de vie de leur exploitation, constitue une opération complexe faisant intervenir un très grand nombre de facteurs, dont le traitement comporte tant d'incertitudes que les opérateurs ont dû mettre en œuvre des méthodes probabilistes.[2] Ces dernières ont conduit à distinguer les différentes catégories suivantes :

- ✚ Les « **réserves prouvées** », assorties des plus grandes probabilités d'être économiquement produites à partir des techniques disponibles au moment de leur évaluation (en général on retient une probabilité de 90 %)
- ✚ Les « **réserves probables** », assorties d'une moindre probabilité d'être produites dans les mêmes conditions (en général 50 %).
- ✚ Les « **réserves possibles** », avec une probabilité encore plus faibles d'être produites (en général 10 %).

Les réserves énergétiques mondiales sont réparties de la manière suivante :

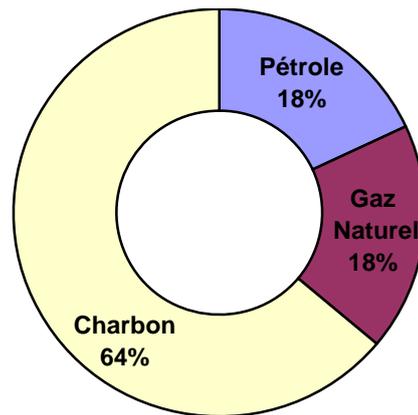


Fig 1 : Répartition des réserves énergétiques mondiales

Source : Observatoire de l'énergie d'après BP Amoco Review of World Energy 2004[2]

Concernant le pétrole, au rythme actuel de consommation, les réserves disponibles (1,4 milliard de TEP) représentent 40 ans de consommation. Mais, d'autres ressources sont d'ores et déjà mobilisées comme le pétrole non conventionnel – sable asphaltique du Canada ou bruts extra lourds du Venezuela- qui représentent environ 400 milliards de TEP de pétrole en place, dont 41 milliards de TEP récupérables dès à présent et 82 milliards de TEP (l'équivalent des réserves actuelles du Moyen Orient) récupérables à l'horizon 2030, soit 25 ans de consommation. [2]

Par ailleurs, les progrès techniques permettent une meilleure récupération des ressources en place. Aujourd'hui, en moyenne, seul un tiers des ressources en place est récupéré. L'accroissement d'un point du taux de récupération moyen représente 2 années de consommation supplémentaire. [2]

Si la part de l'OPEP dans les réserves atteint 79.4 % au début 2002, le proche Orient possède 66.5 % des réserves mondiales, l'Amérique Latine 11.9 %, l'Orient 4.2 % et l'Amérique du Nord 2.6 %. [4]

Les réserves actuelles du gaz naturel, sont équivalentes en tonnes équivalent pétrole à celle du pétrole, pour une consommation qui reste inférieure. On dispose ainsi, au rythme actuel, de 60 ans de consommation.

Au 01 janvier 2002, les réserves sont réparties comme suit : 38 % sont situées en ex URSS, 35 % au Moyen Orient, 7.4 % en Afrique, 5.6 % en Asie, 4.9 % en Amérique du Nord et enfin 3.5 % en Europe. [4]

De plus, les réserves restant à découvrir sont certainement importantes et comme pour le pétrole, il existe d'importantes ressources dites non conventionnelles comme les gaz pauvres, qui sont non conventionnels de par leur qualité, les ressources de gaz emprisonnées dans des réservoirs compacts, le gaz de charbon (Coal Bed Methane).

A long terme, on peut envisager la mobilisation de ressources considérables d'hydrates de gaz (on estime aujourd'hui que 80 % du méthane de la planète se trouvent piégés sous forme d'hydrates de gaz) [2].

On estime aujourd'hui à 1008 milliards de TEP le total des réserves prouvées mondiales de charbon, dont 50 % d'antracites et de charbons bitumineux de bonne qualité.

Compte tenu des technologies actuelles, la voie Coal To Liquids, qui consiste à produire à partir du charbon des produits pétroliers de très bonne qualité, devient compétitive pour un prix du baril compris entre 35 et 45 dollars (ceci en tenant compte d'un coût d'extraction du charbon relativement élevé).

Les réserves mondiales en charbon sont immenses et inégalement réparties plus de 40 % des réserves mondiales se trouvent en Asie, essentiellement en Chine. [1]

IV. Bilan énergétique mondial

Le bilan énergétique est un instrument de premier ordre pour l'analyse du système énergétique mondial. Il décrit de manière synthétique les flux énergétiques à travers les différents agrégats: Production, consommation et échange et transformation.

Il présente une première évaluation de la mise en œuvre de la politique énergétique à travers la pénétration des différentes formes d'énergie dans le bilan.

a. Production:

Dans la production mondiale l'énergie primaire, 10 milliards de tep/an, le pétrole représente la source la plus importante avec 36 % du total. Le gaz et la charbon ont un poids sensiblement équivalent (environ 22 %) : 80 % de la production mondiale d'énergie est donc aujourd'hui basée sur ces trois combustibles fossiles. Si l'on ajoute que l'électricité nucléaire n'utilise actuellement que la fission de l'Uranium 235, on constate que 86 % de cette production mondiale d'énergie primaire est basée sur des ressources non renouvelables. [5]

Les plus grands producteurs de chaque énergie fossile sont très peu nombreux:

- 02 pour le charbon (Chine et USA)
- 03 pour le pétrole (Arabie Saoudite, USA et Russie)
- 02 pour le gaz (Russie et USA)

Soit 04 pays pour l'ensemble des 03 énergies. [6]

- 10 pays producteurs assurent 83 % de la production de charbon, 87 % de celle de l'énergie nucléaire, 72 % de celle du gaz naturel, 67 % d'énergie hydraulique et pour le pétrole 12 pays livrent 69 % de la production.

Le tableau suivant, représente un état récapitulatif de l'évolution de la production mondiale d'énergie primaire : [7]

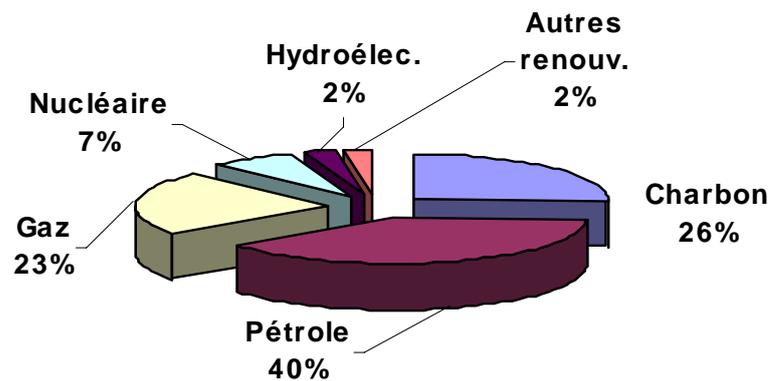
Unité : Millions de TEP

	1971	2000	2010	2030	Taux moyen d'accroissement annuel 2000/2030
Charbon	1 449	2 355	2 702	3 606	1.40
Pétrole	2 450	3 604	4 272	5 769	1.60
Gaz Naturel	895	2 085	2 794	4 203	2.40
Nucléaire	29	674	753	703	0.10
Hydroélectricité	104	228	274	366	1.60
Autres renouvelables	73	223	336	618	3.13
Total	4 999	9 179	11 132	15 267	1.70

Tableau 1: "Offre Mondiale d'énergie primaire"

Source: World Energy outlook, AIE, BP Statistical Review. [7]

Année 2000



Année 2030

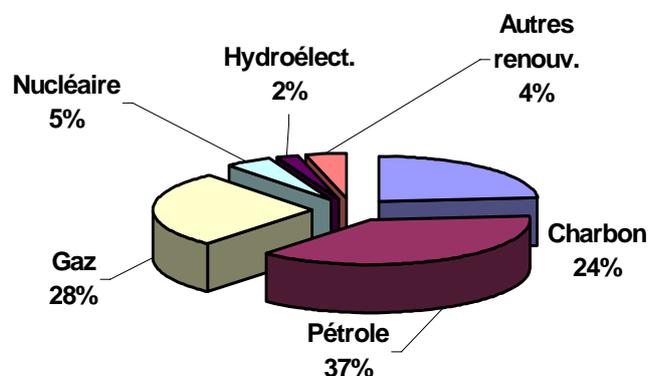


Fig 2 : Evolution de la production mondiale d'énergie 2000-2030

b. Consommation :

Depuis la révolution industrielle, la consommation d'énergie n'a cessé d'augmenter. Ainsi la croissance de la demande énergétique est très importante aux Etats-Unis que dans le reste du monde. Elle est par contre faible pour les pays d'Europe de l'Ouest et en régression pour la Russie. Pour ce pays, le saut de l'année 1992 s'explique par le démembrement de l'Union Soviétique et par le changement de catégorie des nouvelles républiques dans la catégorie « reste du monde ». [2]

La Chine a connu une période d'expansion énergétique importante depuis les cinq dernières années. La consommation énergétique du Japon reste quant à elle stable, ce qui pourrait s'expliquer par la récession économique qui frappe ce pays depuis quelques années. [2]

c. Intensité énergétique:

Cet indicateur représente l'intensité énergétique du PIB⁽¹⁾, définie comme le rapport de la consommation d'énergie par unité de PIB et par an.

La production et la consommation de l'énergie génèrent de nombreux impacts sur l'environnement; ils peuvent varier selon les combustibles concernés, mais sont toujours préoccupants. Dans ce contexte, le fait de réduire l'intensité énergétique d'une économie constitue un volet important des politiques énergétiques, bénéfiques pour l'environnement.

Au niveau mondial, l'intensité énergétique continue à diminuer et se situe autour de 0.42 TEP/1000\$.

Dans les pays développés, l'intensité énergétique a fortement diminué et tend maintenant à se stabiliser vers 0.3 TEP/1000 \$. [6]

Au Maghreb, l'intensité énergétique a plus que doublé depuis 1973, pour arriver à 0.4TEP/1000 \$. [6]

La consommation d'énergie y a crû plus vite que le PIB, notamment en Algérie et en Libye, ce qui illustre une corrélation positive entre la consommation d'énergie et l'économie dans certains pays producteurs de pétrole. [6]

La chine, qui a eu le niveau le plus élevé d'intensité énergétique du monde en 1980, a connu depuis l'amélioration la plus rapide de la productivité de l'énergie : autour de 6 % par an en moyenne, soit une réduction environ 4 fois plus rapide que la moyenne du monde. Avec une intensité énergétique qui se situe maintenant dans la moyenne mondiale, la chine explique à elle seule environ un quart de l'amélioration globale de la productivité de l'énergie du monde depuis 1990. [6]

d. Définition de la consommation énergétique annuelle par habitant :

C'est la quantité d'énergie liquide, solide, gazeuse ou électrique consommée par habitant pour une année et zone géographique donnée.

Il peut être intéressant de désagréger cet indicateur du progrès économique. Cependant, sa production, son utilisation et ses produits dérivés ont un impact majeur sur l'environnement.

⁽¹⁾ P.I.B : Produit intérieur brut

L'objectif à moyen terme et long terme, pour le développement économique, est d'améliorer les rendements énergétiques et de réduire certaines consommations, plutôt que d'augmenter la production. [2]

Les écarts de consommation entre les pays du bassin méditerranéen sont élevés : en 1996, la consommation par habitant dans les pays de l'Union européenne était de 3 fois supérieure à celle dans les pays du sud et de l'est méditerranéen (PSEM).

Dans certains pays comme en Libye, Chypre et Malte, la consommation d'énergie par habitant se situe au niveau de la Grèce et de l'Espagne. La consommation totale d'énergie est en forte croissance dans les PSEM. [2]

Mais, en raison de la croissance démographique toujours importante, le taux de croissance annuel de la consommation d'énergie par habitant reste faible : Algérie (2.2%) Tunisie (1.7 %), Maroc (3.4 %), Egypte (2.9 %), Turquie (2.6 %). On prévoit que la demande va fortement continuer à croître dans les PSEM, principalement en raison de l'essor du parc automobile, et pourrait plus doubler à l'horizon 2020. [2] Malgré cela, il est estimé qu'en 2010, la consommation totale d'énergie des pays méditerranéens de l'Europe sera plus de 4 fois supérieure à celle des riverains du Sud.

e. Les prix des énergies :

🚦 Les prix des énergies non renouvelables :

Les cours du pétrole en dollars ont régulièrement remonté en 2002 pour se rapprocher des niveaux élevés atteints en 2000, puis fluctuent fortement au cours de l'année 2003. Toutefois, la dépréciation continue du dollar à partir de son point culminant de février 2002 abaisse sensiblement le coût moyen en euros du pétrole brut importé. Le prix du gaz naturel et des autres produits importés baisse d'avantage. Le déficit extérieur continue de se réduire lentement par rapport à la pointe de l'année 2000. Les consommations d'énergie en volume se sont contractées malgré la légère baisse des prix. Les coûts énergétiques des entreprises tendent à se réduire. Les ménages ont moins bénéficié des baisses de prix, ils ont réduit leur consommation en volume du fait de la douceur du climat, mais leurs besoins en énergie ne se modifient guère à court terme. [8]

🚦 Les prix des ressources renouvelables :

L'espoir suscité par les énergies renouvelables dans les années 70 avait déçu par le manque de maturité des techniques et un contexte économique défavorable. Aujourd'hui avec des techniques fiables, des prix concurrentiels, elles connaissent une seconde jeunesse. Le solaire, l'éolien et le bois, notamment, semblent promis à un grand avenir. Des exemples dans différents pays européens montrent les possibilités de ces techniques et offrent peut être à la France une alternative au nucléaire.

En effet, les énergies renouvelables semblent promises à un grand avenir. L'Europe s'en est engagé en janvier dernier, suite au livre blanc européen sur les énergies renouvelables. Des parlementaires se sont réunis afin d'aider à leur développement. Le but est de hisser la part des énergies renouvelables de 6 à 12 % dans le bilan énergétique européen en 2010. La production à partir des sources d'énergie renouvelables ne se répartit pas de façon égale entre les différentes filières : dans la plupart des pays industrialisés, hydroélectricité et biomasse/déchets sont les filières prépondérantes. La production d'énergie renouvelable peut

s'exprimer globalement par la production d'énergie primaire (en joule ou tonne équivalent pétrole) et, plus spécifiquement, en production de chaleur et d'électricité. [8]

V. Perspectives énergétiques mondiales :

Les études sur le futur énergétique ont en commun l'utilisation d'un certain nombre de déterminants. En effet, l'analyse du passé montre que la production et la consommation d'énergie sont étroitement liées aux fluctuations de quatre facteurs principaux, dont les hypothèses d'évolution sont à la base des scénarios prospectifs :

- la population mondiale
- la croissance économique
- le progrès technique
- les modes de vie [1]

Parmi ces études, on peut citer les scénarios de référence de l'AIE. Selon ce modèle, la consommation énergétique mondiale devrait augmenter de plus de 50 % d'ici 2030, pour atteindre 16,3 milliards TEP. [9]

Le taux d'augmentation de la demande sera 6.1 milliards TEP, c'est à dire 2/3 de la demande annuelle.

Cette croissance est faible devant celle des trois dernières décennies et qui est de 2.1 % par an. L'énergie fossile représentera 90 % de la demande totale en 2030, or qu'elle était de 87 % en 2000.

Quant au pétrole, sa demande devrait croître au rythme de 1,4 % par an pour atteindre 16 millions de TEP par jour en 2030 contre 1 million en 2004. Pour ce qui est du gaz naturel, la demande progresserait plus rapidement (2,1 % par an) pour atteindre 4.8 milliards de TEP en 2030 contre 2700 en 2003. Enfin, la demande de charbon augmenterait de 1,4 % par an pour atteindre 7 300 millions de tonnes en 2030. [8]

Le charbon représente actuellement 55 % de la production d'électricité aux Etats Unis et 70 % en Inde et en Chine. [10]

Par ailleurs, il convient de signaler que le charbon est indispensable pour la métallurgie et la sidérurgie, près de 70 % de l'acier produit vient de fer dans les hauts fourneaux alimentés au charbon et au coke. [10]

Le rôle du nucléaire sera restreint car la politique mondiale tend à démanteler la plupart des réacteurs nucléaires. La part du nucléaire dans la demande totale passera de 7 % en 2010 à 5 % environ en 2030, seuls quelques pays d'Asie continueront d'augmenter la part du nucléaire dans leur production d'électricité. [10]

Les énergies renouvelables, qu'elles soient d'origine géothermique, solaire ou éolienne, devraient progresser plus rapidement que toutes les autres sources d'énergie, à raison de 6,2 % par an, tout en ne couvrant que 2 % des besoins énergétiques de l'année 2030. [9]

Notons qu'il est toujours délicat de prévoir nos besoins énergétiques d'ici 25 ans, et que l'analyse de l'agence ne tient pas compte des réserves en pétrole de la planète et de la chute de production de nombreuses régions. Par ailleurs, malgré les promesses, l'incapacité à produire davantage, malgré une qualité de pétrole brut de moins en moins bonne, de la part de pays comme l'Arabie Saoudite (1er producteur mondial) n'augure pas d'un futur des plus réjouissant. [9]

VI. L'Énergie et la Pollution :

La production et l'utilisation d'énergie viennent incontestablement au tout premier rang des causes de pollution de la Biosphère.

Malgré les crises pétrolières de 1973 et 1979, ainsi que la récession économique qui suivit dans la première moitié des années 1980, la consommation globale d'énergie a continué à croître. La diminution de l'usage du pétrole a été compensée par l'augmentation de celui du charbon, du gaz naturel et aussi par le développement de l'électronucléaire. [9] En 1993, la consommation mondiale d'énergie a dépassé 8 milliards TEP.

Sur ce total, le pétrole a représenté plus de 4.5 milliards TEP, le charbon 2.1 milliards TEP, le gaz naturel 1.2 milliards TEP, le reste assuré par l'hydroélectricité et le nucléaire.

Cette consommation d'énergie fossile a rejeté 6.19 milliards de tonnes d'équivalent de carbone en 2000 sous forme de CO₂ dans l'atmosphère, contribuant ainsi de façon significative à l'augmentation de l'effet de serre. [11]

L'extraction et la combustion des produits pétroliers s'accompagnent d'innombrables pollutions : marées noires provenant des fuites de puits off shore ou d'accidents de transport qui contaminent l'océan, le raffinage qui pollue les eaux continentales, de même que les vidanges « sauvages » et autres usages dispersifs des hydrocarbures. Enfin, leur combustion libre, dans l'atmosphère divers polluants gazeux. [11]

Relation entre la demande d'énergie et l'émission du CO₂

Aujourd'hui, 75 % des émissions de CO₂, principal responsable de l'effet de serre, proviennent des combustibles fossiles et ces émissions ont déjà augmenté de 50 % ces vingt dernières années. Le développement des pays les plus pauvres continuera à accroître encore ces émissions, qui sont aujourd'hui en moyenne de 10 tonnes/habitants/an dans les pays développés. Une étude menée par l'agence internationale de l'énergie montre qu'il existe une relation entre la croissance de la demande d'énergie et les émissions de CO₂ sur une période de 50 ans. Plus que jamais, le développement économique mondial appelle à une conscience planétaire de l'écosystème. Il faudra poursuivre et intensifier les efforts de maîtrise des consommations d'énergie et préparer dès maintenant un recours élargi à l'hydraulique, au nucléaire, aux énergies nouvelles qu'aux énergies fossiles les plus polluantes. [11]

VII. Conclusion :

L'avenir énergétique du monde, au delà de la simple adéquation entre l'offre et la demande globales, subit l'influence de problématiques complexes et diverses. Si la quantité totale d'énergie disponible ne devrait pas poser de problèmes majeurs, la composition de l'offre d'énergie est encore très incertaine à l'horizon 2030.

Le pétrole jouera encore un rôle fondamental dans la satisfaction des besoins énergétiques du monde jusqu'en 2030. De plus en plus concentré dans le secteur des transports et au service du bouclage du bilan énergétique des pays en développement, il devra commencer à être remplacé par d'autres sources d'énergie telles que le gaz naturel.

On devrait assister dans la première moitié du siècle à la montée en puissance du gaz naturel pour la production d'électricité, et éventuellement dans ses applications liées au transport

Le dernier exercice de scénario long terme de l'AIE, Agence Internationale de l'Energie (Horizon 2030), montre clairement que dans la future croissance mondiale de la consommation d'énergie et des émissions de CO₂, deux secteurs joueront un rôle prépondérant : celui de la production d'électricité et celui des Transports. **[12]**

CHAPITRE II :

BILAN ENERGETIQUE DE L'ALGERIE

I. L'énergie en Algérie :

En Algérie, le secteur de l'énergie, assure deux fonctions, il s'agit en premier lieu d'approvisionner l'appareil de production socio-économique en énergie pour son fonctionnement et d'assurer son financement en devises, résultats des exportations des produits énergétiques.

Au vu du rythme de l'évolution de la consommation et les besoins de plus en plus croissants de financement des programmes de développement socio-économique, un arbitrage entre deux fonctions s'avère nécessaire. En effet, à capacité de production fixe, toute augmentation dans le volume des consommations énergétiques implique une diminution dans le volume des exportations et par conséquent une réduction des capacités de financement de l'activité.

II. Les réserves en Hydrocarbures :

🚧 Répartition géographique des réserves en Hydrocarbures :

La presque totalité des réserves découvertes à ce jour se situe dans la partie Est du Sahara. Si nous analysons cette répartition géographique sur la base d'un découpage du domaine minier en plusieurs provinces pétrolières plus ou moins homogènes, nous constatons ce qui suit :

🚧 67 % des réserves initiales en place en huile et en gaz sont renfermées dans les provinces de Oued Mya et de Hassi Messaoud, où sont situés les deux gisements géants de Hassi R'mel (gaz) et Hassi Messaoud (Huile). [2]

Le bassin d'Illizi représente 14 % des réserves initiales en place, puis viennent les bassins de Rhoude Nous (9 %), Ahnet Timmimoun (4%), et enfin de Ghadames qui ne contiennent pour le moment que 3 % des réserves. [2]

Si nous associons maintenant à cette analyse la nature des hydrocarbures, nous constatons ce qui suit : [2]

- La province de Hassi Messaoud-Dahar correspondant à l'un des plus importants événements tectoniques du Sahara, renferme 71 % des réserves en huile.
- La province de Oued Mya correspondant à un bassin essentiellement Mésozoïque, renferme surtout du gaz (50 % des réserves) et une partie d'huile (6%).
- Le bassin Illizi lui, essentiellement Paléozoïque, renferme, 15 % d'huile et 6% de gaz
- Les provinces de Rhoude Nous et de Ghadames correspondant à des bassins dont l'histoire géologique est un peu complexe (Paléozoïque et Mésozoïque) renferment 19 % du gaz
- Le bassin de l'Ahnet- Timmimoun, essentiellement Paléozoïque ne renferme que du gaz (13%) dont la moitié est encore classée probable et possible. [2]

III. Le Bilan énergétique :

a. Les Hydrocarbures :

1. La production :

La production des hydrocarbures n'a cessé de croître ces dernières années pour atteindre un volume de 232 millions de TEP (en 2005). [13]

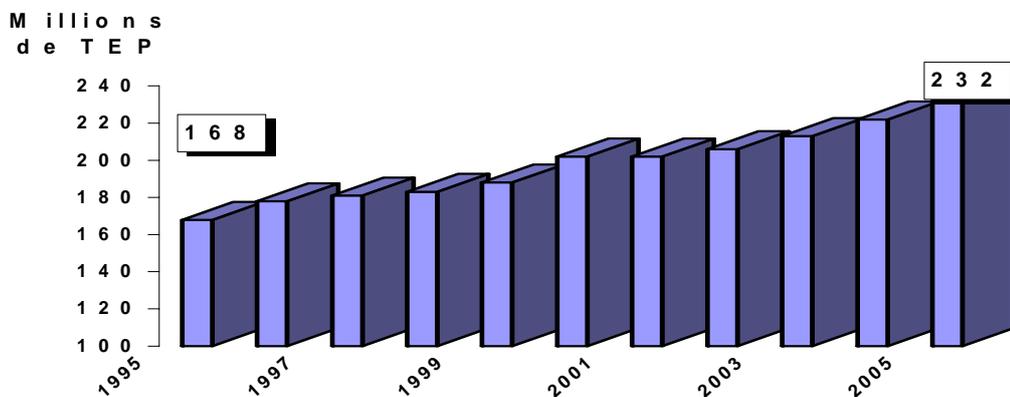


Fig 1 : « Evolution de la production des Hydrocarbures de 1995 à 2005 »

Source: Rapport annuel 2004, Sonatrach. [13]

2. La commercialisation:

L'activité commercialisation de Sonatrach conserve jusqu'à présent le monopole de toutes les exportations en hydrocarbures. En revanche, bien que la filiale NAFTAL conserve la quasi-totalité du marché, la distribution nationale des carburants, GPL, bitumes et lubrifiants est ouverte aux investisseurs nationaux et internationaux comme, la génération de l'électricité, la distribution du gaz et d'électricité, ainsi que l'emplissage du GPL .

3. Exportation:

Les trois quarts de la production en hydrocarbures tout produit confondu, sont exportés, il s'agit bien entendu du pétrole, le gaz naturel , le GNL, le GPL, le condensât et les produits raffinés. En plus de sa position stratégique sur le marché mondial du gaz naturel et du GNL, l'Algérie est le premier exportateur mondial de condensât, et avec 9.3 millions de tonnes de GPL exportés en 2002, le deuxième exportateur.

Unité : Millions de \$

	1971	1980	1990	2000	2005
Pétrole brut	634	9320	2736	4815	19324
Condensât	9	2643	3210	3994	6275
Produits raffinés	6	1843	2627	3281	3956
GPL	0	131	675	2114	3327
GNL	9	1	1768	3280	5425
Gaz Naturel	0	0	1018	3587	7325
Total	658	14910	12034	21070	45631

Tableau 1: "Evolution des exportations des hydrocarbures "

Source: chiffres clés du secteur de l'Energie et des Mines [17]

La structure des exportations a nettement évolué au profit des produits gazeux et ce, en cohérence avec la structure de nos réserves d'hydrocarbures dominées par le gaz naturel.

En effet, alors que seul 29 % de nos exportations en 1990 étaient constituées par produits gazeux, en 2001 cette part est passée à 47 %. [13]

La structure des exportations d'hydrocarbures a profondément changé depuis 1976 et ce, au profit de la zone " Europe Occidentale" et au détriment de la zone "Amérique du Nord".

En effet, les parts respectives de ces deux zones dans la balance des exportations, qui étaient de 45 % et de 52 % en 1975, se sont restructurées en 67 % et 17 % en 2001.

Unité: Millions de \$

	1976	1980	1990	1999	2000	2001	2002	2003	2004
Afrique	42	150	162	176	249	242	387	525	689
Amérique centrale et latine	27	198	409	1116	1710	1196	1115	1236	1980
Amérique du Nord	2034	6358	2432	2203	3490	3181	3465	6124	9313
Asie-oceanie	12	528	197	200	119	547	488	580	886
Australie	-	-	-	-	-	22	28	0.00	0
Europe occidentale	1765	6068	9050	8262	14118	12271	11631	14436	17237
Europe orientale	42	268	124	72	1365	1048	1011	1067	1453
Moyen orient	0	12	6	8	20	13	6	10	0
Total	3 922	13 582	12 380	12 037	21 071	18 522	18 131	23 976	31560

Tableau 2: "Exportation des hydrocarbures par région "

Source: Chiffres clés du secteur de l'énergie et des Mines. [17]

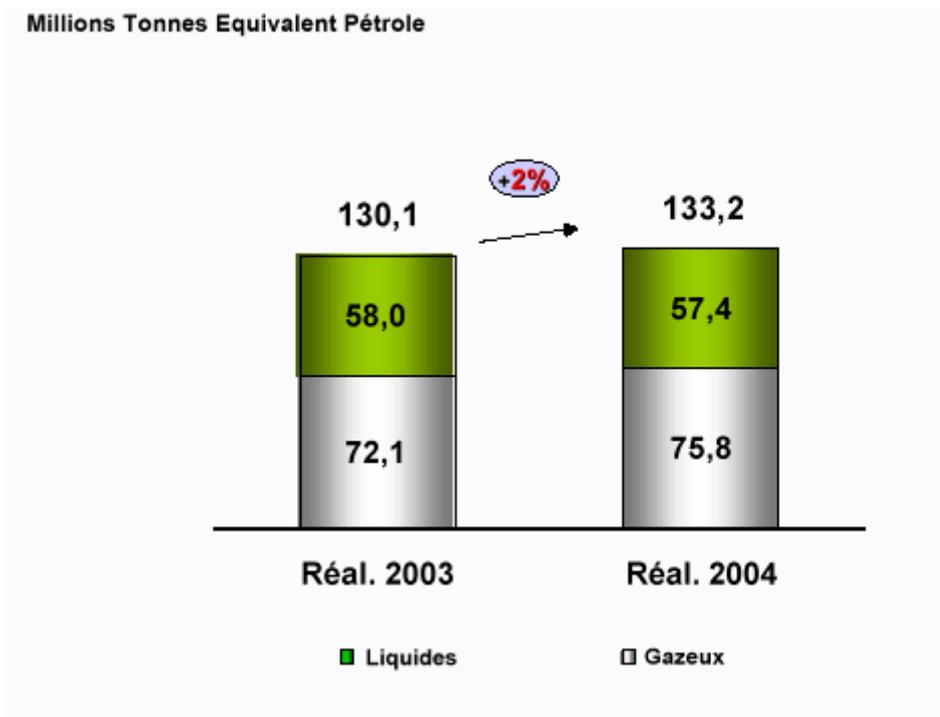


Fig. 2 : Quantités Exportées
Source: Résultats Provisoires 2004, Sonatrach [13].

4. Les recettes sur les hydrocarbures :

Les recettes générées par les ventes de pétrole, de condensât, de produits raffinés, de GPL et de gaz naturel ont suivi les fluctuations des prix de pétrole et ont atteint des niveaux très bas d'abord en dollars courant d'une année sur l'autre. [14]

Depuis 1963, l'Algérie exporte des hydrocarbures. Les recettes provenant de ces ventes sont données dans les tableaux suivants pour les différentes périodes. [14]

Période 1965-1978 :

Année	1965	1966	1967	1968	1969	1970	1971	1972	1973	1976	1977	1978
Recettes (10 ⁹ \$)	0.13	0.20	-	0.26	0.27	0.27	0.34	0.62	1.00	4.50	5.60	4.98
Recettes cumul. (10 ⁹ \$)	0.13	0.33	0.32	0.59	0.86	1.13	1.47	2.08	3.08	15.2	20.8	25.78

Tableau 3: "Recettes d'Exportation des hydrocarbures pour la période 1965-1978 "

Source: 8^{ème} journée de l'Énergie [14]

Les différents plans triennaux et quadriennaux ont démarré quand les ressources n'étaient pas encore significatives (moins de 2 milliards de dollars de recette entre 1966 et 1972), malgré ce-là, cette période a vu la mise en place en Algérie d'une véritable industrie et qui commençait à investir les grands pans : sidérurgie, mines, industrie de transformation, textiles, verre, chimie légère...et évidemment le raffinage et la pétrochimie. [14]

Période 1979-1994 :

Année	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986
Recettes (10 ⁹ \$)	7.5	12.65	10.7	10.8	9.467	9.189	9.17	4.819
Recettes cumul. (10 ⁹ \$)	33.28	45.93	56.63	67.4	76.86	86.05	95.22	100.04

Année	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994
Recettes (10 ⁹ \$)	6.057	4.988	5.35	8.854	12	11	13	-
Recettes cumul. (10 ⁹ \$)	106.10	111.09	116.44	125.29	137.29	148.29	161.29	161.29

Tableau 4: "Recettes d'Exportation des hydrocarbures pour la période 1979-1994"

Source: 8^{ème} journée de l'Energie [14]

Cette période a vu les redevances algériennes subir un bond à environ 110 milliards de dollars, sur la même période de 13 ans, soit environ 4.2 fois.

Force est de constater que mise à part quelques réalisations dans les domaines de la modernisation du réseau routier, la construction d'établissements scolaires et universitaires, il n'y a pas eu de conception et de réalisations d'unités industrielles. [14]

Durant toute cette période, le slogan à la « restructuration » dans, tous les domaines : toutes les grandes sociétés ont été découpées en plusieurs mini sociétés qui ont perdu la logique unitaire du groupe, à telle points que les sociétés « filles » se retournaient souvent contre la société mère.

Période 1995-1998 :

Année	1995	1996	1997	1998
Recettes (10 ⁹ \$)	10.8	12.6	13.64	13
Recettes cumul. (10 ⁹ \$)	172.09	184.69	197.64	210.64

Tableau 5: "Recettes d'Exportation des hydrocarbures pour la période 1995-1998"

Source: 8^{ème} journée de l'Energie [14]

La production globale d'hydrocarbures en 1996 a enregistré une hausse de 6.5 % par rapport à 1995 (7.4% pour le gaz naturel, 8.6 % pour le gaz naturel liquéfié et 7.1 % pour le gaz de pétrole liquéfié). En revanche, on constate une importante chute (-12 %) de la production industrielle, notamment dans les secteurs des textiles et cuirs (-36 %), de la sidérurgie métallurgie (-29 %), de la chimie, des engrais et de la pharmacie (-16 %), des bois et papiers (-10 %).

L'Algérie a réalisé en 1996 un excédent commercial de 4.3 milliards de dollars, cet excédent expliqué par la hausse du prix du baril de pétrole et une baisse de près de 1.7 milliards de dollars des importations. [14]

Par la suite (1997-1998), la chute brutale des prix du pétrole a représenté pour l'Algérie une perte considérable de rentrées financières, de l'ordre de 10 millions de dollars par jour.

Chaque dollar de baisse sur le prix du baril équivaut à une perte de 25 à 30 milliards de dinars pour l'état algérien. [14]

La fiscalité pétrolière représentant 60 % du budget national, les recettes fiscales pétrolières effectives se sont chiffrées en 1999 à 560 milliards de dinars, ceci a été réalisé essentiellement grâce au redressement du prix du baril de pétrole qui s'est établi en moyenne annuelle à 17.5 dollars le baril. [14]

Malgré les évolutions positives de l'environnement externe, la croissance économique est modeste avec une moyenne annuelle de 3.3 % de 1995-2000, en raison de la faiblesse des secteurs hors hydrocarbures et diminution de la valeur des importations. [13]

Période 1999-2004 :

Année	1999	2000	2001	2002	2003	2004
Recettes (10⁹ \$)	14	17	17	18.1	24	31 (*)
Recettes cumul. (10⁹ \$)	224.64	241.64	258.64	276.74	300.74	331.74

Tableau 6: "Recettes d'Exportation des hydrocarbures pour la période 1999-2004"

Source: 8^{ème} journée de l'Energie [14]

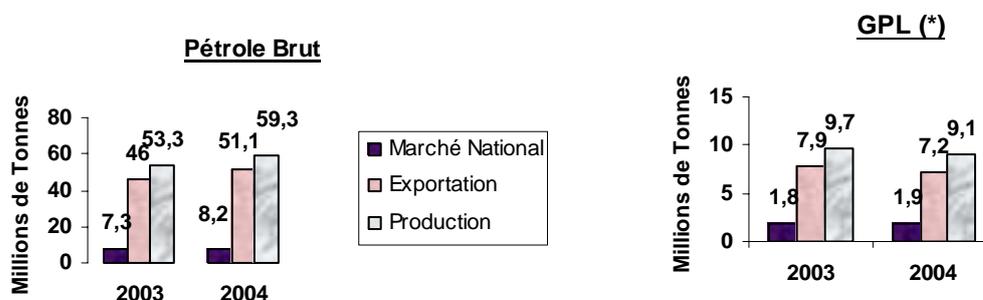
Pour le mois de novembre 2003, la balance commerciale de l'Algérie a enregistré un excédent de 880 millions de dollars. Les importations au cours de cette période se sont accrues de 3.01 %, passant de 931 millions de dollars pour le mois de novembre 2002, à 959 millions de dollars pour le mois de novembre 2003.

L'Algérie a enregistré un record en matière de recette pétrolière pour l'année 2003. Les exportations en hydrocarbures ont rapporté l'Algérie 24 milliards de dollars, alors qu'en 2002 ces recettes s'élevaient à 18.1 milliards de dollars, soit une augmentation de plus de 6 milliards ou de 21 %. En 2004, elles ont dépassé 30 milliards de dollars.

Au plan national, depuis les premières découvertes d'huiles en 1956 à Hassi-Messaoud, le poids des hydrocarbures dans l'économie algérienne a considérablement augmenté et représente aujourd'hui 97% des recettes d'exportation. [14]

(*) Valeur estimée

5. Le marché national des hydrocarbures:



(*) y compris le GPL/C

Fig. 3 : Part du marché national dans la production
Source : Journée d'études sur la distribution des Produits pétroliers [16]

Le marché algérien des produits pétroliers, évalué pour l'année 2004 à 10.25 Millions de Tonnes, est détenu principalement par l'entreprise publique Naftal, filiale du groupe Sonatrach. [15]

Pour la distribution et le stockage des produits pétroliers, outre les stations de services ainsi que les points de vente de gaz butane conditionné qui étaient ouverts depuis 1997 à l'investissement tiers et où le privé local est fortement représenté, les investisseurs commencent de plus en plus à prendre place dans les autres activités de distribution.

Ces prises de parts dans les activités de stockage et de distribution ont concerné : les GPL, les carburants, les lubrifiants et les bitumes.

Il est toutefois à souligner que les investisseurs engagés à ce jour dans les activités de distribution des produits pétroliers, sont constitués de petites sociétés privées locales de faible envergure, à l'exception de quelques sociétés étrangères, par l'intermédiaire de leurs filiales de droit Algérien, à l'instar de :

- *SPA TOTAL BITUMES ALGERIE* (ex. SPA ELF OIL ALGERIE), qui est en activité dans la formulation et la distribution des Bitumes.
- *SPA TOTAL LUBRIFIANTS ALGERIE*, qui est en activité dans le stockage et la distribution des lubrifiants.
- *SPA SHELL MARKETING ALGERIE*, dans le stockage et la distribution des lubrifiants
- *SPA ESSO MOBIL ALGERIE*, dans le stockage et la distribution des lubrifiants.

Le marché algérien des produits pétroliers se présente comme suit : [15]

✚ **Les carburants** : la consommation annuelle en carburants est de 8.1 millions de tonnes, dont :

- Essences : 1.9 millions tonnes environ.

- Gasoil : 5.2 millions de tonnes
- GPL carburant : 308 000 tonnes
- Aviation et Marine : 692 000 tonnes

✚ **Les GPL à usage combustible :**

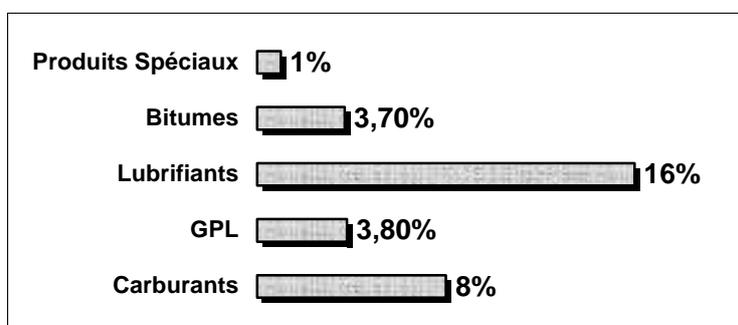
- Gaz butane conditionné : 1.45 millions de tonnes
- Gaz propane : 140 000 tonnes

✚ **Lubrifiants :** 138 000 tonnes

✚ **Bitumes :** 397 000 tonnes

✚ **Solvants à base de produits pétroliers :** 23 000 tonnes

✚ **Taux de croissance enregistré durant l'année 2004 sur le marché intérieur de produits pétroliers :**



Unité : Milliers de tonnes

	1980	1985	1990	1995	2000	2001	2002	2003	2004	2005
GPL	750	1620	1800	1700	1400	1443	1742	1827	1896	1867
Carburants	4200	5900	6400	5800	6400	6620	6744	7294	7792	8014
Lubrifiants	120	150	140	110	96	99	97	119	138	78 (*)
Bitumes	180	400	330	260	260	303	370	383	397	331

(*) La vente uniquement de NAFTAL

Tableau 7: "Evolution du marché national "

Source: « marché algérien » [15]

Depuis 1987, on relève une stagnation des ventes des produits pétroliers et ce, suite à la crise économique que connaît le pays. Toutefois on enregistre une reprise depuis 1998.

b. Evolution de la consommation énergétique:

1. Consommation nationale:

La consommation nationale d'énergie est saisie à travers quatre agrégats à savoir : [15]

- ✚ Les consommations non énergétiques : elle concernent l'ensemble des produits énergétiques qui sont utilisés comme matière première dans les différents secteurs d'activité tels que la pétrochimie, les BTP ...
- ✚ La consommation des industries énergétiques : elle concerne tous les produits énergétiques consommés dans les industries productrices d'énergie.
- ✚ La consommation finale : elle concerne tous les produits énergétiques consommés par les utilisateurs finaux (industrie, ménage.)
- ✚ La consommation globale : elle est constituée des trois précédents agrégats et les pertes de transport et de distribution.

La consommation nationale d'énergie se situe à 35 Milliers de TEP en 2004, alors qu'elle était de 26 MTEP en 1995. [15]

Unité : Milliers de TEP

Consommation nationale par agrégat	2003		2004		TCA ⁽¹⁾ %
	Quantité	%	Quantité	%	
Consommations non énergétiques	2 046	5.8	1 822	5.3	-11.0
Consommation des industries énergétiques	8 248	23.5	6 822	19.5	-17.3
Consommation finale	22 424	63.8	23 530	67.3	4.9
Pertes	2 438	6.9	2 767	7.9	13.5
Total	35 156	100.0	34 941	100.0	-0.6

Tableau 8: "Evolution de la consommation nationale par agrégats "

Source: Bilan énergétique national de l'année 2004. [15]

2. Consommation finale par secteur d'activité économique:

La consommation finale a connu une croissance globale de l'ordre de 4.9 % moins forte qu'en 2003 (9%), atteignant un niveau de 23.5 MTEP en 2004. [15]

Par secteur d'activité, l'évolution et la structure consommation se présentent comme suit:

- ✚ La consommation du secteur "**Ménages et autres**" représentant 51 % de la consommation finale, a atteint un niveau de 12 011 MTEP soit 6.2 % de la croissance, due essentiellement au gaz naturel (6.8 %) et à l'électricité (9.8 %).
- ✚ La consommation du secteur "**Industrie et BTP**" qui représente 23 %, a connu en 2004 une augmentation de 6.8 % par rapport à l'année précédente, pour atteindre une

⁽¹⁾ TCA : Taux de croissance annuel

consommation de 5 497 MTEP, en forte corrélation avec les industries de grosses consommations d'énergie (Sidérurgie, Cimenteries).

- ✚ La consommation du secteur "**Transport**" est de 26 % par rapport aux autres activités consommatrices de l'énergie, ainsi ce secteur occupe la deuxième position dans le bilan énergétique par type d'activité. il a été enregistré en 2004 une augmentation dans la consommation de cette activité de 9.4 % (soit un tonnage de 6 019 MTEP), due à l'explosion des ventes véhicules ces dernières années.

Unité : Milliers de TEP

Consommation d'énergie par secteur d'activité	2003		2004		TCA (%)
	Quantité	%	Quantité	%	
Industrie et BTP	5 149	23.0	5 497	23.4	6.8
Transport	5 963	26.6	6 019	25.6	9.4
Ménages et autres	11 313	50.4	12 011	51.1	6.2
Total	22 424	100	23 527	100	4.9

Tableau 9: "Evolution de la consommation d'Energie par secteur d'activité"

Source: Bilan énergétique national de l'année 2004. [15]

3. Consommation finale par produits:

L'historique de consommations par produits, reconstitué depuis 1976 à partir du bilan énergétique national, permet d'identifier des évolutions significatives et de soulever les enjeux de la croissance de la demande des produits pétroliers dans l'avenir. [15]

Unité : Millions de TEP

	1976		1985		1998		2004	
	Quantité	%	Quantité	%	Quantité	%	Quantité	%
Produits pétroliers	3	57	6	45	6.1	37	9.11	39
Gaz naturel	0.7	13	1.5	17	3.4	21	4.9	21
GPL	0.5	10	0.9	10	1.7	10	2.3	10
Electricité	1	18	3	23	5	30	7.0	30
Autres	0.2	3	0.6	5	0.3	2	0.3	0.0
Total	5.4	10	13.2	100	16.5	100	23.53	100

Tableau 10: "Evolution e la consommation finale nationale d'énergie"

Source : [15]

On assiste depuis 28 ans à une modification sensible de la structure de la consommation finale : les produits pétroliers passent de 57 % à 39 % mais restent le principal vecteur énergétique.

Par contre l'utilisation de l'électricité et du gaz naturel passent respectivement de 18 % à 30 % pour l'électricité et de 13 % à 21 % pour le gaz et se substitue petit à petit au pétrole. [15]

4. Consommation finale par secteur et par produits pétroliers:

L'analyse du tableau N° 11 nous permet de déterminer les énergies les plus consommées par chaque secteur d'activité et distinguer les plus gros consommateurs par produit. [16]

Unité : Milliers de TEP

	GPL	Essences	Gasoil	Kérosène	Fuel Lourd	Fuel domestique	Total
Ménages	1 576	0	979	0	0	10	2 565
Agriculture	0	0	715	0	0	0	715
Transports	318	2 069	2 129	405	275	0	5 196
Industrie	70	0	134	0	0	0	204
Tertiaire	51	0	81	0	0	0	132
BTP	0	0	317	0	0	0	317
Total	2 015	2 069	4 355	405	275	10	9 129

Tableau 11: "Consommation énergétique par secteur et par produits 2003"

Source: Journée d'études sur la distribution des produits pétroliers. [16]

Les consommations de gasoil sont prédominantes dans le secteur agricole (95 % du bilan sectoriel), BTP (96 %) et le Transport 41 %. Même si ce dernier se trouve en troisième position par rapport aux bilans sectoriels il reste néanmoins le plus gros consommateur de gasoil avec 49 % de la consommation globale nationale de gasoil.

c. Les énergies renouvelables:

Bien que le pays recèle d'énormes richesses, les énergies renouvelables n'ont pas connu le développement que permet leur disponibilité, et qu'impose leur importance pour le développement économique et social.

Le potentiel techniquement exploitable en énergies renouvelables en Algérie est considérable et la qualité des gisements est telle que des investissements rentables peuvent être envisagés pour le développement.

1. L'énergie solaire :

De par sa situation géographique, l'Algérie dispose d'un des gisements solaires les plus élevés au monde. La durée d'insolation sur la quasi-totalité du territoire national dépasse les 2 000 heures annuellement et peut atteindre les 3 900 heures (hauts plateaux et Sahara). L'énergie reçue quotidiennement sur une surface horizontale de 1 m² de l'ordre de 5 KWh sur la majeure partie du territoire national, soit près de 1 700 KWh/m²/an au nord et 2 263 KWh/m²/an au Sud du pays. [15]

Régions	Région côtière	Hauts Plateaux	Sahara
Superficie (%)	4	10	86
Ensoleillement (h/an)	2 650	3 000	3 500
Energie (KWh/m ² /an)	1 700	1 900	2 650

Tableau N°12 : « Potentiel solaire en Algérie »

Source : [15].

Ce gisement solaire dépasse les 5 milliards de GWh.

Pour caractériser cette stratégie, les premiers projets réalisés ou en cours de réalisation sont :

- 🚧 Le projet de la centrale électrique hybride solaire de Hassi R'mel de 150 MW.
- 🚧 L'électrification de 20 villages ruraux au Sahara.
- 🚧 Deux importants projets de production d'électricité sont en cours de réalisation :
 - Le premier projet porte sur une centrale électrique d'une puissance de 300 MW couplée à une unité de dessalement d'eau de mer, de 90.000 m³/jour.
 - Le second projet porte sur une centrale à cycle combiné de 820 MW. [15]

2. Energie éolienne :

L'énergie éolienne s'est rapidement développée au cours de ces dix dernières années. Un marché important et compétitif s'est établi à un niveau international imposant à l'industrie le besoin d'améliorer la conception des éoliennes dans le but de réduire les coûts. Il est même prévu que le vent sera la source de production d'électricité la moins chère.

Il est clair qu'actuellement le coût de l'énergie éolienne concurrence celui de l'énergie conventionnelle. Grâce à la progression de la productivité et à l'amélioration des rapports qualité/prix des matériaux, les coûts d'installation des éoliennes diminuent d'année en année. [14]

3. Energie géothermique :

La compilation des données géographiques, géochimiques et géophysiques a permis de tracer une carte géothermique préliminaire. Plus de 200 sources chaudes ont été inventoriées dans la partie nord du pays. Un tiers environ (33 %) d'entre elles ont des températures supérieures à 45 °C. Il existe des sources à hautes températures pouvant atteindre 118 °C à Biskra. [15]

Des études sur le gradient thermique ont permis d'identifier trois zones dont le gradient dépasse les 5°C /100 m. [15]

- Zone de Relizane et Mascara.
- Zone de Ain Boucif et Sidi Aissa.
- Zone de Guelma et Djebel El onk.

4. L'hydroélectricité :

L'Algérie étant un pays semi-aride, la quasi-totalité du faible potentiel hydraulique du pays a été exploitée depuis plusieurs décennies. L'hydroélectricité est de l'ordre de 300 MW installés. L'exploitation du potentiel hydraulique du pays, est l'une des plus faible du monde : nous n'arrivons à recueillir qu'à peine 5 % des eaux de pluie. [2]

Les quantités globales tombant sur le territoire algérien sont importantes et estimées à 65 milliards de m³, mais profitent peu au pays : nombre réduit de jours de précipitation, concentration sur des espaces limités, forte évaporation, évacuation rapide vers la mer. Schématiquement, les ressources de surface décroissent du nord au sud. On évalue actuellement les ressources utiles et renouvelables de l'ordre de 25 milliards de m³, dont environ 2/3 pour les ressources en surface. 103 sites de barrages ont été recensés. Plus de 50 barrages sont actuellement en exploitation. [15]

5. La biomasse :

- ✚ **Potentiel de la forêt :** Le potentiel actuel est évalué à environ 37 Millions de TEP. Le potentiel récupérable est de l'ordre de 3.7 Millions de TEP. Le taux de récupération actuel est de l'ordre de 10 %. [15]
- ✚ **Potentiel énergétique des déchets urbains et agricoles :** 5 Millions de tonnes de déchets urbains et agricoles ne sont pas recyclés. Ce potentiel représente un gisement de l'ordre de 1.33 millions de TEP/an. [15]

d. L'électricité:

Du fait que la majeure partie de l'activité économique est localisée dans la partie nord du pays, la majorité de la population y réside et c'est au niveau de cette bande côtière de 1 200 km de longueur et 300 Km de profondeur que se concentre la plus grande partie de la consommation d'énergie électrique. [16]

La génération de l'électricité est dominée par l'utilisation des turbines à vapeur qui constituent environ 60 % de la production et ce, depuis 1970 jusqu'à maintenant. [6]

D'autres part, la génération d'électricité par des turbines à gaz a énormément évolué: 37 % d'électricité généré en 2001 provient des turbines à gaz contre seulement 3 % en 1970.

L'évolution de la structure de la production d'électricité au profit d'une utilisation de plus en plus importante du gaz naturel va dans le sens de la préservation de l'environnement.

Unité : GWH

	1970	1980	1990	1999	2000	2003
Turbine gaz	55	2 223	6 704	9 145	8 829	12 616
Turbine vapeur	1 024	3 621	8 397	14 731	15 757	16 003
Diesel+hydraulique	613	376	351	543	422	644

Tableau 13: "Production nationale de l'électricité Sonelgaz par moyen de production"

Source: Chiffres clés du secteur de l'énergie et des mines. [17]

IV. Conclusion:

On assiste depuis des années à une modification sensible de la structure par produit de la consommation finale en Algérie, les produits pétroliers reste le principal vecteur énergétique. Et ce depuis que le premier gisement de pétrole fut découvert en 1956 à Hassi Messaoud, il s'avéra que l'Algérie possède un grand potentiel en hydrocarbures, surtout dans le domaine du gaz naturel. Mais à force de miser sur les énergies fossiles, le pays court le risque de se retrouver démuné tôt ou tard, afin de prévenir une telle tragédie, l'Algérie doit rationaliser sa consommation en évitant le gaspillage , et procéder au développement des énergies renouvelables qui sont économiques et non polluantes.

CHAPITRE III :

GENERALITES SUR LA MODELISATION

I. Méthodes et Techniques de modélisation :

Les modèles énergétiques ne sont pas compétemment structurés et cela ne manque pas d'avoir des répercussions sur la manière de les présenter et de les étudier.

La première difficulté qu'on rencontre est celle du recensement et du classement.

L'importance de l'énergie dans la vie économique a multiplié les travaux des modélisateurs ; peu de décisions se prennent en cette matière sans le recours à un modèle même très simplifié, et les anciennes crises ont déjà accentué ce besoin de formalisation. Certains pays qui étaient, il y a peu de temps, privilégiés par l'abondance de leur ressources ont dû se plier à des exigences et ont rapidement développés un arsenal mathématique d'une ampleur jusque là inégalée. Parmi eux, les Etats-Unis arrivent en première position et ont donné une impulsion considérable aux recherches antérieures. [18]

La seconde difficulté concerne l'analyse des modèles répertoriés. Au fil des ans et à cause de la variété des problèmes économiques posés ; ils sont devenus de plus en plus complexes, interférant avec plusieurs disciplines : l'économie, bien sur, mais aussi l'énergétique et la thermodynamique comme sciences de la physique, les mathématiques et ses diverses brandes (recherche opérationnelle, statistique...) comme outil de formalisation, l'informatique avec ses procédures de résolution et, plus récemment, l'analyse des systèmes dans un souci de renouvellement de rapproche méthodologique. [18]

Le troisième ordre de difficulté est encore plus élevé que les deux premiers puisqu'on quitte le domaine de la description objective pour celui de l'appréciation et du jugement ; on veut parler du saut qu'il faut faire quand on passe de l'analyse à la critique. Tout jugement sur la valeur des travaux des modélisateurs risque d'être erroné ou inexact ; à coup sur, il est personnel et subjectif. [18]

Grâce au développement des techniques mathématiques, les modélisateurs ont trouvé un terrain particulièrement favorable et ont apporté aux économistes de nouveaux outils d'analyse, d'abord élémentaires, principalement l'analyse statistique avec les méthodes d'ajustement, puis de plus en plus complexes à mesure que les problèmes devenaient plus difficiles et plus urgents à résoudre. [18]

Jusqu'à récemment, on avait pris en effet l'habitude de voir la consommation d'énergie progresser à un rythme soutenu et régulier, et sa prévision semblait n'être influencée que par l'évolution du taux de croissance économique. A l'intérieur de l'enveloppe globale, soit on laissait au planificateur le soin de procéder à quelques arbitrages pour l'allocation des formes d'énergie aux utilisateurs, soit on abandonnait purement et simplement la répartition entre les énergies concurrentes aux lois du marché. [18]

De point de vue des méthodes et techniques, la variété des modèles occupe l'intersection de quatre ensembles de question :

- 1- les objectifs
- 2- les méthodes mathématiques.

a. Les objectifs :

Les deux objectifs principaux sont l'analyse du passé et la prévision de la demande future, prévision soit exploratrice, soit en vue d'aider à la prise de décision. Si le second est subordonné au premier, autrement dit, si la prévision impose préalablement d'avoir effectué l'analyse de la situation antérieure, ils ne coexistent pas nécessairement.

b. Les méthodes mathématiques :

Selon ce critère, les modèles de demande peuvent être classés en modèles statistiques et économétriques, en modèles d'optimisation et en modèles de simulation. La première catégorie est la mieux représentée et a même longtemps été seule.

Le choix d'un type de modèle découle par exemple de l'interrogation sur la possibilité qu'a telle méthode mathématique de prendre en compte tel facteurs explicatifs, sur la manière la plus appropriée de satisfaire tels objectifs ou encore sur la liste des facteurs à retenir quand on se situe dans l'un des deux niveaux d'analyse. La variété des modèles apparaît comme le résultat de la combinaison entre tous ces éléments.

L'image statique des méthodes doit être complétée par une image dynamique. On constate en effet, une interférence assez nette entre les progrès enregistrés dans les méthodes et techniques de modélisation et l'évolution des situations économiques nationales et internationales. Le temps modifie le contenu des quatre ensembles précédents et le contenu de leur intersection. [19]

Les objectifs peuvent varier : actuellement la prévision devient essentielle car l'avenir est plus incertain que jamais. Pour quelques modélisateurs, l'analyse du passé n'a même plus guère d'intérêt en raison des grandes modifications apportées par la crise énergétique.

Le deuxième niveau d'analyse a acquis plus d'importance au cours de ces dernières années en raison de la hausse du prix de l'énergie : comment réduire le plus possible la quantité totale d'énergie consommée par un pays (PIB restant constant) ? Et doit-on conclure à la substitutabilité ou, au contraire, à la complémentarité de l'énergie avec les autres facteurs de production ?

Les méthodes mathématiques se perfectionnent et les moyens de calculs deviennent de plus en plus importants.

On a pu constater que depuis quelques années, une évolution des méthodes statistiques simples, exprimant une liaison entre une, deux ou trois variables explicatives et une variable expliquée (la consommation d'énergie), liaison presque de proportionnalité ou les statistiques n'intervient le plus souvent que par la possibilité qu'elle a, de fournir une méthode d'estimation des coefficients, à d'autres modèles plus complexes, impliquant l'existence d'une représentation de la réalité à modéliser et l'existence d'un schéma du mode de consommation. [19]

Ces modèles ne sont pas un simple prolongement des premiers, mais se situent à un niveau différent ; ils ne se limitent pas à introduire de plus en plus variables dans les régressions mais impliquent un autre type de formalisation.

Cette évolution n'est ni linéaire, ni régulière. Elle est cependant évidente du point de vue des méthodes et des techniques de modélisation. On pourrait même être tenté de parler de « rupture méthodologique » entre les deux classes de modèle.

II. Classification des modèles : [20]

La première catégorie regroupera tous les modèles où ne sont pris en compte ni les prix de l'énergie, ni les caractéristiques des équipements. Pour ce modèle, l'objectif essentiel est la prévision.

Le niveau d'analyse est soit le niveau global, soit le niveau particulier de chaque forme d'énergie, les facteurs explicatifs sont surtout des indicateurs d'activité et certains facteurs de nature socio-économique.

La méthode mathématique est essentiellement la régression avec son corollaire pour la prévision : la prolongation de tendance.

La deuxième catégorie concerne l'ensemble des modèles cherchant à formaliser mathématiquement certaines conclusions de l'analyse théorique des consommations. Si les niveaux d'analyse et les objectifs sont sensiblement les mêmes que précédemment, les méthodes, en restant encore dans le cadre statistique et économétrique, deviennent plus complexes et traduisent avec plus de précision les phénomènes liés à la demande d'énergie.

Surtout, l'ensemble des facteurs explicatifs s'agrandit dans les deux directions signalées plus haut : les prix énergétiques et les équipements.

Enfin, **la troisième catégorie** est constituée par les modèles d'optimisation et de simulation. La distinction porte ici essentiellement sur la méthode mathématique puisqu'on quitte les modèles statistiques et économétriques développés dans le cadre des deux catégories précédentes.

III. La prévision à long terme:

En Octobre 1973, au début de la crise pétrolière, le grand public a soudain réalisé la place qu'occupait l'énergie dans sa vie de tous les jours. D'autres, plus spécialistes, avaient déjà pris conscience depuis longtemps du rôle fondamental qu'elle jouait dans l'industrialisation et le développement et des problèmes nombreux, que soulevait sa consommation toujours croissante : pollution de l'environnement naturel, épuisement des ressources fossiles, diminution de la durée de vie des produits ...etc. [21]

Depuis, une certaine effervescence, sinon une certaine fièvre, s'est manifestée dans les milieux concernés par les problèmes de l'énergie, et a donné lieu à de nombreuses études, rapports, congrès, qui tous ont été unanimes à mieux reconnaître :

- D'une part la grande complexité des problèmes énergétiques liée aux interdépendances de plus en plus nombreuses tant au sein même des économies nationales qu'au niveau mondial.
- D'autre part la longueur des délais au cours desquels les retombés des activités énergétiques se manifestent sur la croissance des économies et l'environnement des individus.

Parallèlement à cet engouement pour les problèmes de l'énergie, une gêne évidente s'est manifestée chez ceux pour qui, l'énergie signifie une production, des investissements, un financement, un taux de profit ou de croissance, ceux pour qui la croissance de l'évolution du contexte énergétique est indispensable à la prise de décision. Pour ceux-là en effet, la prévision, dont la fonction essentielle est de réduire le champ d'incertitudes entourant la décision s'accommode mal, dans sa conception traditionnelle, de **la complexité** et du **long terme**. [27]

IV. La nécessité de prévoir et l'importance grandissante du long terme :

Le même terme « prévoir » recouvre des préoccupations, des objectifs et des horizons de temps différents selon les agents économiques concernés.

- Les producteurs cherchent à prévoir la demande pour orienter au mieux leurs décisions d'investissement et n'être pénalisés par une surcapacité de production qui se traduirait par des difficultés d'amortissement de leurs investissements, ni par une incapacité à faire face à la demande ce qui équivaldrait à un manque à gagner pour l'entreprise et lui ferait perdre une partie de sa clientèle.
- Les pouvoirs publics, eux, recherchent à prévoir la demande dans le but d'arbitrer entre les différents projets d'investissement d'intérêt national et de décider les actions à entreprendre pour atteindre les objectifs que sous-tend leur programme politique.
- Les instituts de recherche, de prospective, de prévision, les bureaux d'études, les grands organismes internationaux enfin, sont amenés à élaborer des prévisions soit pour éclairer des décisions d'investissement ou des stratégies de développement, soit pour contrôler, soit pour combattre des décisions prises en dehors d'eux et qui ne vont pas toujours dans le sens souhaité par tous. [21]

Chacun de ces agents économiques, procède dans son exploration du futur selon une démarche à la fois positive et normative :

- **Positive**, dans la mesure où il ne peut éviter de tenir en compte de l'évolution du contexte dans lequel s'insère sa prévision.
- **Normative**, et ceci concerne spécialement les décideurs, puisqu'il n'existe pas de prévision qui ne recouvre pas certains objectifs de production, de croissance et de politique.

Selon la nature et la place de l'agent dans l'économie, place du producteur sur le marché, statut de ce producteur (privé ou public), relation du centre de recherche avec le décideur, etc. ; le champ couvert par la décision par rapport à laquelle s'exerce la prévision, les conséquences possibles de cette décision, les parts relatives du **positif** et **normatif** vont varier dans des proportions importantes et conférer à la prévision une signification et une fiabilité largement différentes. [21]

La prévision de nature positive n'est en effet fiable que tant que les méthodes sur lesquelles elle s'appuie permettent d'appréhender de façon satisfaisante l'évolution du contexte qu'elle cherche à cerner ; tandis que la fiabilité de la prévision normative est directement fonction des moyens dont dispose le décideur pour réaliser ses objectifs.

Cependant, qu'il s'agisse de prévision positive ou normative, la fiabilité de l'une et l'autre dépend fortement de l'horizon temporel sur lequel on cherche à prévoir.

Par ailleurs, il semble enfin qu'un souci de plus en plus prononcé se manifeste, de la part des pouvoirs publics et de certains producteurs, de tenir en compte, du moins en partie, des retombées économiques, sociales et écologiques de leurs décisions : sensibles depuis longtemps au poids très lourd des activités énergétiques sur l'économie nationale, de par leurs besoins très importants de financement et leur rôle clé dans l'industrialisation.

Ce n'est que récemment que ces instances ont été amenées à accorder une attention particulière et croissante aux dégradations de l'environnement et aux modifications des modes de vie et des comportements générés par ces activités. Ces retombées, longues à se manifester, sont pour la plupart largement irréversibles et, se traduisent inéluctablement par des coûts sociaux et des économies externes qui marquent la croissance économique et l'évolution des rapports sociaux. [21]

Il s'avère donc, enfin de compte, que tant les producteurs d'énergie que les pouvoirs publics sont contraints de prévoir l'évolution du contexte énergétique et par conséquent de la consommation d'énergie, sur long terme. Il reste à savoir les méthodes, telles qu'ils les utilisent traditionnellement sont encore fiables quand l'horizon de la prévision s'éloigne et, dans le cas contraire, s'il est possible de les améliorer. [21]

V. Les Méthodes classiques et la prévision à long terme :

Avant de juger la fiabilité des méthodes classiques de prévision appliquées au long terme, il est nécessaire de rappeler ce que sont ces méthodes. [22]

Ces méthodes, sont regroupées en deux familles, celles relevant de la transposition et celles relevant de l'extrapolation.

- La transposition consiste à déduire, des analogies observées sur le passé entre les évolutions suivies par différents pays, ce que sera l'état futur du pays considéré au vu de ce que sont aujourd'hui les pays de référence.
- L'extrapolation consiste à déduire, de l'évolution passée d'une grandeur, son évolution future.

Ces méthodes ont en commun qu'elles s'appuient toutes sur l'observation et la compréhension du passé, puis prolongement dans le future de ce passé. Selon le niveau d'agrégation auquel elles se situent, on distingue :

- les méthodes globales dans lesquelles la consommation d'énergie d'un pays apparaît comme un tout, les méthodes semi globales qui appréhendent la consommation d'énergie au niveau des grands secteurs de l'économie (industrie, résidentiel, transport..)
- les méthodes analytiques qui se situent à un niveau de désagrégation beaucoup plus fin (branche industrielle par exemple) [22].

Quel que soit le niveau auquel se situe, prévoir, consiste à établir une relation entre la consommation d'énergie et une grandeur dont on se donne l'évolution dans le temps, et à postuler l'invariance de cette relation sur la période de prévision considérée.

Ainsi les méthodes traditionnelles, qui font toutes appel à des enseignements tirés du passé, ont connu leur apogée dans l'économétrie dont l'objet est la formalisation mathématique des relations économiques à partir des séries statistiques. [22]

Les principales familles de modèles économétriques par ordre de sophistication croissante sont :

- **Les modèles autonomes** : les plus simples, ne mettent en œuvre qu'une relation entre la grandeur étudiée (ici la consommation d'énergie) et le temps. Le temps est ainsi considéré comme la seule variable explicative de l'évolution. Un bon exemple de ces modèles, on

peut citer « la loi du doublement tous les dix ans) qui traduit le fait, quel que soit le contexte, la consommation de l'énergie double toutes les dix années.

- **Les modèles conditionnels**, qui mettent en jeu une ou plusieurs relations entre la grandeur étudiée et d'autres grandeurs économiques (le P.I.B, le parc automobile...). ces relations établies à partir de corrélations statistiques entre ces différentes grandeurs, valent ce que vaut la qualité de la corrélation.

Parmi les méthodes classiques utilisées souvent, le modèle économétrique de la régression linéaire.

Le modèle linéaire explique une variable endogène y par un ensemble de variables explicatives X_i . La relation n'étant pas stricte, une partie de la variable endogène n'est pas expliquée par les variables exogènes et il existe un terme aléatoire « ε ».

Le modèle s'écrit sous la forme :

$$Y = b_1x_1 + b_2x_2 + \dots + b_px_p + \varepsilon \dots \dots \dots (1)$$

Si il possède p variables explicatives.

L'estimation du modèle s'effectue à partir d'un échantillon de taille n des variables y et x_i ($i= 1,2,\dots,p$).

Soit sous forme matricielle :

$$Y = XB + \varepsilon$$

Pour estimer le modèle (1), il est nécessaire de formuler un certain nombre d'hypothèses. La remise en cause de ces hypothèses fera utiliser d'autres méthodes d'ajustement.

Ces hypothèses sont les suivantes :

H1 : le nombre d'observations est supérieur ou égal au nombre de variables explicatives.

H2 : les variables explicatives x_i ($i=1,2,\dots,p$) sont linéairement indépendantes. Si cette hypothèse n'est pas vérifiée, il n'est pas possible de distinguer les influences respectives de chaque variable explicative sur la variable endogène.

H3 : les variables explicatives x_i ($i=1,2,\dots,p$) ne sont pas aléatoires, le terme d'erreur ε est aléatoire.

H4 : $E(\varepsilon) = 0$ $\forall i = 1, \dots, n$

H5 : $\text{Var}(\varepsilon) = \sigma^2$ $\forall i = 1, \dots, n$ hypothèse d'homoscédasticité

H6 : $\text{Cov}(\varepsilon_i, \varepsilon_j) = 0$ $\forall i \neq j$ hypothèse d'absence d'autocorrélation.

VI. Méthodes objectives récentes : [24]

Les pays en développement, et ceux qui souhaitent une approche moins occidentalisée, trouveront ce qui leur convient parmi les méthodes objectives récentes, plus particulièrement les scénarii.

a. Définition des scénarii :

Il existe différentes définitions du terme « scénario », la plus extensive stipule que les scénarii tendent à clarifier les décisions possibles en donnant des lignes directrices à ces décisions. Le terme est habituellement utilisé au pluriel parce que la principale caractéristique de cette méthode est liée au concept selon lequel il existe plusieurs futurs potentiels.

La construction de scénarii peut être décrite comme un instrument qui aide les décideurs en leur fournissant un contexte pour planifier et pour programmer, abaissant le niveau d'incertitude ; élevant le niveau des connaissances liées à la conséquence des actions qui ont été prises.

Le terme et la méthode furent introduits aux Etats Unis par Hetman Kahn, dans les années 1950, lorsqu'il travaillait pour la Rand Corporation. Pour H. Khan, les scénarii ont une réponse à des questions essentielles :

- Comment une situation hypothétique se développe-t-elle dans le futur, étape par étape ?
- Quelles sont les alternatives à chaque moment de la décision qui font diverger, facilitent ou arrêtent le processus ? (Winner et Khan 1967) [24]

b. Construction des scénarii :

La construction des scénarii est une des méthodes les plus utilisées dans les études et recherches à vocation prospective. Bien qu'il y ait plusieurs méthodes de scénarii, définies de manières différentes, la construction de scénarii peut être considérée comme une méthode objective dans la mesure où elle est essentiellement fondée sur des données et de méthodes subjectives.

Les scénarii sont à la fois synoptiques et simultanés puisque différentes variables sont analysées en même temps. Le point de départ de la méthode est le présent.

Les principales lignes des scénarii et les hypothèses de fond sont choisies par l'analyste.

Un certain nombre de moments -clés, dont le processus de décision doit tenir compte, peuvent altérer les tendances. Les moments -clés peuvent se situer à cinq, dix, quinze ou vingt ans, cela dépend du domaine choisi.

Les principales lignes directrices d'un scénario, aussi bien, que les moments clés, sont utilisées pour choisir et développer des scénarios possibles. Les moments-clés en matière de décision soulignent l'utilité des scénarii comme indication portant sur les dynamiques des développements futurs issus de décisions spécifiques.

c. But des scénarii :

Face aux changements extrêmement rapides qui ont lieu dans différents domaines, la méthode des scénarii est de plus en plus utilisée. Le but est, au moins conceptuellement, que les scénarii puissent détecter tous les futurs alternatifs et clarifier, à partir de là, les actions présentes et leurs conséquences possibles. [24]

Les scénarii représentent une tentative de gérer la complexité des changements dynamiques, c'est-à-dire des hauts niveaux d'incertitude, ce qui est particulièrement difficile à traiter dans les approches méthodologiques compte tenu de l'importance des dynamiques sociales et de la sensibilité aux valeurs.

d. Typologie des scénarii :

Il existe toujours différents types de scénarii. L'un, d'entre eux est celui qu'Herman Khan appelait « le scénario sans surprise » ; Michel Godet, « le scénario de référence », et les autres, « le scénario tendanciel » ou encore « au fil de l'eau ».

Dans tous les cas, les événements décrits sont les plus probables ou, comme dit Michel Godet « la meilleure route sur le futur », celle qui ne tient pas compte de l'imprévisible.

Les autres scénarios sont soit des scénarii extrêmes, soit des scénarii contrastés, soit peut être les plus importants des scénarii « entre-deux ». [24]

Les scénarii peuvent être exploratoires « fondés sur l'extrapolation » ou normatifs. Les premiers utilisent les données qui viennent principalement du présent et parfois du passé, et suivent les lignes directrices en tenues, possibles et de probables. Ce sont des scénarii fondés sur les tendances et les données utilisées sont surtout quantitatives.

Les scénarios peuvent aussi être contrastés ou « entre-deux », fondés sur des suppositions : si telle décision est prise ou tel événement apparaît alors telles seront les conséquences.

Le scénario tendanciel est une saute de fil rouge le long duquel les autres scénarii sont construit.

Les scénarii constituent la méthode la plus largement partagée dans les pays en développement grâce aux possibilités d'alternatives qu'ils offrent et à l'usage de la connaissance locale plutôt que celle d'experts extérieurs (Hodara 1984). [24]

VII. Conclusion :

Les modèles de demande énergétique se comptent par centaines tels que : les modèles faisant intervenir les variables démographiques comme variables déterminantes, les modèles KLEEN...il reste leur application qui est difficile surtout dans les pays en voie de développement compte tenu de la non disponibilité de l'information. [30]

Il faut rappeler que l'application des modèles économétriques exige des séries très longues de variables pour assurer de meilleurs résultats, plus interprétables économiquement.

Par ailleurs, en terme de prévisions à long terme, les modèles économétriques se trouvent pénalisés, à cause du manque de fiabilité des projection dans un environnement économique, technologique et politique instable.

En effet, les modèles linéaires sont des modèles statiques. Ils s'appuient sur des relations construites à partir des statistiques passées, ils reposent donc sur le postulat d'invariance des relations qui ils mettent en œuvre.

Le postulat se traduit dans ce genre de modèles par la production identique de l'évolution passée dans le futur, alors qu'en réalité, rien ne prouve que ces relations ne changent pas de suite à une modification importante, ou un bouleversement dans l'économie.

Les transformations de comportements, les retournements brutaux de la conjoncture économique et politique nous incitent à passer « d'une prospective des permanences » à « une prospective des ruptures ». [19]

Ces préoccupations ont conduit au développement de nouvelles méthodes de type technico-économique, reliant de manière plus fine la demande d'énergie aux facteurs sociaux,

économiques et techniques qui en déterminent l'évolution, en niveau et en structure, et donc substituent une vision globale et tenant compte de certains phénomènes négligés dans les méthodes classiques.

HAPITRE IV :

Modélisation de la consommation d'énergie en Algerie à l'horizon 2030

I. Introduction :

L'évolution des modes consommations, d'investissement et donc de croissance économique dépend étroitement des types de politiques économiques qui seront menées par nos décideurs. La croissance économique, la distribution des revenus et les choix technologiques induisent un mode de consommation précis, y compris le secteur de l'énergie.

La modélisation de la consommation de l'énergie fait obligatoirement référence, implicitement ou explicitement, à des hypothèses sur l'évolution probables des politiques économiques. [23]

De 5 MTEP en 1970, la consommation nationale dépasse les 35 MTEP en 2004, sur la base de ce constat, les pouvoirs publics doivent réévaluer la politique de maîtrise de l'énergie [15]

La mise en œuvre de la maîtrise de l'énergie nécessite au préalable la connaissance du système socio-économique et des besoins énergétiques qu'il induit pour son développement, l'analyse des différents secteurs d'activité en termes de structures économique et énergétique permettra à cibler les actions à engager.

II. Perspectives socio-économiques:

a. Analyses et perspectives économiques: [25]

1 .Données économiques:

Devise	Monnaie	Dinars Algérien
Taux de change courant	Monnaie locale/\$ US	72.0606 (2004)
Taux de change, PPA	Monnaie loc. /\$ PPA	25.6800 (2003)
Produit intérieur brut (PIB)	Millions de \$ US	66 206 (2003)
	Millions de \$ US PPA	199 533 (2003)
Croissance réelle : un an	%	6.8 (2003)
Croissance réelle : moyenne 5 ans	%	3.8 (1999-2003)
Par habitant	\$ US PPA	6 248 (2003)
Agriculture, forêt, pêche	% du PIB	11.1 (2003)
Mines, manf, const. , serv. pub.	% du PIB	64.4 (2003)
Services	% du PIB	24.4 (2003)
Dép.des administrations publiques	% du PIB	14.8 (2003)
Exportation des biens et services	% du PIB	38.6 (2003)
Principaux clients	% en 2002	Espagne (13.4), Etats-Unis (12.2), France (12.2), Italie (5.3), Canada (5.2), Turquie (5.2)
Principaux produits exportés	% en 2002	Huiles brutes de pétrole (38.1), gaz naturel et gaz manufacturé (27.6), fuel (12), autres bases inorg.et oxydes métalliques (0.3),....

2. Développements économiques récents:

La baisse de 50 % des termes de l'échange de l'Algérie, suite au contre choc pétrolier de 1986, a agité une économie fortement dépendante du prix des hydrocarbures.

Pour faire face à la crise, les autorités ont mis en place dès 1988 un programme de stabilisation macro-économique et de réformes structurelles avec pour objectif la transition vers l'économie de marché. [6]

Cet important programme a subi un arrêt après événements politiques qu'a connus le pays en 1991.

Par la suite, l'aggravation de la situation économique et financière de l'Algérie en 1994 a conduit les autorités à mettre en place un programme de réformes appuyé par le FMI ⁽¹⁾ et la Banque mondiale et à entamer des négociations pour le rééchelonnement de la dette extérieure. [6]

3. Les secteurs énergétiques:

Le secteur industriel:

Le plan d'action vise la poursuite de la rénovation et la mise à niveau des installations industrielles du pays, le développement des industries de biens d'équipements énergétiques et de soutien aux services des hydrocarbures (ingénierie constructions et services pétroliers).

Il concerne principalement la pétrochimie, les cimenteries, la production des engrais, les métaux non ferreux et la sidérurgie. Ce plan est basé sur l'introduction de techniques de matières premières au niveau des processus de production et le recyclage et réutilisation des déchets industriels. Le plan impose l'emploi du gaz naturel dans les secteurs industriels pour limiter les émissions de gaz à effet de serre. [16]

Le secteur résidentiel:

Une campagne de mesures sur les usages spécifiques des équipements domestiques au niveau du secteur résidentiel a été lancée par Sonelgaz en partenariat avec des agences spécialisées, et ce dans le but de cibler les actions prioritaires à entreprendre pour pouvoir aider les ménages à faible revenu à mieux gérer leurs factures énergétiques.

La consommation de cette énergie est appelée à croître en parallèle de la croissance démographique, à l'augmentation du taux d'urbanisation et à l'amélioration du niveau de vie des ménages.

91 % du nombre global des ménages sont reliés au réseau électrique, ce qui représentent 3 915 712 abonnés.

Le nombre d'abonnés gaz, quant à lui, s'élève à 1 229 354 soit 31% du nombre total des ménages algériens.

L'évolution du mode de vie, le développement économique et l'urbanisation laissent présager une augmentation importante des consommations d'énergie si aucun effort n'est fait pour la maîtriser.

⁽¹⁾ FMI : Fonds Monétaire International

Ainsi, une forte croissance de la demande d'énergie se traduit inévitablement par une forte croissance de la production laquelle nécessite des investissements lourds pour le pays et des besoins importants en combustibles, sans oublier, bien entendu, les risques de nuisances pour l'environnement. [16]

Pour ces raisons, il apparaît opportun de rationaliser la consommation d'énergie dans le secteur des ménages.

La consommation énergétique du secteur des ménages représente plus d'un tiers de la consommation totale du pays, et ce poids a une tendance croissante explicable par la croissance démographique, le développement de l'urbanisation, la construction de nouveaux logements, l'amélioration de niveau de vie des ménages, etc.

Le secteur de Transport:

Le plan d'action, lancé dans le cadre de la maîtrise d'énergie en Algérie, vise à encourager le renouvellement du parc véhicule pour réduire la pollution, diminuer la consommation des carburants et mieux protéger l'environnement.

Des mesures réglementaires initiatives sont récemment prises pour encourager l'acquisition de nouveaux véhicules.

Les actions envisagées concernent essentiellement le trafic routier et portent sur le contrôle et le bon fonctionnement des véhicules au niveau des émissions des gaz d'échappement, la généralisation et l'utilisation du GPL comme carburant et le GNC, le développement des transports en commun, le renouvellement progressif du parc véhicule et l'amélioration de la circulation urbaine, périurbaine et interurbaine. [16]

b. Analyses et perspectives démographiques:

Les perspectives des besoins énergétiques sont principalement sous-tendues par l'évolution quantitative (nombre) et qualitative (niveau de vie) de la population résidente. [26]

La croissance démographique en Algérie est encore, parmi les plus élevées au monde, elle est classée la 36^{ième} à l'échelle mondiale, et la 3^{ième} au niveau du Nord Africain, après l'Egypte et le Maroc. [26]

La population algérienne résidente est situait à :

- 12.022 Millions d'habitants en 1966
- 16.948 Millions d'habitants en 1977
- 23.139 Millions d'habitants en 1987
- 29.045 Millions d'habitants en 1997
- 31.848 Millions d'habitants en 2003

Cependant la croissance démographique est quelque peu freinée par la contrainte de logement en zone urbaine conjuguée à une élévation du coût de la vie (inflation à 2 chiffres).

Démographique et indicateurs de la santé	Algérie	Le Moyen - Orient et le Nord d'Afrique	Le monde
La population totale (Milliers d'Habitant)			
1950	8.753	111.647	2.519.495
2002	31.403	423.296	6.211.082
2025 (projection)	42.738	631.320	7.936.741
La densité de population (habitant/km²) en 2000	12.7	31.3	45.1
Le taux moyen de croissance annuelle de la population (1980/2000)			
Total	2.6 %	2.5 %	1.6 %
Dans les régions rurales	0.8 %	1.0 %	0.9 %
Dans les régions urbaines	4.2 %	3.9 %	2.4 %
Pourcentage de population en 2002:			
Age < 15 ans	34 %	35 %	29 %
Age >65 ans	04 %	04 %	07 %

Tableau 1: la population algérienne dans le monde
Source: <http://earthtrends.wri.org> (Earth Trends 2003) [27]

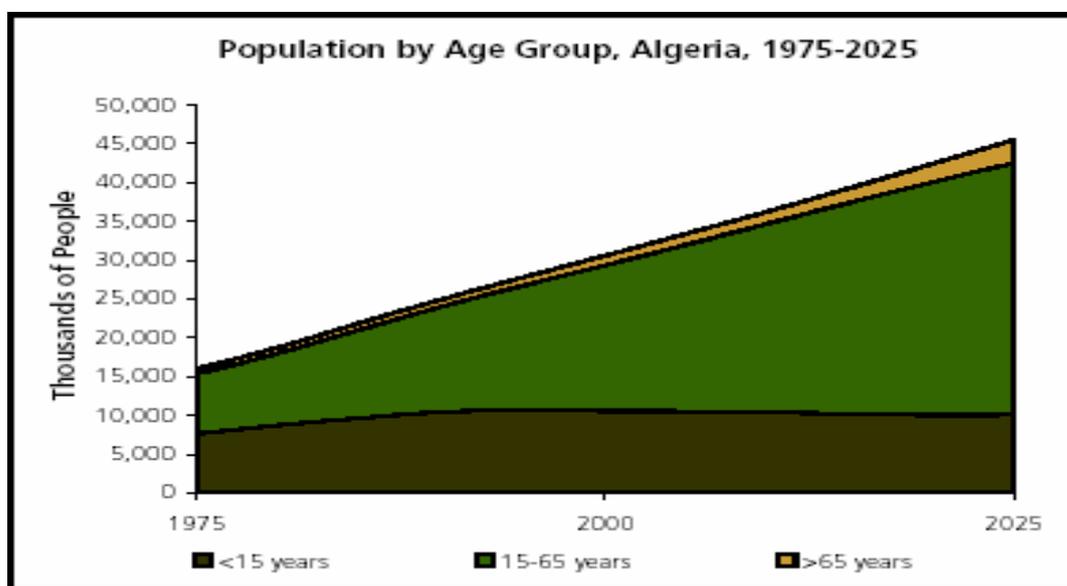


Figure 1 : Evolution de la population algérienne par tranche d'âge. 1975-2025
Source : <http://earthtrends.wri.org>[27]

La migration des campagnes vers les villes devra s'estomper, mais un phénomène nouveau d'urbanisation des campagnes et de l'accroissement des tailles des agglomérations fera que le **taux d'urbanisation** atteindra rapidement les **75 %** (c.à.d les 3/4) à l'**horizon 2030**.

- Le taux relatif d'électrification atteindra les 100 % dès l'an 2006 et il est à prévoir que l'ensemble des agglomérations situées à proximité des gazoducs (Nord Hassi R'mel) seront irriguées au GN ou au GPL.
- Le niveau de confort des logements devra s'améliorer rapidement et le taux d'équipement en appareils électroménagers s'élever.

Le processus est facilité par un environnement économique porteur dû à la disponibilité des appareils sur le marché.

En matière de démographie, les principaux indicateurs donnés dans le dernier rapport sur le développement édité par la banque mondiale font état:

- D'une espérance de vie à la naissance de 67 ans,
- d'une prévision de la croissance de la population de 31 Millions en 2000 et de 43 Millions en 2025.
- La population algérienne sera stationnaire au niveau de 67 millions d'habitants (vers l'année 2050).
- L'accroissement de la population de par le passé a été de :
 - 3.1 % pour la période 1970/1980
 - 2.8 % pour la période 1980/1990
 - 2.2 % pour la période 1990/2000

III. Perspectives énergétiques à l'horizon 2030:

Les réserves d'hydrocarbures restent limitées dans une vision à long terme, au regard des besoins du marché intérieur et des exigences de financement du développement économique et social.

Afin de mettre en évidence cette situation avec ses implications sur long terme, des projections du système demande d'énergie à l'horizon 2030 seront établies, selon deux scénarios différenciés.

La formulation de ces scénarios se déroule en 3 étapes, relativement indépendantes les unes des autres.

La première vise à déterminer le contexte démographique du pays sur la période considérée.

La deuxième caractérise l'évolution des principaux agrégats macro-économiques et de la structure de l'économie nationale.

Les zones d'incertitudes sont nombreuses à ce niveau; deux scénarios macro-économiques alternatifs s'efforcent d'y remédier et proposent deux cheminements de l'économie nationale suivant le rythme d'accroissement du produit intérieur brut (PIB) et le poids des secteurs et branches.

La dernière étape s'attache au devenir du système énergétique: mutation structurelle, évolution des rendements, modification des équipements et des énergies.

Les critères relèvent en majeure partie de la politique de l'énergie; deux cas de figures sont à envisager selon le degré d'intervention des pouvoirs publics, l'un consiste à prolonger les tendances du passé, l'autre à promouvoir un projet énergétique original, politique de gestion de la demande d'énergie.

a. Approche d'un modèle de consommation énergétique national

L'objectif du chapitre suivant est, non pas de « prédire le futur », mais plutôt de mettre en valeur l'influence de l'évolution de certains paramètres (sociaux, économiques et techniques)

sur l'évolution de la demande d'énergie, et ce dans le souci de permettre aux décideurs de s'orienter sur les choix qu'ils ont à faire et qui auront un impact sur l'évolution de la demande et de l'offre d'énergie en Algérie à l'horizon 2030.

L'expansion démographique et le taux de croissance économique sont parmi les facteurs les plus importants influençant la consommation d'énergie.

L'établissement d'un modèle de consommation énergétique finale à cet horizon, nous oblige de cerner la consommation à travers les différents secteurs socio-économiques et nous nous baserons pour cela, sur l'évolution des paramètres suivants :

- ☒ La population
- ☒ Le produit intérieur brut (PIB).

1. L'approche économétrique:

L'économétrie, comme nous venons de voir dans le chapitre précédent, peut être définie comme l'application des méthodes statistiques à l'étude des phénomènes économiques. Plus précisément, la démarche économétrique comporte trois étapes:

- ☒ Construire un modèle testable qui soit justifié par la théorie économique et qui puisse être vérifié statistiquement.
- ☒ Estimer les paramètres du modèle.
- ☒ Vérifier que les écarts entre les observations et les résultats théoriques du modèle ne sont pas systématiques.

2. Problème en économétrie:

- 🚦 la spécification : la forme mathématique à donner à la relation ?
- 🚦 la prévision: comment extrapoler?

$$X = a_1 Z_1 + a_2 Z_2 + \dots + a_p Z_p + \varepsilon$$

X: variable endogène

Z_1, Z_2, \dots, Z_p : variables exogènes

a_1, a_2, \dots, a_p : paramètres explicites du modèle

ε : Variable aléatoire

Ecriture sous forme matricielle:

Année	X	Z₁	Z₂
1980	.....	.....	.....
....
....
2004	.....	.....	.....

Le modèle de régression linéaire s'écrit comme suit:

$$x_t = a_1 z_{1t} + a_2 z_{2t} + \dots + a_p z_{pt} + \varepsilon_t \quad \forall t, t=1, \dots, t$$

X: variable dont les valeurs observées sont x_t

$\forall i, i=1, \dots, p, Z_i$: variables dont les valeurs observées sont Z_i

a_1, a_2, \dots, a_p sont des paramètres inconnus

ε : Variable dont les valeurs prises sont ε

Objectif: estimer les paramètres a_1, a_2, \dots, a_p

Deuxième expression du modèle:

Ecriture matricielle

$$\begin{array}{c}
 \boxed{\begin{array}{c} X_1 \\ X_2 \\ \vdots \\ X_T \end{array}} \\
 X =
 \end{array}
 \quad
 \begin{array}{c}
 \boxed{\begin{array}{cccc} Z_{11} & \cdot & \cdot & Z_{p1} \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ Z_{1T} & \cdot & \cdot & Z_{pT} \end{array}} \\
 Z =
 \end{array}
 \quad
 \begin{array}{c}
 \boxed{\begin{array}{c} \varepsilon_1 \\ \cdot \\ \cdot \\ \varepsilon_T \end{array}} \\
 \varepsilon =
 \end{array}$$

D'ou: $\mathbf{X} = \mathbf{aZ} + \varepsilon$

L'estimation des paramètres a_1, a_2, \dots, a_p peut se faire par la méthode des moindres carrés.

Cette méthode est la plus commune parmi les différentes techniques qui permettent d'estimer l'équation choisie.

Par un simple calcul mathématique on trouve:

$$\mathbf{X} = \mathbf{aZ} + \varepsilon \Rightarrow \varepsilon = \mathbf{X} - \mathbf{aZ}$$

La méthode des moindres carrés consiste à choisir « a » de telle façon à minimiser la somme des carrés des résidus $\mathbf{e}'\mathbf{e}$

$\mathbf{e}'\mathbf{e} = (\mathbf{X} - \mathbf{aZ})'(\mathbf{X} - \mathbf{aZ}) = \mathbf{XX}' - 2\mathbf{a}'\mathbf{Z}'\mathbf{X} + \mathbf{a}'\mathbf{Z}'\mathbf{Z}\mathbf{a}$, sachant que $\mathbf{a} = -2\mathbf{Z}'\mathbf{X} + 2\mathbf{Z}'\mathbf{Z}\mathbf{a}$ et que l'on cherche à annuler cette valeur, donc la solution \mathbf{a} doit vérifier l'équation normale des moindres carrés:

$$(\mathbf{Z}'\mathbf{Z})\mathbf{a} = \mathbf{Z}'\mathbf{X} \Rightarrow \boxed{\mathbf{a} = \mathbf{Z}'\mathbf{X} * (\mathbf{Z}'\mathbf{Z})^{-1}}$$

Sachant que:

\mathbf{Z}' : la matrice transposée de \mathbf{Z}

$(\mathbf{Z}'\mathbf{Z})^{-1}$: l'inverse du produit matriciel.

3. Modélisation de la consommation finale:

Il existe une proportionnalité entre la consommation et les deux variables explicatives socio-économiques:

- le PIB (produit intérieur brut)
- la population

Soient:

Qe: la quantité d'énergie consommée,

PIB: produit intérieur brut

POP: Population

Ecrivons l'équation $Q_e = f(\text{PIB}, \text{POP})$

Comme on a choisi le modèle économétrique de la régression linéaire, donc on peut écrire l'équation sous la forme suivante:

$$Q_e = a_1 + a_2 \text{POP} + a_3 \text{PIB} + \varepsilon$$

Problématique: Comment déterminer les paramètres a_1 , a_2 , a_3 ?

Pour ce faire, une banque de données (voir tableau 1) a été conçue pour l'estimation de ces paramètres.

Elle est constituée de l'évolution de la consommation d'énergie, de la population et du P.I.B (à prix constant), depuis 1980.

L'utilisation des logiciels des calculs statistiques (EViews, SPSS,...), nous facilitera l'identification des paramètres recherchés.

Années	Consommation finale (1000 TEP)	POP. (en milliers)	PIB (en millions de DA)
1980	8493	18666	162507
1981	9321	19262	191469
1982	10438	19883	207552
1983	11098	20522	233752
1984	12324	21185	263856
1985	13243	21863	291597
1986	13629	22512	296551
1987	14132	23139	312706
1988	14527	23783	347717
1989	14382	24409	422043
1990	14200	25022	554388
1991	15097	25643	862133
1992	15393	26271	1074696
1993	15650	26894	1189722
1994	15181	27496	1487404
1995	15745	28060	2004995
1996	15616	28566	2570029
1997	15226	29045	2780168
1998	16507	29507	2830491
1999	17200	29965	3238198
2000	18300	30416	4123514
2001	18996	30879	4260811
2002	20527	31357	4537691
2003	22424	31848	5264187
2004	23527	32364	5993000

Tableau 2: Historique de l'évolution de la consommation d'énergie, population et PIB en Algérie.

L'utilisation du logiciel SPSS 9.0 (voir en annexe 1 le détail), a donné les résultats suivants:

	Coefficients
a ₁	- 1573.043
a ₂	0.620
a ₃	3.446*10 ⁻⁴
Plage des données: 1980/2004	

4. Présentations des scénarios d'évolution socio-économiques:

Pour anticiper les variations de la consommation d'énergie, il est nécessaire de faire des hypothèses sur l'évolution des paramètres susceptibles de l'influencer ; pour notre étude, nous avons choisi : la démographie et le niveau de vie.

Quant aux scénarios, nous allons reprendre ceux déjà supposés dans la projection de la consommation nationale d'énergie à l'horizon 2030, étude ayant fait l'objet d'un projet de fin d'études d'ingénieur au niveau de Département Génie Chimique -ENP. [6]

✚ **Le scénario de référence:** suppose une tendance de laisser faire (fil de l'eau). L'amélioration des rendements énergétiques sera liée seulement aux effets de renouvellement et extension des capacités de production et des tendances technologiques spontanées.

L'évolution se présentera comme suit:

	2005-2010	2010-2020	2020-2030
Taux de croissance de la POP. (%)	1.85	1.80	1.70
Taux de croissance du PIB. (%)	4.1	4.0	3.9

✚ **Le scénario optimiste:** une relance économique avec une augmentation moins rapide de la population.

Ceci s'explique par une maîtrise de la démographie et une amélioration des conditions de vie. Sachant qu'une démographie galopante est un frein au développement économique et social. Par le jeu combiné des évolutions naturelles, des contraintes de logement en zone urbaine et des politiques résolument régulatrices, la croissance démographique s'infléchit dans tous les pays du Maghreb, pour descendre, après 2010, à des taux voisins ou inférieurs à 1% par an. [28]

Résultats des migrations des campagnes vers les villes ou conséquences de l'urbanisation des campagnes et de l'électrification, le pourcentage de la population vivant dans des conditions traditionnelles diminue rapidement pour ne représenter qu'un quart ou moins de la population totale. [28]

Corrélativement, par la diffusion de l'électricité et du gaz, le niveau de confort des logements s'améliore sensiblement. Le processus est facilité par un environnement économiquement porteur.[28]

L'évolution se présentera comme suit:

	2005-2010	2010-2020	2020-2030
Taux de croissance de la POP. (%)	1.2	0.9	1.1
Taux de croissance du PIB. (%)	4.2	4.6	4.3

b. Présentation des résultats concernant la demande d'énergie à l'horizon 2030:

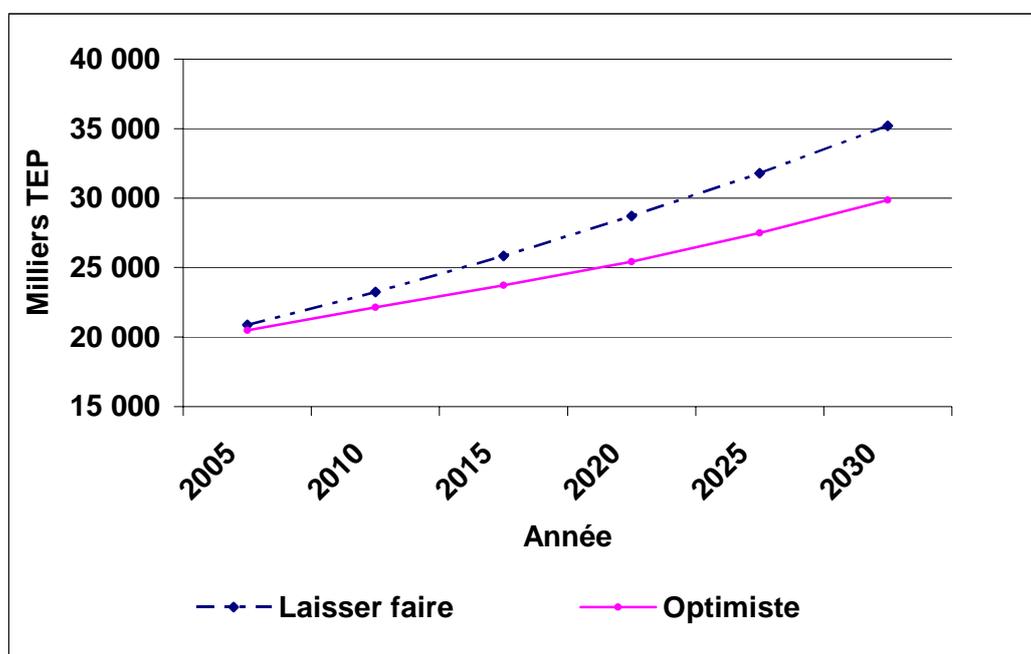
Les calculs sur « Excel » par combinaison des scénarios énergétiques produisent 02 évolutions alternatives de la demande d'énergie finale à l'horizon 2030. « voir annexes 2 et 3 ».

Chacune s'avère suffisamment contrastée pour établir les principaux renseignements de la projection.

Pour le scénario de référence, la consommation d'énergie finale sera de l'ordre de **35 millions** de TEP pour une population de l'ordre de **52 millions**, c'est à dire une consommation de **0.68** Tep/habitant.

Pour le scénario optimiste, la consommation sera de l'ordre de **30 millions** de TEP pour une population de **42 millions**, c'est à dire **0.70** Tep/habitant.

Comparé aux Etats Unis (**8** TEP/habitant), et à l'Europe (**4** TEP/habitant), la consommation algérienne paraît modeste.



Les tableaux suivants récapitulent les résultats à plusieurs horizons et scénarios.

Evolution de la consommation d'énergie selon les deux scénarios:

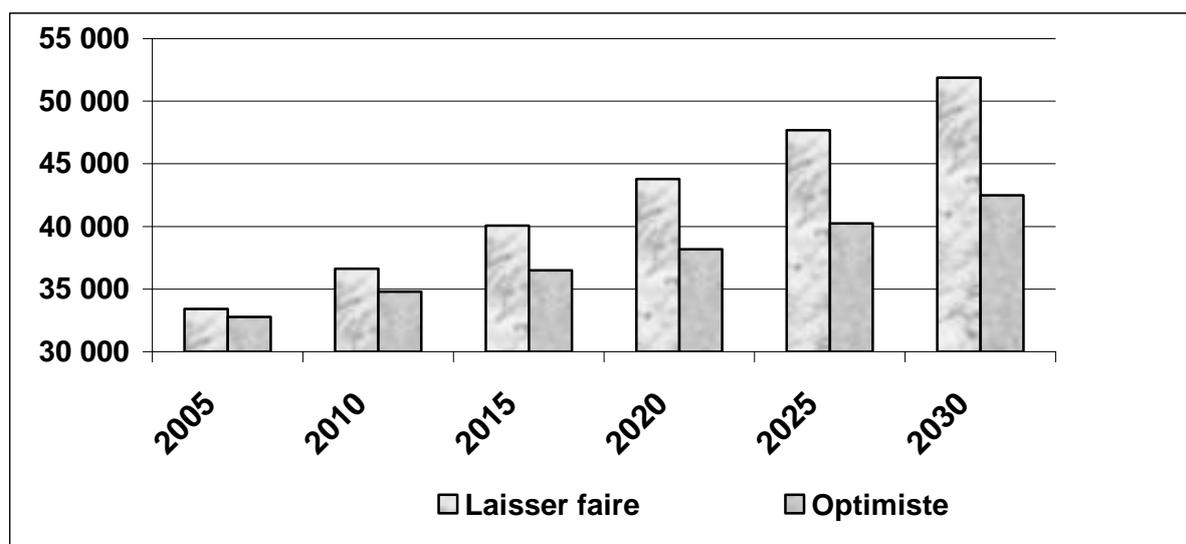
UM : Milliers Tep

	2005	2010	2015	2020	2025	2030
Laisser faire	20 878	23 252	25 841	28 714	31 791	35 191
Optimiste	20 488	22 134	23 728	25 429	27 491	29 859

Evolution de la population selon les deux scénarios:

UM : Milliers

	2005	2010	2015	2020	2025	2030
Laisser faire	33 417	36 625	40 061	43 799	47 698	51 892
Optimiste	32 781	34 796	36 498	38 171	40 237	42 499



Evolution de la consommation d'énergie par habitant (en Tep/habitant)

	2005	2010	2015	2020	2025	2030
Laisser faire	0,62	0,63	0,65	0,66	0,67	0,68
Optimiste	0,63	0,64	0,65	0,67	0,68	0,70

IV. Analyse des résultats:

Les résultats des scénarios de projection de demande d'énergie à long terme examinés plus haut, même s'ils doivent être nuancés, ont mis en évidence les potentiels en matière de substitution et d'économie d'énergie et les enjeux en terme de maîtrise de l'utilisation de nos ressources, de réduction du poids des investissements ou de protection de l'environnement.

L'accès à ce gisement "virtuel" implique toute une série de mesures actuellement à l'étude ou en phase expérimentale ayant pour but la diversification et maîtrise de l'énergie.

La mise en œuvre d'un modèle de consommation énergétique nationale s'articule sur les axes suivants :

- a. Développement et substitution énergétiques
- b. Les économies renouvelables (Développement)
- c. Sensibilisation du consommateur
- d. La protection de l'environnement.

V. Quelle est la stratégie énergétique de l'Algérie pour la maîtrise d'énergie ?

Dans la stratégie énergétique de l'Algérie plusieurs acteurs de la scène énergétique interviennent. Il y a d'abord, Sonatrach, ensuite toutes les autres sociétés pétrolières (Naftal, Naftec...). Dans le domaine de l'électricité Sonelgaz et ses filiales qui s'occupent d'assurer la couverture en énergie électrique sur le territoire ainsi qu'en gaz, sans oublier le C.D.E.R⁽¹⁾ dans le domaine des énergies renouvelables et l'APRUE⁽²⁾

De plus l'environnement international a une influence certaine sur le développement de la stratégie nationale.

Les stratégies des différents acteurs ne sont pas la stratégie de l'Algérie. Un manque de coordination et surtout la non prise en compte de l'environnement international fait que les prévisions faites par les différents scénarios risquent de ne pas se vérifier.

D'autant que les différents acteurs de la scène énergétique nationale ont leur propre stratégie de développement.

Stratégie de NAFTAL :

Avant la nationalisation des hydrocarbures, la distribution et la commercialisation des produits pétroliers en Algérie dépendaient entièrement des grandes sociétés multinationales telles que, ESSO, SHELL, BRITISH PETROLIUM...

Créée par le décret N°80.101 du 06 Avril 1980⁽³⁾, l'entreprise ERDP- NAFTAL a été constituée par le transfert des structures, moyens et biens, activités et personnel détenus, gérés et administrés par SONATRACH et de distribution de produits pétroliers sur tout le territoire national.

⁽¹⁾ CDER Centre de développement des Energies Renouvelables

⁽²⁾ APRUE : Agence nationale pour la promotion et la rationalisation de l'utilisation de l'énergie.

⁽³⁾ Journal officiel N°15 du 08/04/1998 page N° 1980

L'ERDP- NAFTAL est entrée en activité le premier janvier 1982. Elle a été restructurée et modifiée par le décret N°1987 ⁽⁴⁾ en deux entreprises :

- l'une chargée de raffinage du pétrole sous le sigle de NAFTEC
- l'autre chargée de la distribution la commercialisation des produits pétroliers sous le sigle NAFTAL et cela à travers l'organisation et la gestion d'un réseau de distribution sur l'ensemble du territoire national.

Actuellement NAFTAL, qui est une filiale à 100 % de SONATRACH, a le statut d'une SPA et possède un capital de 15 650 000 000 DA. [29]

Naftal fourni au pays près de 7.6 Millions de TEP, soit 51 % de la consommation finale d'énergie. [29]

L'entreprise intervient dans les domaines suivants : les carburants, GPL, lubrifiants, bitumes, pneumatiques et d'autres produits. Pour cela elle dispose globalement de : [30]

- **80** centres de distribution et de stockage
- **40** centres d'emplissage des GPL
- **15** unités de formulation des bitumes
- **37** dépôts aviation marine
- **1 820** stations-service dont **1 200** appartenant aux privés
- **6 000** véhicules et engins
- **750** Km de canalisation GPL et carburants.

Dans le cadre de la rationalisation de l'utilisation de l'énergie, le modèle national de consommation énergétique a induit la mise en œuvre d'actions visant l'introduction du GPL carburant et de l'essence sans plomb dans le secteur des transports. Pour cela, NAFTAL a mis en place sur ses fonds propres, les moyens de distribution et de transport de ce type de carburants au niveau de plusieurs stations à travers le territoire national.

Comme aussi, et depuis sa création, NAFTAL a fourni d'importants efforts pour la réduction des polluants atmosphériques générés par le trafic routier et cela à travers la promotion des carburants propres, à savoir :

- Le GPL carburant
- L'essence sans plomb
- Le gasoil additivé
- La promotion du BUPRO ⁽¹⁾ en remplacement du GPL
- Collecte des huiles usagées.

VI. Conclusion :

⁽⁴⁾ Journal officiel N° 35 du 26/08/1987 page N° 883

⁽¹⁾ Ce produit se distingue du GPLC par une teneur en éthane de 2 % et de quantité infimes de C₅ et C₆.

Pendant de longues années, la politique d'énergie est restée exclusivement orientée, vers l'augmentation de l'offre, avec comme contrainte primordial, la mobilisation et la recherche des ressources conduisant à des programmes objectif sur la maîtrise de l'énergie.

Bien peu d'actions se dirigeaient vers la demande ou une meilleure utilisation peu rationnelle et efficace a été constatée. De récentes études de perspectives énergétiques montrent que le principal gisement d'énergie de future à travers le monde, est aussi paradoxal que cela puisse paraître, celui des économies de l'énergie.

Si l'énergie est synonyme de vie, il n'y a pas de vie sans consommation d'énergie, on convient de souligner aussi que si « maîtrise de l'énergie » signifie moins consommer alors la maîtrise de l'énergie est un objectif considéré comme prioritaire dans un nombre croissant de pays.

Le moment est venu pour le pays de rationaliser sa consommation et par conséquent sa production d'énergie. Il s'avère nécessaire que toutes les parties concernées, contribuent chacun à son niveau de mettre en œuvre un modèle énergétique, continuellement adaptable pour prendre en charge les mutations rapides du monde et qui trace à chacun et en premier lieu au citoyen ses marges de manœuvre dans une utilisation de toutes énergies disponibles, une lutte contre le gaspillage et une diminution continue de l'intensité énergétique. Tout ceci, naturellement dans le respect de l'environnement assurant ainsi un développement durable et préservant des ressources énergétiques aux générations à venir.

CHAPITRE V :

Modélisation de la consommation d'énergie dans le secteur des transports en Algérie

I. Introduction :

A l'échelle mondiale, les consommations énergétiques du secteur des transports représentaient en l'an 2000 1.9 G TEP⁽¹⁾, soit environ 20 % des consommations énergétiques mondiales (9.3 GTEP d'énergies commerciales produites et consommées en l'an 2000). [31]

Plus de 95 % des consommations d'énergie du secteur des transports sont assurées par le pétrole, pour environ 1.8 GTEP (sur un total de 3.7 GTEP de production mondiale d'hydrocarbures liquides en 2000). [31]

Les transports, dont la consommation de produits pétroliers représentaient environ un tiers de la production mondiale de pétrole au moment du premier choc pétrolier (1973) en représentent donc désormais environ la moitié (47 à 53 % selon les sources et les modes de calculs utilisés).

A eux seuls, les transports terrestres représentent plus de 75 % des consommations mondiales d'énergie liées au secteur des transports.

L'analyse de la consommation d'énergie dans le secteur des transports en Algérie, à travers le bilan énergétique, a fait ressortir que le secteur des transports, à lui seul, représente 27 % de la consommation finale, avec un taux de dépendance de 94 % vis à vis des produits pétroliers.

A l'issue de ces résultats, on voit émerger deux questions essentielles :

- Quelle serait à l'avenir la demande énergétique du secteur des transports en Algérie ?
- Comment assurer une maîtrise progressive des émissions de gaz à effet de serre, et en particulier du CO₂ par ce secteur ?

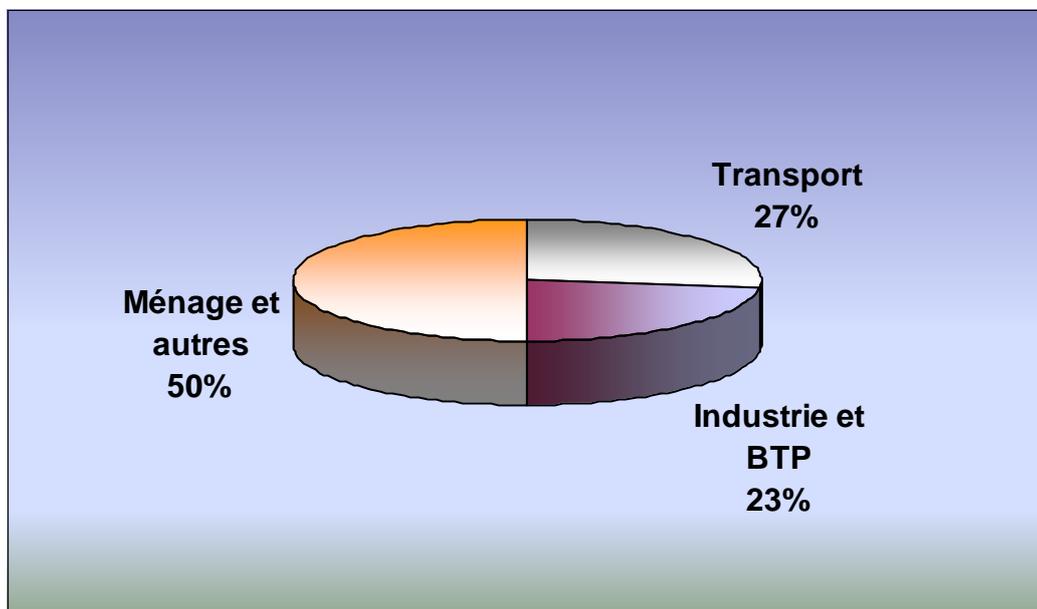


Fig 1 : Consommation d'énergie de l'Algérie par secteur / Année 2004

Source : M.E.M [15]

La question de l'avenir des transports en Algérie sera traitée dans le présent chapitre, dans lequel, nous allons examiner de près l'évolution de la consommation d'énergie dans ce

⁽¹⁾ GTEP = milliard de tonnes équivalent de pétrole

secteur à travers les paramètres économiques cités ci-après, utiles pour l'établissement des équations de consommation d'énergie pour l'activité des transports.

II. Modélisation de la consommation d'énergie dans le Secteur des Transports :

Avant de procéder à l'estimation de la consommation d'énergie dans le secteur des transports à partir d'un modèle économétrique de notre choix, nous allons d'abord présenter un modèle qui a été appliqué dans une étude élaborée par le CREAD⁽¹⁾ [32], et ensuite nous allons essayer de comparer les résultats obtenus de ce modèle à nos résultats.

a. Estimation de la consommation prévisionnelle des carburants à partir d'un modèle économétrique « modèles optimaux »: [32]

D'après ce modèle basé sur des données annuelles allant de 1980-1995, les variables à expliquer sont les demandes de consommation des différents carburants routiers qui correspondent aux ventes enregistrées au niveau de NAFTAL.

- ES : demande de consommation de l'essence super
- EN : demande de consommation de l'essence normale
- GPLC : demande de consommation du GPL/C ou sirghaz

Les prévisions à long terme de la demande des carburants :

Le choix du scénario :

Il a été supposé un scénario d'exploration, il s'agit du scénario « Laisser faire » et reproduire les tendances actuelles dégagées de la série chronologique pour toutes les variables explicatives et les projeter sur les années à venir. Autrement dit, il a été supposé que la crise économique vécue, va se prolonger sur long terme, ce qui a permis d'analyser son impact sur la demande des carburants à long terme.

⁽¹⁾ CREAD : centre de recherche économique appliquée et développement.

UN : TM

Années	Essence super	Taux de croissance	Essence normale	Taux de croissance	Gasoil	Taux de croissance	GPL/C	Taux de croissance
1996	193259.3		1051031		4091858		48448.14	
.....			
....		-35.22 %	.....	0.61%	.....	2.26 %	.....	8.77 %
....			
2000	125188.7		1081471		4575505		73457.82	
2001	158896.9		1048131		4702134		81445.74	
.....	
.....	.....	13.10 %	.....	-3.77 %	.....	2.16 %	.....	8.64 %
.....	
2005	291024.1		863636.1		5233102		122752.6	
2006	323390.7		802207.6		5372237		135929.3	
.....	
.....	.....	6.90 %	.....	-9.70 %	.....	1.57 %	.....	8.54 %
.....	
2010	450279.7		476826.1		5956119		203960.3	

Tableau N° 01 : les prévisions de la demande du GPL/C à l'horizon 2010.

Source : les cahiers du CREAD N°65 [32]

Le taux de croissance moyen de la demande de l'essence super est de l'ordre 20.1 % sur toute la période de prévision 1996-2001.

La demande en essence super fléchit de 35.22 % dans la première période 1996-2000 vue l'hypothèse considérée selon laquelle le prix du super augmente, jusqu'à ce qu'il atteigne le prix de cession. De ce fait, a posteriori à la première période, une relance de la demande sera possible, mais avec un fléchissement du rythme de croissance, comme il est remarqué pour les périodes 2001-2005 et 2006-2010. [32]

Les arguments justifiant cette croissance et que parallèlement au parachèvement du prix de cession ; le revenu PIB agit positivement sur la demande de l'essence super.

La demande à long terme de l'essence normale tendra à la baisse avec un taux de 4.97 % par an sur toute la période. A partir de l'an 2001, la demande n'est plus soutenue. Cela indique que les véhicules circuleront de moins en moins en essence normale, sans pour autant que le parc automobile diminuera. [32]

Pour le GPL/C, le taux de croissance moyen entre l'année 1996 et 2010 est de l'ordre de 9.36 % par an, cela peut s'expliquer par l'augmentation du nombre de véhicules convertis au GPL/C. En effet, dans le modèle économétrique optimal, les seules variables prises en compte est la PIB, le taux de motorisation et le nombre de voitures convertis au GPL/C. or les deux premiers déterminants de la demande constituent une tendance lourde, autrement dit ils augmentent très modestement, vu qu'ils sont en liaison directe avec l'économie Algérienne.

b. Estimation de la consommation prévisionnelle des carburants à partir d'un modèle économétrique « modèle de régression linéaire »:

1. Ecriture de l'équation :

03 variables d'intérêt sont à tenir en compte :

- L'évolution du PIB
- L'évolution de la population
- Le parc automobile Parc auto

$$\mathbf{Qe Trs} = \mathbf{a_1 + a_2 Pop + a_3 PIB + a_4 Parcauto + \epsilon}$$

Le calcul du vecteur "a" par l'utilisation du logiciel SPSS, dont le détail est porté en annexe 4 a donné les résultats suivants :

a_1	a_2	a_3	a_4
17814.204	-1.119	$1.84 \cdot 10^{-3}$	$9.512 \cdot 10^{-3}$

On constate que $a_2 < 0$ alors que la croissance de la population va dans le même sens que celle de la consommation d'énergie.

Supposons que l'évolution de la consommation dépend uniquement de l'évolution de la population, et écrivons l'équation comme suit :

$$\mathbf{Qe Trs} = \mathbf{a_1 + a_2 Pop + \epsilon}$$

En se référant à notre banque de données, et en utilisant le SPSS, le coefficient $a_2 = 0,688$ valeur donc positive.

Explication:

Il y aurait une interaction entre les trois variables étudiées, à savoir (la population, le PIB et le parc automobile), alors que notre modèle est du 1^{er} degré, ne tient compte que des effets individuels des paramètres et non pas de leurs effets conjugués, ce qui expliquerait éventuellement le signe négatif pour le coefficient a_2 , affecté à la population.

Pour cela nous avons pensé à examiner de près notre banque de données et nous avons analysé l'évolution de la consommation d'énergie de 1980 à 2004 de même pour la population.

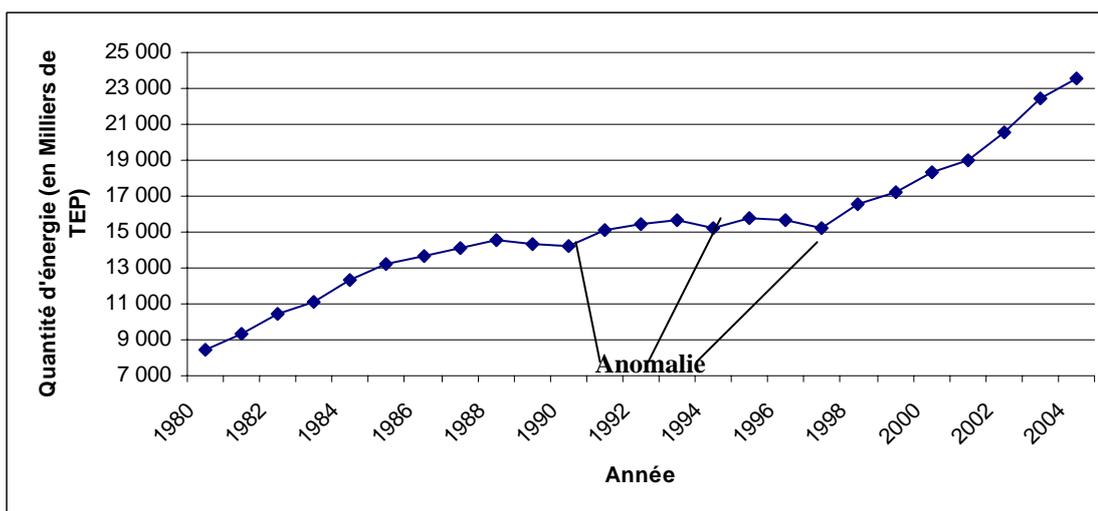


Fig 2 : Evolution de la consommation d'énergie dans le secteur des transports de 1980-2004

Nous remarquons des anomalies dans l'évolution de la consommation d'énergie, notamment dans la décennie 1989-1998, ceci s'explique par la mauvaise situation sécuritaire qu'a traversé le pays, et qui avait un impact négatif sur le rythme de consommation d'énergie (moins de déplacements, moins de consommations d'énergie).

Par contre, l'évolution de la population est restée positive dans le temps.

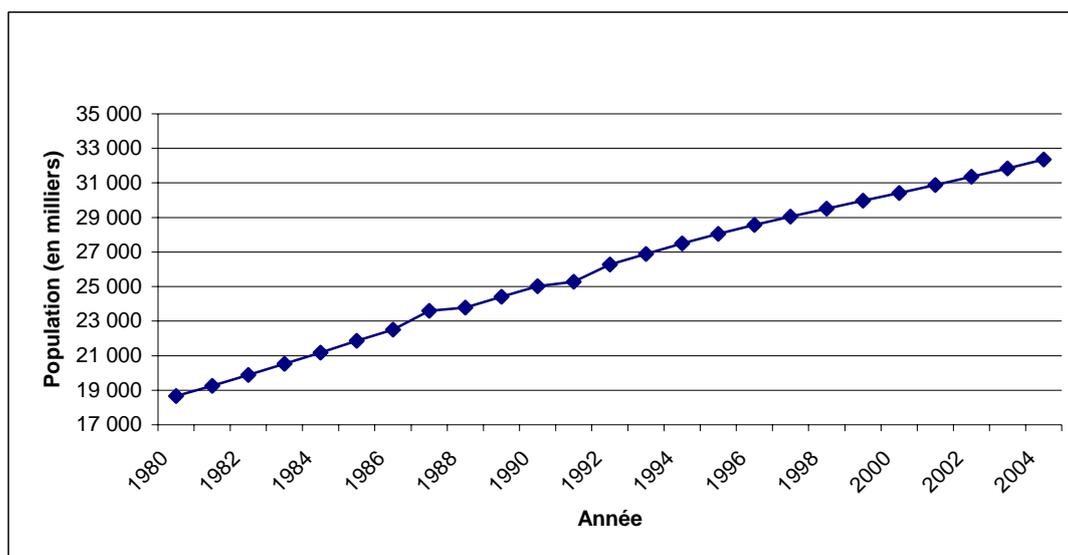


Fig 3 : Evolution de la population en Algérie de 1980-2004

Conclusion1 :

En économétrie, ces anomalies (écarts) peuvent se présenter, et pour une éventuelle projection, il est utile de redresser les écarts constatés dans l'évolution de la consommation d'énergie dans le temps, avec des méthodes adéquates et à partir desquelles on peut éliminer les valeurs faussant l'évolution des paramètres à étudier, néanmoins, la fiabilité des données utilisées (l'historique de 1980-2004) peuvent être remises en cause, sachant que à l'échelle nationale, nous n'avons que l'O.N.S qui est chargé des statistiques, donc nous n'avons pas d'autres sources pour comparer et tester la fiabilité des données.

2. Le choix du scénario :

L'évolution de la consommation d'énergie dans le secteur des transports, aux horizons 2010 et 2030 nécessite aussi, la supposition des scénarios de tendance, pour ce faire, nous allons opter pour deux scénarios :

Scénario laisser faire :

Nous supposons qu'aucune mesure d'efficacité énergétique n'est prise par les pouvoirs publics pour réduire les consommations du secteur, et nous reproduirions les tendances actuelles et les projeter sur les années à venir.

Scénario volontariste ou de maîtrise d'énergie :

Dans le cadre de rationalisation de l'utilisation de l'énergie, le modèle national de consommation énergétique a induit la mise en œuvre de plusieurs actions visant la maîtrise d'énergie dans ce secteur, additionnellement à ce qui a été cité au par avant, on rajoute : **[16]**

- Le développement du transport collectif
- Le développement des transports ferroviaires de voyageurs ;
- L'amélioration des consommations spécifiques des moteurs des véhicules routiers ;
- Amélioration des consommations spécifiques des équipements ferroviaires.
- Le développement de l'utilisation du GPL dans les véhicules particuliers.
- Une mise en place d'une politique de substitution de carburants incitative

3. Présentation des résultats :

Les calculs sont portés en annexes « 5 » & « 6 »

• Evolution de la consommation d'énergie dans le secteur des Transports :

UM : Milliers TEP

Scénario	2005	2010	2015	2020	2025	2030
Laisser faire	6 500	6 984	7 748	8 648	9 531	10 634
Volontariste	6 143	6 694	7 114	7 727	8 241	9 122

Tableau N° 02 : les prévisions de la consommation de l'énergie dans le transport à l'horizon 2030.

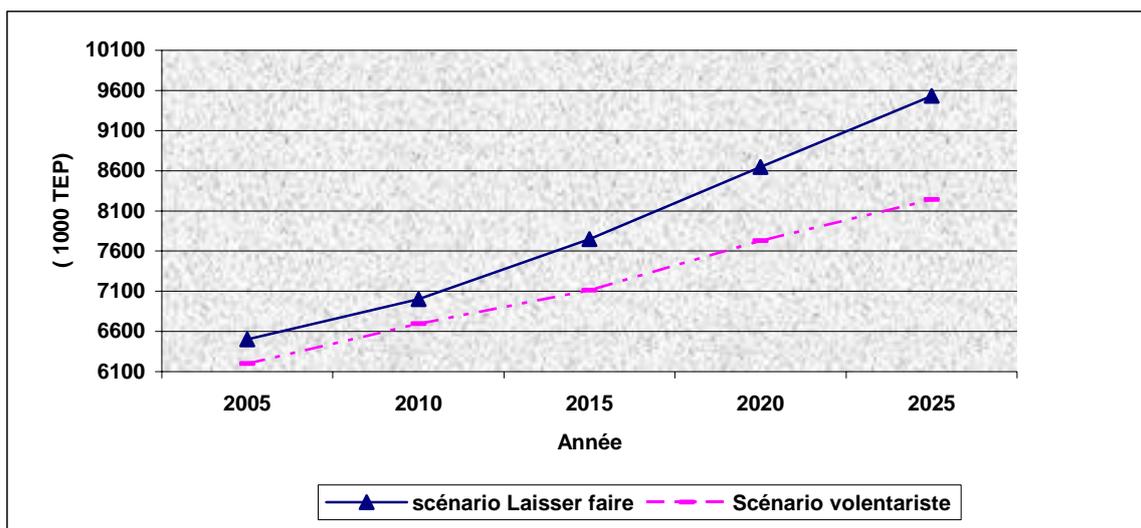


Fig 4 : Evolution de la consommation d'énergie dans le secteur des transports selon deux scénarios.

- Evolution de la consommation d'énergie dans le secteur des Transports par type d'énergie :

📊 Scénario laisser faire

	UM : Milliers TEP					
	2005	2010	2015	2020	2025	2030
Essences	1940	1982	2204	2467	2726	2760
Diesel	3591	3852	4197	4598	4972	5483
GPL/C	310	437	556	700	860	1006
Jet Fuel & autres	639	713	791	883	973	1085
Total	6500	6984	7748	8648	9531	10634

Tableau N° 03: la consommation de l'énergie dans le transport par type de produit à l'horizon 2030.

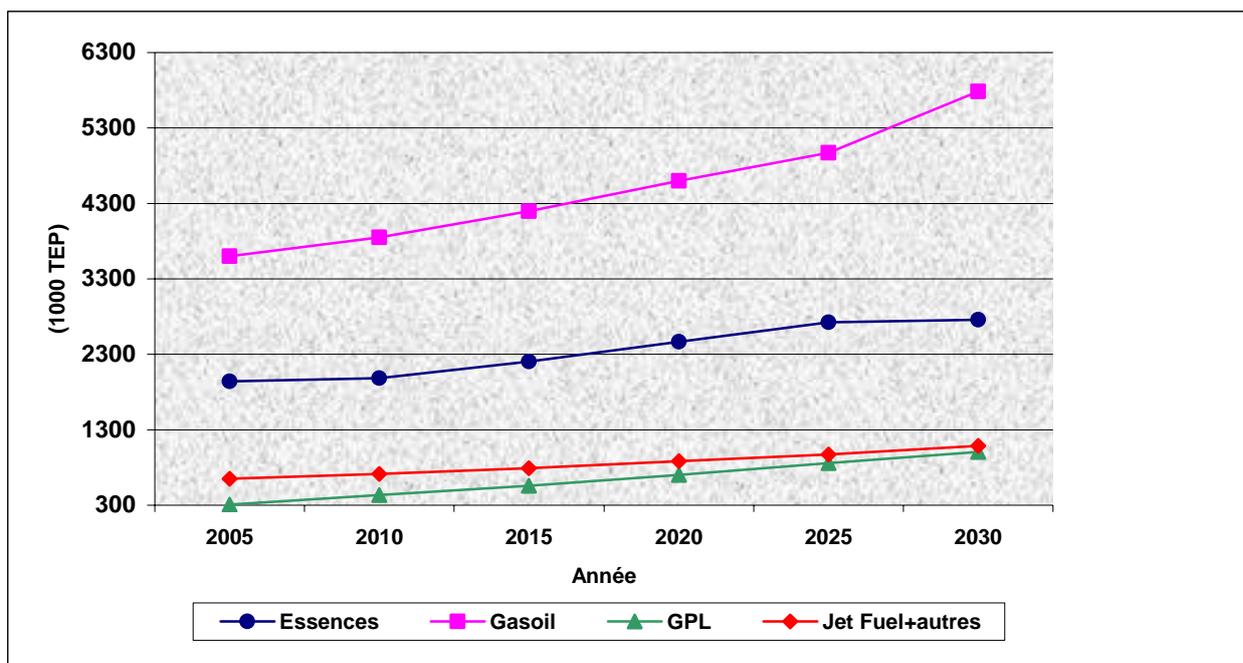


Fig 5 : Evolution de la consommation d'énergie dans le secteur des Transports par type d'énergie selon le scénario « laisser faire »

✚ Scénario volontariste :

UM : Milliers TEP

	2005	2010	2015	2020	2025	2030
Essences	1686	1919	2020	2198	2349	2609
Diesel	3524	3692	3853	4108	4299	4704
GPL/C	306	400	515	632	752	872
Jet Fuel & autres	627	683	726	789	841	937
Total	6143	6694	7114	7727	8241	9122

Tableau N° 04: la consommation de l'énergie dans le transport par type de produit à l'horizon 2030.

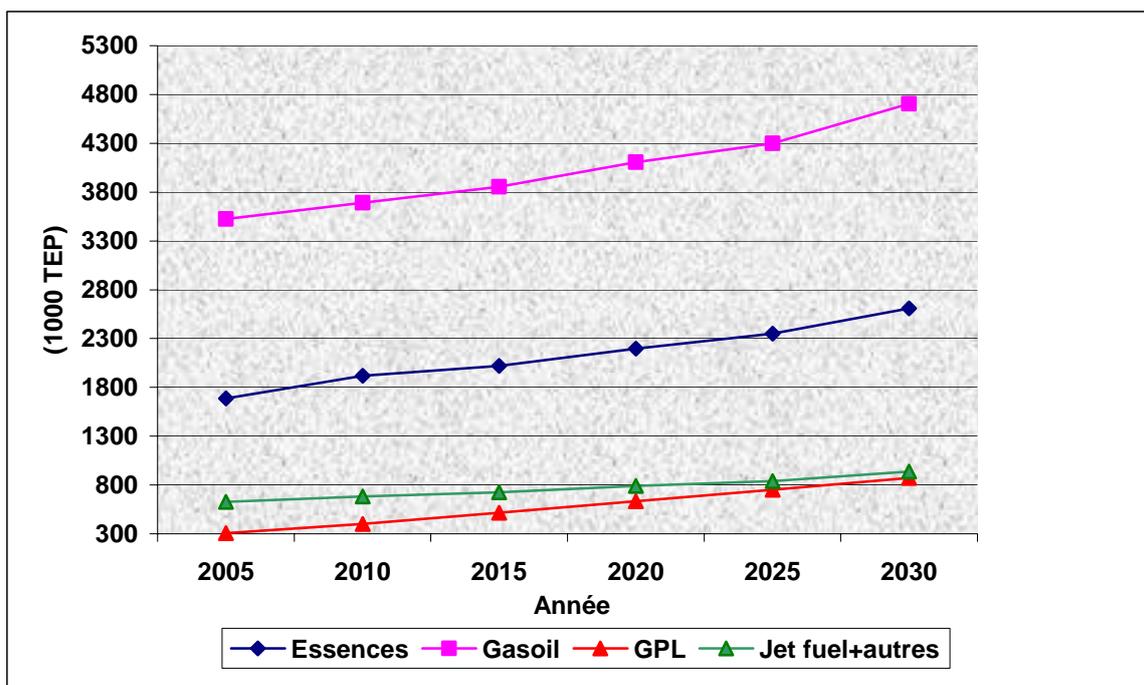


Fig 6 : Evolution de la consommation d'énergie dans le secteur des Transports par type d'énergie selon le scénario « volontariste »

4. Analyse des résultats:

📌 Scénario laisser faire :

La consommation d'énergie du secteur des transports augmente de plus de 64 % entre 2005 et 2030. L'essence voit sa consommation très légèrement augmenter sur la période, tandis que la consommation de gazoil augmente, témoignant d'une diésélisation du parc.

Cependant, ces évolutions croisées pourraient être remises en question si la capacité de raffinage en gazoil n'est pas augmentée.

📌 Scénario volontariste :

On constate que le scénario volontariste permet de maîtriser grandement la consommation d'énergie dans les transports : celle-ci n'augmente que de 48 % sur la période 2005-2030.

Cette maîtrise de la croissance est associée à des actions extrêmement volontaristes. (Voir les hypothèses énoncées dans le paragraphe relatif au choix du scénario).

Les évolutions diffèrent suivant les produits énergétiques : on observe une décroissance de la consommation d'essences encore plus nette que dans le scénario laisser faire, d'une part du fait d'une baisse plus marquée de sa part de marché au profit de celle du GPL carburant (dont la croissance est plus forte que dans le scénario laisser faire), et d'autre part du fait d'une amélioration des consommations spécifiques des véhicules routiers.

La croissance du diesel est maîtrisée, pour les mêmes raisons que pour l'essence.

III. Conclusion :

Le secteur des transports est le secteur où le potentiel d'économie est le plus faible, de l'ordre de 15 % des consommations du scénario laisser faire. Ceci s'explique par le fait que le facteur principalement responsable de l'évolution de la consommation dans les transports est l'accroissement du parc véhicules, variable dont il n'est pas facile d'inverser la tendance d'évolution.

Cela signifie que toute amélioration de l'utilisation de l'énergie dans ce secteur aura des effets directs et particulièrement significatifs sur la consommation finale en limitant le recours aux produits pétroliers. **[16]**

CHAPITRE VI :

APPORT ECONOMIQUE DES GPL DANS LE TRANSPORT ROUTIER EN ALGERIE

I. Introduction :

L'une des options du modèle national de consommation énergétique vise à privilégier, pour la couverture des besoins énergétiques internes, les énergies les plus disponibles, les moins entamées telles que les GPL(voir annexe 7), GNV.

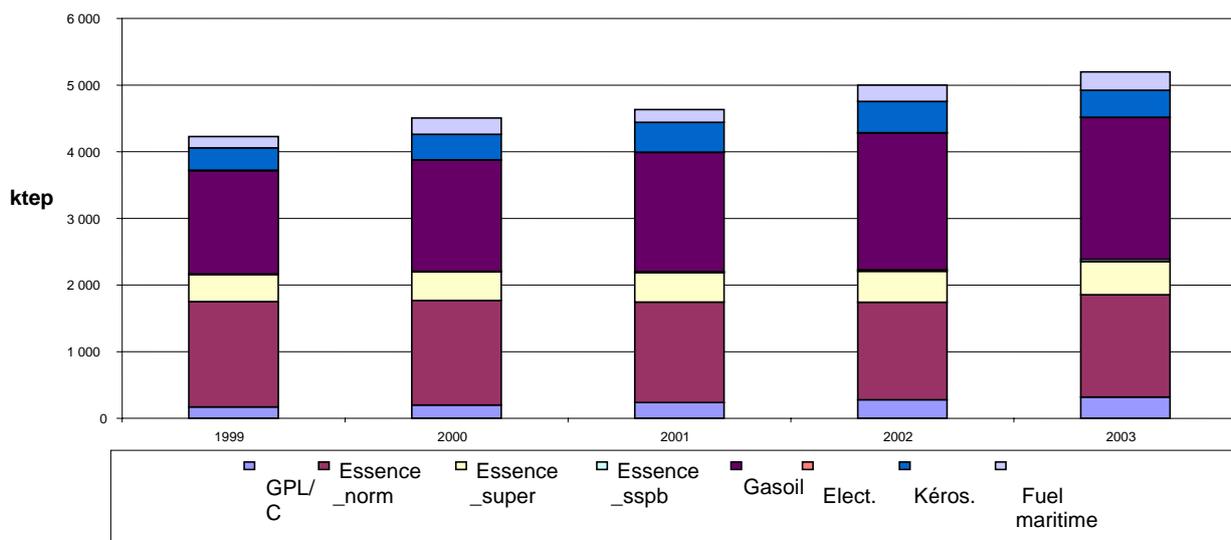


Fig.1 : Evolution des consommations du secteur des transports par produit 1999/2003
Source: « journée d'études sur le transport des produits pétroliers » [16]

Cela signifie que toute amélioration de l'utilisation de l'énergie dans ce secteur aura des effets directs et particulièrement significatifs sur la consommation finale en limitant le recours aux produits pétroliers. [16]

Ce qui aura pour conséquence bénéfique d'augmenter le potentiel d'exportation en produits mieux valorisés et de favoriser les équilibres environnementaux.

Pour les besoins de cette étude, nous allons estimer l'apport que puisse justifier la substitution des essences par les GPL dans la carburation de notre parc automobile.

A l'échelle mondiale, les carburants issus du pétrole constituent 97 % de l'énergie utilisée par les transports routiers.

Ces carburants ont déjà fait l'objet de nombreuses améliorations et, au delà des évolutions déjà programmées, il est vraisemblable que de nouvelles spécifications soient mises en œuvre d'ici 2030, pour répondre aux objectifs de qualité de l'air de l'union européenne et/ou aux éventuelles exigences de nouveaux modes de combustion des moteurs à allumage commandé et diesel.

Au delà, pour réduire les émissions de gaz à effet de serre des automobiles en conservant des moteurs à combustion interne, une voie d'action est la mise en œuvre d'énergies alternatives au pétrole. Certaines sont déjà utilisées depuis fort longtemps, souvent pour réduire une dépendance au pétrole au profit d'une ressource spécifique⁽¹⁾ (cas du Brésil). [12]

Sur les 1 500 MTEP consommées par le transport routier dans le monde en 2003, le gaz naturel (GNV), le gaz de pétrole liquéfié (GPL) et les biocarburants ne représentent toutefois aujourd'hui qu'une quarantaine de MTEP, soit moins de 3% du total. [12]

II. Le GPL carburant dans le monde:

Le GPL est un mélange de butane et propane qui a deux origines: il peut provenir directement des opérations de dégazolinage sur champs ou du raffinage de pétrole brut.

En France, près de 74 % de la production de GPL/C est issu du raffinage, en Californie cette proportion est de l'ordre de 60 % contre 40 % en moyenne au niveau mondial.

Ce carburant présente certains avantages en terme d'environnement (que nous verrons plus tard). [12]

Mais les inconvénients du GPL/C se situent à plusieurs niveaux: la nécessité de développer un réseau de distribution, le surcroît lors de l'achat du véhicule et les disponibilités limitées en produit.

Au niveau mondial, le parc de véhicules utilisant du GPL a progressé de 25 % en 3 ans, augmentant de 7.5 millions en 2000 à 9.5 millions en 2003 correspondant à une consommation de 16.5 M.tonnes. [12]

En 2003, la Corée détenait le premier parc mondial de voitures particulières (V.P) GPL avec 1.7 millions d'unités devant l'Italie (1.2 million), la Pologne (1.1 million) et la Turquie (1 million).

Au Japon et en Corée, le GPL/C est principalement utilisé par les taxis qui ont bénéficié de subventions pour assurer leur conversion à partir de diesel.

En Europe, l'utilisation du GPL/C a été introduite dans les années 50, surtout en Italie et aux Pays Bas et a été rendue plus attractive dans ces pays par des politiques fiscales incitatives: dans ces deux pays, les parcs sont relativement stables sur la période 2000 - 2003.

Il est également important de noter la montée en puissance de ce carburant dans les pays d'Europe de l'Est et plus particulièrement en Pologne, dont le parc de V.P GPL a été multiplié par 3 sur la période 2000-2003. [12]

Enfin, en France depuis 1996, les défiscalisations ⁽²⁾ successives lui ont permis de devenir moins cher que la gasoil mais sans percées réelles, avec un parc en recul en raison de problèmes techniques intervenus à la fin des années 90 et du manque d'offre.

Aux Etats Unis, l'utilisation de ce carburant pour le transport s'est accrue durant les années 70 et 80, principalement dans des flottes captives comme les taxis, les véhicules postaux, les bus ou les camions de livraison. [12]

Même si la part du GPL utilisé dans les transports au niveau mondial a légèrement progressé de 6.6 % en 1990 à près de 8 % en 2003, une généralisation de l'utilisation du GPL/C comme carburant automobile paraît improbable sur l'ensemble du parc, notamment pour des questions

⁽¹⁾ Utilisation des biocarburants

⁽²⁾ Le gouvernement français allège la fiscalisation du GPL/C, le litre passe de 4.7 F à 2.55 F

de disponibilités locales /régionales ou d'autres contraintes (d'ordre technique économique ou financière).

Pays	Parc 2003 (milliers)	Consommation 2003 (Kt)
Italie	1220	1202
Pays Bas	290	435
Pologne	1100	1070
France	180	166
République tchèque	145	68
Bulgarie	195	258
Lituanie	125	120
Corée	1723	3740
Japon	290	1528
Australie	492	1213
Etats Unis	190	730
Mexique	700	1200
Russie	550	780
Turquie	1000	1260
Monde	9416	16445

Tableau 1 : GPL/C dans le monde en 2003

Source: WLPGA IFPI Direction des études économiques /2004 [12]

Toutefois, les volumes mondiaux mobilisables pour des applications au transport pourraient augmenter dans l'avenir. En effet, le GPL peut s'obtenir à la sortie des raffineries mais également lors de la production de gaz sur champs.

De plus, l'utilisation du GPL en tant que carburant permettrait, dans une certaine mesure, une diversification des approvisionnements énergétiques des transports et la valorisation dans un contexte local de ressources qui peuvent être abondantes.

Actuellement, les véhicules fonctionnant avec ce combustible sont majoritairement commercialisés avec des systèmes à bicarburant (essence et GPL/C) qui permettent de combler le manque de stations de ravitaillement (moins de 10 % de stations en France permettent un ravitaillement en GPL/C). Il reste que cette solution ne permet pas un fonctionnement optimisé, que ce soit pour l'un ou pour l'autre des carburants.

Par conséquent, certains véhicules à bicarburant GPLC, avec la mise en place des normes Euro 4 en 2005 (voir annexe 8), vont nécessiter une adaptation importante. Tout comme pour les carburants classiques, un développement technologique spécifique devra être réalisé pour garantir les niveaux d'émissions de polluants. [12]

III- Le GPL carburant en Algérie : [33]

a. Historique :

1977-1983 :

- Expérimenter des GPL comme source d'énergie motrice, en service réel sur une flotte de véhicules légers, et en essai statiques sur un banc moteur. L'objectif de ces essais était d'identifier les problèmes éventuels (technologie, sécurité, économie) dus à l'utilisation des GPL dans les conditions spécifiques de notre pays et d'y apporter les solutions en vue d'une généralisation normalisée. Des tests de choc ont été aussi

réalisés durant la phase expérimentation. Des tests incendie ont permis de constater l'efficacité du système.

Dans ce cadre, il a été procédé à la conversion de 20 véhicules qui totalisèrent plusieurs milliers de kilomètres. Il a été mis en place un réseau de distribution de trois (03) stations en région centre du pays.

Ainsi, en plus de l'expérience mondiale, les résultats positifs obtenus durant cette période ont permis aux autorités de décider sur des bases objectives, l'introduction en Algérie des GPL comme carburant.

- Elaborer un cadre réglementaire nécessaire à l'utilisation du GPL comme carburant.

L'utilisation du GPL/C a démarré en Algérie à travers la société publique NAFTAL. [33]

1984-1988 : Lancement et généralisation

- Fixer le prix du GPL carburant à la pompe.
- Importer des équipements nécessaires à l'opération de conversion
- Former des agents aux opérations de conversion et aux questions de sécurité durant toute cette période.
- Lancer une campagne d'informations et de sensibilisation du public sur l'activité « SIRGHAZ »
- Renforcer le réseau de distribution

Cette phase a permis de cerner tous les problèmes concrets qui se sont posés dans le cadre de l'introduction de ce nouveau carburant en Algérie.

1989-2005 : Utilisation à grande échelle

A partir de 1989, plusieurs plans d'actions ont été mis au point et exécuté pour dynamiser la généralisation du GPL carburant, notamment :

- Généralisation à l'ensemble du parc automobiles des wilayas du nord et pénétration dans les pôles industriels du sud.
- Extension du réseau de distribution et de conversion à l'ensemble des régions du pays.
- Ouverture de l'activité de conversion véhicules au secteur privé. [33]

b. Les textes réglementaires et institutionnels régissant l'utilisation du GPL/C en Algérie. [34]

Sur le plan réglementaire, un groupe de travail a été constitué à l'initiative du Ministère d'Energie et des Mines, afin d'actualiser la réglementation en vigueur qui date des années 80.

1. Décret 83-496 du 13 Août 1983 relatif aux conditions d'utilisation et de distribution du gaz du pétrole liquéfié GPL comme carburant sur les véhicules automobiles.
2. Arrêté interministériel du 31 Août 1983 révisé le 28 novembre 1985, portant conditions d'équipement, de surveillance et d'exploitation des installations GPL carburant équipant les véhicules automobiles.
3. Arrêté interministériel du 20 septembre 1983, révisé le 03 juin 1988 portant conditions d'aménagement et d'exploitation des installation de distribution de gaz du pétrole liquéfié.

4. Décret 90-245 du 18 Août 1990 portant réglementation des appareils à pression de gaz.
5. Arrêté interministériel du 02 janvier 1988 portant conditions d'agrément des installations d'équipements permettant l'utilisation de gaz pétrole liquéfié (GPL) comme carburant sur les véhicules automobiles.
6. Arrêté du 2 janvier 1988 fixant la composition GPL à usage de carburant sur les véhicules automobiles.

c. Evolution de l'activité de conversion des GPL :

La généralisation de l'utilisation du GPL/C ou Sirghaz ⁽¹⁾ depuis 1983 a permis de mettre en place : [34]

- Environ 300 stations de distributions GPL /C pour une capacité totale de plus de 4 500 M³ qui constitue un maillon important dans la phase de généralisation de l'utilisation du GPL/C. Ce réseau a été densifié par l'accès de ce produit aux importantes agglomérations et les grands axes routiers. Le rayon moyen entre stations est de l'ordre de 50 Km au nord et de 250 Km au sud.
- 40 centres de conversion véhicules ont été mis en place à travers le territoire national par NAFTAL dont seulement 25 sont opérationnels et 15 fermés pour non rentabilité ; les centres opérationnels sont en mesure de convertir tous les types de véhicules et dont la capacité est de 5 000 véhicules/an.
- 93 centres de conversion privés sont opérationnels et peuvent convertir plus de 15 000 véhicules /an.
- 120 000 Véhicules convertis constituant le parc actuel.

(Voir détail en annexe 9)

d. Evolution du prix des GPL carburant par rapport aux autres carburants.

Le GPL/C est le carburant dont le prix à la pompe est le moins cher que les autres carburants depuis son introduction dans le marché.

Unité : DA/HL

Carburant	1987		1989	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
GPL/C	630	700	720	720	720	720	720	720	720	900
Essence super	1900	2000	2050	2125	2125	2125	2225	2225	2225	2300
Essence normale	1700	1800	1840	1915	1915	1915	2015	2015	2015	2120
Gasoil	1060	1125	1150	1175	1175	1175	1175	1175	1175	1370

Tableau 2 : Evolution des prix des produits pétroliers

Source: www.mem-algeria.org

e. Evolution de la consommation du GPL/C

⁽¹⁾ Sirghaz : est l'appellation commerciale du GPL carburant en Algérie

Unité : Tonnes

Carburant	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992
GPL/C	3	53	254	3591	12108	13595	15534	17731	18985	32498

Unité : Tonnes

Carburant	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002
GPL/C	38897	39655	43567	70333	103923	133049	153579	182194	217267	253770

Unité : Tonnes

Carburant	2003	2004	2005	cumul
GPL/C	273865	300262	308 837	2 233 550

Tableau 3 : Evolution de la consommation du GPL/C (1983-2005)

Source : www.naftal.dz

Les consommations ont évolué de **254** TM en 1985 à **43 567** TM en 1995 puis à **308 837** TM en 2005.

Le cumul des consommations s'élève à près de **2 223 550** TM équivalent à une économie de **2 594 142** TM en essences usuelles.

f. Contraintes de développement du GPL/C en Algérie :

L'activité GPL carburant en Algérie fait face de puis son lancement à des contraintes multiples qui freinent son développement. Parmi elles, nous citons : [37]

- La faible densité de stations de distribution de GPL au niveau du territoire,
- L'insuffisance de moyens de distribution
- Les faibles marges de distribution de GPL/C qui n'incitent pas à l'investissement dans cette activité.
- L'absence du secteur privé dans l'activité conversion jusqu'en 1996
- Le coût de conversion des véhicules notamment à injection qui rebute une partie importante de la clientèle qui a des difficultés à assumer cette dépense
- L'absence de crédit pour la conversion
- Les appréhensions injustifiées quant aux dangers que présenterait l'utilisation du GPL
- L'interdiction faite par les concessionnaires aux acquéreurs de véhicules neufs de convertir au GPL leurs véhicules sous peine de perdre la garantie ;
- La pénétration de plus en plus forte de véhicules diesel notamment par les concessionnaires européens

IV. Perspectives de l'évolution de la consommation du GPL/C :

Pour ce faire, une projection du parc automobile en général, et le parc automobile essence convertible au GPL/ C s'impose.

a. Parc national automobile:

Chaque année, l'office National des statistiques « ONS », établit et actualise des bases de données à partir du Ministère des Transports, et la Direction des Douanes.

Ces données portent à la fois sur le nombre et les consommations du parc automobile des véhicules importés et vendus en Algérie.

Dans ce contexte, nous allons examiner la constitution du parc automobile algérien ainsi que son évolution.

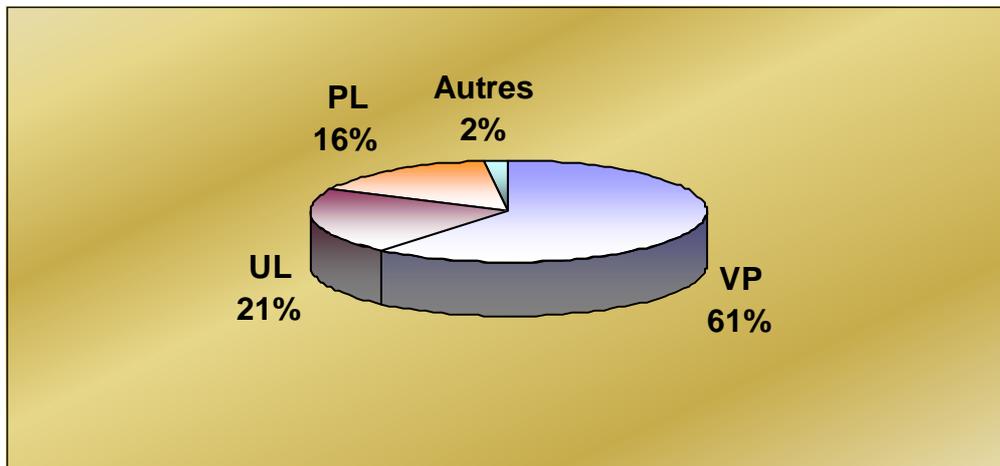
1. Constitution du parc : [15]

Le parc national automobile au 1er janvier 2004 est constitué de 2 930 708 véhicules à moteur, toutes catégories confondues.

Ce parc comprend :

⊖ Véhicules	1 775 263
⊖ Camions	303 416
⊖ Camionnettes	622 214
⊖ Autocars	47 419
⊖ Tracteurs	48 531
⊖ Autres-TR	121 636
⊖ Véhicules- Spéciaux	2 890
⊖ Motos	9 339

Soit:



- VP : véhicule particulier
- UL : véhicule utilitaire léger
- PL : Camions et traceurs routiers poids lourds
- Autres : Autocars, Bus, Moto.

Les deux premières catégories (VP+UL) représentent les 82 % du parc national automobile et comprennent la majeure partie (92 %) des véhicules équipés de moteur à allumage commandé.

Les deux dernières catégories (PL+TC) représentent 13.9 % du parc national automobile et sont constituées en grande majorité (94 %) de véhicules diesel.

Il n'y a pas de production nationale pour les véhicules de catégories VP et UL, mais une partie des véhicules PL et TC est fabriquée par la SNVI.

	véhicules	camions	camionnettes	Auto-cars	TR	autres TR	v.sp.	RQ	motos	Total
Avt 80	720 109	124 492	198 653	10 518	12 084	36 930	1 615	26 045	3 700	1134 146
1980	36 107	10 869	20 886	883	1 590	4 817	100	3 327	364	78 943
1981	91 958	23 612	33 702	2 248	3 337	7 702	73	4 324	513	167 469
1982	70 452	13 741	42 136	1 869	4 391	6 711	126	4 133	573	144 132
1983	66 106	20 880	47 102	1 451	4 980	6 318	143	5 346	1 052	153 378
1984	76 208	27 794	68 605	2 143	3 422	7 892	37	4 429	1 032	191 562
1985	66 874	16 091	34 822	1 558	3 459	6 379	62	3 614	362	133 221
1986	56 381	13 077	23 319	870	3 712	5 680	63	4 843	443	108 388
1987	73 630	10 080	16 633	952	2 726	5 865	104	4 610	256	114 856
1988	55 866	5 514	9 507	763	1 546	2 046	36	5 227	127	80 632
1989	65 247	3 333	12 832	748	896	2 531	35	3 604	162	89 388
1990	56 660	5 709	13 016	788	856	3 674	133	3 389	110	84 335
1991	35 682	5 423	10 675	560	463	5 366	23	2 857	21	61 070
1992	25 126	3 053	8 451	572	932	4 411	31	3 592	43	46 211
1993	26 642	2 380	9 117	689	672	5 012	37	4 247	26	48 822
1994	22 326	1 675	10 600	861	402	2 725	54	3 123	45	41 811
1995	29 933	923	13 481	623	402	1 377	27	1 959	58	48 783
1996	24 448	1 670	16 107	785	267	1 110	41	1 737	44	46 209
1997	20 623	1 187	10 467	1 603	263	778	51	1 113	63	36 148
1998	26 023	1 120	3 505	2 905	286	1 091	12	970	75	35 987
1999	32 503	1 946	3 745	6 765	211	936	14	949	91	47 160
2000	13 432	1 522	2 243	2 633	202	672	8	813	38	21 563
2001	16 266	1 986	2 911	1 533	269	421	14	592	47	24 039
2002	30 935	2 080	3 145	1 815	477	492	38	594	28	39 604
2003	35 726	3 259	6 554	1 284	686	700	13	1 300	66	49 588
Total	1 775 263	303 416	622 214	47 419	48 531	121 636	2 890	96 737	9 339	3 027 445

Tableau 4 : Répartition du parc national automobile selon le genre et l'année de mise en circulation au 01/01/2004.

Source: www.ons.dz

2. Carburants utilisés :

Globalement, et pour l'ensemble du parc national automobile, les taux d'utilisation des différents carburants sont les suivants :

- 70 % sont des véhicules particuliers qui roulent encore aujourd'hui à essence (sans plomb, super et normale),
- 28 % sont des véhicules à gasoil.
- 2% sont des véhicules à bicarburation (GPL/C "sirghaz").

En terme de tonnage, les consommations de carburants ont été de **6 083 831 TM** à fin 2004, soit:

- 1 872 343 TM Essences
- 3 911 226 TM Gasoil
- 300 262 TM GPL/C

c. Evolution du parc automobile VP+UL :

Le parc national automobile subit les effets de la crise économique. Sa croissance est pratiquement en régression continue depuis 1985, année où les immatriculations nouvelles, toutes catégories confondues ont atteint le chiffre record de 191 047 véhicules, dont 148 193 véhicules de catégories VP+UL. [35]

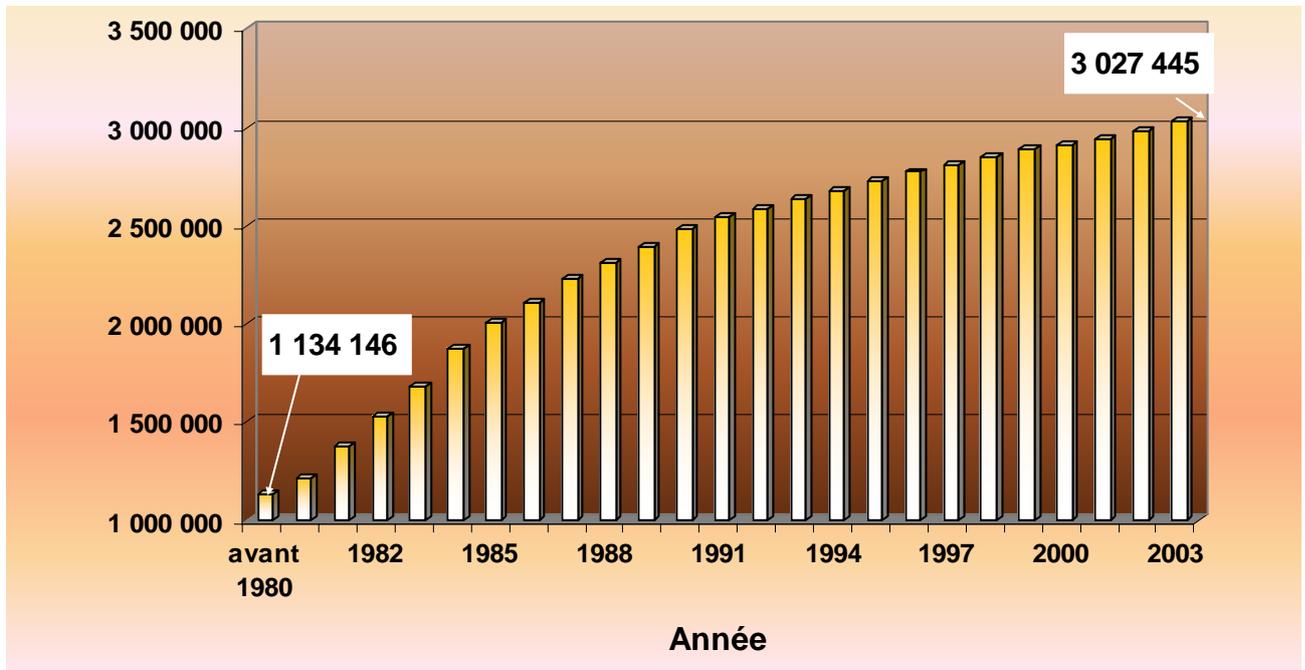


Fig 3 : Evolution du parc automobile par année de mise en circulation
Source: www.ons.dz

On observe ainsi un vieillissement continu du parc automobile, qui s'accroît depuis 1990, avec un taux de croissance global sur 6 ans, qui n'atteint que 8% de 1990 à 1996, soit 1.34 % par an ; taux à rapprocher des taux de croissance annuels de 10 à 12 % observés dans les années 1980 à 1984.

Au cours des années quatre vingt dix, les tranches annuelles d'immatriculation nouvelles sont descendues à un niveau inférieur à celui observé dans les années soixante.

Et comme les immatriculations nouvelles de ces dernières années sont constituées à 80 % de véhicules d'occasion importés, le vieillissement ne fait que s'accroître, se traduisant par :

- un âge moyen des véhicules supérieur à 14 ans,
- une baisse globale de 53 % en 6 ans, soit - 8.8 % par an en moyenne, du nombre de véhicules de la tranche d'âge inférieur ou égal à 10 ans.

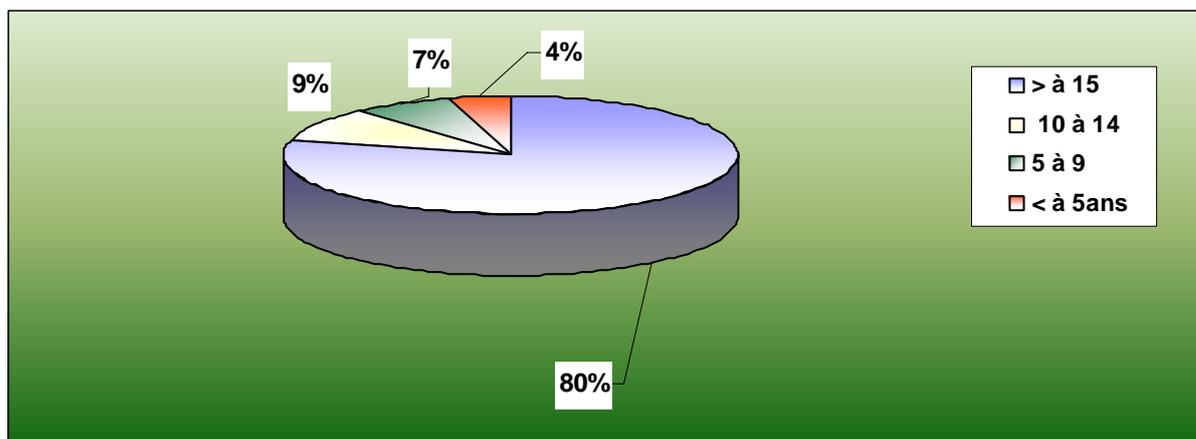


Fig.4 : répartition du parc automobile selon quatre tranches d'âge au 01/01/2004

Source : www.ons.dz

Cette tendance au vieillissement peut se poursuivre assez longtemps encore sur le moyen terme, en attendant la reprise espérée de la croissance, et tant qu'on n'aura pas retrouvé le niveau des immatriculations annuelles de véhicules enregistré dans les années quatre vingt.

Un changement de tendance semble cependant s'amorcer depuis 1998, avec l'entrée sur le marché de véhicules d'origine asiatique, notamment Daewoo, Hyundai, Kia, .. à des prix plus abordables et l'introduction des formules Crédits CNEP et Banque, qui ont favoriser les ventes massives de ces véhicules.

	avant 1997	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	Total
RENAULT	50 444	4 070	2 781	5 258	8 702	3 108	1 553	6 719	82 635
PEUGEOT	45 427	1 294	1 259	1 680	3 614	720	327	8 625	62 946
WOLSWAGEN	5 674	256	265	319	652	361	476	1 482	9 485
TOYOTA	2 500	16	44	216	176	145	560	2 481	6 138
DACIA	1 822	22	12	4	8	1	1	69	1 939
DAEWOO	393	101	821	1 531	648	245	169	120	4 028
SNVI	535	300	600	700	780	727	728	735	5 105
MERCEDES	2 531	226	188	304	368	188	171	393	4 369
FIAT	7 680	138	145	239	235	100	59	150	8 746
CIRTA PMA	2 084	27	65	28	26	43	149	442	2 864
EN PMA UMA	100	65	67	76	59	53	109	403	932
CITROËN	1 538	263	492	1 248	1 963	719	215	916	7 354
NISSAN	282	12	6	15	21	15	31	128	510
MITSUBICHI	75	15	13	20	19	12	64	282	500
MAZDA	5 153	6	18	14	7	15	7	45	5 265
OPEL	224	52	57	157	248	116	40	139	1 033
HONDA	2 718	15	31	35	30	27	17	90	2 963
BENBADIS	269	1	6	1	2	4	17	75	375
BMW	424	13	18	13	20	21	28	54	591
AUDI	564	4	15	14	19	11	19	28	674
ISUZU	160	0	9	19	34	24	36	119	401
LAND ROVER	479	3	2	6	22	8	7	9	536
VOLVO	489	1	4	2	4	0	5	28	533
HINO	349	2	0	0	0	0	0	0	351
BERLIET	1 560	0	0	0	0	0	0	0	1 560
ZASTAVA	1 454	0	5	4	2	5	0	20	1 490
SEAT	294	34	34	56	98	104	23	54	697
DEUTZ	657	0	1	2	0	0	0	3	663
FRUEHAUF	346	1	0	0	0	0	0	0	347
SAVIEM	470	0	0	0	0	0	0	0	470
SIMCA	138	0	0	0	0	0	0	0	138
DATSUN	10	0	1	0	2	1	5	20	39
HANDAI	61	9	75	246	191	190	332	2 769	3 873
KIA	54	21	30	88	265	98	104	612	1 272
FORD	406	41	38	59	83	40	5	6	678
AUTRES	14 146	225	396	649	552	543	662	3 386	20 559
TOTAL	151 510	7 233	7 498	13 003	18 850	7 644	5 919	30 402	242 059

Tableau 5: Répartition des immatriculations du 2eme semestre 2003 selon la marque et l'année de mise en circulation

Source: www.ons.dz

3- Parc de véhicules GPL/C :

Le parc de véhicules GPL/C est constitué des seuls véhicules convertis à la bicarburation de 1983 à ce jour. Ce parc représente à fin 2003, 120 000 véhicules environ, soit 4 % du parc national automobile. [36]

Les conversions se répartissent en :

- 100 000 véhicules convertis dans les ateliers du réseau NAFTAL depuis 1983,
- 20 000 véhicules convertis dans les ateliers des opérateurs privés qui ont commencé à s'installer depuis 1995.

Aujourd'hui, les principaux constructeurs automobiles, à travers l'Europe, l'Asie et les Etats Unis, développent et ont déjà mis sur le marché des modèles de véhicules au GPL/C, directement livrés en bicarburation.

Parmi ces constructeurs figurent les principaux fournisseurs du marché Algérien, Peugeot, Renault, Volkswagen, Fiat, Citroën, Mazda, Toyota, Nissan, Daewoo et d'autres. [36]

Pourtant,

- aucun des concessionnaires ou représentants de ces constructeurs agréés en Algérie ne propose et n'essaie de promouvoir un véhicule GPL sur notre marché,
- les particuliers, les entreprises nationales, ou les administrations qui importent directement leurs véhicules de l'étranger ne semblent pas encore intéressés par la formule GPL/C.

Il est vrai que les modèles livrés en bicarburation présentent un surcroît variant de 8 % à 15 % du prix du véhicule à essence (de 1 500 à 2 250 Euros sur les marchés européens) [36] ce qui peut être considéré comme relativement élevé pour notre marché, d'autant plus que la conversion opérée par les ateliers agréés nationaux ne coûte actuellement que 23 300 à 70 000 DA.

Mais comme ce surcroît à l'achat est du même ordre de grandeur que celui généralement accepté pour les véhicules « diesel », on peut regretter l'inexistence sur notre marché de véhicules directement livrés en GPL, sachant les avantages attendus d'une bicarburation d'origine : réglages optimisés du moteur pour les deux carburants, fiabilité et sécurité d'utilisation, disposition mieux adaptée du réservoir, etc..

b. -Parc convertible au GPL :

1 .Catégories ciblées :

Dans la perspective de la conversion du parc national automobile au GPL, ce sont les catégories VP et UL qui sont les premières ciblées, à travers la conversion des moteurs puisque :

- Elles sont constituées à plus de 82 % par des véhicules à essence, et comprennent 32 % de l'ensemble du parc de véhicules à essence (moteurs à allumage commandé)
- Elles sont plus aisément convertibles : expérience acquise, technologie mieux maîtrisée, disponibilité des kits de conversion, etc..

2. Estimation du parc automobile VP+UL à l'horizon 2030:

Afin d'estimer le parc automobile, notamment pour les VP et UL, nous nous sommes intéressés pour une première étape à l'évolution du parc depuis 1980 (voir tableau 2), et à l'aide du tableur de calcul « Excel », nous avons choisi une courbe de tendance pour la projection de cette évolution à l'horizon 2030.

Les résultats sont portés au tableau suivant :

Unité : Millions

	2005	2010	2015	2020	2025	2030
Parc automobile (VP+UL)	2.5	2.8	3.1	3.3	3.6	3.8

Tableau 6: Evolution du parc automobile (VP+UL) à l'horizon 2030

2ème étape : Sachant que la part du parc automobile VP+UL consommant comme carburant les essences est de 80 % par rapport au total parc automobile VP+UL , on peut estimer directement le futur parc automobile VP+UL consommant les essences, soit:

Unité : Millions

	2005	2010	2015	2020	2025	2030
Parc automobile (VP+UL) Essence	2.1	2.3	2.5	2.7	2.9	3.2

Tableau 7: Evolution du parc automobile (VP+UL) Essence à l'horizon 2030

C'est, ce parc qui nous permettra de convertir une grande partie en GPL/C et ce selon les objectifs à atteindre.

Si on suppose que l'objectif à atteindre, est de convertir 40 % de ce parc, ou encore 60 % ; alors quel serait le gain financier qu'on pourrait réaliser ?

V. Estimation du gain économique de la conversion des véhicules au GPL/C :

Le parc convertible, dans les catégories VP et UL peut être estimé à partir du parc théorique (Ensemble des véhicules enregistrés) corrigé par un certain nombre de facteurs, parmi lesquels, le taux maximum de conversion espéré, pouvant se situer entre **40 % et 60 %**.

 **Scénario 1 : Taux de conversion est de 40 % :**

	2005	2010	2015	2020	2025	2030
Parc essence	2 028 000	2 315 000	2 536 400	2 741 400	2 946 400	3 151 400
Parc conv. GPL (40 %)	152 100	231 500	507 280	685 350	883 920	1 260 560
Consomm. GPL/C (TM)	304 200	463 000	1 014 560	1 370 700	1 767 840	2 521 120
Equivalent essence (TM)	358 956	546 340	1 197 181	1 617 426	2 086 051	2 974 922
Gain financier (\$)	17 947 800	27 317 000	59 859 040	80 871 300	104 302 560	148 746 080

Tableau 8: Prévion du gain financier réalisé par la substitution de 40 % du parc automobile au GPL/C

 **Scénario 2 : Taux de conversion est de 60 % :**

	2005	2010	2015	2020	2025	2030
Parc essence	2 028 000	2 315 000	2 536 400	2 741 400	2 946 400	3 151 400
Parc conv. GPL (60 %)	202 800	463 000	760 920	1 096 560	1 473 200	1 890 840
Consomm. GPL/C (TM)	405 600	926 000	1 521 840	2 193 120	2 946 400	3 781 680
Equivalent essence (TM)	478 608	1 092 680	1 795 771	2 587 882	3 476 752	4 462 382
Gain financier (\$)	17 947 800	54 634 000	89 788 560	129 394 080	173 837 600	223 119 120

Tableau 9: Prévion du gain financier réalisé par la substitution de 60 % du parc automobile au GPL/C

On constate qu'au plan macro-économique, les retombées en devises liées au différentiel entre le prix des carburants liquides et au GPL/C, sur le marché international sont appréciables et

pourraient s'accroître d'avantage si un effort financier était accordé au développement et au soutien de cette substitution.

Les taux de conversion fixés, soient (40 et 60 %), peuvent être jugés irréalisables, si on voit les réalisations à ce jour (environ 120 000 véhicules et 300 stations en 18 ans).

Cependant un pays comme la Pologne qui a démarré le GPL/C bien après l'Algérie (début des années 90) et qui n'est pas un pays gazier a converti en 2001, 140 000 véhicules au GPL/C et a réalisé à ce jour 3 000 stations de distribution de GPL [37]

VI. Conclusion :

La problématique particulière de ce chapitre, est de savoir dans quelle mesure le GPL carburant, constitue une opportunité économique pour l'Algérie.

Au terme des prévisions et des résultats obtenus dans cette partie, il apparaît que l'intérêt de la promotion des GPL carburant, se situe au niveau énergétique et économique.

La consommation du GPL carburant sur le marché intérieur permet de dégager de l'essence à l'exportation avec une entrée supplémentaire en devise de l'ordre de **50** Dollars par tonne par rapport au GPL. [37]

Outre le gain économique de l'ordre de **1.40** DA/Km par rapport à l'essence, l'utilisation du GPL/C offre à l'utilisateur une conduite plus agréable particulièrement en milieu urbain avec moins de vibrations et moins de bruit. [37]

En conséquence il est nécessaire de mettre en place des mesures incitatives pour atteindre un taux maximum de conversion du parc automobile aux GPL/C.

CHAPITRE VII :

APPORT ENVIRONNEMENTAL DES GPL DANS LE TRANSPORT ROUTIER EN ALGERIE

I. Introduction :

La demande du secteur des transports routiers devrait à l'avenir croître de manière importante, les conséquences de cette évolution aussi bien en terme de consommation d'énergie ou de rejet de gaz à effet de serre ne seront pas soutenables sur le long terme si rien n'est fait.

Pour rappel, le dernier exercice de scénario long terme de l'AIE, Agence Internationale de l'Energie (Horizon 2030), montre clairement que dans la future croissance mondiale de la consommation d'énergie et des émissions de CO₂, deux secteurs joueront un rôle prépondérant : celui de la production d'électricité et celui des Transports. [31]

Il faut souligner cependant, que la situation des transports est plus préoccupante que celle de la production. En effet, dans ce dernier secteur, les principaux acteurs pour la mise en place de mesures de limitation de sa croissance, sont en nombre limité et les alternatives technologiques sont beaucoup plus nombreuses que dans le secteur de transports, largement dominé par le couple moteur à combustion interne/ produits pétroliers.

L'Algérie, qui est un pays riche en pétrole et gaz et disposant d'un parc automobile issu de l'importation, est dans l'obligation de se pencher beaucoup plus sur le développement des produits pétroliers destinés à la carburation du parc automobile tout en respectant la protection de l'environnement.

Dans ce contexte, nous allons procéder dans ce dernier chapitre à l'estimation de l'impact environnemental de l'utilisation des GPL dans le transport routier, mais avant cela, il est opportun de donner quelques définitions générales concernant l'environnement et les problèmes liés à ce domaine.

II. Les effets des principaux polluants issus des carburants fossiles:

La combustion de ces hydrocarbures génère un certain nombre de polluants, émis à l'échappement des moteurs à la suite du processus de combustion.

Certains de ces polluants font l'objet d'une réglementation : il s'agit en particulier du monoxyde de carbone (CO), des oxydes d'azote (NO et NO₂, notés NO_x), les hydrocarbures imbrûlés (HC) et les particules de suies. Le CO, les HC et les suies sont le résultat d'une combustion incomplète alors que les oxydes d'azote sont issus de la réaction entre l'oxygène et l'azote de l'air portés à haute température. [38]

Le secteur des transports contribue majoritairement aux émissions de NO_x et de CO₂ (voir figure 1), et reste un contributeur important quoique minoritaire pour les particules et les hydrocarbures imbrûlés. [38]

L'effet de ces polluants s'exerce d'abord à l'échelle locale, notamment urbaine. Le premier effet est celui des polluants primaires c'est à dire ceux issus directement du pot d'échappement et la pollution va alors s'exercer à proximité immédiate des sources d'émissions, en particulier dans les zones de circulation dense et difficile.

Un cas particulier critique est celui des rues « canyon », mal ventilées et bordées d'immeubles qui bloquent la dispersion des polluants atmosphériques. [38]

Les polluants primaires peuvent dans certaines conditions climatiques, caractérisées en particulier par un fort ensoleillement et peu de vent, être à l'origine d'une pollution dite secondaire, c'est-à-dire provoquée par une transformation chimique dans l'atmosphère.

C'est notamment le cas de l'ozone qui est produit par un ensemble de nombreuses réactions chimiques complexes, activées par le rayonnement solaire et faisant intervenir les NOx et composés organiques volatils (COV) dont font partie les hydrocarbures imbrûlés. L'ozone est la cause de la plupart des pics de pollution estivale qui se manifestent en général au voisinage des grandes agglomérations.

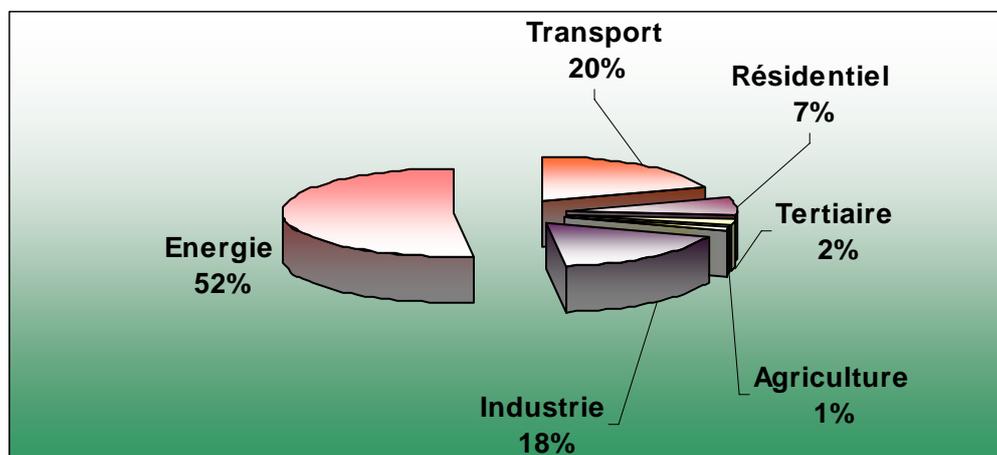


Fig 1 : Répartition des émissions de CO₂ par secteur dans le monde en 2003
Source : [www. Enerdata.fr](http://www.enerdata.fr)

III. Effet de serre et changements climatiques :

En raison des importantes oscillations naturelles du climat et des interactions complexes entre ses composants (gaz à effet de serre, vapeur d'eau, rayonnement solaire, taches solaires, forme de l'orbite terrestre, aérosols, volcans), il est très difficile aujourd'hui encore de discerner et de prouver statiquement les effets des rejets anthropogènes sur le système global. Cependant, presque tous les indicateurs (processus physiques, modélisations numériques, etc.) s'accordent pour prévoir des effets de l'ordre de ceux qui ont été retenus dans le deuxième rapport de l'IPCC⁽¹⁾. [39]

Selon ce rapport, établi en 1995, la température moyenne planétaire pourrait augmenter de 1 à 3.5 °C et le niveau des mers s'élever de 15 à 95 cm d'ici à l'an 2100, si les tendances actuelles des émissions de gaz à effet de serre devaient se maintenir. [39]

Au cours des 400 000 dernières années, l'alternance entre périodes glaciaires et périodes chaudes témoigne d'une étroite corrélation entre la concentration de CO₂ et la température à la surface de la terre.

Il s'agit selon les connaissances actuelles de la concentration de CO₂ provoque une augmentation de la température et réciproquement. Une fois ce processus engagé, il s'amplifie de lui-même. [39]

Parmi ces facteurs figurent le changement d'inclinaison de l'axe de la terre, précisément, la présence d'une puissante source additionnelle de CO₂. C'est ainsi que la concentration de

⁽¹⁾ Groupe Intergouvernemental d'Experts sur l'Evolution du Climat, GIEC

CO₂ a augmenté lors du réchauffement qui a suivi le dernier glaciaire (il y a 11 000 ans environ).

a. Définition des gaz à effet de serre :

C'est un réchauffement de la terre, des océans et de l'atmosphère dû à la rétention, par un certain nombre de constituants atmosphériques, d'une partie de la chaleur induite par les rayons du soleil.

Le système terre-atmosphère reçoit du soleil un rayonnement incident moyen de 342 watts/m².

La plus grande partie (soit 7 %) de ce flux d'énergie est absorbée soit par l'atmosphère (20 %), soit par la surface de la terre (50 %), et transformée en chaleur.

La surface terrestre réémet un rayonnement infrarouge vers l'atmosphère. Or, plusieurs composants chimiques de celle-ci absorbent les infrarouges, puis réémettent dans toutes les directions. Une partie retourne vers la surface terrestre, laquelle s'échauffe encore un peu plus : **c'est l'effet de serre [40]**

b. Les gaz favorisant l'effet de serre :

Ce sont les gaz qu'on appelle gaz à effet de serre (GES). Ils ont la particularité d'être transparents mais opaques pour une majeure partie du rayonnement infrarouge émis par la terre. Le taux d'absorption dépend du gaz considéré, en raison de la structure électronique des molécules qui le composent. [40]

L'examen de l'absorption et de l'émission des rayonnements par la vapeur d'eau a montré que celle-ci est responsable d'environ 55 % de l'élévation de la température par effet de serre. Sa durée de vie dans l'atmosphère est très courte : il faut au moins de deux semaines pour qu'elle soit recyclée sous forme de pluie ou de neige. [40]

Le deuxième gaz à effet de serre est le gaz carbonique CO₂. Bien qu'il est en augmentation rapide en raison des activités humaines, il ne compte aujourd'hui que pour 0.038 % de l'atmosphère, soit 380 ppmv⁽¹⁾, mais il est responsable d'environ 40 % de l'effet de serre. La quantité de dioxyde de carbone émise par un pays dans l'atmosphère est surtout fonction de la taille de son économie, son niveau d'industrialisation et de l'efficacité de sa consommation d'énergie. [40]

Les autres principaux gaz à effet de serre, responsables chacun d'environ 2% de l'élévation naturelle de la température sont le méthane CH₄, l'oxyde nitreux N₂O. Leurs teneurs actuelles sont encore faibles : respectivement 1.8 ppmv, 0.3 ppmv et 0.03 ppmv.

Il est porté sur le tableau 1, les différents polluants, avec différentes sources d'origine ainsi qu'les conséquences. [40]

⁽¹⁾ ppmv= une partie par million de volume= 0.0001%

Polluants	Sources	Conséquences
SO ₂ Dioxyde de soufre	Combustion de fuel lourd, charbon, gasoil	Maladies respiratoires, pluies acides destructrices des forêts
NO _x Oxydes d'azote	Centrales énergétiques et véhicules	Troubles respiratoires chroniques, pluies acides, effet de serre
CO Oxyde de carbone	Combustion incomplète dans les véhicules (embouteillages)	Troubles sensoriels, effet de serre .
Ozone	Transformation chimique de certains polluants dans l'atmosphère en présence de rayons UV	Concentration au dessus des villes, nocifs pour la fonction pulmonaire, irritations oculaires, effet de serre
COV Composés Organiques Volatiles	Evaporation des réservoirs, des gaz d'échappement, certains procédés industriels de combustion, solvants, agriculture	Effets sur la fonction pulmonaire, le système nerveux, le sang (cancers)
CO ₂ Gaz carbonique	Combustion (industrie, chauffage), transports routiers	50 % des gaz à effet de serre
Particules en suspension pouvant transporter des composés toxiques sulfates, métaux lourds, hydrocarbures	Combustion (véhicules diesel surtout, industries, chauffage, incinération)	Irritations des voies respiratoires, cancers.
Plomb	Ancienne essence super et certains procédés industriels	Empoisonnement du sang

Tableau 1 : Principaux polluants de l'air provenant de l'utilisation de combustibles ou carburants.
Source: Article de Bruno Mortgat. [40]

c. Conséquences du réchauffement climatique:

Le réchauffement climatique peut avoir de nombreuses conséquences indirectes indésirables pour les particuliers, voir pour des branches entières de l'économie. [39]

Un réchauffement généralisé est notamment susceptible de modifier le régime des circulations atmosphériques, par exemple en déplaçant les centres de pression (anticyclone des Açores, dépression centrée sur l'Islande) ou les trajectoires des dépressions. De tels décalages sont de nature à provoquer des modifications régionales ou saisonnières de la température nettement plus marquées que la moyenne mondiale. [39]

De plus, des variations du régime des courants océaniques, par exemple du Gulf Stream, auraient des répercussions sensibles sur le climat de l'Europe.

Conséquences indirectes possibles : [39]

- La fonte des glaciers et la fusion de pergélisol dans les Alpes libèrent par exemple des matériaux meubles. Il peut en résulter une augmentation notable du danger de chute de pierres, de coulées de boue et de glissement de terrain. Certaines régions de montagne deviendraient beaucoup moins habitables.
- La remontée de la limite de la neige, c'est-à-dire de l'enneigement assuré, peut amener à fermer des domaines skiabiles.
- Combinée avec la remontée de la limite de la neige, la recrudescence des fortes précipitations en automne et en hiver, prévue par les modèles et mise en évidences par les statistiques du 20^{ème} siècle, fait augmenter le danger de crues et d'inondations.
- La végétation s'adapte avec le temps aux conditions climatiques. Avec les changements aussi rapides qu'à présent, on peut toutefois craindre que cette adaptation soit trop lente et que des espèces actuelles disparaissent avant que de nouvelles se soient installées. il peut en résulter une disparition de la végétation et une érosion du sol.
- Dans de nombreuses régions du monde, les conséquences seront nettement plus graves que dans les régions tempérées. Les zones habitables pourraient se déplacer à très grande échelle, en fonction des conditions naturelles.
- Les conséquences d'un réchauffement climatique global sont très complexes et ne peuvent pas être évaluées en détail à l'heure actuelle. Même s'il est impossible de prévoir l'évolution avec certitude, il faut agir aussi rapidement que possible, car il s'agit d'un processus à long terme.

IV. Mesures internationales prises pour s'attaquer aux problèmes des changements climatiques : [41] -[42]

a. Conférence de Rio :

La Conférence des Nations Unies sur l'Environnement et le Développement (C.N.U.E.D), qui s'est tenue à Rio de Janeiro du 3 au 14 juin 1992, a réuni les représentants de 178 pays (dont 117 chefs d'états) et plus de 20 000 participants.

La déclaration de Rio, ou charte de la terre, contenait 27 principes sur la bonne gestion des ressources de la terre, appuyés sur le concept de « développement durable ».

Quatre autres documents ont été adoptés à Rio : la convention sur le changement climatique, la Déclaration sur la protection des forêts, la convention pour la protection des espèces et l'Agenda 21.

b. Protocole de Kyoto :

En Décembre 1997, les pays industrialisés s'accordaient pour réduire leurs émissions des six gaz à effet de serre, responsables du réchauffement de la planète : un premier pas vers la stabilisation du climat mondial.

Ces pays ont signé le protocole de Kyoto, un traité international qui détermine des objectifs de réductions d'émissions par rapport au niveau de 1990. L'Union Européenne a accepté un objectif de - 8%, -7% les Etats-Unis et le Japon de -6%.

Le protocole signé à Kyoto prévoit, à l'horizon de 2012, une réduction moyenne de 5.2 % de l'émission des six principaux GES pour les pays industrialisés.

En Mars 2001, quelques semaines après sa prise de fonction, le Président Bush annonçait que les Etats-Unis ne ratifieraient pas le protocole de Kyoto, préalablement signé par l'administration Clinton Bush le déclare « Mort ».

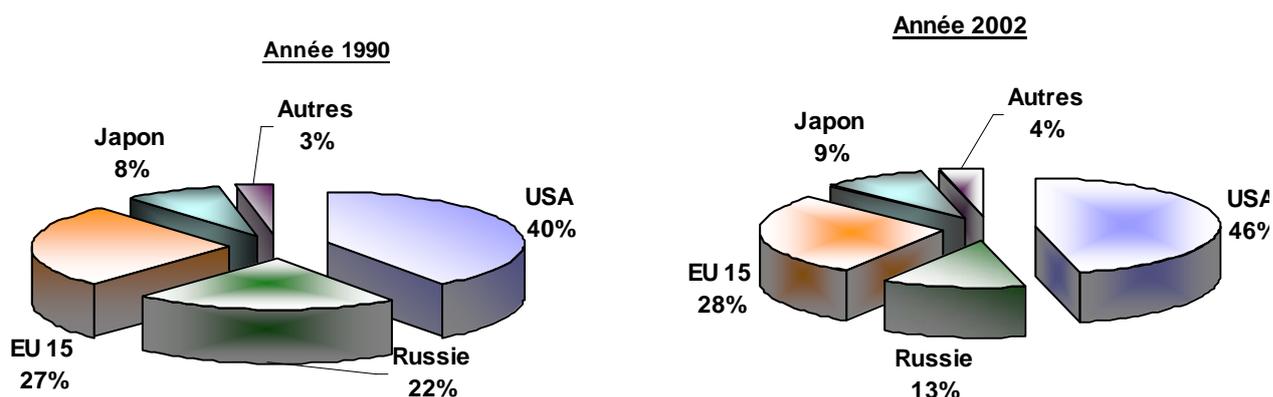


Fig 2 : répartition des émissions des GES par zone
Source : www.enerdata.fr

c. Conférence de Buenos Aires :

La conférence mondiale sur le climat, qui s'est déroulée à Buenos Aires du 2 au 13 Novembre 1998, réunissant cent soixante pays, a pu laisser une impression d'insatisfaction. C'est seulement à Buenos Aires que les Etats-Unis ont signé le protocole de Kyoto, engagement positif mais sans risque puisque le Sénat, à majorité républicaine, ne ratifiera l'accord que si les pays en développement s'engagent à participer de façon significative à la lutte contre le réchauffement de la planète. Cette participation permettrait en effet aux Etats-Unis de poursuivre une politique énergétique de marché en achetant des « droits à polluer » aux pays en développement, sur lesquels se reporterait ainsi l'effort écologique nécessaire. Ces derniers, emmenés par la Chine et l'Inde (respectivement

deuxième et sixième pollueurs en CO₂), n'acceptent pas pour l'instant de diminuer leurs émissions de GES, arguant, d'une part, que l'augmentation de l'effet de serre aujourd'hui constatée est de la seule responsabilité des pays riches et, d'autre part, que leur croissance économique, poussée par une forte expansion démographique, nécessite un libéralisme énergétique auquel ont eu droit jadis les pays occidentaux.

d. Sommet de la terre à Johannesburg :

Le sommet mondial pour le développement durable, s'est tenu à Johannesburg du 26 Aout au 4 Septembre 2002, a réuni des chefs d'états et de gouvernement, des délégués nationaux et des dirigeants d'organisations non gouvernementales, des milieux d'affaires et d'autres groupes importants . Il devait permettre au monde entier de se pencher sur les mesures propres à assurer le développement durable.

e. Protocole de Kyoto, après le « oui » de Moscou :

Le 16 Février 2005, le protocole de Kyoto est enfin entré en vigueur. Ce texte, élaboré en 1997, stipule que la quarantaine de pays industrialisés signataires doivent réduire de 5 % en moyenne leurs émissions de gaz à effet de serre d'ici 2012, par rapport aux niveaux de 1990. Pour prendre effet, le protocole devait être signé par au moins 55 pays représentant plus de 55 % des émissions de CO₂ (le principal gaz à effet de serre). C'est une chose faite depuis le 18 Novembre, date à laquelle la Russie (17.4 % des émissions) a remis son document de ratification à l'ONU, après plusieurs années d'atermoiements.

Désormais, 141 pays représentant 61.6% des émissions mondiales sont signataires du protocole. [43]

N'ont toujours pas ratifié le protocole, sans qu'on puisse les mettre au même niveau : L'Australie, USA, Indonésie, Croatie, Egypte, la Grenade, le Kazakhstan, le Liechtenstein, Monaco, la Zombie. [44]

En conclusion, la convention cadre des Nations Unies sur les changements climatiques et le protocole de Kyoto y relatif sont les premières mesures internationales prises pour s'attaquer au problème des changements climatiques.

V. Engagements des pays dans le protocole de Kyoto :

Principale conséquence de l'entrée en vigueur du protocole : les pays industrialisés qui se sont engagés à limiter leurs émissions de GES ont maintenant l'obligation légale de le faire. Les contraintes diffèrent selon les pays : le Japon s'est engagé à réduire ses émissions de 6 %, la Russie à les stabiliser, l'Union européenne à les réduire de 8 %.[43]

En Novembre 2001, à Marrakech, un système a été adopté afin de contraindre les signataires à respecter leurs engagements. Si les émissions d'un pays dépassent le seuil fixé sur une période, le dépassement doit être rattrapé pendant la période suivante avec une majoration de 30 %. Aucune pénalité financière n'a en revanche été prévue.

Deuxième effet de la signature russe : certains « mécanismes de flexibilité » prévus par le protocole de Kyoto deviennent opérationnels. Ces mécanismes ont pour but d'aider les pays signataires à atteindre leurs objectifs à moindre coût. C'est le cas du « mécanisme de développement propre », qui permet aux pays industrialisés d'obtenir des crédits d'émissions de gaz à effet de serre s'ils financent, dans un pays en voie de développement, des projets permettant de réduire les émissions (par exemple des centrales ou des éoliennes) ou des plantations végétales contribuant à absorber le CO₂ (les « puits de carbone »). Autre

mécanisme : «la mise en œuvre conjointe », qui repose sur le même principe, mais entre pays développés. [43]

VI. Le marché du CO₂ :

Le protocole de Kyoto prévoit également que les pays signataires peuvent échanger entre eux des montants d'émissions de CO₂. Un pays qui a fait mieux que son objectif peut ainsi revendre ainsi à un autre les tonnes de CO₂. Dans chaque pays, le gouvernement peut distribuer une partie des droits d'émissions aux entreprises, qui les échangent ensuite entre elles. Une véritable « Bourse au CO₂ » va onc naître, comparable aux marchés des matières premières. Il existe déjà un marché de ce type aux Etats-Unis pour les émissions de SO₂ (Dioxyde de soufre).

Au niveau mondial, ce marché ne fonctionnera qu'à partir de janvier 2008. En revanche, dans l'Union européenne, il s'est officiellement ouvert le 1^{er} Janvier 2005. Cette ouverture a été décidée dès octobre 2003, sans attendre l'entrée en vigueur du protocole.

Le prix attribué à une tonne de CO₂ est autour de 7 € fin 2004, le prix à terme du carbone à fin 2005 atteint 9 à 10 €/ tCO₂.

Les hypothèses retenues par l'UE donnent un prix de 20 €/t à l'horizon 2020. [43]

Les systèmes d'échange de quotas d'émissions :

Les systèmes d'échange de quotas d'émission ou permis négociables d'émission sont un outil de régulation des émissions de substances nuisibles pour l'environnement. Les pouvoirs publics responsables d'une zone géographique fixent un volume total d'émissions maximal pour certaines substances et attribuent à chaque exploitant d'une installation une part de ce volume. Un exploitant peut investir dans l'amélioration des équipements limitant le niveau d'émission. Il peut alors céder la part d'émission autorisée qu'il n'utilise plus. Le coût de la transaction suit la loi de l'offre et la demande.

A partir de 1977, les Etats-Unis ont utilisé avec succès les permis négociables d'émission pour réduire la pollution de l'air. Ainsi, pour réduire les pluies acides une quantité maximale d'émission de dioxyde de soufre (SO₂) définie à l'échelon national a été répartie entre les centrales électriques thermiques. Les objectifs de ce programme ont été atteints, en raison notamment de la mise en place d'un système de mesure et de contrôles très efficace.

L'efficacité des systèmes d'échange à l'échelle planétaire est limitée par l'absence d'une autorité internationale suffisamment forte pour sanctionner les défaillances et par la difficulté d'organiser mondialement les échanges. [45]

Or pour certaines substances comme le CO₂, la limitation d'émission ne prend tout son sens que si elle concerne le monde entier. C'est l'objectif du protocole de Kyoto sur la réduction des émissions de gaz à effet de serre qui prévoit la mise en œuvre en 2008 d'un système international d'échange de droit d'émission pour le gaz carbonique (CO₂). [45]

VII. La position de l'Algérie par rapport au protocole de Kyoto:

L'Algérie a été parmi les premiers pays à ratifier la convention et sa ratification du Protocole de Kyoto datée du 16 février 2005, le jour même de son entrée en vigueur. L'Algérie, comme les autres pays, est menacée par les changements climatiques.

Des études visant à prévoir les effets régionaux des changements climatiques suggèrent que la région méditerranéenne pourrait être parmi les plus affectées par une réduction des précipitations. Une réduction notable de la pluviométrie représenterait une menace sérieuse pour l'Algérie, pouvant affecter la vie même de la population, ou au minimum la production agricole et certains secteurs industriels. Il y a donc lieu de suivre de près de telles études qu'il convient d'évaluer pour les valider ou les infirmer.

D'autres impacts possibles du changement climatique pourraient être une montée du niveau de la mer, ce qui poserait des problèmes au minimum pour l'infrastructure littorale et portuaire, tandis que la multiplication des orages violents pourrait causer divers dégâts. Une action internationale efficace pour prévenir le changement climatique et pallier ses effets est donc dans l'intérêt de l'Algérie. L'Algérie pourrait gagner à participer aux diverses activités relatives à l'adaptation aux impacts du changement climatique organisées à divers niveaux dans le processus de la convention.

Les efforts de réduction d'émissions de gaz à effet de serre peuvent affecter négativement les marchés d'hydrocarbures, qui représentent l'essentiel des ressources d'exportation de l'Algérie. La vigilance s'impose donc quant à la mise en application des dispositions du protocole appelant à minimiser de tels impacts.

La séquestration de carbone par le reboisement ou la capture et le stockage de gaz carbonique dans le sous-sol en sont des exemples. L'installation pilote d'In Salah (coopération de BP, Statoil et Sonatrach) pour la capture et le stockage souterrain de gaz carbonique a été envisagée comme projet pour le mécanisme de développement propre.

L'Algérie pourrait participer au partenariat international promu par les Etats-Unis pour agir dans ce domaine. Les réductions d'émissions peuvent aussi se traduire par la substitution de gaz naturel à d'autres hydrocarbures, ce qui peut profiter à l'économie algérienne, et de telles approches doivent donc être encouragées. L'importance du gaz naturel pour l'Algérie suggère l'opportunité d'une participation algérienne au partenariat pour la mise en marché du méthane, également lancé par un groupe de pays autour des Etats-Unis. [46]

a. Les principaux secteurs émetteurs de GES en Algérie :

L'inventaire national des émissions et des séquestrations de gaz à effet de serre porte sur 1994 considérée comme année de référence par le secrétariat de la convention cadre sur les changements climatiques. C'est le premier inventaire qui effectue les estimations des émissions sur la base de la méthodologie GIE/OCDE/AIE [47]

Les émissions de gaz à effet de serre sont estimées à 76.87 Millions de tonnes de gaz carbonique (CO₂), de 1.36 Millions de Tonnes de méthane (CH₄) et à 31 Milliers de Tonnes d'oxyde nitreux (N₂O).

L'étude de la contribution de chaque secteur aux émissions totales de GES montre que le secteur de l'énergie est le plus important secteur émetteur, avec 70.17 Millions de TE -CO₂, soit pratiquement 66.76 % du total des émissions brutes des trois principaux GES et 69.63 % du total des émissions nettes. [48]

Près de 85 % des émissions de ce secteur proviennent de la combustion de combustibles dont 20 % est dans les transports.

L'importance des industries énergétiques apparaît par le fait que près des 2/5 èmes des émissions proviennent de ce secteur. [47]

La circulation automobile est responsable de près de 60 % des émissions de diode d'azote et la pollution par l'ozone augmente régulièrement avec des pointes de plus en plus fréquentes en zones fortement urbanisées, d'où un impact négatif sur la santé des citadins et une contribution importante à l'effet de serre.

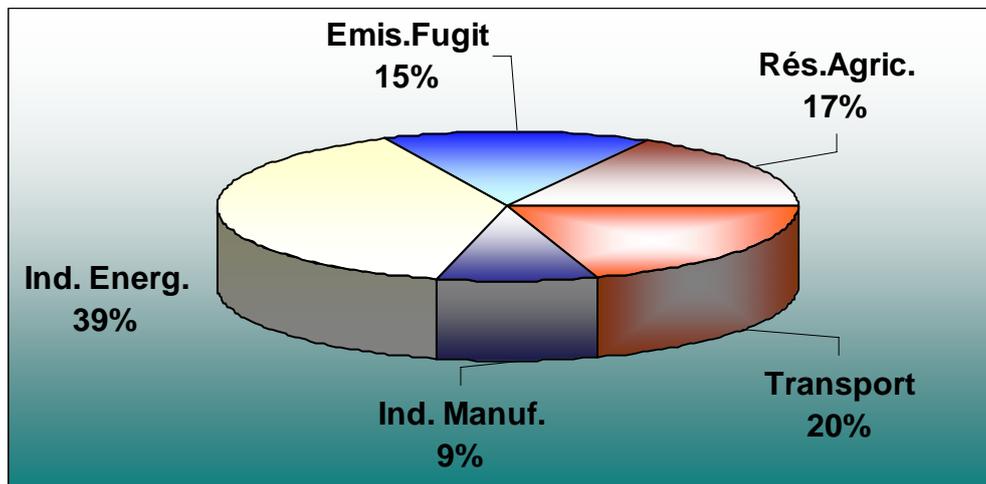


Fig 3 : Emissions agrégées des GES dues au secteur de l'énergie en 1994

Quelles sont les solutions? Comment contenir, voir inverser ce phénomène? Une politique coordonnée de transports et d'aménagement du territoire, en vue de limiter l'emploi des véhicules particuliers et des poids lourds et développer des véhicules "propres", est indispensable mais ne portera ses fruits qu'à terme.

Dans l'urgence et pour des résultats rapides, il faut agir directement sur le parc de véhicules actuel. La modification des carburants existants ou l'introduction de carburants moins nocifs participe à cette approche.

Le potentiel du pays en hydrocarbures explique en grande partie cette situation. L'Algérie a mis en œuvre, dès le début des années 80, une stratégie de développement basée sur les ressources énergétiques disponibles et notamment le gaz naturel et le GPL qui sont utilisés dans différents domaines d'activités .

b. Transport routier et pollution atmosphérique en Algérie :

En Algérie, un tiers de la consommation énergétique finale est due au secteur des transports. Le transport routier en particulier, se caractérise par une dépendance importante vis-à-vis des produits pétroliers (essences et gasoil) et représente ainsi une des principales sources de pollution atmosphérique dans les grandes agglomérations urbaines du nord du pays. [49]

Malheureusement à ce jour, il n'existe pas de chiffres évaluant la part des émissions polluantes dues au secteur des transports, dans la pollution atmosphérique au niveau des grands centres urbains. [49]

En effet, hormis une étude du PNAE (Plan national d'actions environnementales) effectuée sur la base de données relative au parc de véhicules recensé en 1995, peu de mesures de concentration de polluants dans l'atmosphère ont été réalisées, faute de moyens d'observation et de surveillance. Néanmoins, cette étude révélerait des niveaux de charge de pollution inquiétants puisque dans les seules régions du Gouvernorat du Grand Alger (GGA) et des wilayates limitrophes (Blida, Boumerdes et Tipaza) on a estimé la concentration dans l'air du dioxyde d'azote (NO_x) à 18 % du total national, celle du plomb (Pb) à 22%, 14% en dioxyde de soufre (SO₂) et enfin à 20.5 % du total national en oxydes de carbone (CO). [49]

Différents facteurs ont contribué à la dégradation de la qualité de l'air aux niveaux de ces régions, notamment :

- une forte concentration du parc national
- une circulation en pente, très dense et peu fluide dans les centres urbains en l'absence de plan de circulation étudiés

A titre indicatif, avec plus de 575 000 véhicules en circulation, soit le quart du parc, on enregistre un trafic journalier considérable estimé à plus de 1500 véhicules/heure, au niveau du Gouvernorat du Grand Alger dont la densité en moyenne est de 711 véhicules/ km² avec un taux de 150 véhicules pour 1000 habitants. [49]

Ces chiffres très significatifs, nous permettent d'apprécier la part importante du trafic routier dans la pollution de l'air. L'exemple du GGA en est très illustratif, puisque selon les services de l'inspection de l'environnement, la concentration moyenne en plomb dans l'air au niveau de l'agglomération algéroise, en 1995 avait atteint 2.01 micro grammes/m³, alors que la norme de qualité de l'air recommandée par l'OMS se situe entre 0.5 et 1 micro grammes/m³. [49]

Ainsi et compte tenu de l'importance de cette région dans l'économie nationale, le parc véhicules est appelé à croître de manière plus importante que dans d'autres régions du pays, les charges de pollution seraient alors plus importantes et un risque d'aggravation de la situation pourrait se produire si des mesures ne sont pas promulguées et mises en œuvre. En effet, à ce jour, il n'existe pas de textes juridiques concernant le contrôle des émissions et aucune norme d'émission n'est encore fixée. [49]

Sur un autre plan, des actions d'utilisation rationnelle de l'énergie dans le secteur du transport notamment routier, peuvent ramener les prévisions de consommation des produits pétroliers à la baisse et répondre ainsi aux impératifs de protection de l'environnement.

VII. Estimation des émissions atmosphérique dans le parc véhicules :

a. Méthodologie d'évaluation des émissions atmosphériques :

Le terme d'émissions désigne les polluants présents dans les gaz d'échappement. On y recense principalement du monoxyde de carbone CO, des hydrocarbures imbrûlés, et différents oxydes d'azote NOx.

A propos de ces derniers, la combustion elle-même ne produit que du monoxyde d'azote NO, mais celui-ci peut-être oxydé en dioxyde d'azote NO₂ lors de son refroidissement. La dénomination NOx désigne un mélange de NO et de NO₂, dans des proportions qui sont environ de 90% -10%. Cependant, le NO peut également s'oxyder en NO₂ dans l'environnement, NO₂ susceptible de réagir ensuite avec des hydrocarbures non brûlés (notamment l'éthylène et le butane) pour former un brouillard (le fameux smog, dont l'ozone O₃ est un des principaux constituants) sous l'action des ultraviolets. [50]

En ce qui concerne les hydrocarbures imbrûlés, leur présence dans les gaz d'échappement a plusieurs origines :

- Transfert direct lors du croisement des phases d'admission et d'échappement
- Combustion incomplète parce qu'elle a été trop lente ou a démarré trop tard
- Absorption/désorption du carburant, soit avec le film d'huile, soit avec des dépôts de combustion, ou encore dans des interstices tels que les zones de jeu entre segments, piston et cylindre. L'absorption a lieu lorsque la pression augmente dans le cylindre, la désorption lorsque la pression diminue, et comme la température est alors redescendue trop bas, la combustion ne peut plus se dérouler correctement.
- "Qualité" insuffisante du mélange, soit lors du démarrage, soit lors de variations transitoires de la charge moteur. [50]

Environ 92 % du carburant est oxydé "normalement" lors de la combustion.

Sur les 8 % restants, la moitié est oxydée après absorption/désorption. La moitié des 4% qui restent est oxydée dans les tubulures d'échappement, et 2% du carburant entre donc dans le pot catalytique. L'efficacité de ce dernier étant de l'ordre de 95%, on peut dire qu'environ 0.1 % des hydrocarbures sortent du moteur non brûlés.

On comprend aisément que la teneur en HC imbrûlés augmente avec la richesse du mélange. De la même manière, le CO étant le résultat d'une combustion incomplète, sa teneur augmente quand la quantité d'O₂ est insuffisante pour achever la transformation de CO en CO₂, ce qui est synonyme d'un mélange riche. [50]

La production de NO dépend essentiellement de la température. Elle est maximale pour un mélange légèrement pauvre (rapport air:essence de l'ordre de 15.5:1), mais décroît très vite de manière à peu près symétrique par rapport à une richesse unitaire.

Le CO est extrêmement toxique, au-delà de 0.01 % (en volumique), les maux de tête surviennent. Un taux de 0.1 % provoque la mort. Sa durée de vie est courte, mais une fois transformée le CO contribue à l'augmentation des niveaux d'ozone et de méthane, participant ainsi à la formation du smog photochimique.

Le CO₂ n'est pas nocif et n'a pas d'effet à court terme, mais c'est un gaz à effet de serre. Chaque kilo de carburant brûlé se décompose en trois kilos de CO₂, soit une vingtaine de kilos pour chaque centaine de kilomètres qu'une voiture moyenne parcourt.

1. Détermination des émissions atmosphériques :

Les émissions atmosphériques dérivées du parc automobile sont calculées à partir des consommations d'énergie auxquelles sont appliqués des facteurs d'émission.

Ces facteurs d'émissions atmosphériques donnent la quantité de gaz émise par unité d'énergie consommée (t/Tj) [26]

Ces ratios et les types de gaz émis varient très fortement en fonction du combustible considéré et de ses caractéristiques.

L'estimation des émissions de CO₂ a été élaborée conformément à la méthodologie GIEC/OCDE/AIE et suivant la version révisée 1996 du guide méthodologique du GIEC.

Pour l'estimation des émissions atmosphériques engendrées par le parc automobile, les coefficients moyens retenus pour le calcul des émissions sont portés au tableau suivant :

Binôme Combustible/Technologie	UM : t /ktep		
	SO ₂	NO _x	CO ₂
GPL/Voiture	0.81	2.70	21.25
Essence/Voiture	2.79	3.02	26.20

Tableau 2 : Facteur d'émissions moyen

Source : [26]

2 . Caractéristiques des combustibles :

Pour chaque combustible considéré et étant donnés les polluants à analyser, il est nécessaire de caractériser les éléments suivants :

- La teneur en carbone
- La teneur en soufre
- Le pouvoir calorifique

De point de vue écologique, Le GPL/C est considéré comme l'un de ces carburants moins nocifs, il ne contient ni Plomb (Pb), ni soufre (S), ni Benzène (C₆H₆), il est non toxique.

De plus, sa combustion en présence d'oxygène étant quasi totale, il ne dégage pratiquement pas de particules d'imbrûlés.

Par rapport à l'essence, Le GPL/C permet une réduction des émissions : [51]

- d'oxyde d'azote (NO_x) de 15 à 40 %;
- d'oxyde de Carbone (CO) de 20 à 60%.
- de gaz carbonique (CO₂) d'environ 10 %,
- d'hydrocarbure (HC) imbrûlés de 30 à 60 %.

Combustibles	% soufre	% Carbone	Pouvoir calorifique (TEP/T)
GPL/C	11 ppmv	75	1.0987
Essence	0.15	87	1.0748

Tableau 3 : principales caractéristiques des combustibles utilisés dans le secteur des transports routiers

Source : [26]

3. Choix du scénario :

La définition de scénario énergétique oblige à construire des hypothèses concernant la composante environnementale.

En effet, la spécification des combustibles pourra évoluer en fonction des scénarios retenus et du degré correspondant d'intégration de la composante environnementale dans la définition du cadre légal et réglementaire applicable au secteur énergétique.

Pour notre étude, et en particulier pour le parc automobile, nous allons opter pour deux scénarios :

- a) Le premier scénario « laisser faire » pose comme principale hypothèse la continuité de la tendance actuelle, c'est-à-dire, si les consommations futures, dans ce secteur, suivraient leur tendance du passé ce qui engendre une évolution parallèle d'émission de CO₂ et d'autres polluants.
- b) Au contraire du premier, le second scénario « Promotion du GPL/C » se veut volontariste. Ainsi l'utilisation de ce carburant propre sera généralisée, et son accès sera facile, et une grande partie des consommations futures des essences sera substituée par le GPL/C. A elle seule cette moindre de la consommation d'énergie permet de contenir la croissance des émissions atmosphériques, notamment le CO₂.

b. Présentation des résultats concernant l'émission atmosphérique engendrée par le parc automobile à l'horizon 2030:

La projection des quantités de consommation de carburants à l'horizon 2030 selon les deux scénarios, nous permettra d'évaluer les quantités de gaz émises par le secteur routier.

Pour ce faire, les coefficients moyens d'émission de gaz seront utilisés.

1- Evolution des émissions du CO₂ :

UM : Tonnes

	2005	2010	2015	2020	2025	2030
Scénario laisser faire	57 416	61 215	69 560	79 510	89 696	93 690
Scénario volontariste	50 676	58 778	63 868	71 018	77 524	86 886
Quantité cumulée du CO₂ réduite	6 740	9177	14869	23362	35534	42338

Tableau 4 : Evolution des émissions du CO₂ à l'horizon 2030

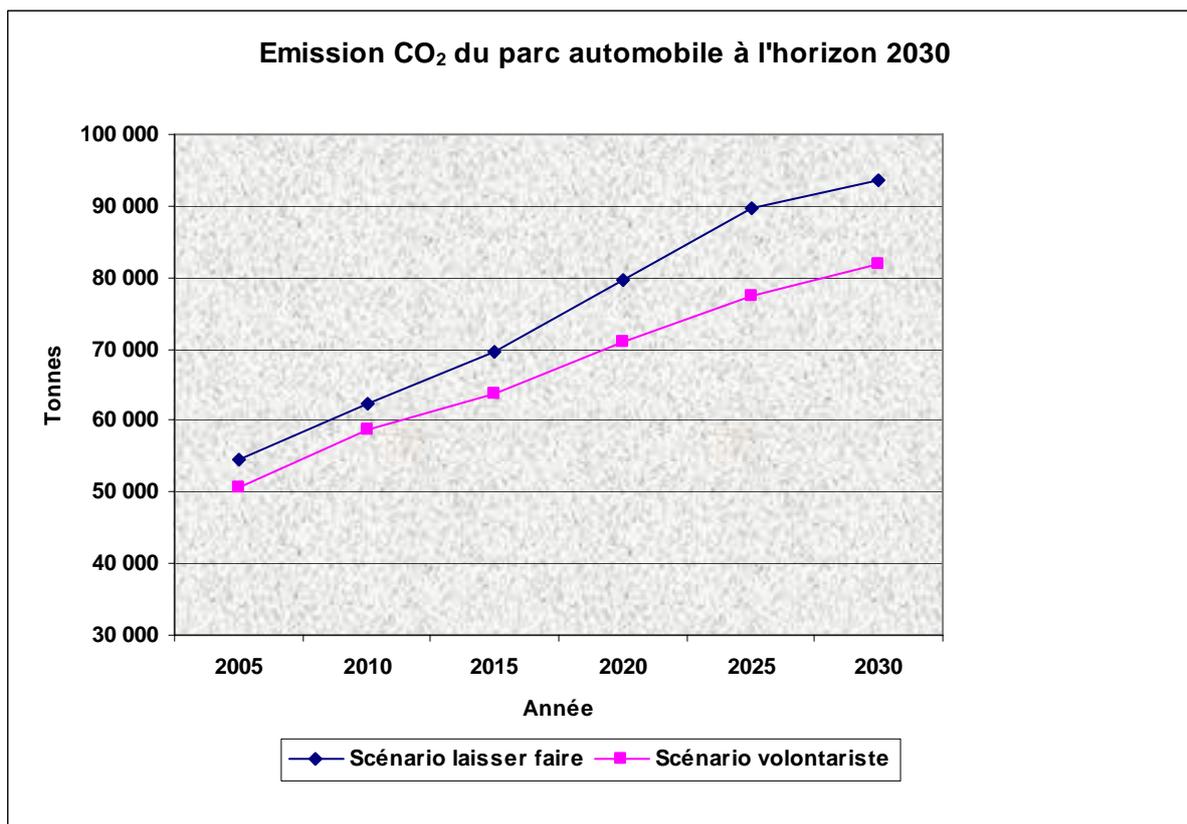


Fig 4 : Emissions CO₂ à l'horizon 2030, selon les deux scénarios

2. Evolution des émissions du SO₂ :

UM : Tonnes

	2005	2010	2015	2020	2025	2030
Scénario laisser faire	5 664	5 884	6 600	7 450	8 302	8 515
Scénario volontariste	4 952	5 678	6 053	6 644	7 163	7 985
Quantité cumulée du SO₂ réduite	712	918	1465	2271	3410	3940

Tableau 5 : Evolution des émissions du SO₂ à l'horizon 2030

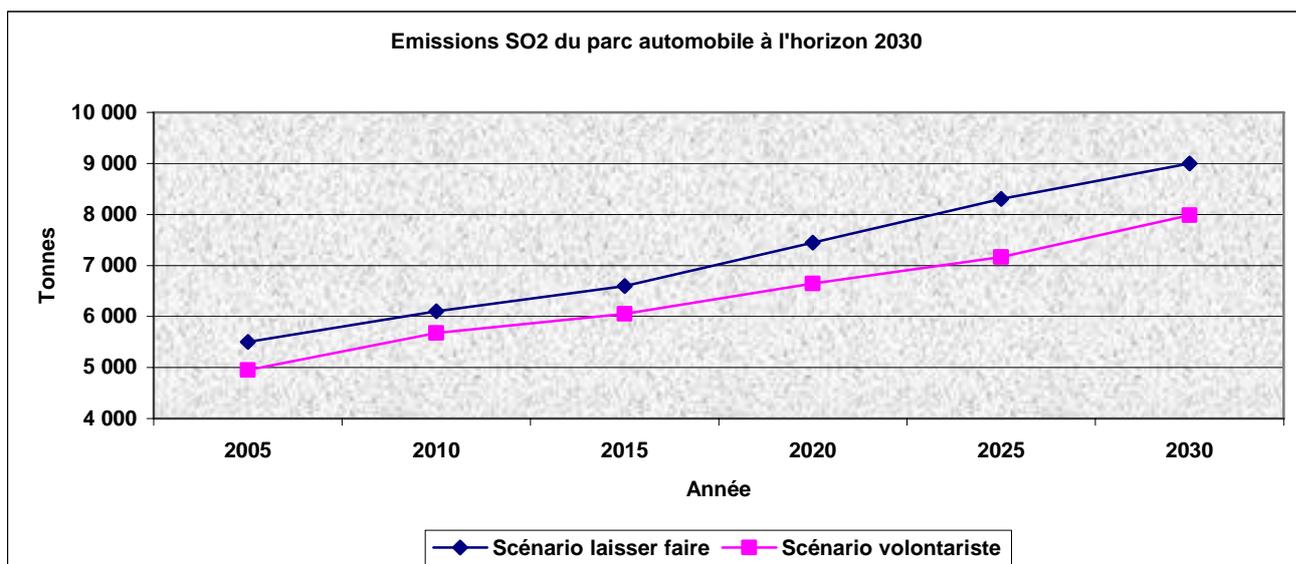


Fig 5 : Emissions SO₂ à l'horizon 2030, selon les deux scénarios

3. Evolution des émissions du NO_x:

	UM : Tonnes					
	2005	2010	2015	2020	2025	2030
Scénario laisser faire	6 696	7 166	8 157	9 340	10 555	11 051
Scénario volontariste	5 918	6 875	7 491	8 344	9 124	10 234
Quantité cumulée de NO_x réduite	778	1068	1734	2730	4160	4978

Tableau 6 : Evolution des émissions du NO_x à l'horizon 2030

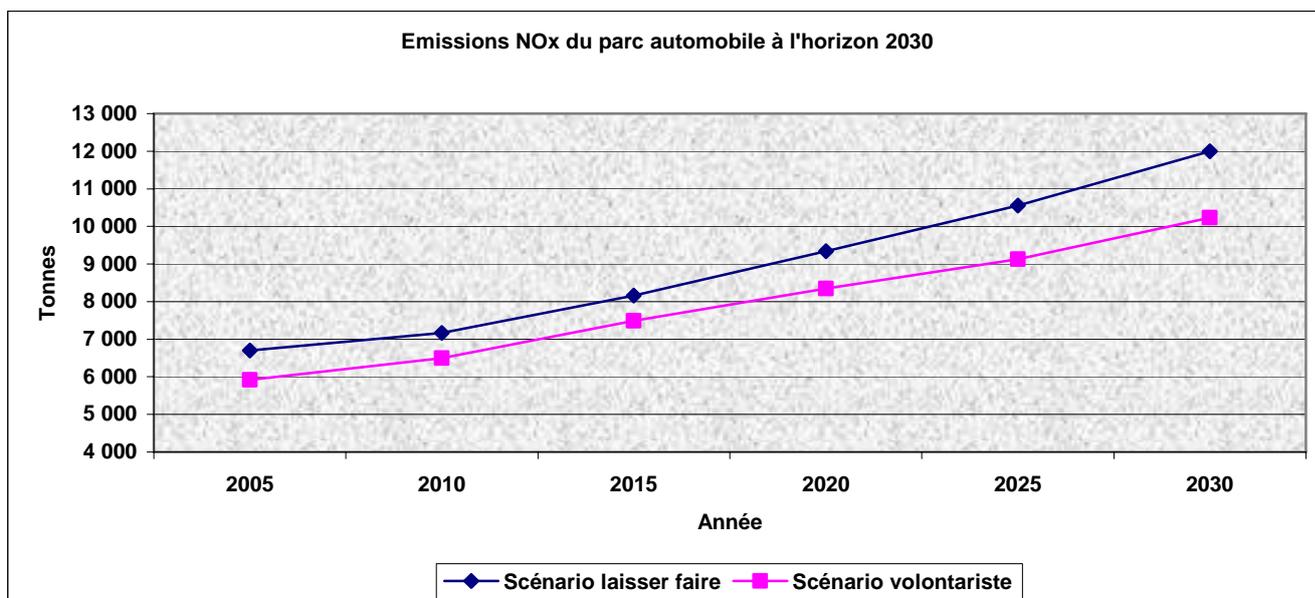


Fig 6 : Emissions NO_x à l'horizon 2030, selon les deux scénarios

IX. Conclusion :

L'analyse qui vient d'être réalisée est basée sur les consommations des essences et GPL carburant, dans le parc des véhicules à essence, qui constitue actuellement plus que 82 % du total parc automobile.

Cette approche, nous a permis ainsi d'identifier clairement, l'une des sources de pollution atmosphérique, qui est le secteur des transports, donc un des secteurs prioritaires pour une politique de contrôle des émissions atmosphériques.

Il est clair qu'à partir du scénario volontariste, selon lequel, une grande partie des véhicules à essence sera convertie en GPL carburant, les émissions du CO₂, SO₂ et le NO_x, sont significativement plus faibles que dans le scénario « laisser faire ».

La conversion du parc automobile essences au GPL à l'horizon 2030, se traduira par une réduction d'environ de 30 % pour chaque gaz.

Concrètement, on peut dire que la relation énergie- environnement présente des enjeux certains quant l'utilisation des politiques énergétiques comme un régulateur environnemental.

Il peut en découler des opportunités pour une bonne maîtrise des aspects environnementaux à travers :

- Une planification à long terme pour :
 - 1- un développement soutenable dans le secteur de l'énergie et les différents secteurs économiques.
 - 2- Une adaptation aux effets négatifs engendrés par les changements climatiques
- Le développement et la promotion des actions capables de réduire les effets liés aux changements climatiques entre autre :
 - 1- l'efficacité énergétique
 - 2- les énergies renouvelables
 - 3- la promotion des énergies moins polluantes.

Conclusion

Les résultats des deux scénarios de projection de la demande d'énergie à long terme, examinés dans ce travail, même s'ils doivent être nuancés, ont mis en évidence les potentiels en matière de substitution, d'économie d'énergie et les enjeux en terme de maîtrise et d'utilisation de nos ressources et de protection de l'environnement.

L'accès à ce gisement « virtuel » implique la mise en place d'une politique volontariste de maîtrise de l'énergie par la mise en œuvre d'actions et de moyens efficaces.

Le secteur de transport, à lui seul, est consacré 30 % du bilan national de consommation finale d'énergie, avec une dépendance de plus de 95 % vis-à-vis des produits pétroliers. Cela signifie que toute amélioration de l'utilisation de l'énergie dans ce secteur, aura des effets directs et particulièrement significatifs sur la consommation finale.

Notre travail a été axé sur ce secteur, et notamment le transport routier, qui connaît ces dernières années une évolution croissante, conjuguée à une consommation importante d'énergie.

Compte tenu de la richesse de l'Algérie en gaz naturel et GPL, la promotion du GPL carburant dans le transport routier était l'une des actions à envisager.

En effet, la substitution des essences par le GPL, nous permettra de dégager des quantités très importantes à l'exportation, et de réaliser un gain financier sur le plan macro-économique.

Hormis l'avantage économique certain pour l'automobiliste, le GPL/C est un produit propre comparé aux autres carburants classiques (essences et gasoil).

Face aux problèmes écologiques, la promotion du GPL dans le transport routier, contribue d'une façon significative à la réduction des gaz à effet de serre, comme le montrent les résultats obtenus.

Malgré tous les efforts engagés pour la promotion de ce carburant, et les avantages qui résultent de son utilisation, d'un point de vue économique et écologique, la part de celui-ci dans la carburation de notre parc automobile reste modeste. Les résultats obtenus demeurent bien en deçà des objectifs attendus.

Par conséquent, un certain nombre d'améliorations doivent être envisagées afin de relancer et de redynamiser le marché du GPL carburant ; entre autre :

- Encourager les consommateurs et les opérateurs du GPL sous forme d'allègements et d'exonérations fiscales.
- Obliger les administrations et les gestionnaires de flottes à acquérir au moins 20 % de leurs parcs au GPL
- Octroi d'un prêt (par des banques ou d'autres organismes intéressés par le développement du GPLC) pour la conversion des véhicules ou pour l'acquisition de bus GPL pour les opérateurs du transport
- Maintenir le prix du GPL/C à un niveau incitatif par rapport à l'essence et augmentation de l'écart du prix par rapport au gasoil.

Par ailleurs, l'élargissement de l'utilisation des GPL dans d'autres secteurs, est une action à envisager et à encourager, est peut même faire l'objet des prochaines études.

ANNEXES

ANNEXE 1

**Résultats obtenus par l'utilisation du logiciel SPSS
concernant le chapitre IV**

Régression

Variables introduites/éliminées^b

Modèle	Variables introduites	Variables éliminées	Méthode
1	PIB, taille de la population ^a	,	Introduire

a. Toutes variables requises introduites

b. Variable dépendante : Consommation finale

Récapitulatif du modèle

Modèle	R	R-deux	R-deux ajusté	Erreur standard de l'estimation
1	,941 ^a	,885	,874	1161,4959

a. Valeurs prédites : (constantes), PIB, taille de la population

ANOVA^b

Modèle		Somme des carrés	ddl	Carré moyen	F	Signification
1	Régression	2,17E+08	2	1,09E+08	80,587	,000 ^a
	Résidu	28330527	21	1349072,7		
	Total	2,46E+08	23			

a. Valeurs prédites : (constantes), PIB, taille de la population

b. Variable dépendante : Consommation finale

Coefficients^a

Modèle		Coefficients non standardisés		Coefficients standardisés	t	Signification
		B	Erreur standard	Bêta		
1	(constante)	-1573,043	3048,719		-,516	,611
	taille de la population	,620	,138	,781	4,485	,000
	PIB	3,446E-04	,000	,173	,993	,332

a. Variable dépendante : Consommation finale

ANNEXE 2

Perspectives de l'évolution de la demande nationale d'énergie

« scénario : laisser faire »

Année	POP %	POP (en Millier)	PIB %	PIB (en millions de DA)	Consommation finale (Milliers de TEP)
2005	1,85	33417	4,1	5 026 077	20878
2006	1,85	34035	4,1	5 232 146	21332
2007	1,85	34665	4,1	5 446 664	21796
2008	1,85	35306	4,1	5 669 977	22271
2009	1,85	35959	4,1	5 902 447	22756
2010	1,85	36625	4,1	6 144 447	23252
2011	1,80	37302	4	6 390 225	23756
2012	1,80	37974	4	6 645 834	24261
2013	1,80	38657	4	6 911 667	24776
2014	1,80	39353	4	7 188 134	25303
2015	1,80	40061	4	7 475 659	25841
2016	1,80	40782	4	7 774 685	26391
2017	1,80	41517	4	8 085 673	26954
2018	1,80	42264	4	8 409 100	27528
2019	1,80	43025	4	8 745 464	28116
2020	1,80	43799	3,9	9 086 537	28714
2021	1,70	44587	3,9	9 440 912	29325
2022	1,70	45345	3,9	9 809 107	29921
2023	1,70	46116	3,9	10 191 662	30531
2024	1,70	46900	3,9	10 589 137	31154
2025	1,70	47698	3,9	11 002 114	31791
2026	1,70	48508	3,9	11 431 196	32441
2027	1,70	49333	3,9	11 877 013	33106
2028	1,70	50172	3,9	12 340 216	33786
2029	1,70	51025	3,9	12 821 485	34481
2030	1,70	51892	3,9	13 321 523	35191
					0,68

ANNEXE 3

Perspectives de l'évolution de la demande nationale d'énergie

« scénario : volontariste »

Année	POP %	POP (en Millier)	PIB %	PIB (en millions de DA)	Consommation finale (Milliers de TEP)
2005	1,2	32 781	4,2	5 040 575	20488
2006	1,2	33 175	4,2	5 252 279	20805
2007	1,2	33 573	4,2	5 472 875	21128
2008	1,2	33 976	4,2	5 702 736	21457
2009	1,2	34 383	4,2	5 942 251	21792
2010	1,2	34 796	4,2	6 191 825	22134
2011	0,9	35 214	4,6	6 476 649	22491
2012	0,9	35 530	4,6	6 774 575	22790
2013	0,9	35 850	4,6	7 086 206	23096
2014	0,9	36 173	4,6	7 412 171	23408
2015	0,9	36 498	4,6	7 753 131	23728
2016	0,9	36 827	4,6	8 109 775	24054
2017	0,9	37 158	4,6	8 482 825	24388
2018	0,9	37 493	4,6	8 873 035	24730
2019	0,9	37 830	4,6	9 281 194	25080
2020	0,9	38 171	4,3	9 680 286	25429
2021	1,1	38 514	4,3	10 096 538	25785
2022	1,1	38 938	4,3	10 530 689	26197
2023	1,1	39 366	4,3	10 983 509	26619
2024	1,1	39 799	4,3	11 455 800	27050
2025	1,1	40 237	4,3	11 948 399	27491
2026	1,1	40 680	4,3	12 462 180	27943
2027	1,1	41 127	4,3	12 998 054	28405
2028	1,1	41 580	4,3	13 556 970	28878
2029	1,1	42 037	4,3	14 139 920	29362
2030	1,1	42 499	4,3	14 747 936	29859
					0,70

ANNEXE 4

Résultats obtenus par l'utilisation du logiciel SPSS
concernant le chapitre V

Régression

Variables introduites/éliminées^b

Modèle	Variables introduites	Variables éliminées	Méthode
1	PARCAUTO, PIB, POP ^a	,	Introduire

a. Toutes variables requises introduites

b. Variable dépendante : CONSOM

Récapitulatif du modèle^b

Modèle	R	R-deux	R-deux ajusté	Erreur standard de l'estimation
1	,966 ^a	,933	,923	908,60

a. Valeurs prédites : (constantes), PARCAUTO, PIB, POP

b. Variable dépendante : CONSOM

ANOVA^b

Modèle		Somme des carrés	ddl	Carré moyen	F	Signification
1	Régression	2,29E+08	3	76417363	92,565	,000 ^a
	Résidu	16511137	20	825556,865		
	Total	2,46E+08	23			

a. Valeurs prédites : (constantes), PARCAUTO, PIB, POP

b. Variable dépendante : CONSOM

ANNEXE 5

Perspectives de l'évolution de la demande d'énergie dans le secteur des transports routiers « scénario : laisser faire »

Année	Consommation du Transport	POP (milliers)	PIB (Millions de DA)	Parc Automobile
2005	6 500	33 037	5 704 699	3 337 758
2006	7 660	33 648	5 938 592	3 504 646
2007	8 378	34 271	6 182 074	3 679 878
2008	8 859	34 905	6 435 539	3 863 872
2009	9 370	35 551	6 699 397	4 057 066
2010	6 984	36 208	6 974 072	4 259 919
2011	10 487	36 860	7 253 035	4 472 915
2012	11 098	37 524	7 543 156	4 696 561
2013	11 744	38 199	7 844 882	4 931 389
2014	12 428	38 887	8 158 678	5 177 958
2015	7 748	39 587	8 485 025	5 436 856
2016	13 917	40 299	8 824 426	5 708 699
2017	14 726	41 025	9 177 403	5 994 134
2018	15 581	41 763	9 544 499	6 293 841
2019	16 485	42 515	9 926 279	6 608 533
2020	8 648	43 280	10 323 330	6 938 959
2021	18 457	44 016	10 725 940	7 285 907
2022	19 530	44 764	11 144 251	7 650 203
2023	20 662	45 525	11 578 877	8 032 713
2024	21 857	46 299	12 030 453	8 434 349
2025	9 531	47 086	12 499 641	8 856 066
2026	24 446	47 886	12 987 127	9 298 869
2027	25 846	48 701	13 493 625	9 763 813
2028	27 323	49 528	14 019 877	10 252 003
2029	28 879	50 370	14 566 652	10 764 604
2030	10 634	51 227	15 134 751	11 302 834

ANNEXE 6

Perspectives de l'évolution de la demande d'énergie dans le secteur des transports routiers

« scénario : volontariste »

Année	Consommation d'énergie transport	POP (milliers)	PIB (Millions de DA)	Parc Automobil
2005	6 143	32 617	5 715 665	3 167 445
2006	7 360	33 008	5 955 723	3 237 445
2007	7 583	33 404	6 205 863	3 307 445
2008	7 810	33 805	6 466 509	3 377 445
2009	8 042	34 211	6 738 103	3 447 445
2010	6 694	34 621	7 021 103	3 517 445
2011	8 574	34 933	7 344 074	3 587 445
2012	8 876	35 247	7 681 901	3 657 445
2013	9 186	35 565	8 035 269	3 727 445
2014	9 506	35 885	8 404 891	3 797 445
2015	7 114	36 208	8 791 516	3 867 445
2016	10 172	36 534	9 195 926	3 937 445
2017	10 519	36 862	9 618 938	4 007 445
2018	10 878	37 194	10 061 409	4 077 445
2019	11 247	37 529	10 524 234	4 147 445
2020	7 727	37 867	11 008 349	4 217 445
2021	12 002	38 207	11 481 708	4 287 445
2022	12 387	38 551	11 975 421	4 357 445
2023	12 783	38 898	12 490 364	4 427 445
2024	13 192	39 248	13 027 450	4 497 445
2025	8 241	39 602	13 587 631	4 567 445
2026	14 048	39 958	14 171 899	4 637 445
2027	14 496	40 318	14 781 290	4 707 445
2028	14 958	40 681	15 416 886	4 777 445
2029	15 436	41 047	16 079 812	4 847 445
2030	9 122	41 416	16 771 244	4 917 445

ANNEXE 7

GENERALITES SUR LES GPL

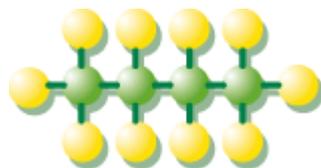
Le Butane et le Propane, définis sous le terme général de Gaz de Pétrole Liquéfiés, sont extraits soit du pétrole brut au cours des opérations de raffinage, soit au gaz naturel, Ils répondent à la norme belge NBN52-500. A titre indicatif, 100 tonnes de pétrole brut fournissent 03 tonnes environ de gaz de pétrole liquéfiés.

Source d'énergie incomparables, leurs utilisations, qu'elles soient domestiques, artisanales, agricoles, industrielles, ne cessent de prendre un développement toujours plus important.

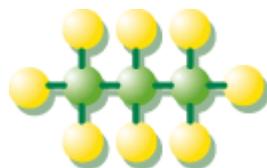
QUELQUES PROPRIETES PHYSIQUES IMPORTANTES

Leurs formules chimiques indiquent qu'ils sont composés de carbone et d'hydrogène, d'où leur nom d'hydrocarbures

BUTANE C₄H₁₀



PROPANE C₃H₈



Le butane et le propane commercialisés ne sont pas des produits chimiquement purs mais des mélanges d'hydrocarbures répondant à des spécifications officielles bien définies.

Le **GPL** carburant (**GPLC**), destiné à la carburation automobile, est un mélange spécial de butane et de propane.

Deux des caractéristiques qui différencient le butane et le propane, à la température ambiante, sont :

- la température d'ébullition,
- la tension de vapeur ou pression du gaz.

	Point d'ébullition (°C)	Masse volumique du Liquide (kg/m ³) à 15 °C	Masse volumique du Gaz (kg/m ³) à 15°C	Densité par rapport à l'air
Butane	0	585	2.50	2,07
Propane	-42	515	1.85	1,54

Tableau N°1 : Quelques caractéristiques du butane et du propane, CFBP 2003-2004.

- 1 litre de butane liquide libère 239 litres de gaz (15 °C – 1bar)
- 1 litre de propane liquide libère 311 litres de gaz (15 °C – 1 bar) c'est à dire qu'un litre de propane liquéfié se décomprime et donne un volume de 311 litres dans les conditions normales de température et de pression.

Ces caractéristiques physiques confèrent à cette énergie un avantage certain du point de vue du stockage et du transport mais aussi un grand risque, nous citerons à titre d'exemple un accident qui est survenu chez un utilisateur possédant une citerne de gaz propane contenant 340 litre de gaz, une perte de confinement subite due à une erreur humaine, à provoquer le dégagement d'une nappe de gaz de volume théorique en litres égal à $340 \times 311 = 105740$ litres, cette nappe de gaz qui est devenu un mélange détonnant à provoqué une grande déflagration causant la destruction de plusieurs habitations et le décès de 15 personnes.

Ils sont d'un transport facile, soit dans des bouteilles, soit dans des camions ou des wagons-citernes.

ANNEXE 8

Normes européennes de limitation des émissions des GES issus du transport routier

En Europe pour les voitures à moteur diesel, en grammes par kilomètre

	CO	HC + NOx	NOx	Particules
Euro 1 (1993)	2.72	0.97		0.14
Euro 2 (1996)	1	0.90		0.10
Euro 3 (2000)	0.64	0.56	0.50	0.05
Euro 4 (2005)	0.5	0.30	0.25	0.025

Pour les voitures à moteur essence :

	CO (g/km)	HC (g/km)	NOx (g/km)	teneur en soufre
1988	16.75 ???	2.00	3.00	
Euro 1 (1993)	2.72 (4.05)	HC + NOx < 0.97		0.05%
Euro 2 (1996)	2.20 (3.28)	HC + NOx < 0.50		0.05%
Euro 3 (2000)	2.30	0.20	0.15	0.015%
Euro 4 (2005)	1.0	0.10	0.08	0.005%

Nota : les conditions de mesure ayant changé à compter des normes Euro 3 (mesures moteur froid et non à chaud), les chiffres indiqués entre parenthèses pour les normes Euro 1 et 2 correspondent à des valeurs extrapolées plus directement comparables aux normes actuelles.

Pour les deux roues (là encore, manier la comparaison avec précaution. Les cycles de mesure ne sont pas identiques pour les motos et les quatuors, donc méfiance ...) :

	CO		HC		NOx	
	2 temps	4 temps	2 temps	4 temps	2 temps	4 temps
Euro 1 (1999)	8.0	13.0	4.0	3.0	0.1	0.3
Euro 2 (2003)	5.5	5.5	1.2	1.2	0.3	0.3
Euro 3 (2006)	2.0	2.0	0.3	0.3	0.15	0.15

Pour les PL, bus et cars :

	CO	HC	NOx	particules
Euro 0 (1990)	11.2	2.40	14.4	-
Euro 1 (1993)	4.9	1.23	9.0	0.4
Euro 2 (1996)	4.0	1.10	7.0	0.15
Euro 3 (2001)	2.1	0.66	5.0	0.10
Euro 4 (2005)	1.5	0.46	3.5	0.02
Euro 5 (2009)	1.5	0.25	2.0	0.02

L'essence sans plomb est apparue en France en 1989. Le pot catalytique 3 voies s'est généralisé en 1993. L'essence plombée est supprimée depuis le 1er janvier 2000.

La teneur de l'essence en aromatiques a été fixée à 35% depuis 2005.

Source : <http://eric.cabrol.free.fr/Moteur/pollution.html>

ABREVIATION

GPL/C : Gaz Propane Liquéfié Carburant

GNC : Gaz Naturel Carburant

GES : Gaz à Effet de Serre

TEP : Tonnes Equivalent Pétrole

Gb : Giga barils

GWH : Giga Watt Heure

KTEP : kilo TEP

PIB : Produit Intérieur Bruts

VP : Véhicule Particulier

UL : Véhicule Utilitaire

PL : Poids Lourds

TC : Tracteur Camion

OCDE : Organisation de Coopération et de Développement Economique

CEI : Communauté des Etats Idépendants.

A.I.E : Agence Américaine pour l'information sur l'énergie

GIEC : Groupe Intergouvernemental d'Experts sur l'évolution du Climat

OPEP : Organisation des Pays Exportateurs de Pétrole

CNUED : Conférence des Nations Unies sur l'Environnement et le Développement

PK : Protocole de Kyoto

Glossaire

A

Atmosphère

Couche gazeuse qui entoure la planète Terre. Les variations de température la délimitent en 7 parties : la plus basse la troposphère puis la stratosphère, la mésosphère, l'ionosphère, la thermosphère, l'exosphère, la magnétosphère. D'autres planètes possèdent aussi une atmosphère.

B

Biocarburant

Liquide d'origine végétale capable de brûler pour fournir l'énergie nécessaire au fonctionnement d'un moteur.

Biocombustible

Matière végétale solide (comme le bois) capable de brûler en présence d'oxygène pour produire de la chaleur.

Biomasse

Masse totale des êtres vivants qui occupent une surface donnée à un moment donné. Par extension : masse vivante contenant des substances susceptibles de fournir de l'énergie.

C

Carburant

Liquide ou gaz capable de brûler pour fournir de l'énergie nécessaire au fonctionnement des moteurs.

Climat

Ensemble des phénomènes atmosphériques d'un lieu sur la longue durée, dans leurs manifestations fréquentes, rares ou exceptionnelles. On parle par exemple du climat méditerranéen, caractérisé par la douceur des températures hivernales et la sécheresse des mois d'été.

Combustible

Matière (solide, liquide ou gazeuse) qui fournit de l'énergie sous forme de chaleur quand on la brûle.

Combustible fossile

Combustible formé par l'accumulation et la décomposition de matière animale ou végétale à grande profondeur et pendant plusieurs millions d'années (charbon, pétrole, gaz naturel). Ces combustibles fossiles s'épuisent au fur et à mesure de leur utilisation contrairement aux énergies renouvelables.

Combustion

Action de brûler de la matière en présence d'oxygène.

D

Développement durable

Le développement durable est « un développement qui répond aux besoins du présent sans compromettre la capacité des générations futures de répondre aux leurs » (définition de l'ONU en 1987). Le développement doit tenir compte des ressources limitées de la planète, de la croissance démographique, des risques pour l'environnement comme par exemple : l'effet de serre.

Dioxyde de carbone (CO₂)

Gaz atmosphérique peu abondant (0,035 %) produit par les êtres vivants (respiration), les volcans mais surtout par les combustions liées aux activités humaines (chauffage, automobile, industrie). Il fait partie des gaz à effet de serre.

E

Écosystème

Ensemble des êtres vivants et des autres composants d'un milieu naturel.

Effet de serre

Élévation de la température à la surface de la Terre liée à la présence de certains gaz dans l'atmosphère : les gaz à effet de serre (vapeur d'eau, dioxyde de carbone, méthane, monoxyde de carbone, oxydes d'azote, chlorofluorocarbures et ozone). Ces gaz absorbent une partie du rayonnement infrarouge normalement renvoyé de la Terre vers l'espace, d'où le réchauffement de la surface terrestre qui atteint en moyenne une température de 15°C indispensable à la vie. Une augmentation des gaz à effet de serre provoque donc l'augmentation de la température terrestre.

Énergie

Vient du mot grec *energeia* qui veut dire « force en action ». Capacité à produire de la chaleur, du mouvement, de faire fonctionner des machines. On distingue plusieurs énergies en fonction de :

1) leur source :

- l'énergie solaire provient du soleil,
- l'énergie hydraulique provient de l'eau,
- l'énergie éolienne provient du vent,
- l'énergie nucléaire provient de l'uranium,
- l'énergie chimique provient des êtres vivants, la biomasse ;

2) leur forme :

- l'énergie cinétique est liée à la vitesse d'une certaine quantité de matière,
- l'énergie mécanique se manifeste sous forme de mouvement,
- l'énergie électrique se manifeste par le déplacement d'électrons,
- l'énergie thermique se manifeste sous forme de chaleur.

À l'origine, toute l'énergie provient du soleil. Sans énergie, il n'y a pas de vie.

L'énergie ne se perd pas, ne se fabrique pas, elle se contente de changer de forme.

Environnement

Ensemble des caractéristiques physiques, chimiques et biologiques des écosystèmes plus ou moins modifiées par l'action de l'homme.

F

Fermentation

Transformation de toute matière riche en sucre sous l'action de microbes (levures, bactéries ou moisissures) qui fabriquent de l'éthanol et du dioxyde de carbone.

H

Hydrocarbures

Nom donné aux substances qui ne sont composées que d'atomes de carbone et d'hydrogène (exemples : le méthane CH_4 , l'octane C_8H_{18}). Le pétrole est un mélange d'hydrocarbures.

K

Kilowattheure (kWh)

Unité d'énergie. Le kWh représente l'énergie mise en œuvre par un appareil de puissance 1 000 watts pendant une heure de fonctionnement.

O

Organiques

Substances qui proviennent des êtres vivants, composées au minimum d'atomes de carbone, d'hydrogène et d'oxygène.

Oxyde

Substance obtenue par la combinaison de l'atome d'oxygène avec un autre atome : le monoxyde de carbone (CO), le dioxyde de soufre (SO_2) et les oxydes d'azote (NO_2) sont des gaz produits par les combustions automobiles et industrielles très nocifs pour la santé et l'environnement.

Ozone

Gaz atmosphérique d'odeur forte, formé de trois atomes d'oxygène. Très rare à basse altitude, mais toxique, il se situe à très haute altitude sous forme d'une couche (la couche d'ozone) qui nous protège des rayons ultraviolets du soleil.

P

Puissance

Capacité que possède un système d'effectuer un travail rapidement. C'est le rapport de l'énergie échangée sur le temps. S'exprime en watt (W), kilowatt (kW) ou mégawatt (MW).

R

Rayonnement électromagnétique

Propagation d'énergie sous forme de vibrations. En fonction de leurs longueurs d'ondes, on distingue :

- les rayons infrarouges (supérieure à $0,8 \mu\text{m}$ de longueur d'onde).
- les rayons lumineux visibles ($0,8 \mu\text{m}$ à $0,4 \mu\text{m}$).
- les rayons ultraviolets (inférieure à $0,4 \mu\text{m}$) et les rayons X.

Rayonnement

Propagation d'énergie sous forme d'ondes, de rayons ou de faisceau de particules (photons). Le soleil émet un rayonnement sous forme de rayons lumineux visibles et d'ondes invisibles comme les ondes radar, les micro-ondes, les infrarouges, les ultraviolets, les rayons X.

Révolution industrielle

La Révolution industrielle est la période historique qui a commencé en Angleterre à la fin du XVIII^e siècle. Elle marque la fin d'une économie centrée traditionnellement sur l'agriculture et la naissance d'une société industrielle fondée sur une production mécanisée et à grande échelle de biens manufacturés.

S

SPSS

Statistical Package For Social Sciences, est un essentiellement un logiciel de traitement de données en vue d'analyses statistiques. Il lit les données, les traduit en format SPSS, les transforme –si demandé- et exécute des opérations mathématiques et statistiques.

T

Température

Grandeur relative à la sensation de chaleur ou de froid. Elle se mesure en degrés Celsius (°C) à l'aide d'un thermomètre.

Tectonique (zone)

Zone de déformation des roches à l'intérieur du globe terrestre qui se manifeste souvent par une élévation de la température des roches.

Tonne équivalent pétrole (tep)

Unité qui permet de comparer l'énergie contenue dans les combustibles ou de sources d'énergie de nature différente. Une tep correspond à une masse de combustible qui contient la même énergie thermique qu'une tonne de pétrole.

W

Watt (W)

Unité de puissance dans le système international (SI). Un watt correspond à une énergie d'un joule fournie pendant une seconde ($1 \text{ W} = 1 \text{ J/s}$).

Bibliographie

- [1]. N. BACHOUCHE , C. LARABI, M. MOUSSAOUI , Prof CE CHITOUR :
« Le contexte énergétique international à l’horizon 2030 : la demande peut elle être satisfaite ? ». 8ème journée de l’énergie ENP. Département Génie Chimique Mai 2004
- [2]. M^{LLES} LAMRAOUI ET BENMANSOUR « Etablissement d’un modèle de consommation énergétique mondiale à l’horizon 2030 ». Projet de Fin d’études. ENP 2005.
- [3]. www.naturalgas.org
- [4]. Agence Internationale de l’énergie « AIE ». Rapport annuel 2002.
- [5]. M. BENMESBAH , A. BEROUAL , T. KERCHOUCHE , Prof CHITOUR : « La mondialisation de l’énergie : une répartition profondément injuste ». 8eme journée de l’énergie ENP. Département Génie Chimique Mai 2004.
- [6]. D. BOUCHENAB : « La modélisation de la consommation d’énergie en Algérie à l’horizon 2030 ». Projet de fin d’études. ENP Année 2004.
- [7]. « Offre mondiale d’énergie primaire » Revue PGA N° 809 du 01Décembre 2002.
- [8]. S. BERKANI , S. GUERMAT , S. HADDOUM , Prof CHITOUR . « Le prix du pétrole est-il un prix juste ? » 8ème journée de l’énergie ENP.2004.
- [9]. CECILE FARGUE . « Plus de 50 % de hausse de la consommation d’énergie d’ici 2030 »
www.univers.nature.com
- [10]. I. HADJ ALI , N. ; MEDJAHED , A.. AOUANE ; Pr CE CHITOUR « Les perspectives énergétiques mondiales à l’horizon 2030 ». 7eme journée de l’énergie 2003.
- [11]. L. BRACI , S. GORI; M. SABER ; A. SEBRI ; A.MEFTI ; Pr CE CHITOUR « Bilan énergétique et écologique actuel ». 8eme journée de l’énergie ENP. Département Génie Chimique Mai 2004.
- [12]. BERNAND BENSAID « Des carburants alternatifs d’aujourd’hui à ceux de demain. » (Décembre 2004). www.IFP.fr
- [13]. Rapport Annuel 2004. Sonatrach.
- [14]. M. BRAHIM , S. MENIA , S.LIACHA , Dr.A. MEFTI , Pr CE CHITOUR.
« Algérie : Des Atouts et une stratégie énergétique à consolider ». 8eme journée ENP.

2004

- [15]. www.mem-algeria.org
- [16]. Aprue. « Journée d'études sur la Distribution des produits pétroliers ». Année 2005.
- [17]. Chiffres clés du Secteur de l'énergie et des Mines. Rapport DSI Octobre 2002. MEM.
- [18]. JACQUES GIRO. « La demande d'énergie : Méthodes et techniques de Modélisation » Edt du centre français de la recherche scientifique. Paris 1977.
- [19]. CHRISTIAN GOURIEROUX et ALIN MONFORT. « Série temporelles et Modèles dynamiques » Edt Economica.
- [20]. JEAN FERICELLI et JEAN LESOURD , Energie : Modélisation et Econométrie. Edt Economica. Paris 1985.
- [21]. REGIS BOUBONNAIS. Econométrie. Edt Dunod , Paris 1996.
- [22]. BERTRAND CHATEAU et BRUNO LAPILLONE , « La prévision à long terme de la demande d'énergie » propositions méthodologiques , Edt. du centre français de la recherche scientifique. Paris 1977.
- [23]. M. LAMIRI. « Scénario d'évolution probable de l'économie Algérienne » INISCOM. 8eme Journée de l'énergie. ENP. 2004
- [24]. E.BARBIERI MOSINI. « Penser le futur ». Edt Dunod. Paris 2000.
- [25]. « Profil Socio-économique. Algérie » Mars 2005. www.stat.gouv.qc.ca
- [26]. « Etude offre –Demande d'énergie à l'horizon 2020 » Aprue.
- [27]. Earth Trends 2003 .[http : // earthtrend .wri.org](http://earthtrend.wri.org)
- [28]. LAKHDAR BOUMAZOUZ. « Perspectives d'évolution de la consommation finale d'énergie en Algérie ». M.E.M. www.worldenergy.org/wec.gies/publications
- [29]. T.FODDIL « Etude d'une opportunité d'exportation » Institut des forces de vente. 2005.
- [30]. www.Naftal.dz
- [31]. « Transports routiers quelles alternatives énergétiques à moyen et long terme ? » Revue de l'énergie N° 554. Février 2004.
- [32]. N.HAMIDOUCHE. « Les modèles de demande d'énergie : Application à la demande des carburants en Algérie ». Les cahiers du CREAD N°65.
- [33]. S.SAADI. « Expérience de NAFTAL en matière de GPL / C ». Journée d'études sur le développement du GPL/ carburant. NAFTAL Décembre 2003.
- [34]. A.BELKORCHIA. « Présentation du cadre légal réglementaire et institutionnel ». M.E.M. Journée d'études sur le développement du GPL/ carburant. Décembre 2003.

- [35]. www.ons.dz
- [36]. Aprue « Marché actuel des GPL et perspectives de développement » 1999.
- [37]. A .BENYOUCEF. « **Expérience du premier installateur privé. Contraintes et perspectives** ».SARL GHAZAL. Journée d'études sur le développement du GPL/ carburant. Décembre 2003.
- [38]. Revue de l'énergie N° 561 Novembre 2004. page 243.
- [39]. « Consommation d'énergie et changement climatique » Office Fédéral de l'énergie. Janvier 2001.
- [40]. BRUNO MORTGAT. Revue « Environnement et techniques ». Mai 1998
- [41] www.environnement.gouv.fr
- [42]. www.enerdata.fr
- [43]. www.cite-sciences.fr
- [44]. www.sfdi.org
- [45]. www.Sciences-decisions.fr
- [46]. www.elwatan.com
- [47]. N.HAMMIDOUCHE. « L'effet de serre : les émissions prévisionnelles de CO₂ dans le secteur des transports routiers en Algérie ».
- [48]. www.Climate-algeria.org
- [49]. www.Aprue.org.dz/publications
- [50]. [http// eric.cabrol.free.fr](http://eric.cabrol.free.fr)
- [51]. « Pourquoi dit-on que le GPL Carburant est un carburant vert ? » www.Primagaz.fr

