

République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

Ecole Nationale Polytechnique



المدرسة الوطنية المتعددة التقنيات
Ecole Nationale Polytechnique

Département de Génie Chimique

Projet de Fin d'Etudes
En vue de l'obtention du diplôme d'Ingénieur d'Etat en Génie Chimique

Sujet :

**Pour une stratégie rationnelle de consommation de
carburants dans le pays à 2030**

Etudié par :

Hakim BOUNOUA

Slimane GHANEM

Soutenu le 17 juin 2015 devant le jury suivant :

Président :	A. MEFTI	Docteur, ENP
Examinatrices :	F. KIES F. MOHELLEBI	Docteur, ENP Docteur, ENP
Invité :	A. DJELLOUT	Ancien directeur de la Division raffinage de Sonatrach
Rapporteur :	C. E. CHITOUR	Professeur, ENP

Promotion 2015

REMERCIEMENTS

Nous tenons à remercier très vivement monsieur le Professeur Chems Eddine CHITOUR de nous avoir fait l'honneur de diriger ce travail. Nous le remercions pour tous ses aides, apports, remarques, conseils et orientations pour finaliser ce projet.

Nous remercions les membres de jury qui ont accepté de juger ce travail.

Mme A.MEFTI, qui nous fait l'honneur de présider le jury.

Mme F.MOHELLEBI et Mlle F.KIES qui nous font l'honneur de nous accorder de leur précieux temps pour examiner ce travail.

M. A.DJELLOUT qui nous fait l'honneur d'assister à notre soutenance.

Nous remercions tous les membres de l'École Nationale Polytechnique, ainsi que tous ceux qui ont contribué de près ou de loin à l'élaboration de ce document.

Dédicaces

« Je tiens à dédier ce travail en premier lieu à mes parents, sans lesquels je n'y serai jamais ici, qui me sont d'un grand soutien par leurs sacrifices et leurs encouragements.

À mes chères sœurs Yamina, M'barka, Lila, Rahma et Louiza.

À tous mes amis.

À la famille BOUNOUA qui m'a accueilli pendant la préparation de ce travail.

Et à tous ceux qui font partie de ma vie »

Slimane

ملخص:

من أجل استراتيجية عقلانية في ميدان استهلاك الوقود في الجزائر عند مطلع 2030

عرف طلب المنتجات النفطية المستخدمة في مجال النقل في السنوات الأخيرة تطورا هاما و هذا ما قد يسبب انخفاضا في موارد النفط الوطنية إذا ما واصلنا بوتيرة الاستهلاك هذه. في هذه الاطروحة تم اقتراح استراتيجية خاصة بقطاع النقل لتقدير طلب الطاقة في هذا القطاع بحلول عام 2030، واطهار المكاسب المحتملة من الوقود التقليدي (البنزين والديزل) و لا سيما باستعمال مصادر طاقوية بديلة و عقلنة استهلاك الوقود.

الكلمات الهامة: غاز البترول المميع، الغاز الطبيعي و قود، وقود الديزل الحيوي، البنزين، غزوال، قطاع النقل.

Résumé :

Pour une stratégie rationnelle de consommation de carburants dans le pays à 2030

La demande en produits pétroliers, utilisés essentiellement dans le domaine des transports, a connu ces dernières années une évolution importante. Les ressources pétrolières nationales risquent à ce rythme de consommation de diminuer rapidement.

Une stratégie énergétique dédiée au secteur du transport est proposée dans le cadre de ce projet de fin d'études permettant d'estimer la demande énergétique dans ce secteur à l'horizon 2030 et de montrer les gains potentiels de carburants classiques (essence et gasoil) notamment en introduisant d'autres sources d'énergie et en rationalisant la consommation de carburant.

Mots clés : Gaz de pétrole liquéfié, Gaz naturel carburant, Biodiesel, Essence, Gasoil, *secteur du transport*.

Summary:

For a rational strategy of the country fuel consumption by 2030.

The demand for oil products, used mainly in the field of transport, has increased sharply in the last decade. National oil resources might decrease rapidly at this rate of consumption.

An energy strategy dedicated to the transport sector is proposed in this graduation project to estimate the energy demand in this sector by 2030 and show the potential gains of conventional fuels (gasoline and diesel) including the introduction of alternative energy sources and the rationalization of fuel consumption.

Keywords: Liquefied petroleum gas, Natural gas fuel, Biodiesel, Gasoline, Gasoil, the transport sector.

Liste des abréviations :

ADE : Algérienne des eaux

AIE : Agence International de l'Energie

BHNS : Le Bus à Haut Niveau de Service

BP : british petroleum

BRICS : acronyme qui désigne : Brésil, Russie, Inde, Chine et Afrique du Sud

Btu: British thermal unit

CC: cycle combiné

CDER : Centre de développement des énergies renouvelables (Alger)

COV : Composés organiques volatils

CREG : Commission de Régulation de l'Electricité et du Gaz

DGI : Direction générale des impôts

EIA : Energy Information Administration (États-Unis)

FNERC : fonds national des énergies renouvelables et cogénération (Algérie)

GES : Gaz à effet de serre

GN : Gaz naturel

GNC : Gaz naturel carburant

GPL : gaz de pétrole liquéfié

GW : Giga watt-heur

GWh : Giga watt-heur

IRIS : Institut de recherche et d'information socio-économique (Paris).

Ktep : kilo tonne équivalent pétrole

Mbj : Million baril par jour

MEM : ministères de l'énergie des mines (Algérie)

Mt : million de tonnes

Mtep : Millions de tonne équivalent pétrole

NDRC: National Development and Reform Commission (chine)

OCDE : Organisation de coopération et de développement économiques

OGJ : oil and gaz journal

OPEC : Organisation des pays exportateurs de pétrole (Organization of the Petroleum Exporting Countries)

ONE : Office National de l'Electricité et de l'Eau potable (Maroc)

ONS : Office national des statistiques (Algérie)

ONU : Organisation des Nations unies

PIB: produit intérieur brut

REN 21: Renewable Energy Policy Network for the 21st Century

SONEDE : Société nationale d'exploitation et de distribution des eaux (Tunisie)

STEG : Société Tunisienne de l'Electricité et du Gaz (Tunisie)

tep : Tonnes équivalent pétrole

TCSP : Les transports collectifs en site propre

TWh : Téra watt-heur

USD: United State Dollars

Liste des figures et des tableaux :

Figure :

- Figure I.1 : Évolution des réserves de pétrole
- Figure I.2 : Évolution de la production mondiale de pétrole
- Figure I.3 : Évolution de la consommation de pétrole
- Figure I.4 : Évolution de la production mondiale de gaz naturel
- Figure I.5 : Évolution de la consommation de gaz naturel
- Figure I.6 : Évolution de la production de charbon
- Figure I.7 : Evolution de la consommation mondiale de nucléaire
- Figure I.8 : Production mondiale d'énergie primaire en 2012
- Figure I.9 : Les plus grands producteurs d'énergie primaire en 2012
- Figure I.10 : Consommation primaire par source en 2013
- Figure I.11 : Consommation d'énergie par secteur en 2012
- Figure I.12 : Evolution des émissions mondiales de CO2
- Figure II.1 : Structure de la production d'énergie primaire, 2013
- Figure II.2 : Structure de la production d'énergie dérivée, 2013
- Figure II.3 : Production d'énergie dérivée, 2013
- Figure II.4 : Réserve prouvées de pétrole en Algérie
- Figure II.5 : Production de pétrole
- Figure II.6 : Consommation de produits pétroliers
- Figure II.7 : Scénario probables pour les hydrocarbures
- Figure II.8 : Classement des pays selon leurs réserves en gaz naturel
- Figure II.9 : Production de gaz naturel en Algérie
- Figure II.10 : Consommation de gaz naturel en Algérie
- Figure II.11 : Consommation de gaz naturel par habitant en Algérie
- Figure II.12 : Exploitation de gaz de schiste
- Figure II.14 : Evolution de la puissance électrique installée en Algérie
- Figure II.15 : Evolution de la production d'électricité en Algérie
- Figure II.16 : Structure de la production d'électricité, 2013
- Figure II.17 : Consommation d'électricité par personne
- Figure II.18 : Consommation électrique des ménages par classes de consommation
- Figure II.19 : Moyenne annuelle de l'irradiation reçue sur une surface horizontale entre 1992-2002
- Figure II.20 : Carte des vents en Algérie
- Figure II.21 : Répartition des sources géothermiques en Algérie
- Figure II.22: Objectifs du programme algérien des énergies renouvelables
- Figure II.23 : phases du programme algérien des énergies renouvelables
- Figure III.1 : Production automobile mondiale cumulée par continent, 1898-2014
- Figure III.2 : Evolution de la production automobile mondiale, 1900-2011
- Figure III.3 : Evolution du parc mondial d'automobile
- Figure III.4 : Evolution de la consommation mondiale de carburants dans le transport, 2010
- Figure III.5 : Consommation mondiale par type de carburants, 1971-2012
- Figure III.6 : Répartition de la consommation mondiale par type de carburants

Figure III.7 : Evolution de la consommation de pétrole par secteur, 1971-2012
 Figure III.8 : répartition de la consommation de pétrole par secteur, (1971,2012)
 Figure IV.1 : Evolution du parc automobile algérien 1997-2013
 Figure IV.2 : Evolution du parc automobile touristique selon la source d'énergie 1997-2013
 Figure IV.3 : Consommation de carburants en Algérie 2001-2012
 Figure IV.4 : Evolution de la demande d'essence et de gasoil (Scénario fil de l'eau)
 Figure IV.5 : Evolution du parc automobile selon le scénario1 (fil de l'eau)
 Figure IV.6 : Evolution des prix de pétrole 2014
 Figure IV.7 : Evolution du parc automobile selon le scénario 2
 Figure IV.8 : Evolution de la demande d'essence et de gasoil (Scénario 2)
 Figure IV.9 : Evolution du parc automobile selon le scénario 3
 Figure IV.10 : Evolution de la demande d'essence et de gasoil (Scénario 3)
 Figure V.1 : Evolution du parc automobile touristique selon la source d'énergie
 Figure V.2 : Gousses et graine de Moringa
 Figure V.3 : Présentation de procédé de production de gazole de synthèse de 2ème génération
 Figure V.4 : La carte des étages bioclimatiques en Algérie
 Figure V.5 : Carte pluviométrique pour le Nord d'Algérie
 Figure V.6 : Consommation de carburant d'un véhicule en fonction de sa vitesse
 Figure V.7 : Consommation de carburant selon deux scénarios
 Figure V.8 : Consommation de carburant en 2030 suivant deux scénarios
 Figure V.9 : Consommation de carburant suivant deux scénarios
 Figure V.10 : Consommation de carburant en 2030 suivant deux scénarios
 Figure V.11 : Consommation de carburant suivant deux scénarios
 Figure V.12 : Consommation de carburant en 2030 suivant deux scénarios
 Figure V.13 : Comparaison de rendement du moteur thermique et électrique
 Figure V.14 : Émissions de CO₂, du puits à la roue, des véhicules électriques et thermiques
 Figure V.15 : Coût de possession du véhicule intégrant le coût des infrastructures
 Figure VI.1 : Exportateurs de pétrole MOAN : subventions avant impôts, dépenses d'équipement et dépenses sociales, 2011
 Figure VI.2 : Prix de vente des carburants

Tableaux :

Tableau II.1 : Evolution de réserves prouvées en gaz naturel en Algérie
 Tableau II.2 : Réserve estimée de gaz de schiste
 Tableau II.3 : Déclin des puits de gaz de schiste aux Etats-Unis
 Tableau II.4 : Consommation électrique des ménages par classes de consommation
 Tableau II.5 : potentiel solaire de l'Algérie
 Tableau IV.1 : Répartition du parc automobile par type de véhicules, 2013
 Tableau IV.2 : Répartition du parc automobile par type de carburant utilisé, 2013
 Tableau IV.3 : Répartition du parc automobile selon le genre et les tranches d'âges des véhicules, 2013
 Tableau IV.4 : Évolution de la demande automobile selon le scénario 1
 Tableau IV.5 : Évolution de la demande automobile selon le scénario 2

Tableau IV.6 : Évolution de la demande automobile selon le scénario 3

Tableau V.1 : Quantité de gasoil économisé en allant de gasoil vers l'essence

Tableau V.2 : Comparaison entre les émissions de GPLc et l'essence

Tableau V.3 : Caractéristique comparées essence, gazole et GPLc

Tableau V.4 : Consommation de GPLc en Algérie

Tableau V.5 : Economies d'essence par promotion de GPLc

Tableau V.6 : Economies de gasoil par promotion de GNC

Tableau V.7 : Véhicules touristiques mis en service par année 2000-2013

Tableau V.8 : Evolution du nombre de véhicules touristiques 2014-2030

Tableau V.9 : Véhicules touristiques importés 2014-2030

Tableau V.10 : Économies réalisées avec des véhicules respectant les nouvelles normes

Tableau V.11: Inventaire des exigences de production de 3 tonnes de graines de Moringa

Tableau V.12 : Prix unitaire des matières premières

Tableau V.13 : Coût des différentes charges

Tableau V.14 : Ensemble des coûts de l'usine

Tableau V.15 : Economies réalisées avec la conduite intelligente

Tableau V.16 : Coûts des différents transports collectifs urbains en site propre

Tableau V.17 : Coûts des différents transports collectifs urbains en site propre

Tableau V.18 : Cout des différents moyens de transport

Tableau V.19 : Récapitulatif des gains en essence et gasoil pour chaque mesure (scénario 1)

Tableau V.20 : Récapitulatif des gains en essence et gasoil pour l'ensemble des mesures (scénario 1)

Tableau V.21 : consommation en appliquant les mesures proposées (scénario1)

Tableau V.22 : Récapitulatif des gains en essence et gasoil pour chaque mesure (scénario 2)

Tableau V.23 Récapitulatif des gains en essence et gasoil pour l'ensemble des mesures (scénario 2)

Tableau V.24 : Consommation en appliquant les mesures proposées (scénario2)

Tableau V.25 : Récapitulatif des gains en essence et gasoil pour chaque mesure (scénario 3)

Tableau V.26 : Récapitulatif des gains en essence et gasoil pour l'ensemble des mesures (scénario 3)

Tableau V.27 : Consommation en appliquant les mesures proposées (scénario3)

Tableau VI.1 : Comparaison entre la consommation de certaines wilayas

Tableau VI.2 : Tarif de base de m³ d'eau la zone tarifaire territoriale

Tableau VI.3 : Barème de tarifs applicables aux différentes catégories d'usagers

Tableau VI.4 : Niveaux des subventions par rapport aux tarifs appliqués sur la base d'un coût réel de l'eau de 130 DA/m³

Tableau VI.5 : Tarif de l'eau au Maroc

Tableau VI.6 : Tarif de l'eau en Tunisie

Tableau VI.7 : Tarification de base du kWh en Algérie

Tableau VI.8 : Grille tarifaire de l'ONE en janvier 2014, Maroc

Tableau VI.9 : Tarifs de kWh 01/03/2013 pour les clients résidentiels, Tunisie

Tableau VI.10 : Cout des embouteillages dans quelques wilayas algériennes

Tableau VI.11 : Vignette sur les véhicules automobiles année 2015 : tarif applicable

Table des matières

Chapitre I : Situation énergétique mondiale

Introduction générale.....	1
Chapitre I : Situation énergétique dans le monde	2
I.1.Introduction :.....	2
I.2.Energie dans le monde :.....	2
I.2.1.Pétrole :	2
I.2.2.Gaz naturel :	4
I.2.3.Charbon:.....	6
I.2.4.Nucléaire :	7
I.2.5.Energies renouvelables :.....	7
a. Énergie hydraulique :	2
b. Énergie éolienne :	8
c. Biomasse :	8
d. Énergie solaire :	9
e. Géothermie :.....	9
I.2.6.Production et consommation totale d'énergie primaire :	9
I.2.7.Emissions de CO ₂ :.....	11
I.3. Conclusion:	11

Chapitre II: Situation énergétique en Algérie

II.1. Introduction :	12
II.2. Production national d'énergie :.....	12
II.2.1.Production d'énergie primaire :	12
II.2.2.Production d'énergie dérivée :	13
II.3.Pétrole :.....	13
II.3.1.Réserves prouvées de pétrole :.....	13
II.3.2.Production de pétrole :	15
II.3.3.Consommation de produits pétroliers :	16
II.3.4. Perspective de production, consommation et exportation de pétrole :	17
II.4.Le gaz naturel :	17
II.4.1.Gaz naturel conventionnel :	17

II.4.1.1.Réserve mondiale de gaz naturel conventionnel et non conventionnel :	18
II.4.1.2.Réserves de gaz de conventionnel l'Algérie :	18
II.4.1.3.Réserves de gaz de non conventionnel l'Algérie :	19
II.4.1.3.Production de gaz naturel conventionnel :	20
II.4.1.4.Consommation de gaz naturel conventionnel :	20
II.4.2. Gaz de schiste :	21
II.4.2.1. Comment l'exploite-t-on ?	21
II.4.2.2. Aspects environnementaux de l'exploitation du gaz de schiste :	22
II.4.2.3.Aspects économiques de l'exploitation de gaz de schiste :	24
II.4.2.4.La réalité du gaz de schiste au Etat-Unis :	26
II.4.2.5. Que doit faire l'Algérie s'agissant du gaz de schiste ?.....	28
II.5.L'électricité en Algérie :.....	29
II.5.1.La puissance installée :	29
II.5.2.Production d'électricité au niveau national :	29
II.5.3.Structure de la production d'électricité :.....	30
II.5.4.Consommation d'électricité par habitant :	31
II.5.5.Consommation électrique des ménages :.....	31
II.6.Les énergies renouvelables :.....	32
II.6.1.Potentiel d'énergies renouvelables de l'Algérie :	33
II.6.1.1.Energie solaire :.....	33
II.6.1.2.Energie éolienne :	35
II.6.1.3.La biomasse :.....	36
II.6.1.4.La géothermie :.....	37
II.6.1.5.Potentiel de l'hydroélectricité :	38
II.6.2.Les réalisations :	38
II.6.3.Plan de l'Algérie pour les énergies renouvelables :.....	38

Chapitre III: Parc automobile mondial et consommation des carburants dans le monde

III.1.Introduction :	41
III.2. Évolution du parc automobile mondial :	41
III.3.Production et consommation mondiale de carburant :	44

Chapitre IV: Parc automobile algérien et consommation des carburants en Algérie

IV.1.Introduction :.....	47
IV.2.Consommation de carburant et état des lieux du parc automobile algérien :	47

IV.2.1.Répartition du parc automobile pour l'année 2013 :.....	48
IV.2.1.1Répartition du parc automobile par type de véhicules :.....	48
IV.2.1.2.Répartition du parc automobile par type de carburant utilisé :.....	48
IV.2.1.3.Répartition du parc automobile selon le genre et les tranches d'âges:.....	49
IV.2.2.Consommation de carburant en Algérie :.....	50
IV.2.2.1.Evolution de la demande énergétique (essence et gasoil) et du parc automobile (Scénario fil de l'eau) : Scénario 1.....	51
IV.2.2.2.Scénario 2 : Réduction du parc automobile de 14% :.....	53
IV.2.2.3.Scénario 3 : Réduction du parc automobile de 30% :.....	55
IV.3.Cout des subventions de carburants :.....	56
IV.4.Conclusion :	56

Chapitre V: Modèle énergétique pour le secteur des transports

V.1. Introduction :.....	57
V.2. Présentation de la stratégie :.....	57
V.3. Scénario 1 :.....	58
V.3.1. Promotion de l'essence à la place du gasoil pour les véhicules de tourisme :.....	58
V.3.2. Le GPLc :.....	60
a- Avantages du GPLc :	61
b- Inconvénients du GPLc :	61
c- Le GPLc en Algérie :.....	62
d- Le GPLc dans la stratégie énergétique de transport :	62
V.3.3. Le GNC :.....	63
Le GNC dans la stratégie énergétique des transports :	64
V.3.4. Économie des carburants relative à l'application de normes d'émission de CO ₂ plus sévère :.....	66
V.3.5. Utilisation des biocarburants :	72
V.3.6. Conduite intelligente :.....	80
V.3.7. Les transports en commun dans la stratégie énergétique des transports :	82
V.3.8. Récapitulatif des gains en essence et gasoil pour chaque mesure :	89
V.4. Scénario 2 (Diminution de 14% du parc automobile par rapport au scénario 1) :.....	92
V.5. Scénario 3 (Diminution de 30% du parc automobile par rapport au scénario 1) :.....	96
V.6. Voitures électriques et hybrides :	100
V.7. Diesel à partir d'huiles usagées :.....	103

Chapitre VI : Vérité des prix

VI.1. Introduction :	104
VI.2. Généralités sur les subventions des carburants :	104
VI.2.1. Les réformes de subventions dans les autres pays de la région MENA :	105
VI.2.2. Obstacles à la réforme :	105
VI.2.3. Éléments d'une réforme réussie des subventions :	106
VI.2.4. Cas de l'Algérie :	106
VI.2.5. Conséquences :	107
a- Hémorragie aux frontières :	107
b- Obstacle pour le développement économique :	108
c- Le gaspillage :	108
VI.3. Eau :	108
VI.3.1. Les tarifs de l'eau potable :	108
VI.3.2. Comparaison des tarifs avec les autres pays de Maghreb :	111
VI.4. Electricité :	111
VI.5. Les embouteillages :	112
VI.6. Les solutions :	113
VI.6.1. Révision des prix :	113
VI.6.2. Carte à puce :	113
VI.6.3. Modulation de la vignette :	116
VI.6.4. Politiques des transports :	116
Conclusion Générale :	117
Les références:	118
Annexes :	122

Introduction générale

Depuis toujours, l'énergie est au cœur de monde. Sa disponibilité, son abondance ou sa pénurie influe fortement le comportement des humains. Les stratégies énergétiques des états de monde entier ont pour objectif principal d'assurer son approvisionnement.

La consommation mondiale d'énergie ne cesse d'augmenter depuis la révolution industrielle. Parmi les secteurs les plus énergivores, on trouve le secteur des transports, qui représentent plus d'un tiers de la consommation énergétique mondiale finale. Ce secteur est caractérisé par sa forte dépendance des produits pétroliers (97 %). Cette dépendance devient de plus en plus inquiétante, car les ressources pétrolières sont sur le déclin et les conséquences d'un réchauffement climatique pour l'homme et l'environnement sont très préoccupantes.

En Algérie, la situation n'est pas différente bien au contraire le secteur des transports dépend à 99 % des produits pétroliers et la consommation d'essence et de gasoil augmente à un rythme qui ne sera pas soutenable d'ici quelques années.

Dans ce travail, nous allons proposer une série de mesure qui peut être appliquée afin de remédier à ces problèmes.

Tout d'abord, nous allons faire un état des lieux de l'énergie dans le monde et en Algérie. Ensuite, nous parlerons du parc automobile mondial et de son évolution. Puis nous analyserons le parc automobile algérien et la consommation de carburant en Algérie. Enfin, nous proposerons une série de mesure pour réduire et rationaliser la consommation d'essence et de gasoil en donnant pour chaque mesure les gains en essence et en gasoil possibles.

Chapitre I : Situation énergétique dans le monde

I.1.Introduction :

Un secteur de l'énergie compétitif, fiable et durable est essentiel pour toutes les économies avancées. Ces dernières années, il a beaucoup été question de ce secteur en raison d'une série de problèmes qui ont propulsé l'énergie au premier rang des priorités politiques des États.

Dans ce chapitre, nous essayerons de faire un état des lieux de l'énergie dans le monde à fin de pouvoir d'établir un plan d'action pour notre Algérie.

I.2.Energie dans le monde : [1] [2]

Pour la satisfaction des divers besoins de plus en plus grandissants, l'Homme a eu recours à l'énergie dite primaire qu'il a puisée dans la nature. Elle est soit à **réserve limitée** comme le sont les ressources fossiles et fissiles : charbon, gaz naturel, pétrole et uranium, ou renouvelable : hydraulique, géothermique, éolienne, solaire et biomasse.

I.2.1.Pétrole :

Réserve :

Les réserves prouvées en pétrole sont estimées à 1688 milliards de barils soit 238 milliards de tonnes en 2013.

Le ratio réserve sur production (R/P) est de 53 ans, au rythme de consommation actuelle.

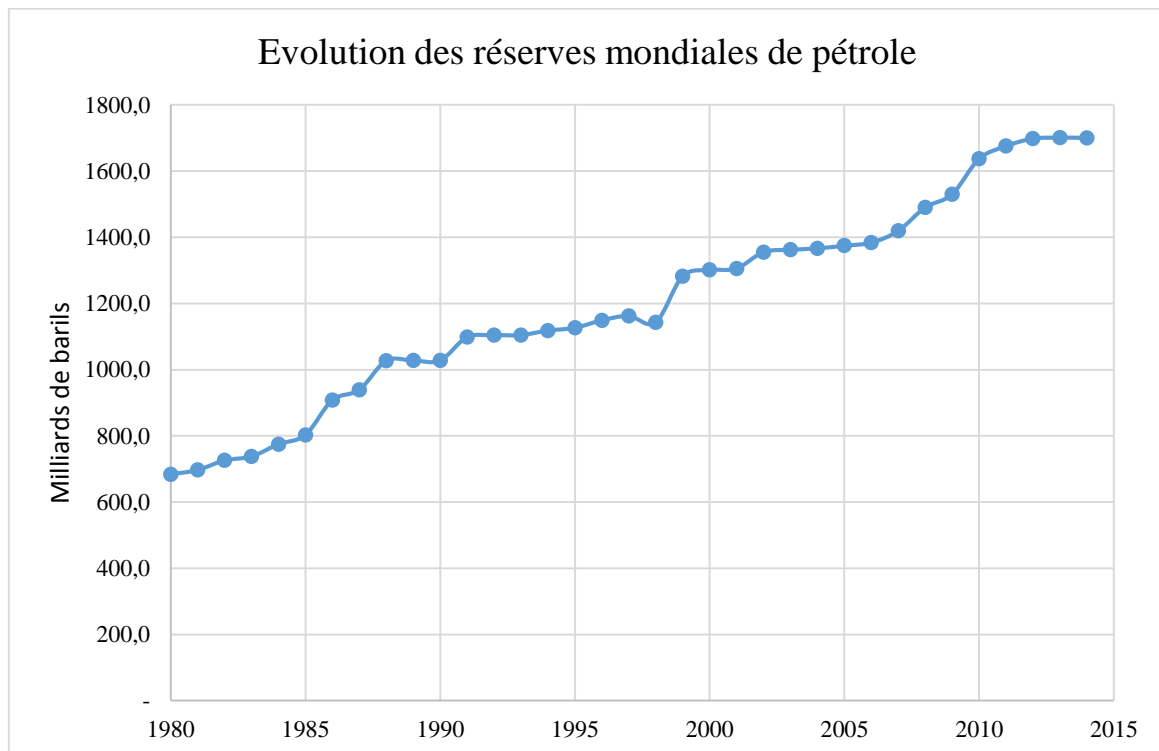


Figure I.1 : Évolution des réserves mondiales de pétrole
Source: BP Statistical Review of World Energy, 2015

En 2013, le Venezuela figure dans la première place avec 17,7 % des réserves mondiales (298,3 milliards de barils) suivies par l'Arabie Saoudite avec 15,8 % (265,9 milliards de barils) et le Canada représente 10,3 % (174,3 milliards de barils) des réserves mondiales. L'Algérie avec 12,5 milliards de barils représente 0,8 %.

La forte augmentation des réserves du Canada et du Venezuela résulte de l'intégration des réserves non conventionnelles de sable bitumineux.

Production :

La production mondiale de pétrole est passée de 1568 millions de tonnes en 1965 à 4130 Mt en 2013.

La production mondiale moyenne s'élève à 86,8 millions de barils par jour en 2013, dont près de 42,1 % proviennent des pays de l'OPEP.

En 2013, l'Arabie Saoudite est toujours le premier producteur mondial avec 13,1 % suivi par la Russie et les États-Unis avec respectivement 12,9 et 10,8 %.

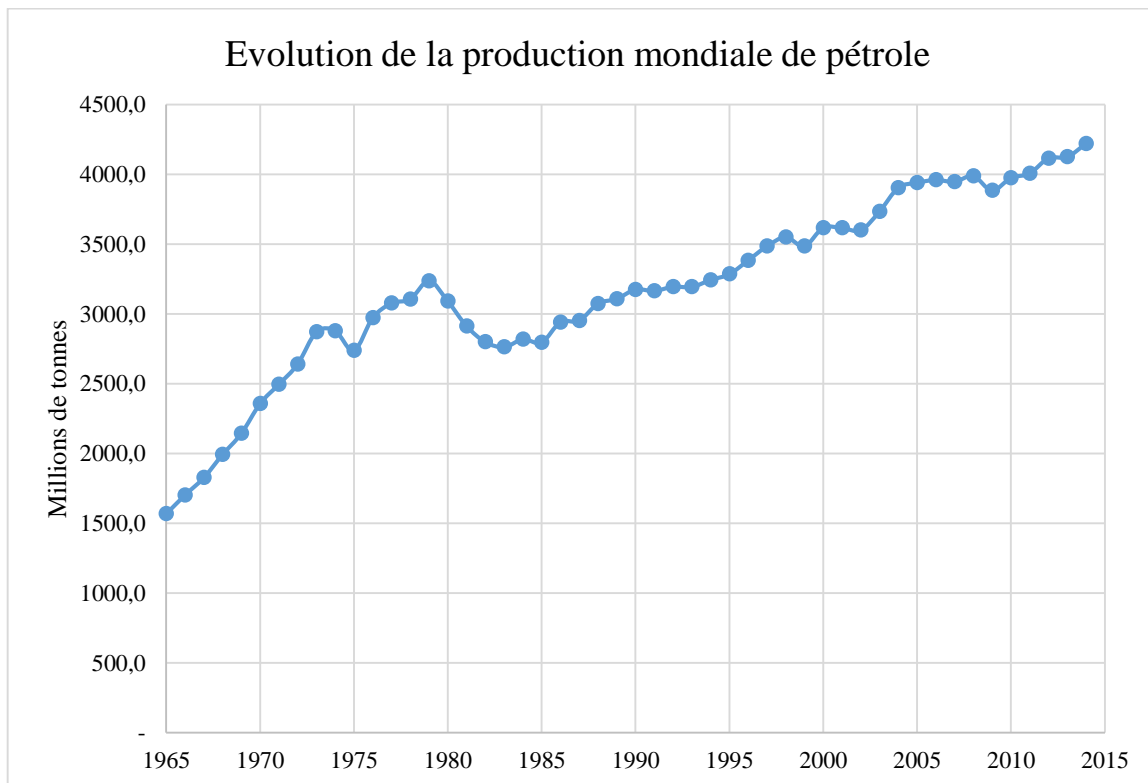


Figure I.2 : Évolution de la production mondiale de pétrole

Source: BP Statistical Review of World Energy, 2015

Consommation :

La consommation mondiale de pétrole est passée de 1530 Mt en 1965 à 4185 Mt en 2013.

Les États-Unis et la Chine sont de loin les plus grands consommateurs de cette énergie avec respectivement 19,9% et 12,1% suivis par le Japon avec 5% de la consommation mondiale.

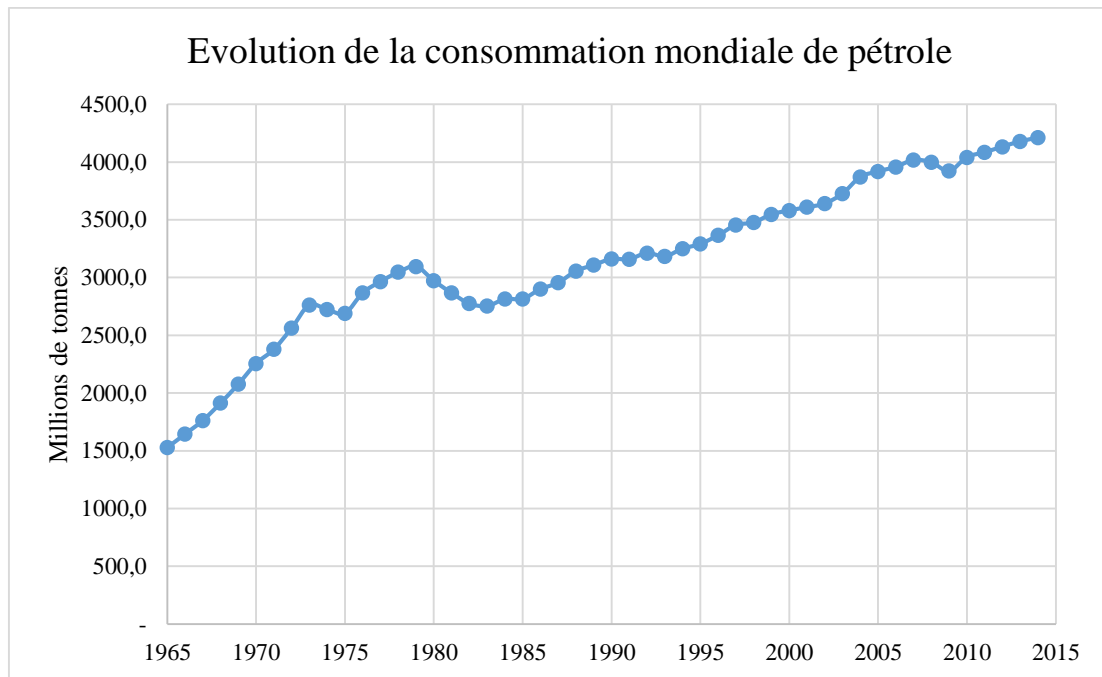


Figure I.3 : Évolution de la consommation mondiale de pétrole

Source: BP Statistical Review of World Energy, 2015

I.2.2. Gaz naturel :

Réserve :

Les réserves mondiales en gaz naturel sont estimées à 185 700 milliards de m³ en 2013, elles étaient de 118 100 milliards de m³ en 1993.

Ces réserves représentent un ratio réserve sur production de **55 ans**, au rythme de consommation actuelle. En 2013 elles sont essentiellement détenues par l'Iran (18,2%) la Russie (16,8%) et le Qatar (13,3%). L'Algérie détient 4 500 milliards de m³ soit environ 2,4 %.

Production :

La production mondiale de gaz naturel s'élève à 3 370 milliards de m³ en fin 2013 contre 992 milliards de m³ en 1970.

La production mondiale moyenne s'élève à 9,3 milliards de m³ par jour en 2013, dont plus d'un cinquième provient désormais des États-Unis.

Les producteurs majeurs en 2013 sont :

- les États-Unis avec une production de 688 milliards de m³ (soit 20,5% de la production mondiale) ;
- la Russie avec 605 milliards de m³ (17,8%) ;
- l'Iran avec 167 milliards de m³ (4,9%).

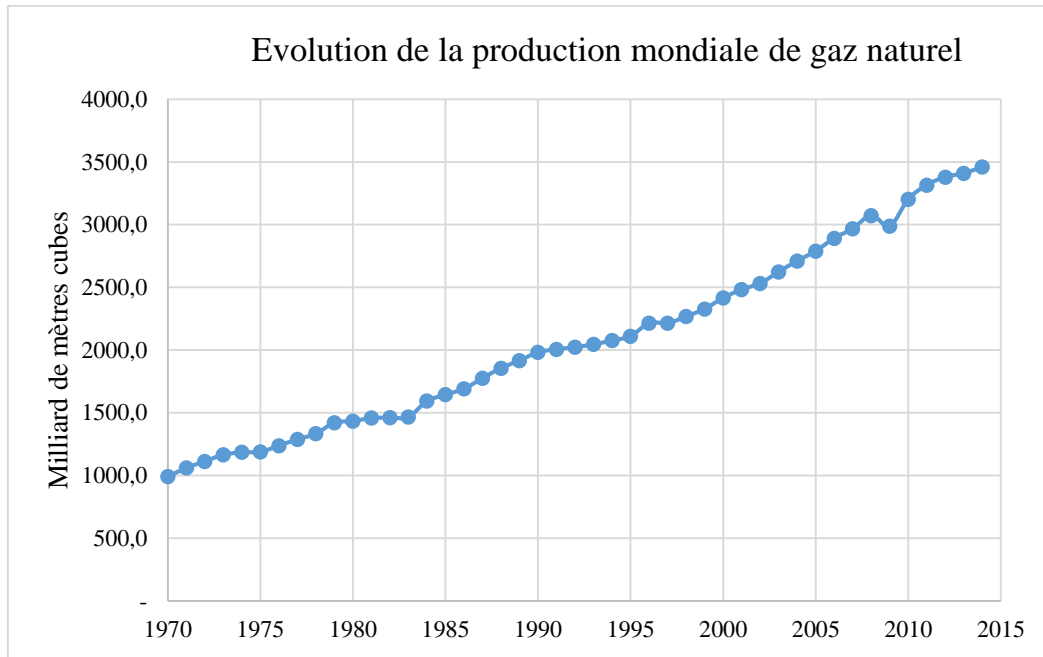


Figure I.4 : Évolution de la production mondiale de gaz naturel
Source: BP Statistical Review of World Energy, 2015

Consommation :

La consommation mondiale de gaz naturel est passée de 980 milliards de m³ en 1970 à 3 348 milliards de m³ en fin 2013.

Les États unis et la Russie sont les principaux consommateurs avec respectivement 22,2% et 12,3%.

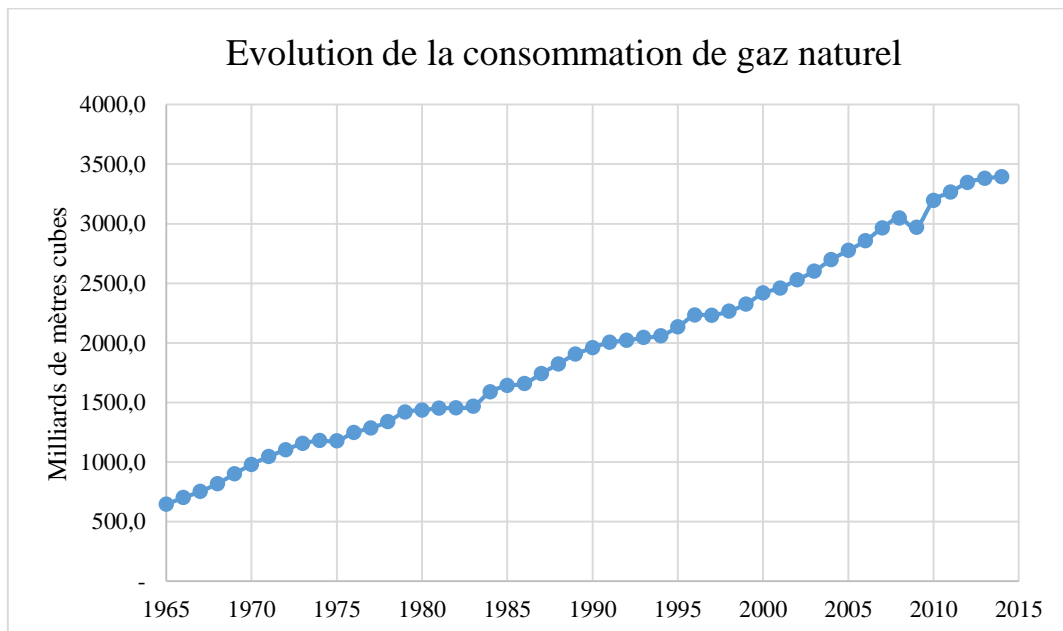


Figure I.5 : Évolution de la consommation de gaz naturel
Source: BP Statistical Review of World Energy, 2015

I.2.3.Charbon:

Bien qu'il ne participe pas directement à la production des carburants, nous citons le charbon qui participe d'une façon indirecte comme remplaçant de gaz naturel et du pétrole comme combustible, ces derniers pourront être utilisés aussi dans les carburants.

Les réserves mondiales de charbon sont évaluées à 891 531 millions de tonnes en fin 2013. Le ratio réserves sur production (R/P) est de 113 ans, au rythme de consommation actuelle.

Les États unis disposent de la plus grande réserve qu'est d'environ 237 295 Mt soit 26,6% en fin 2013.

La production mondiale était de 7897 Mt pour la même année. La production mondiale moyenne s'élève à 21,4 Mt par jour en 2013, dont près de la moitié provient désormais de la chine.

Les producteurs majeurs en 2013 sont :

- la Chine avec une production de 3 561 millions de tonnes, soit 47,4% de la production mondiale de charbon ;
- les États-Unis avec 904 Mt (11,6%) ;
- l'Inde avec 613 Mt (7,8%).

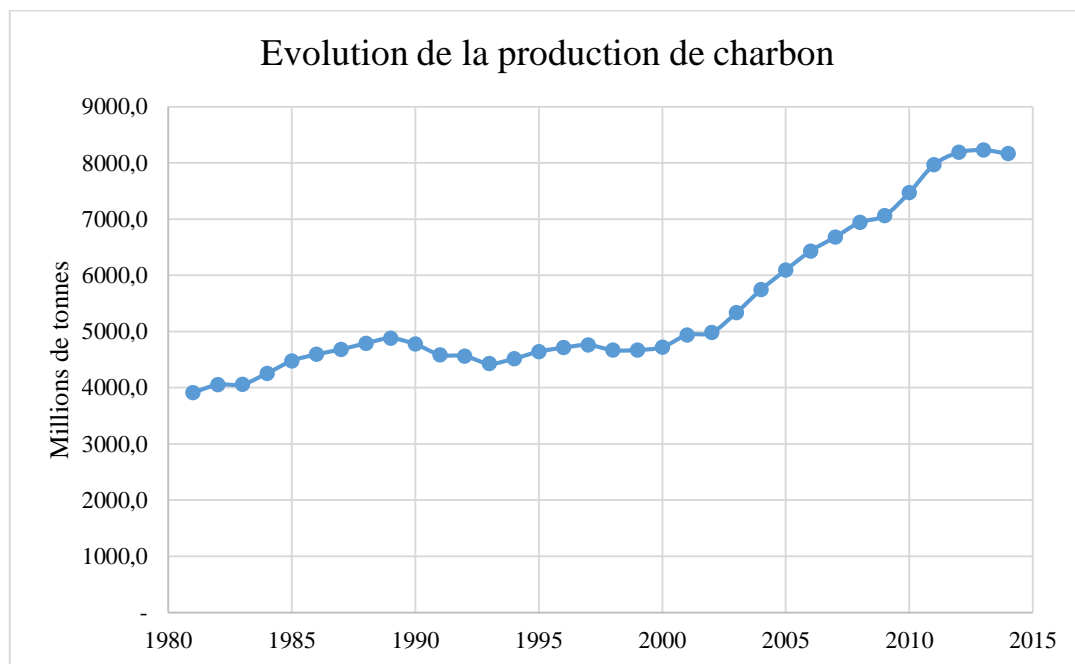


Figure I.6 : Évolution de la production de charbon
Source: BP Statistical Review of World Energy, 2015

Concernant la consommation, elle s'élève à 7785 Mt dont le plus grand consommateur est la Chine avec plus de la moitié de la consommation mondiale (50,3 %).

I.2.4.Nucléaire :

Les réserves prouvées mondiales en uranium sont estimées à 5903 Mt dont l'Australie et le Kazakhstan sont les principaux détenteurs avec respectivement 29 et 12 %. L'Algérie dispose de 50 000 tonnes.

La production mondiale nucléaire s'élève à 2 461 TWh en 2012 soit environ 640 Mtep.

Les Producteurs majeurs en 2014 sont :

- les États-Unis avec 797 TWh, soit 33,8% de la production nucléaire mondiale ;
- la France avec 416 TWh (17,6%) ;
- la Russie avec 169 TWh (7,2%).

La consommation mondiale en 2013 était de 2489 TWh dont les principaux consommateurs sont les États unis, la France et la Russie.

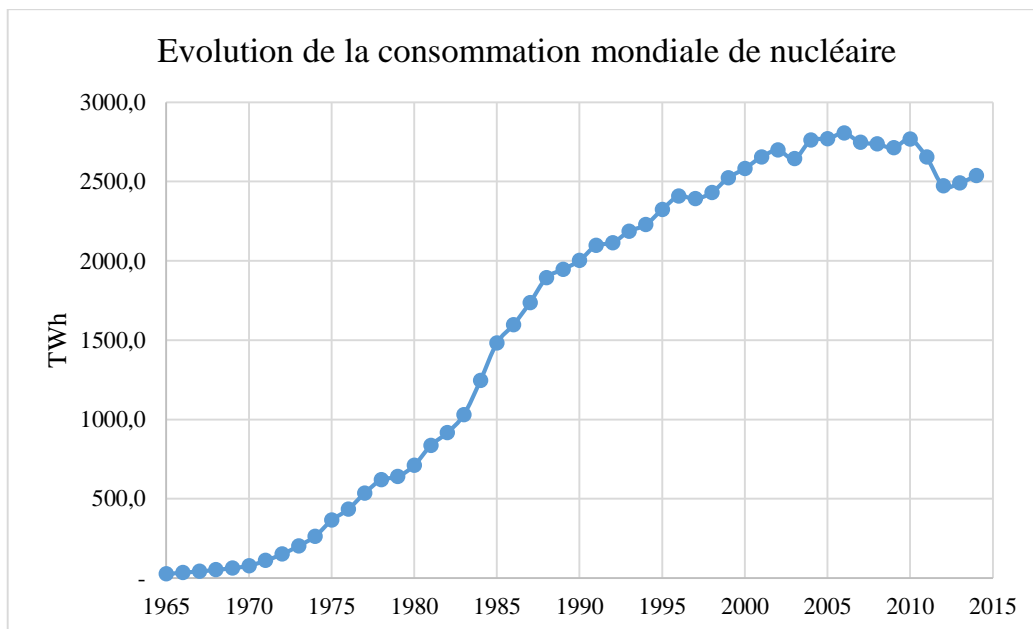


Figure I.7 : Evolution de la consommation mondiale de nucléaire
Source BP Statistical Review of World Energy, 2015

Nous remarquons que la consommation est en baisse depuis 2006, ceci peut être expliqué par la tendance mondiale de dénucléarisation à cause des dangers liés à cette source d'énergie (Tchernobyl, Fukushima). À titre d'exemple, l'Allemagne a décidé la fermeture de l'ensemble de ses réacteurs à l'horizon 2022.

I.2.5.Energies renouvelables :

Les énergies renouvelables les plus importantes en termes de production sont par ordre décroissant l'hydraulique, l'éolien, la biomasse, le solaire et la géothermie.

La production mondiale d'électricité d'origine renouvelable a atteint 4 699 TWh en 2012, soit 20,8% de la production d'électricité mondiale.

a. Énergie hydraulique :

L'énergie hydraulique est la 3^e source d'électricité dans le monde après le charbon et le gaz naturel et elle représente **78%** de la production d'électricité renouvelable mondiale en 2012.

La production mondiale en 2013 est estimée à 3782 TWh soit environ 10361 GWh par jour.

Les principaux producteurs en 2013 sont :

- la Chine avec une production hydroélectrique de 911 TWh, soit 24,1% de la production mondiale ;
- le Canada avec 392 TWh (10,4%) ;
- le Brésil avec 385 TWh (10,2%).

L'hydroélectricité est la filière renouvelable la mieux répartie dans les différentes régions du monde, bien que les 5 principaux producteurs en 2012 (Chine, Brésil, Canada, États-Unis, Russie) produisent 56,9% de la production mondiale.

b. Énergie éolienne :

La production électrique mondiale d'origine éolienne s'élève à 534 TWh en 2012 soit environ 1464 GWh par jour.

Producteurs majeurs en 2012 :

- les États-Unis avec une production électrique d'origine éolienne de 141 TWh, soit 26,4% de la production mondiale ;
- la Chine avec 118 TWh (22,1%) ;
- l'Espagne avec 49 TWh (9,2%).

11,4% : proportion d'électricité d'origine éolienne dans la production d'électricité renouvelable mondiale en 2012.

c. Biomasse :

La production électrique à partir de biomasse dans le monde s'élève à 326,2 TWh en 2012.

Les Producteurs majeurs en 2012 sont :

- les États-Unis avec une production électrique à partir de biomasse de 63 TWh, soit 19,4% de la production mondiale ;
- le Brésil avec 42 TWh (12,8%) ;
- l'Allemagne avec 41 TWh (12,7 %).

d. Énergie solaire :

La production mondiale moyenne s'élève à 104,5 TWh en 2012 dont 100,4 TWh de solaire photovoltaïque et 4,1 TWh de solaire thermodynamique.

Producteurs majeurs en 2012 :

- l'Allemagne avec une production de 28 TWh, soit 26,8% de la production mondiale;
- l'Italie avec 19 TWh (18%) ;
- les États-Unis avec 15 TWh (14,3%).

e. Géothermie :

La production électrique d'origine géothermique dans le monde s'élève à 70,4 TWh en 2012.

Producteurs majeurs en 2012 :

- les États-Unis avec une production de 20 TWh, soit 27,9% de la production mondiale ;
- les Philippines avec 10 TWh (14,6%) ;
- l'Indonésie avec 8 TWh (11,2%).

I.2.6. Production et consommation totale d'énergie primaire :

La production d'énergie primaire dans le monde a plus que doublé entre 1973 et 2012. Le pétrole et le charbon comptent à eux seuls pour plus de 60% du mix énergétique.

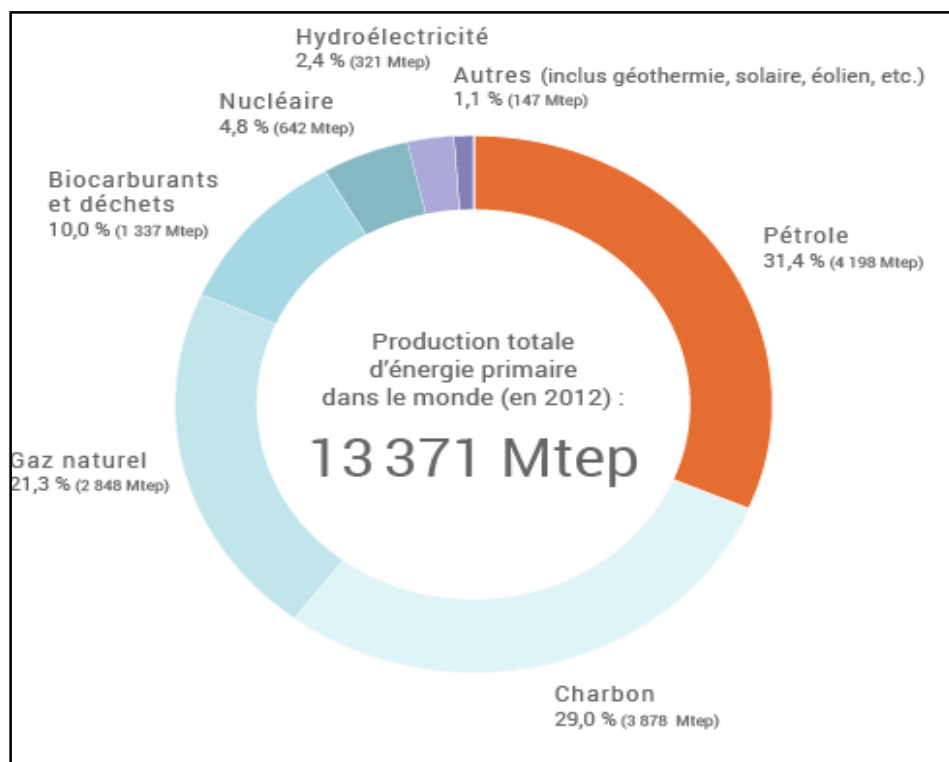


Figure I.8 : Production mondiale d'énergie primaire en 2012

Source: Key World Energy Statistics 2014 de l'AIE

Les plus grands consommateurs sont la Chine, les États unis et la Russie.

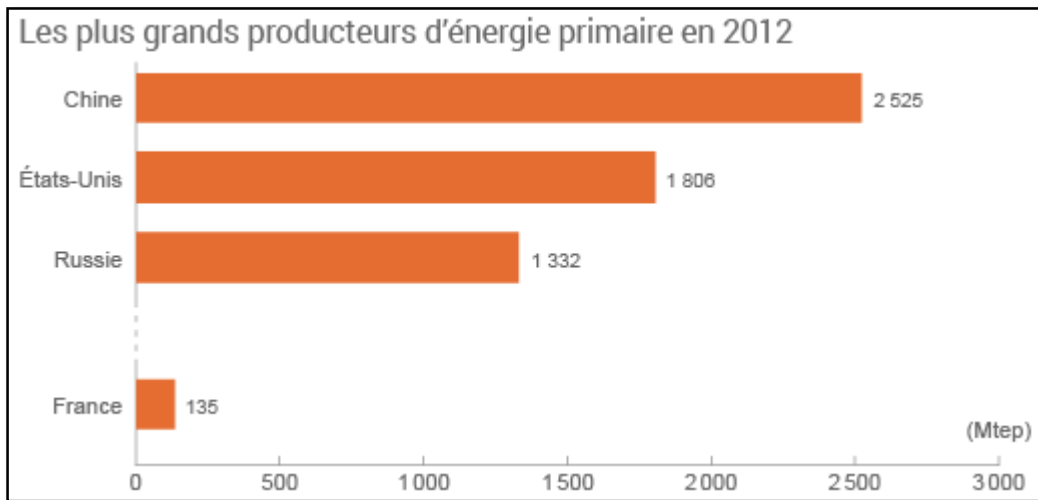


Figure I.9 : Les plus grands producteurs d'énergie primaire en 2012
Source: Key World Energy Statistics 2014 de l'AIE

Le pétrole et le charbon sont les deux sources les plus utilisées dans le monde, suivi par le gaz naturel.

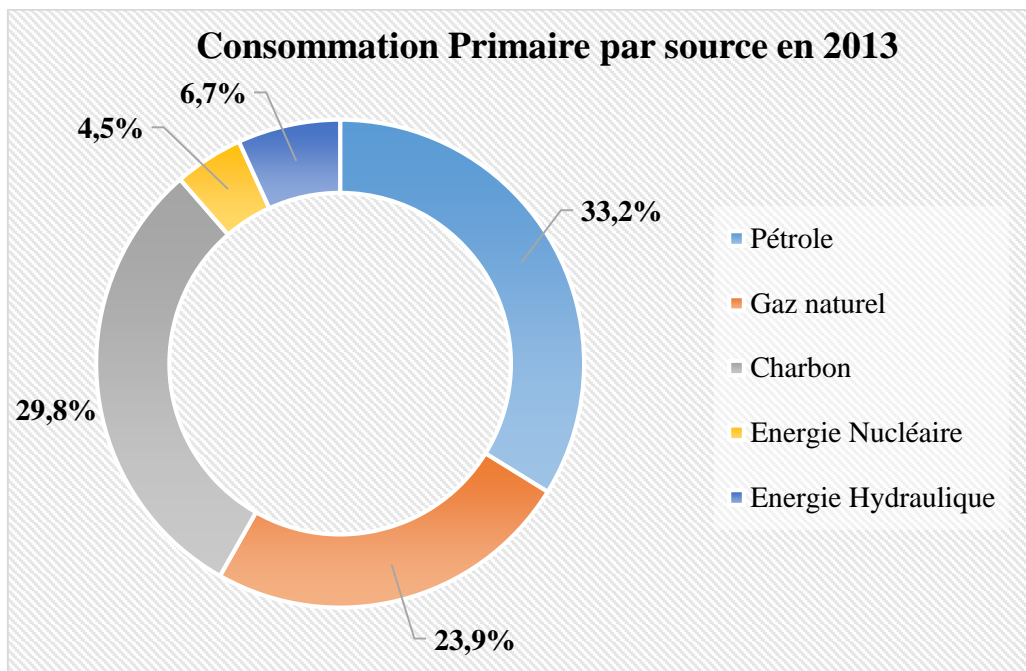


Figure I.10 : Consommation primaire par source en 2013
Source: BP Statistical Review of World Energy, 2014

L'industrie, les transports et le résidentiel sont les secteurs les plus énergivores avec environ 79% de la consommation mondiale d'énergie.

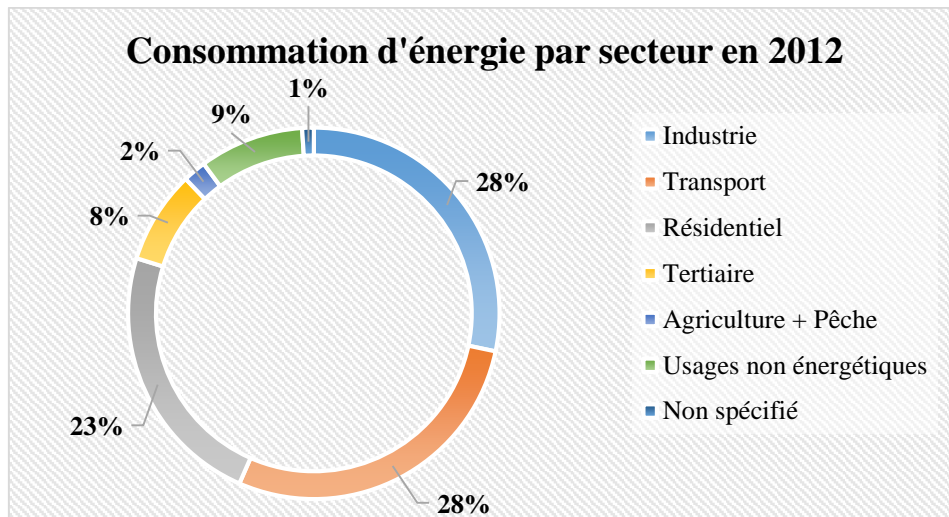


Figure I.11 : Consommation d'énergie par secteur en 2012
Source: Key World Energy Statistics 2014 de l'AIE

I.2.7. Emissions de CO₂:

Les émissions mondiales de CO₂ sont passées de 14 982 Mt en 1970 à plus de 35 000 Mt en 2013 soit une augmentation de 233 % malgré les efforts pour réduire ces émissions. La Chine et les États unis sont les plus grands pollueurs avec respectivement 27,1 et 16,9 % des émissions mondiales.

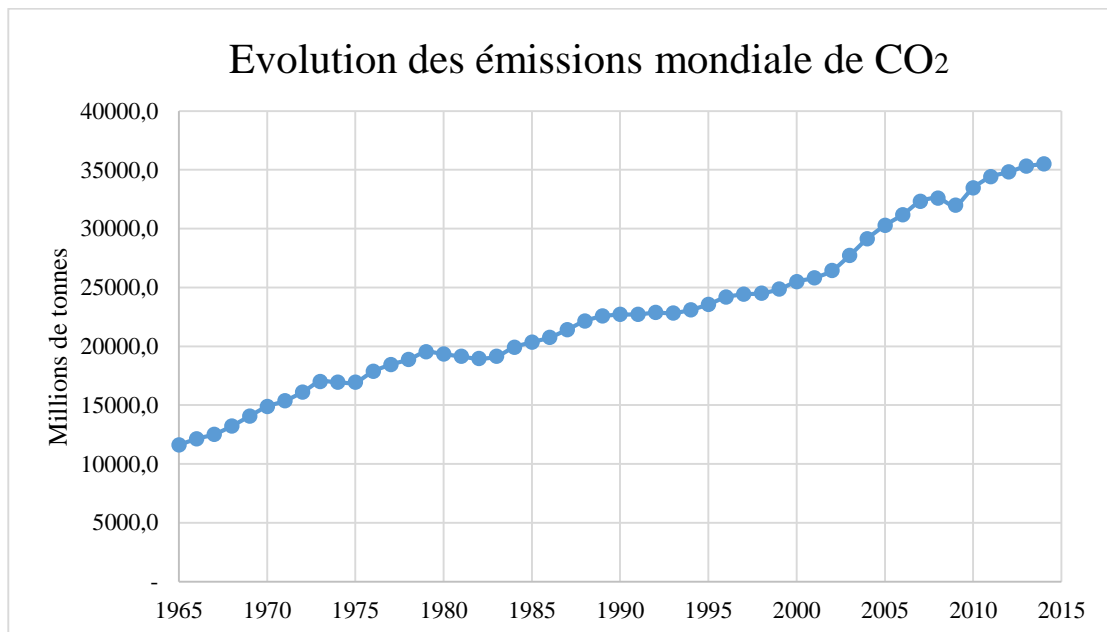


Figure I.12 : Evolution des émissions mondiales de CO₂
Source: BP Statistical Review of World Energy, 2015

I.3. Conclusion:

Les ressources énergétiques sont diverses, accessibles, mais épuisables et polluantes ou potentiellement nocives. Les meilleures sont douces, mais malheureusement onéreuses. Trouver rapidement un compromis s'impose, car l'enjeu est capital.

Chapitre II : Situation énergétique en Algérie

II.1. Introduction :

L'Algérie avec une superficie de 2 381 741 km², c'est à la fois le plus vaste pays d'Afrique, du monde arabe et du bassin méditerranéen, c'est aussi est la 3^{ème} puissance économique du continent africain avec, en 2014, un PIB de 214,08 milliards USD. Elle est caractérisée par ces richesses en énergies fossiles (pétrole et gaz), mais aussi par un potentiel considérable en énergies renouvelables.

Nous allons dans ce chapitre analyser la situation énergétique en Algérie.

II.2. Production national d'énergie :

II.2.1. Production d'énergie primaire :

La production d'énergie primaire était de 154 Mtep en 2012. Cette production a connu, en 2013, une baisse de 3,9 %, passant à 148,8 Mtep. Ce déclin a concerné l'ensemble des produits énergétiques, à l'exception du GPL qui est resté stable, soit à 7,3 Mtep.

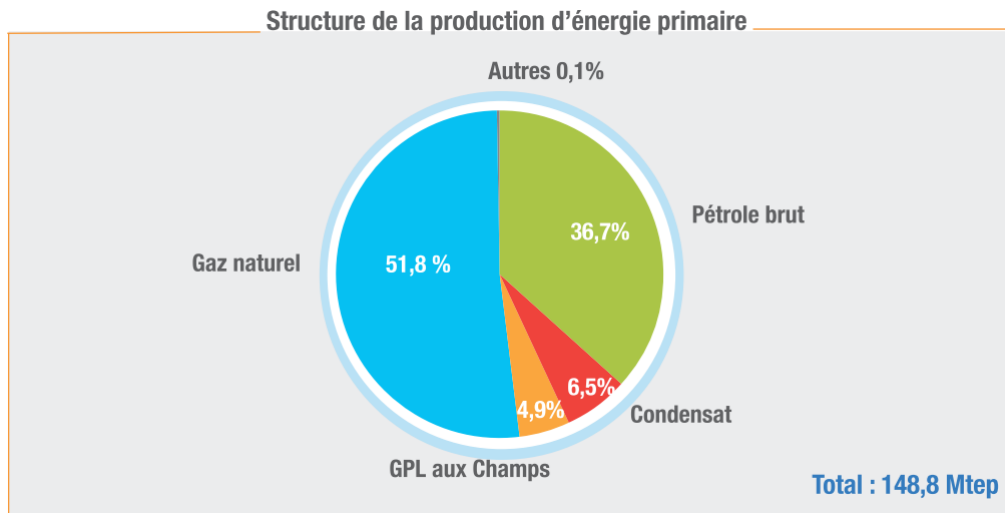


Figure II.1: Structure de la production d'énergie primaire, 2013
Source : Bilan énergétique national 2013 édition 2014, SONATRACH

La production d'électricité primaire a fortement baissé (-47%) en 2013 à 83 Ktep, reflétant en partie la baisse de la production hydroélectrique.

La structure de la production d'énergie primaire de 2013 reste dominée par les produits gazeux (GN et GPL) à hauteur de 57%.

II.2.2. Production d'énergie dérivée :

La production d'énergie dérivée en 2013 a augmenté de +3,5% à 55,2 Mtep, tirée par la hausse de la production de produits pétroliers (+3,8%), de l'électricité thermique (+4,9%), des GPL(+5,4%) et du gaz naturel liquéfié (+2,4%).

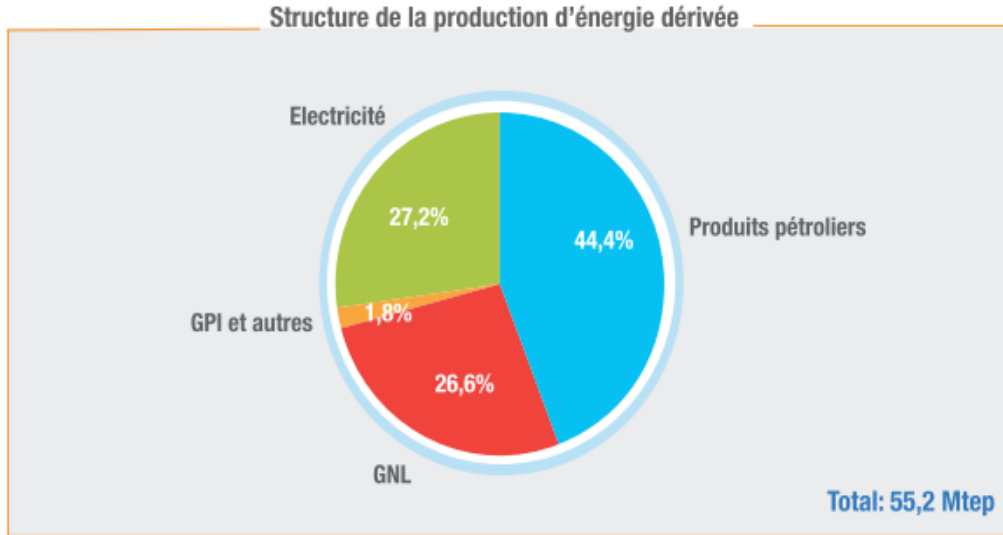


Figure II.2: Structure de la production d'énergie dérivée, 2013
Source : Bilan énergétique national 2013 édition 2014, SONATRACH

La production nationale d'électricité fait ressortir la part dominante du cycle combiné (CC), qui représente plus de 50%, comme détaillé dans le graphe suivant :

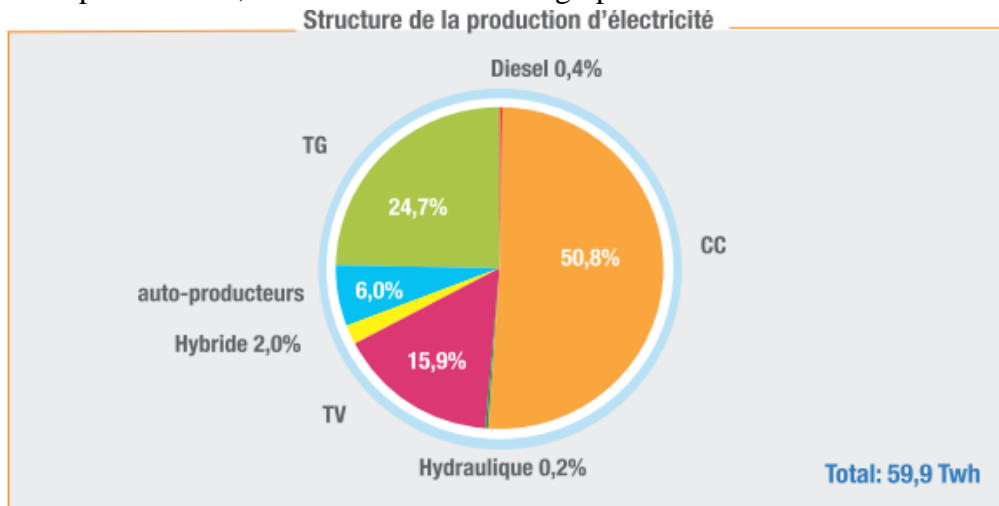


Figure II.3: Production d'énergie dérivée, 2013
Source : Bilan énergétique national 2013 édition 2014, SONATRACH

II.3. Pétrole :

II.3.1. Réserves prouvées de pétrole :

L'évaluation des réserves en combustible fossile est dans l'absolue délicate à faire. Il existe d'une part des facteurs politiques qui peuvent, pour des raisons stratégiques, amener les états ou les entreprises à majorer ou minorer les chiffres donnés. D'autre part, la notion même de réserve

est complexe et évolue en fonction des progrès dans la connaissance géologique des bassins et des techniques d'exploitation. On classe les réserves en différents types :

- **Réserves prouvées** : ce sont les quantités de combustibles fossiles récupérables dans les conditions économiques et techniques du moment. Elles sont évaluées avec une probabilité d'existence de l'ordre de 90%.
- **Réserves probables** : ce sont les quantités de combustibles fossiles récupérables dans les conditions économiques et techniques du futur proche (techniques connues mais non-utilisées). Elles sont évaluées avec une probabilité d'existence de l'ordre de 50%.
- **Réserves possibles** : ce sont les quantités de combustibles fossiles récupérables dans les conditions économiques et techniques du futur (techniques encore inconnues). La somme de ces réserves constitue ce qu'il est convenu d'appeler la réserve ultime.

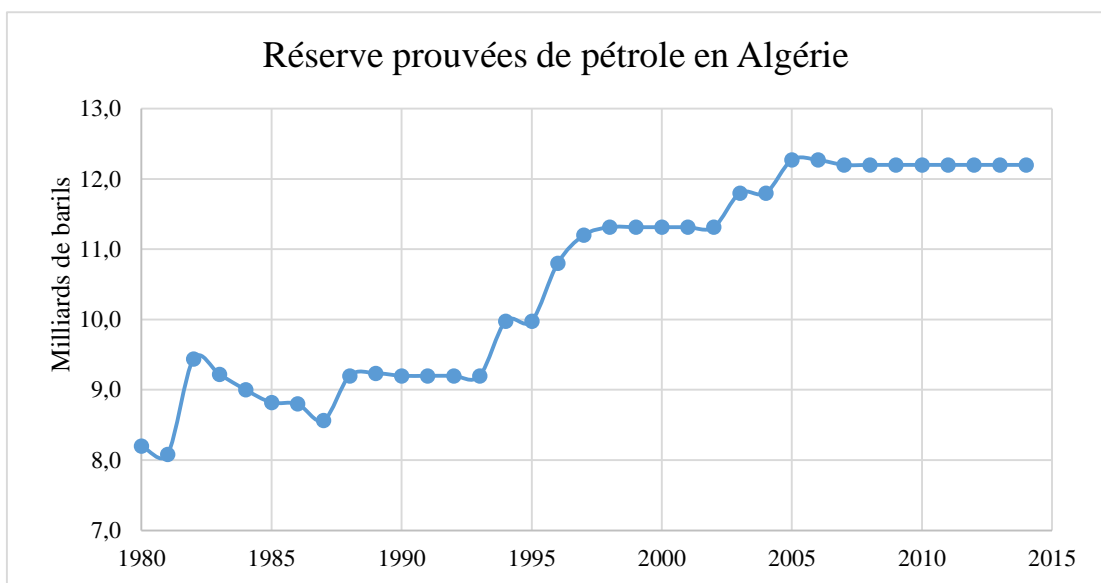


Figure II.4 : Réserve prouvées de pétrole en Algérie
Source: BP Statistical Review of World Energy Juin 2015

Les réserves de pétrole stagnent et les efforts d'exploration n'aboutissent au final qu'à des gisements de plus en plus petits, ce qui représente une tendance mondiale, les gisements découverts ces dernières années sont de petite ou de taille moyenne, ne présageant rien de bon et risquant d'induire un rapide déclin de la production.

Selon les dernières estimations du Oil & Gas Journal (OGJ), publié en janvier 2014, les réserves de pétrole brut de l'Algérie sont évaluées à 12,2 milliards de barils de réserves prouvées, une estimation qui a été inchangée depuis de nombreuses années du fait que la production est couverte par les découvertes. Les réserves prouvées de l'Algérie représente 0,7 % des réserves prouvées mondiales.

Toutes les réserves prouvées de pétrole du pays sont des réserves onshore. La majorité des réserves prouvées de pétrole sont dans la province de Hassi Messaoud, qui contient le plus ancien et le plus grand champ pétrolifère du pays. Les réserves de Hassi Messaoud sont estimées à 3,9 milliards de barils de réserves récupérables prouvées et probables, suivie par le Champ de

Hassi R'Mel (3,7 milliards de barils) et le champ Ourhoud (1,9 milliard de barils), selon le Arab Oil & Gas Journal.

Selon Sonatrach, environ les deux tiers du territoire algérien restent sous-exploités ou inexplorés. La plupart de ces zones sont dans le nord et à l'offshore. Il y a aussi encore un potentiel pour accroître la production dans les zones qui ont déjà été exploitées, notamment dans les bassins de Hassi Messaoud, Illizi et Berkin.

II.3.2. Production de pétrole :

La production de pétrole a diminué entre 2008 et 2012 avec un taux moyen de 5,8 %, en 2013 la production a augmenté légèrement avec un taux de 2,5 %.

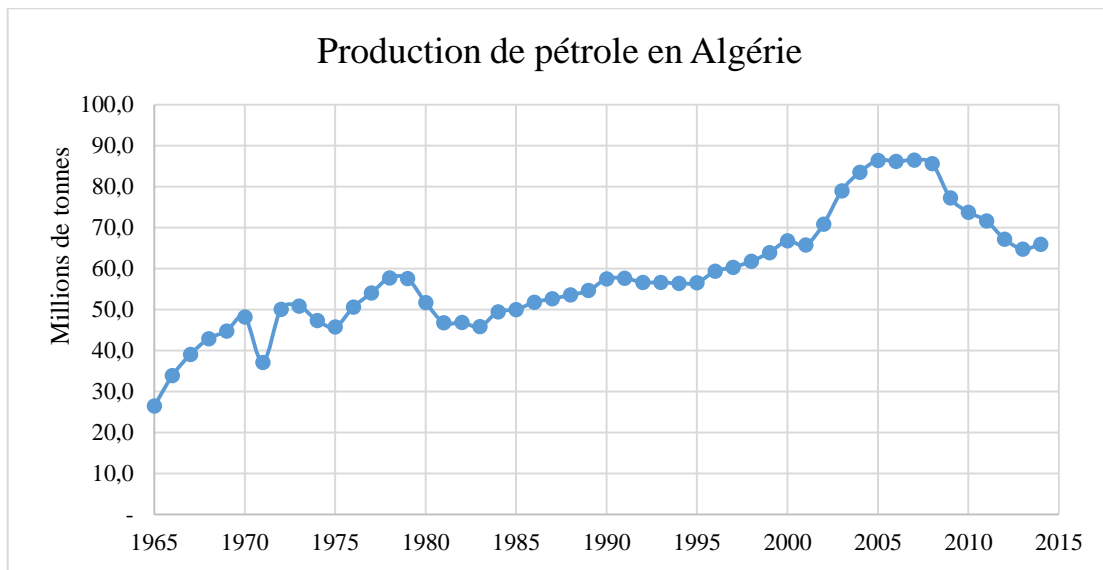


Figure II.5 : Production de pétrole
Source: Bilan énergétique national, MEM et [1]

Le graphe ci-dessus donne la production de pétrole en incluant les condensats.

D'après certains experts, Noureddine Zouiouèche ancien PDG de Sonatrach et Abderrahmane Hadj-Nacer ancien gouverneur de la Banque d'Algérie, la baisse de la production est due à la gestion désastreuse et à une surexploitation du gisement géant de Hassi R'Mel.

L'Algérie a produit 54,68 millions de tep de pétrole brut en 2013, soit légèrement moins que l'année précédente (-2,9 %). Combiné avec près de 9,73 millions de tep de liquides de pétrole non brut, qui ne sont pas inclus dans le quota de l'Algérie de l'OPEP, la production totale de pétrole de l'Algérie en moyenne près de 64,4 millions de tep en 2013.

Les champs pétroliers algériens produisent du pétrole brut léger de haute qualité avec une très faible teneur en soufre et en minéral.

Sonatrach exploite le plus grand champ de pétrole en Algérie, Hassi Messaoud, qui produit environ 500 000 b/j de pétrole brut en 2013, soit plus de 40 % de la production brute totale de l'Algérie. D'autres grandes zones de production en Algérie comprennent l'Ourhoud et le complexe de Hassi Berkine. Les plus grands champs pétrolifères de l'Algérie sont matures. Les

expansions des champs pétroliers et l'amélioration des techniques de récupération du pétrole ont gardé les plus anciens champs du pays à un rythme soutenu de la production, mais cette tendance commence lentement à s'inverser.

En conséquence, selon l'EIA, la production de pétrole brut de l'Algérie diminuera progressivement, du moins dans le court et moyen terme.

Algérie n'a pas pour le moment de grands projets de pétrole brut qui devaient être mis en production. Il y a de nouveaux petits projets pétroliers prévus à être mis en production (Bir Seba et Timimoun), en plus d'augmentation de production dans les champs existants (Gassi Touil-Rhoude Nouss et Hassi Messaoud), mais cela devrait être en deçà de ce qui est nécessaire pour compenser le déclin naturel des vieux champs. L'Algérie a été préoccupée par le taux d'épuisement des gisements de pétrole, et par conséquent, a restreint temporairement la production de certains champs de pétrole. En 2013, des restrictions temporaires ont été placées sur le champ mature d'Ourhoud, le nouveau champ d'El Merk, et d'autres domaines de production.

Le dernier champ notable à entrer en production était El Merk, situé au sud de Hassi Messaoud. La production a commencé au début de 2013, et la production de pétrole brut, de condensat et de gaz de pétrole liquéfié (GPL) en moyenne environ 165 000 b/j pour le premier trimestre de 2014. El Merk devrait aussi produire 220 milliards de pieds cubes par an de gaz naturel associé.

II.3.3. Consommation de produits pétroliers :

La consommation de produit pétroliers est en forte augmentation depuis 2000, avec un taux annuel de 5,8 %, au point l'Algérie importe de l'essence et du gasoil depuis 2011.

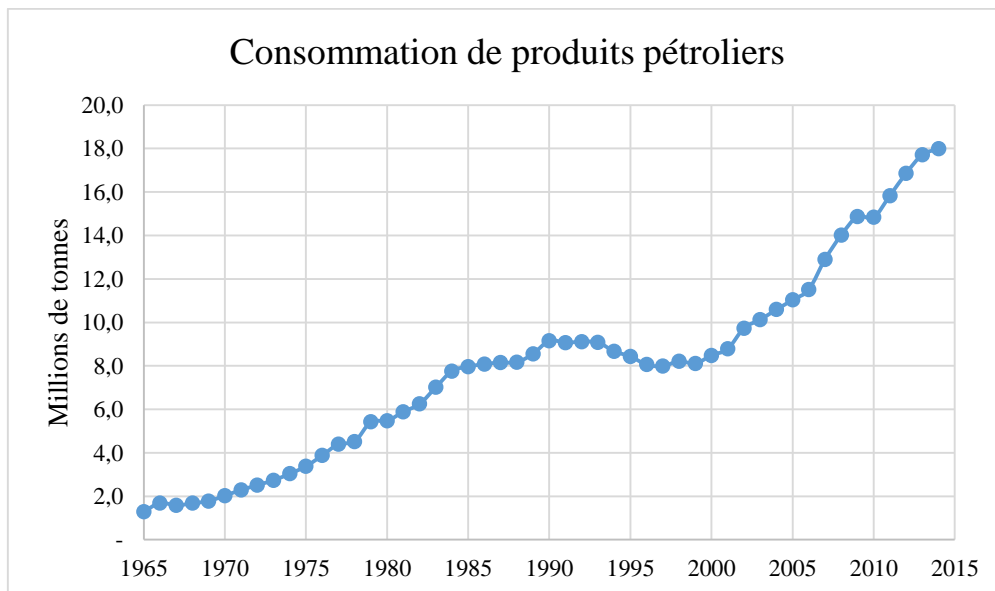


Figure II.6: Consommation de produits pétroliers
Source: BP Statistical Review of World Energy June 2015

Le recours aux importations est expliqué par la demande en hausse constante accentuée par un parc automobile en pleine croissance, mais aussi par des retards dans la réhabilitation et la modernisation des raffineries existantes (Alger, Skikda et Arzew). Gaspillage et contrebande

boostent également une demande que les capacités actuelles de raffinages ne peuvent satisfaire. En effet, le grand écart des prix de carburant entre l'Algérie et ses voisins a encouragé un important trafic de carburants tous au long des frontières. Des centaines de milliers de litres de gasoil et d'essence quittent quotidiennement le territoire national en direction du Maroc, de la Tunisie, mais aussi du Mali et du Niger. De véritables organisations criminelles se sont formées autour du trafic de carburants.

II.3.4. Perspective de production, consommation et exportation de pétrole :

Selon le géologue pétrolier Sidi Mohamed BAGHDADLI, la consommation interne de pétrole atteindra la production en 2031 ce qui ne laissera pas de place à l'exportation de pétrole. Les réserves probables et possibles ne pourront que retarder l'échéance à 2036.

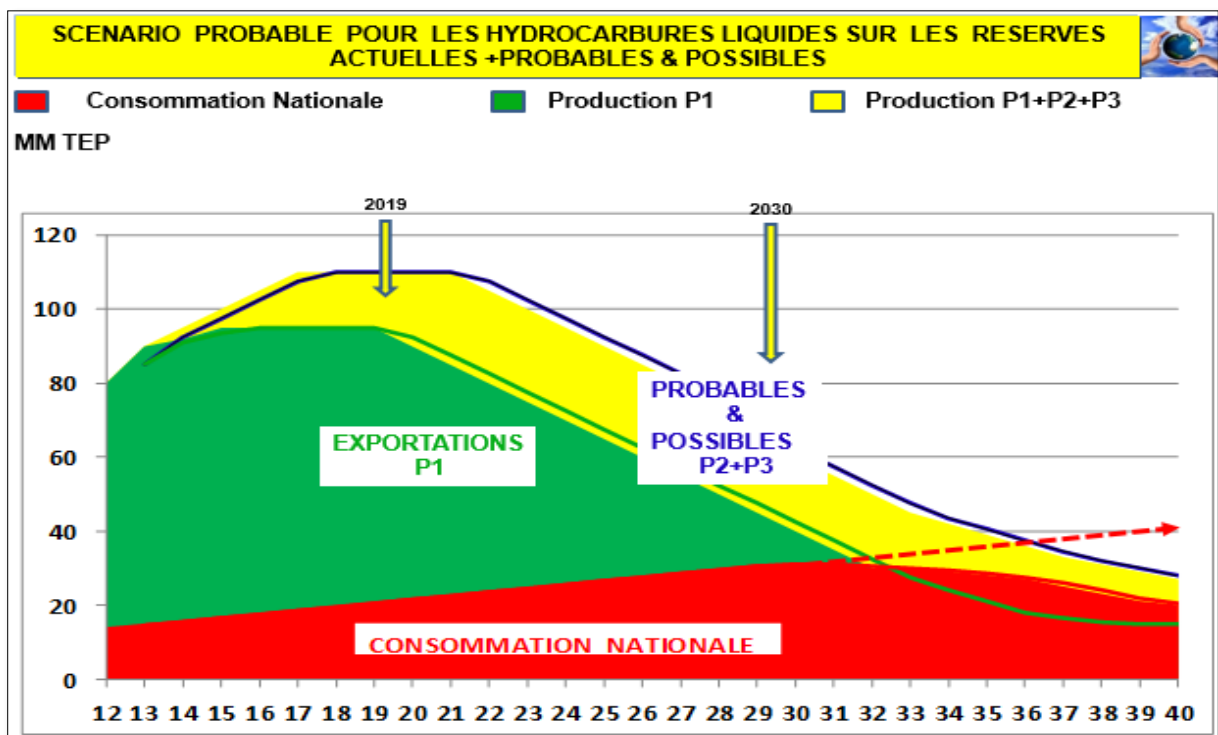


Figure II.7 : Scénario probables pour les hydrocarbures
Source : [3]

II.4. Le gaz naturel :

II.4.1. Gaz naturel conventionnel :

Le gaz naturel est un combustible fossile constitué d'un mélange d'hydrocarbures gazeux, dont le méthane (CH₄) est l'un des principaux composants. Le gaz naturel est exploité pour la production de chaleur et d'électricité, ainsi que dans le cadre de processus industriels. Il est moins polluant et moins riche en CO₂ que les autres hydrocarbures (charbon, pétrole). En outre, ses réserves sont plus importantes que celles du pétrole.

L'Algérie est un pays gazier. Elle est le 1^{er} producteur africain de gaz naturel (plus de 38 % de la production de gaz en Afrique). Elle est le 2^{ème} fournisseur de gaz naturel de l'Europe, après la Russie.

II.4.1.1. Réserve mondiale de gaz naturel conventionnel et non conventionnel :

Les réserves les plus exploitées sont les réserves de gaz dites « conventionnelles ». Les réserves de gaz dites « non conventionnelles » nécessitent l’usage de techniques d’exploitation plus coûteuses et pouvant porter atteinte à l’environnement, le gaz étant difficile à extraire : il s’agit principalement du gaz de charbon présent dans les mines de charbon profondes, du gaz de schiste emprisonné dans une roche imperméable et du gaz compact présent dans des petits réservoirs eux aussi peu poreux.

Les réserves mondiales prouvées de gaz naturel sont de l’ordre de 185 700 milliards de mètres cubes en 2013, ce qui représente 55 ans au rythme de production actuel, mais si la production augmente de 5 % par an, la durée est limitée à 40 ans.

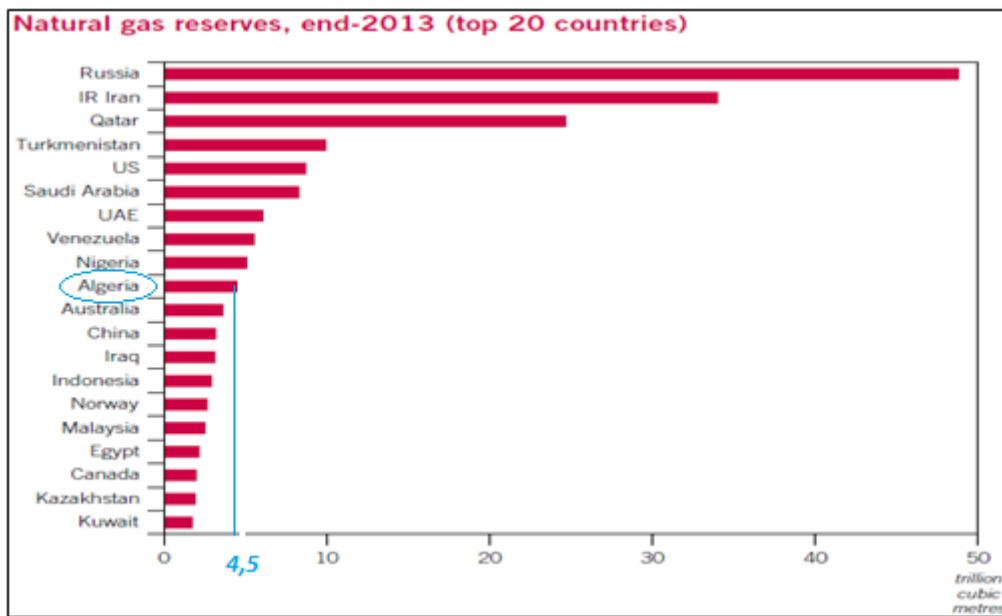


Figure II.8: Classement des pays selon leurs réserves en gaz naturel
Source : OPEC

II.4.1.2. Réserves de gaz de conventionnel l’Algérie :

Les réserves prouvées de l’Algérie (conventionnel seulement, les réserves de gaz non conventionnel n’ont pas encore été prouvées) sont de l’ordre de 4500 milliards de mètre cube soit 2,4 % des réserves mondiales prouvées, ce qui place l’Algérie à la dixième place mondiale en termes de réserves prouvées.

Les réserves de gaz naturel conventionnel n’ont pas évoluée depuis 2000.

Année	1985	1990	1995	2000	2005	2010	2011	2012	2013
Réserve en (milliards de m ³)	3 300	3 300	3 700	4 500	4 500	4 500	4 500	4 500	4 500

Tableau II.1 : Evolution de réserves prouvées en gaz naturel en Algérie
Source: BP Statistical Review of world energy 2014

II.4.1.3. Réserves de gaz de non conventionnel l'Algérie :

Concernant les réserves non conventionnelles l'Algérie détient, selon une étude de l'EIA publié en juin 2013, de vastes ressources de gaz de schiste : 20 billions de mètres cubes des ressources en gaz de schiste techniquement récupérables, la troisième plus grande quantité dans le monde après la Chine et l'Argentine.

Rang	Pays	Reserve (Tcf)
1	Chine	1115
2	Argentine	802
3	Algérie (10 %)	707 (20 000 milliards m³)
4	Etats-Unis	665 (1161)
5	Canada	573
6	Mexique	545
7	Australie	437
8	Afrique du sud	390
9	Russie	285
10	Brésil	245
	Monde	7299 (7795)

Tableau II.2 : Réserve estimée de gaz de schiste
Source : EIA, Juin 2013, ARI entre parenthèse

Le potentiel est localisé essentiellement dans cinq bassins du grand sud algérien: Berkine, Mouydir, Ahnet, Bechar et Reggane. D'une superficie de 3000 km², les ressources en place du Bassin d'Illizi (In Amenas) sont estimées à plus de 2,1 billions de mètres cubes ; celles du bassin de l'Ahnet-Gourara sont à plus de 10,5 billions de mètres cubes sur une superficie de 42 000 km²; quant au Bassin de Reggane, dont la superficie est supérieure à 22 500 km², les ressources sont estimées à plus de 4,25 billions de mètres cubes.

Selon des évaluations réalisées par Sonatrach avec des compagnies pétrolières internationales sur cinq bassins sahariens : Ahnet, Timimoun, Mouydir, Illizi et Berkine. L'Algérie dispose de 4940 trillions de pieds cubes (TCF) de réserves de gaz de schiste, dont 740 TCF sont récupérables sur la base d'un taux de récupération (TR) de 15 %. Ces estimations de réserves d'hydrocarbures non conventionnels ont été obtenues grâce à un plan d'action pour l'évaluation du gaz de schiste, entamé en 2009 et devant s'étaler jusqu'à 2018-2020.

Mais pour connaître les réserves réelles et réellement exploitables avec les techniques et la situation économique d'aujourd'hui, des forages d'explorations sont nécessaires.

Les forages d'explorations entrepris par Sonatrach en collaboration avec d'autres sociétés pétrolières devraient permettre de connaître le potentiel réel de gaz de schiste en Algérie.

En mai 2014, le Conseil des ministres a donné une approbation formelle pour permettre l'exploitation du gaz de schiste.

En décembre 2014, les premiers forages d'exploration à Adrar ont confirmé le bon potentiel. Cependant, l'exploration de gaz de schiste a amené les pouvoirs publics à prendre en considération les protestations des habitants de la région d'Adrar.

II.4.1.3. Production de gaz naturel conventionnel :

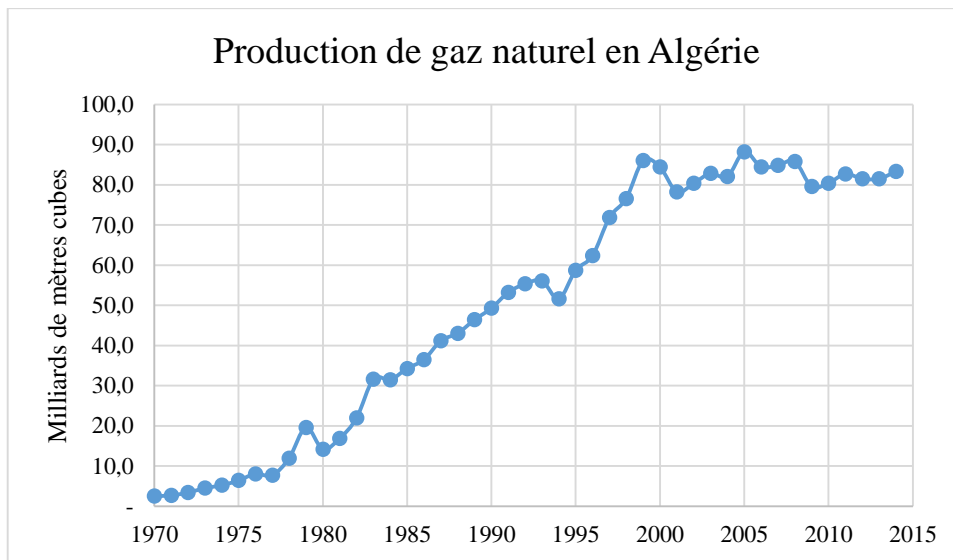


Figure II.9 : Production de gaz naturel en Algérie

Source: BP Statistical Review of world energy 2015

En 2013, la production mondiale de gaz naturel était de 3041 Mtep et la production de l'Algérie était de 70,7 Mtep soit 2,3 % de la production mondiale, dont 29,1 Mtep (41 %) pour la consommation intérieure et le reste pour l'exportation.

La production de gaz naturel a augmenté continuellement et depuis 2000, elle est restée sur un plateau, la production à diminuer de 12 % entre 2005 et 2013 malgré l'augmentation de la consommation intérieure entre la même période de 39 %.

L'Algérie se place au 9^{ème} rang des pays producteurs de gaz naturel.

II.4.1.4. Consommation de gaz naturel conventionnel :

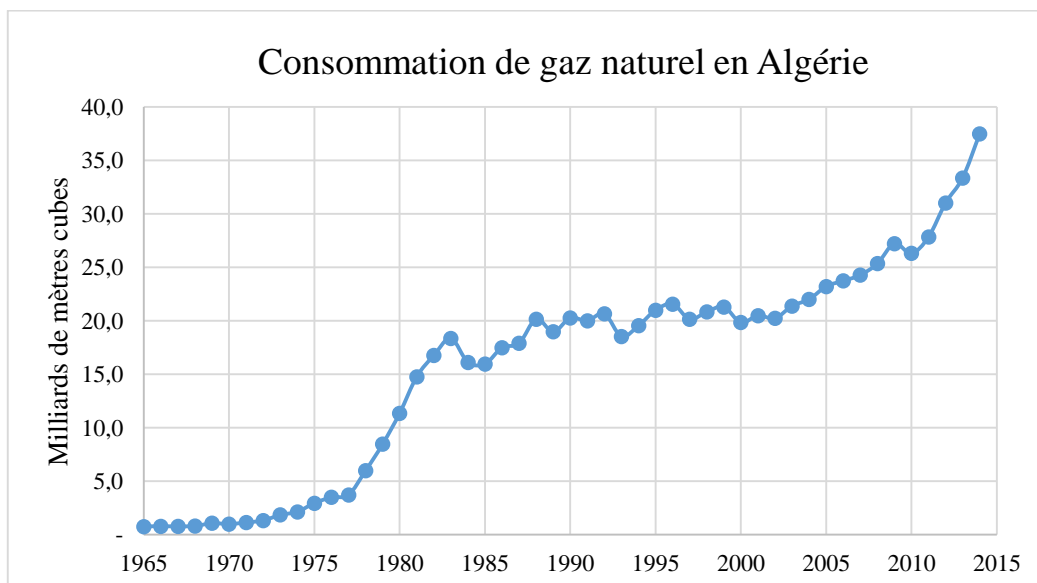


Figure II.10 : Consommation de gaz naturel en Algérie

Source: BP Statistical Review of world energy 2015

La consommation de gaz naturel est en forte croissance depuis 2002 avec un taux annuel moyen entre 2002 et 2013 de 6 %.

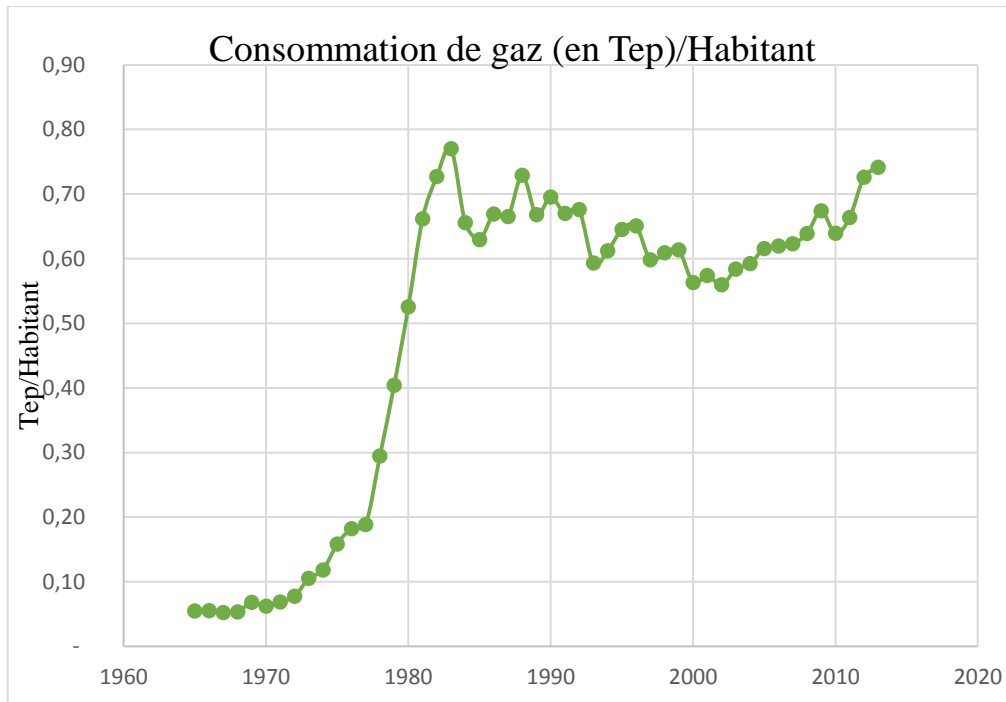


Figure II.11: Consommation de gaz naturel par habitant en Algérie
Source: BP Statistical Review of world energy 2014

La consommation de gaz est de 0,74 Tep/habitant en 2013, la consommation par habitant a augmentée de 2,2% en moyenne entre 2000 et 2013.

II.4.2. Gaz de schiste :

II.4.2.1. Comment l'exploite-t-on ?

Le procédé commun s'appuie sur le forage directionnel (souvent horizontal), associé à la fracturation d'un grand nombre de puits. Il consiste à forer à une profondeur et un angle qui permettent au puits de rester confiné dans la zone potentiellement productrice et à fracturer cette roche pour réaliser des fissures. La fracturation consiste à provoquer un grand nombre de micro-fractures dans la roche contenant le gaz, qui permettent à celui-ci de se déplacer jusqu'au puits et d'être récupéré en surface. La fracturation est aujourd'hui obtenue par l'injection d'eau à haute pression dans la formation géologique. Afin d'améliorer l'efficacité de la fracturation, on ajoute dans l'eau du sable pour empêcher les fractures de se refermer, des biocides pour réduire la prolifération bactérienne dans le fluide et dans le puits, des lubrifiants qui favorisent la pénétration du sable dans les micro-fractures ouvertes par la pression de l'eau et enfin des détergents qui augmentent la désorption du gaz. La fracturation hydraulique d'un puits suppose l'injection sous haute pression de 15 000 à 20 000 m³ d'eau, de 1000 à 1200 tonnes de sable et de 150 tonnes de produits chimiques divers. [4]

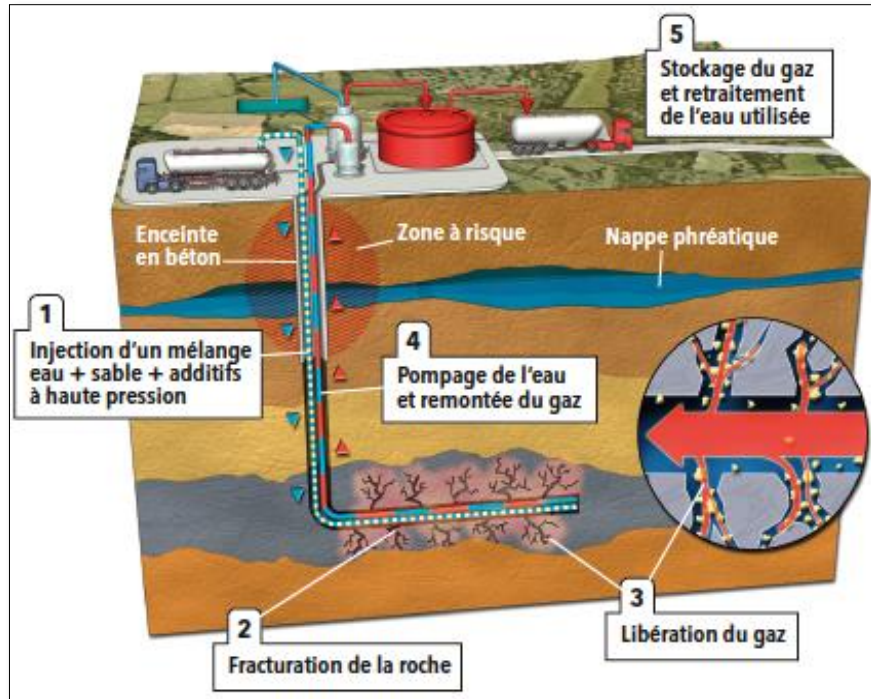


Figure II.12 : Exploitation de gaz de schiste
Source : [4]

II.4.2.2. Aspects environnementaux de l'exploitation du gaz de schiste :

Les principaux problèmes de l'exploitation du gaz de schiste sont :

La consommation d'eau :

La fracturation hydraulique requiert d'importantes quantités d'eau : 10 000 à 15 000 m³ d'eau, soit l'équivalent de 4 à 6 piscines olympiques par forage ! Cet usage fait craindre une nouvelle dégradation des ressources en eau.

Pollution de l'eau et des nappes phréatiques :

Une partie seulement de l'eau utilisée est récupérée (entre 50 et 80 %) dans de vastes bassins de récupération et nécessite d'être traitée puisque les procédés d'exploitation utilisent ou rejettent, lors des opérations, plusieurs substances chimiques dont certaines ont un potentiel toxique reconnu. Selon un rapport rédigé par la commission de l'énergie et du commerce de la Chambre des représentants américaine, l'exploitation du gaz de schiste a nécessité entre 2005 et 2009 l'utilisation de plus de **2 500 produits pour la fracturation hydraulique, contenant 750 substances chimiques, dont 29 sont connues pour être cancérigènes, ou suspectées ou présentant des risques pour la santé et l'environnement.** Le rapport cite notamment le benzène, le toluène, le xylène et l'éthylbenzène, connus sous le sigle BTEX. Au total, les compagnies auraient injecté 43 millions de litres de produits contenant au moins un BTEX sur une période de cinq ans.

Selon plusieurs études récentes, on retrouve également dans les eaux de reflux d'exploitations de gaz de schiste plusieurs composés classés cancérigènes : cobalt (classe 2B), cadmium (classe 1), plomb (classe 2B), nickel (classe 2B). Certains composés ont également été retrouvés dans

les eaux de fracturation comme le baryum, le benzène, les chlorures, l'éthyle benzène, le strontium, le toluène, les solides totaux dissous et le xylène.

Le traitement des eaux récupérées peut s'avérer complexe et coûteux, car cela nécessiterait d'adapter les capacités des stations d'épuration à ce type d'effluent.

En ce qui concerne les nappes phréatiques, les défenseurs de la fracturation hydraulique affirment que cette technique est sans danger, car les gisements gaziers se trouvent beaucoup plus bas dans le sol que les réserves en eau. Mais une étude réalisée sur la base de 426 prélèvements d'eau effectués dans le nord-est de la Pennsylvanie, par des chercheurs de l'Université de Duke conclut **qu'il existe un lien entre les dépôts de gaz de schiste situés à 1 600 mètres de profondeur et les nappes phréatiques**. Les chercheurs n'ont constaté aucune contamination provenant directement des activités de fracturation, **mais la présence de haut niveau de salinité permet de conclure à l'existence de passages naturels potentiellement dangereux**. En effet, des conduits naturels permettraient au gaz et aux sels de migrer en direction d'aquifères peu profonds. Les réserves d'eau potable du nord-est de la Pennsylvanie risquent d'être contaminées par des gaz s'échappant des puits d'exploitation des gaz de schiste.

Le risque de pollution des nappes phréatiques peut également provenir d'une fuite dans le sous-sol ou d'une rupture de la tête d'un puits ou d'une canalisation qui laisserait s'échapper le gaz et des produits chimiques. Ces fuites pourraient entraîner une pollution aquatique de l'eau de surface, ainsi que de la nappe phréatique. C'est d'ailleurs ce qu'il s'est produit en avril 2011, en Pennsylvanie aux Etats-Unis : des milliers de litres d'eaux usées de forage se sont échappés d'un puits de gaz de schiste à la suite d'une explosion. [5]

Risques sismiques

Selon le British Geological Survey, le « centre britannique des tremblements de terre », il existe un lien démontré entre fracturation hydraulique et tremblements de terre. En juin 2011, la société Cuadrilla Resources a ainsi dû interrompre son activité d'exploration dans le nord-ouest de la Grande-Bretagne, en raison de plusieurs séismes de magnitude 1,5 à 2,3.

L'exploration de gaz de schiste provoque des séismes en Grande-Bretagne, Radio-Canada, 1^{er} juin 2012.

Des séismes dépassant 4,5 sur l'échelle de Richter et attribués à la fracturation hydraulique ont été enregistrés aux États-Unis.

Pollution de l'air :

Outre la pollution de l'eau, les techniques d'extraction des gaz de schiste ont aussi un impact sur l'atmosphère. Tout d'abord, parce que les eaux de forages récupérées et stockées dans des bassins de récupération à ciel ouvert favorisent **l'évaporation de composés organiques volatils (COV)** qui entrent en contact avec l'air. Ces émissions entraînent une pollution chimique qui pourrait être dommageable pour la santé des populations riveraines au vu de ce

qui a déjà été rapporté dans les zones de forage (troubles respiratoires, allergies, maux de tête, et décès prématurés chez le bétail).

Ce phénomène est renforcé par **les émissions de diesel, d'oxyde de soufre (SOx), de particules (PM), d'oxydes d'azote (NOx) issues des camions** présents sur le site, se déplaçant sur plusieurs centaines de kilomètres et produisant ainsi de l'ozone troposphérique. **Chaque puits générerait entre 890 et 1 300 trajets de camions. Selon une étude québécoise de l'Institut de recherche et d'informations socio-économiques (IRIS), la quantité de gaz à effet de serre (GES) émise par ces activités serait en moyenne de 4,1 millions de tonnes d'équivalent de CO₂ par an, ce qui représente une hausse de 5 % des émissions actuelles au Québec.**

L'extraction pourrait également générer des risques d'émissions de méthane, dont le pouvoir de réchauffement climatique est 25 fois plus important que le CO₂. Une récente étude a démontré que pendant la durée d'exploitation, **9 % de la production totale de méthane du puits s'échapperait dans l'atmosphère, notamment en raison des fuites.**

D'après une étude américaine, ces fuites seraient en majorité dues à des problèmes d'étanchéité des puits. En effet, sur les 8 pollutions mesurées dans les États du Texas et de Pennsylvanie, 7 sont liées à l'intégrité des puits et le huitième à une faille dans un puits provoquée par une erreur de forage.

Le 7 septembre 2012, la commission Européenne a publié 3 rapports sur les effets potentiels de l'extraction des gaz de schiste.

Le premier rapport porte sur l'impact potentiel des gaz de schiste sur le marché de l'énergie dans l'Union Européenne. Il montre que **la production de gaz de schiste ne rendra pas l'Europe auto-suffisante pour le gaz naturel.** Selon le scénario le plus favorable, le gaz de schiste permettrait de compenser le déclin de la production conventionnelle de gaz naturel à l'intérieur de l'Union, ce qui maintiendrait à terme les importations à hauteur de 50 %.

Le deuxième rapport concerne les risques potentiels de la fracturation hydraulique pour l'environnement et la santé humaine. Il révèle que, globalement, **l'extraction du gaz de schiste impose une empreinte écologique plus importante que les gaz conventionnels.**

Le troisième rapport, qui examine les impacts climatiques d'une exploitation des gaz de schiste, a montré que le gaz de schiste produit dans l'UE entraînerait des émissions de gaz à effet de serre plus importantes que le gaz naturel classique.

II.4.2.3.Aspects économiques de l'exploitation de gaz de schiste :

Depuis une dizaine d'années, les États-Unis exploitent d'une façon intensive le gaz de schiste.

Des gisements de gaz de schiste ont été exploités depuis plus d'un siècle dans le bassin des Appalaches et dans le bassin de l'Illinois aux États-Unis, mais ces puits n'étaient

économiquement rentables que grâce à une forte déréglementation et une politique active de subventions (« fiscalité noire » traduite en crédits d'impôts). Les hausses du prix du gaz naturel des années 2000 et les progrès technologiques de la fracturation hydraulique et des forages horizontaux ont depuis amélioré la rentabilité du gaz de schiste. Ses coûts de production sont généralement plus élevés que ceux des gisements traditionnels, en raison des coûts élevés du forage horizontal et de la fracturation hydraulique, et du cycle de vie très court des puits. [6]

Le coût total d'un seul forage s'élèverait entre 8 à 10 millions de dollars, dont 40 à 50 % pour la plateforme de forage, 8 à 10 % pour l'acquisition des tubes et coffrages et 30 à 40 % pour la fracturation hydraulique. Il existe des incertitudes sur la rentabilité de leur exploitation sur d'autres zones géographiques. En Algérie le cout serait au minimum deux fois plus important.

L'économiste Benjamin Dessus explique dans une étude sur le modèle économique des gaz de schiste que l'intérêt des pétroliers américains pour cette opportunité d'investissement s'explique par le profil temporel de la production des puits de gaz de schiste, qui baisse fortement dès la deuxième année et s'épuise en 6 ans en moyenne, alors que la production d'un gisement conventionnel persiste pendant plusieurs décennies ; or les règles fiscales permettent d'amortir l'investissement en totalité dès la première année, ce qui permet de le rentabiliser très rapidement, après quoi on fore de nouveaux puits, et ainsi de suite, en profitant de la proximité géographique pour minimiser les coûts de forage ; ce modèle spéculatif confère à cette activité une grande volatilité : elle peut s'effondrer très rapidement à la moindre modification substantielle de ses paramètres économiques. [4]

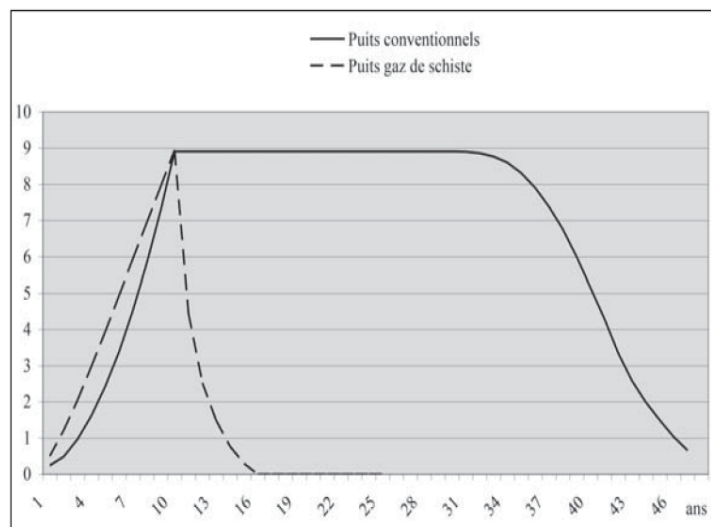


Figure II.13 : Profil de production de deux forages conventionnel et non conventionnel
Source : [4]

L'Amérique du Nord domine le développement et la production de gaz de schiste, qui y a été dopée par le succès économique du *Barnett Shale* au Texas, lequel a stimulé la recherche d'autres sources de gaz de schiste aux États-Unis et au Canada. Cependant, en 2013, **les compagnies pétrolières ont réduit de moitié leurs investissements en Amérique du Nord dans le pétrole et le gaz non conventionnel**, qui sont tombés de 54 milliards de dollars au premier semestre 2012 à 26 milliards pour les six premiers mois de 2013, selon l'agence

Bloomberg ; il y a cinq fois moins de *rigs* (appareils de forage) sur les gaz secs (non associés à du pétrole) qu'il y a cinq ans, la plupart ayant migré vers les régions riches en huile de schiste (*shale oil*) ; un puits de gaz de schiste produit beaucoup au début, nettement moins ensuite : le plus gros est donc extrait les premiers mois ; suivant les zones, le coût d'extraction du gaz oscille entre 3 et 8 dollars par million de British thermal unit (soit 28 m³) alors qu'il n'est vendu que 3,77 dollars ; à ce prix, il n'est pas rentable. [7]

Des études du cabinet AT Kearney et de *Bloomberg New Energy Finance* (BNEF) montrent que de nombreux facteurs interdisent d'extrapoler le succès du gaz de schiste aux États-Unis au reste du monde :

- les réserves ne peuvent être connues qu'après que des forages aient été faits ;
- les faibles coûts américains ne seraient pas possibles, par exemple, en France ou au Royaume-Uni, du moins pas de suite : il faudrait des années pour acquérir l'expertise nécessaire et développer les dizaines de milliers de puits ;
- les prix actuels du gaz aux États-Unis sont trompeurs ; ils reflètent une situation d'excès d'offre passagère : « Le prix ne peut pas rester à ce niveau, car sinon les pétroliers ne continueront pas ; les petits producteurs indépendants souffrent, les seuls puits rentables sont ceux où on extrait du gaz, mais aussi des condensats et de l'huile. »
- Le manque d'eau ou la vulnérabilité des nappes pourraient freiner le développement de la fracturation hydraulique, qui nécessite d'énormes quantités d'eau ; c'est déjà le cas pour certains gisements américains, et ce serait le cas en Chine et dans de nombreuses régions très urbanisées et/ou chaudes et sèches notamment.

Selon BNEF, à production égale, un puits coûterait deux à trois fois plus cher en Europe qu'aux États-Unis (et de 7,10 \$ à 12,20 \$/MM Btu pour le Royaume-Uni), sans même inclure les éventuels coûts supplémentaires de construction de réseaux locaux et de traitement du gaz nécessaire à l'obtention d'un produit compatible avec les standards du marché européen du gaz. [8] [9]

II.4.2.4. La réalité des gaz de schiste aux États-Unis :

Bloomberg rapporte en mai 2014 que depuis 2010, la dette des 61 entreprises américaines qu'elle suit a doublé en 4 ans d'exploration, passant à 163,6 milliards de dollars US. Les réserves s'épuisent plus rapidement qu'escompté, obligeant à forer plus profondément, augmentant ainsi les coûts. La filiale HighMount Exploration & Production LLC de Loews Corporation a par exemple perdu 20 millions de dollars pendant les 3 premiers mois de l'année et a accumulé des pertes financières en 2012 et 2013. Loews décide de se recentrer sur la prospection pétrolière et de fermer HighMount, se plaignant de la difficulté à trouver des gisements et de la chute du prix du gaz naturel. 26 de ces 61 compagnies ont mis la clé sous la porte à cause du désintérêt des investisseurs devant les pertes grandissantes et la faible probabilité de récupérer leur investissement. [10]

D'après l'EIA, les réserves du gisement d'huile de schiste de Monterey, en Californie, qui représentent les 2/3 des réserves de pétrole de schiste du pays, ont été réduites à 4 % de

l'estimation initiale. La première estimation, produite par Intek Inc. en 2011, donnait l'équivalent de 13,7 milliards de barils de pétrole ; elle est maintenant revue à la baisse avec une estimation de l'extraction possible, avec les technologies du moment (traitements acides, forages horizontaux, fracking) à environ 600 millions de barils. Certains analystes espèrent que les progrès techniques pourraient permettre d'extraire davantage dans le futur. [11]

David Hughes un géologue indépendant a étudié 63 000 puits aux États-Unis et a donné les révélations suivantes :

- **La moyenne des taux de déclin des puits sur 3 ans dans les sept gisements analysés** (qui représentent collectivement 88 % de la production américaine de gaz de schiste) se situe entre 74 % et 82 %.
- Les prévisions de l'EIA pour les gisements Marcellus et Bakken sont considérées comme « raisonnables » et « conservatrices », mais les prévisions sur certains des autres gisements sont très optimistes.

Play	Average 3-Year Well Decline Rate	Average First-Year Field Decline Rate	Optimism Bias Rating of EIA's Forecast
Barnett	75%	23%	Very High
Haynesville	88%	49%	Very High
Fayetteville	79%	34%	Very High
Woodford	74%	34%	High
Marcellus	74-82%	32%	Reasonable
Eagle Ford	80%	47%	Very high
Bakken	81%	41%	Conservative

Tableau II.3 : Déclin des puits de gaz de schiste aux Etats-Unis

Source : [12]

- Les prévisions officielles venant de l'EIA sont très optimistes et surévaluations des capacités de production basées sur les puits les plus productifs se trouvant dans les « sweet spots »
- Quatre des sept principaux gisements de gaz de schiste sont déjà en déclin, mais les prévisions de référence de l'EIA tablent sur une augmentation de production de ces gisements en déclin.
- La production de gaz de schiste des gisements autre que les sept plus grands gisements aura besoin d'être multipliée par quatre fois pour atteindre les estimations de l'EIA.
- Du fait que la productivité des puits de schiste diminue rapidement, de nombreux nouveaux puits doivent être forés juste pour maintenir les niveaux de production existants. Parmi les cinq principaux gisements de gaz de schiste, seul le Marcellus et Eagle Ford sont en train d'être suffisamment forés pour maintenir et accroître la production.
- Environ **130 000 autres puits de gaz de schiste devront être forés d'ici 2040** pour répondre aux projections, **en plus des 50 000 puits forés aujourd'hui**. En supposant un coût de puits moyen de 7 millions de dollars, cela exigerait 910 milliards de dollars, sans compter le cout du leasing, le cout de l'exploitation et d'autres frais accessoires.

Le rapport conclut que sur le court terme, la production américaine de gaz de schiste et de tight oil devrait être robuste, mais un examen approfondi des données de production indique que ce sera un phénomène temporaire.

II.4.2.5. Que doit faire l'Algérie s'agissant du gaz de schiste ?

Au-delà du risque pour l'environnement que présente la méthode actuelle d'extraction, la fracturation hydraulique, interdite ailleurs, l'Algérie est un pays aride qui ne dispose pas de grandes ressources en eau nécessaires pour ce genre d'exploitation. L'extraction d'un milliard de mètres cubes gazeux nécessite un million de mètres cubes d'eau. Un même puits peut être fracturé jusqu'à dix fois avec des rentabilités faibles.

De plus, le Sahara est un écosystème qui vit, où existe une faune, une flore et il y a des citoyens qui y vivent depuis la nuit des temps et dont le seul viatique est l'eau. De plus, pour un pays en stress hydrique, notamment avec les changements climatiques de plus en plus récurrents, chaque goutte d'eau compte, la gaspiller ou pire risquer de polluer la nappe phréatique est irréversible surtout pour le Grand Sud où un grand nombre de puits seront forés. La demande en eau est très importante, soit 1,5 milliard de m³ en raison de la mise en valeur des terres agricoles. Doit-on alors foncer tête baissée sur l'exploitation des gaz de schiste pour faire face à la demande énergétique ? Est-ce une fatalité que d'aller immédiatement sans étude préalable sans épuiser les autres possibilités vers l'exploitation du gaz de schiste en Algérie ? Il est indéniable que la demande va augmenter, mais il est nécessaire avant toute chose de faire un état des lieux. Avant toute chose, il est faux de réduire le débat à ceux qui sont pour et à ceux qui sont contre les gaz de schiste. Le gaz de schiste trouvera toute sa place dans « un bouquet énergétique » quand la technologie sera mature et que d'autres techniques de fracturation auront fait leur preuve (propane, arc électrique).

Pour le moment, force est de constater que rien de significatif n'est entrepris. « Mûrions » la technologie des gaz de schiste par une veille technologique. Quand la technologie sera sans danger, l'heure du gaz de schiste arrivera dans une dizaine d'années en tout cas pour les générations futures. Le Sahara est un écosystème où il y a une faune, une flore et des habitants. Il ne faut pas en faire un champ d'expérimentation. Les gerboises nucléaires de différentes couleurs et l'expérimentation des armes chimiques ont détruit en partie des pans entiers de l'écologie. Quand les méthodes deviendront plus soft, et ne compromettront pas la vie sous toutes ses formes, le gaz de schiste aura toute sa place dans le cadre d'un bouquet énergétique pour les générations futures. C'est comme cela qu'il faut comprendre le développement durable. Pour le reste, il nous faut changer de fusil d'épaule et mettre fin à une production frénétique d'une ressource sur le déclin.

Entre temps et sans tarder nous devons nous inspirer de la réglementation nouvelle américaine d'encadrement de l'activité de fracking, de chercher à connaître dans le détail la liste des produits chimiques injectés, d'impliquer les compagnies pétrolières responsables des risques qui pourraient se produire (pollution de nappe, mouvement sismique) bien après l'arrêt de l'activité de fracking. Enfin il nous faut sans délai mettre en place un programme cohérent dans les disciplines scientifiques impliquées dans l'activité d'exploration, d'exploitation, de contrôle biologique et chimique des eaux...

II.5.L'électricité en Algérie :

II.5.1.La puissance installée :

À l'indépendance, la production d'électricité était d'environ 0,5 TWh, produite à partir de charbon (550 MW) et de l'énergie hydraulique (450 MW). Entre 1980 et 1990, la capacité installée a doublé, entre 1990 et 2000 elle n'a augmenté que de 23 % et entre 2000 et 2010, elle a doublé.

À la fin 2013, la capacité de production installée d'électricité a progressé de 17,2% par rapport à 2012, atteignant les 15,16 GW en 2013.

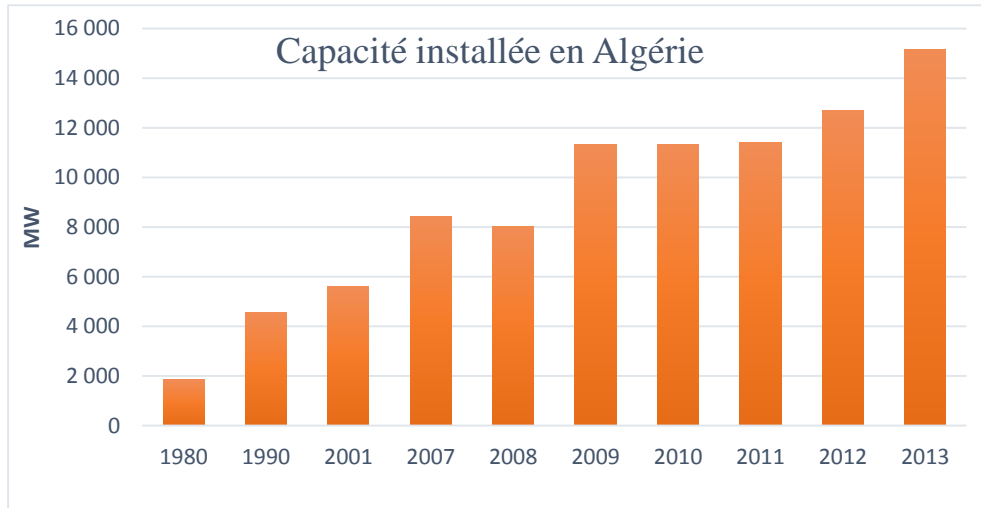


Figure II.14 : Evolution de la puissance électrique installée en Algérie

Source : Ministère de l'Énergie et des Mines

II.5.2.Production d'électricité au niveau national :

L'évolution de la production d'électricité est élevée, entre 2000 et 2013 le taux d'évolution annuel moyen est de 6,9 %. La production d'électricité sur le réseau national à fin 2013 est en hausse de 2,9 % par rapport à celle de 2012 et s'établit à 59,0 TWh.

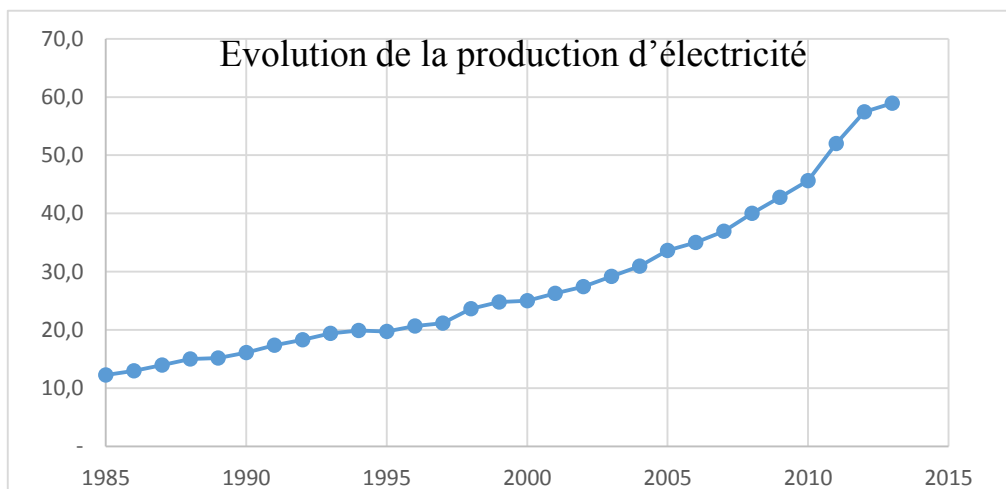


Figure II.15 : Evolution de la production d'électricité en Algérie

Source: BP statistical review of world energy 2014

Cette production est tirée par une consommation de plus en plus importante.

II.5.3. Structure de la production d'électricité :

La production d'électricité est à 99% d'origine fossile, majoritairement le gaz naturel. Les sources renouvelables (98% d'origine hydraulique) ne représentent que 0,8 % du mix en 2011. Une filière solaire émergente permet de produire 4 GWh cette année. La filière hydroélectrique affiche une capacité de 245 MW, pour une production de 380 GWh en 2011, soit plus du double du niveau de 2010 (174 GWh), grâce à une pluviométrie plus favorable. Cette production est très variable sur la période, car tributaire des conditions climatiques, et de leur impact sur les ressources en eau.

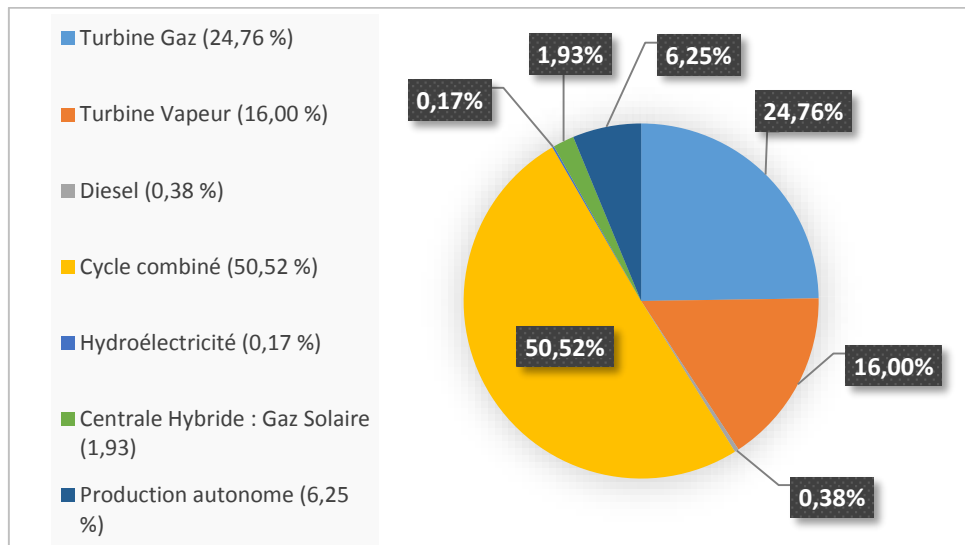


Figure II.16 : Structure de la production d'électricité, 2013
Source : Rapport d'activités 2013, Sonelgaz

L'Algérie se repose presque exclusivement sur les combustibles fossiles (99,2 %) pour répondre aux besoins croissants d'électricité de la population. Les énergies renouvelables n'occupent donc qu'une faible part du mix électrique national (0,8 %) et leur production est partagée entre la filière hydraulique qui a généré cette année 389 GWh, soit 0,7 % du total, et les filières solaires photovoltaïque (11GWh) et thermodynamique (58 GWh) qui représentent quant à elles 0,1 % du bilan. La production fossile a augmenté en moyenne de 6,1% par an sur la période 2002-2012.

L'Algérie amorce cependant aujourd'hui une dynamique verte avec le lancement d'un programme prévoyant l'installation de plus de 22 000 MW de capacités renouvelables, 12 000 MW étant dédiés à couvrir la demande intérieure en électricité et 10 000 MW destinés à l'exportation. De plus, l'option du nucléaire est toujours d'actualité pour faire face à la demande d'électricité galopante et une première centrale d'une puissance de 1000 MW pourrait voir le jour en 2025.

Le nouveau programme pour le développement des énergies vertes s'appuiera en grande partie sur le secteur solaire pour lequel l'Algérie dispose d'un des meilleurs potentiels au monde.

L'Algérie entend ainsi se positionner comme un acteur majeur de la production d'électricité solaire photovoltaïque, mais également thermodynamique.

Le pays a inauguré en juillet 2011 sa première centrale hybride solaire-gaz d'une puissance de 150 MW, dont 30 MW solaires, dans la région saharienne de Hassi R'mel.

II.5.4. Consommation d'électricité par habitant :

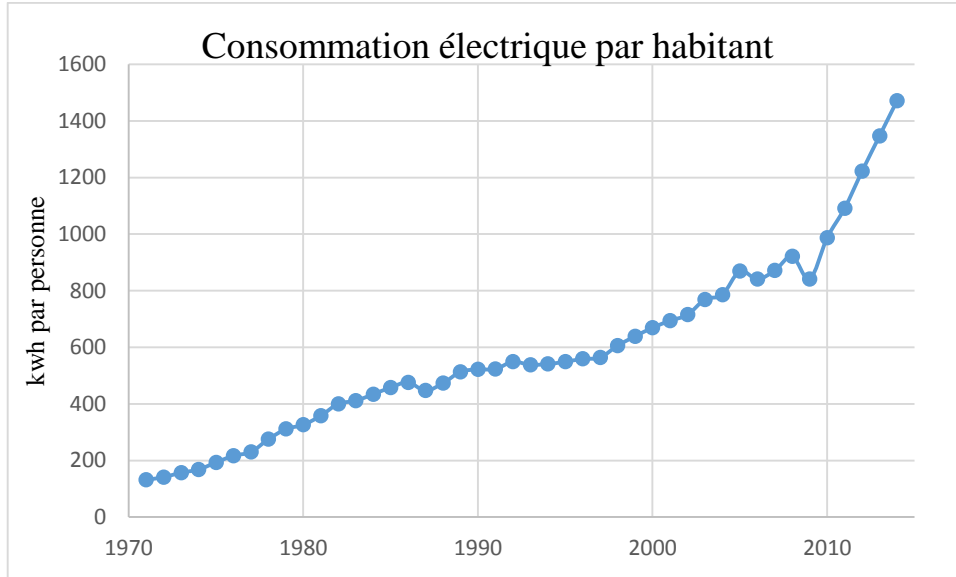


Figure II.17 : Consommation d'électricité par personne

Source : Banque mondiale 2014

Cette statistique donne une évaluation de la production des centrales électriques moins les pertes occasionnées par la transmission, la distribution et la transformation, ainsi que l'énergie utilisée par les centrales elles-mêmes.

La consommation d'électricité par habitant a atteint 1471 kWh, en 2014, soit une augmentation de 9% par rapport à 2013.

II.5.5. Consommation électrique des ménages :

Le tableau suivant donne la consommation des ménages en 2012 selon la plage de consommation :

Classe de consommation (kWh/an)	Clients	Consommation	Clients	Consommation
	U	kWh	%	%
0	292 534	0	5,06	0
0-250	336 250	29 090 809	5,82	0,21
250-500	211 806	80 047 711	3,67	0,57
500-1 000	581 571	449 612 426	10,07	3,18
1 000-2 000	1 679 092	2 514 161 537	29,06	17,80
2 000-3 000	1 161 338	2 848 259 249	20,10	20,17
3 000-4 000	621 789	2 143 364 406	10,76	15,18

4 000-5 000	332 172	1 478 686 482	5,75	10,47
5 000-7 500	344 983	2 070 714 709	5,97	14,66
7 500-10 000	116 230	994 432 280	2,01	7,04
10 000-12 000	40 832	444 672 285	0,71	3,15
12 000-14 000	21 612	278 792 423	0,37	1,97
14 000-16 000	12 191	181 791 535	0,21	1,29
16 000-20 000	11 975	212 012 331	0,21	1,50
20 000-40 000	11 094	286 732 058	0,19	2,03
>40000	1 859	108 562 461	0,03	0,77
Total	5 777 328	14 120 932 702		

Tableau II.4 : Consommation électrique des ménages par classes de consommation
Source : SONELGAZ, 2012

Les ménages représentent environ 40 % de la consommation totale.

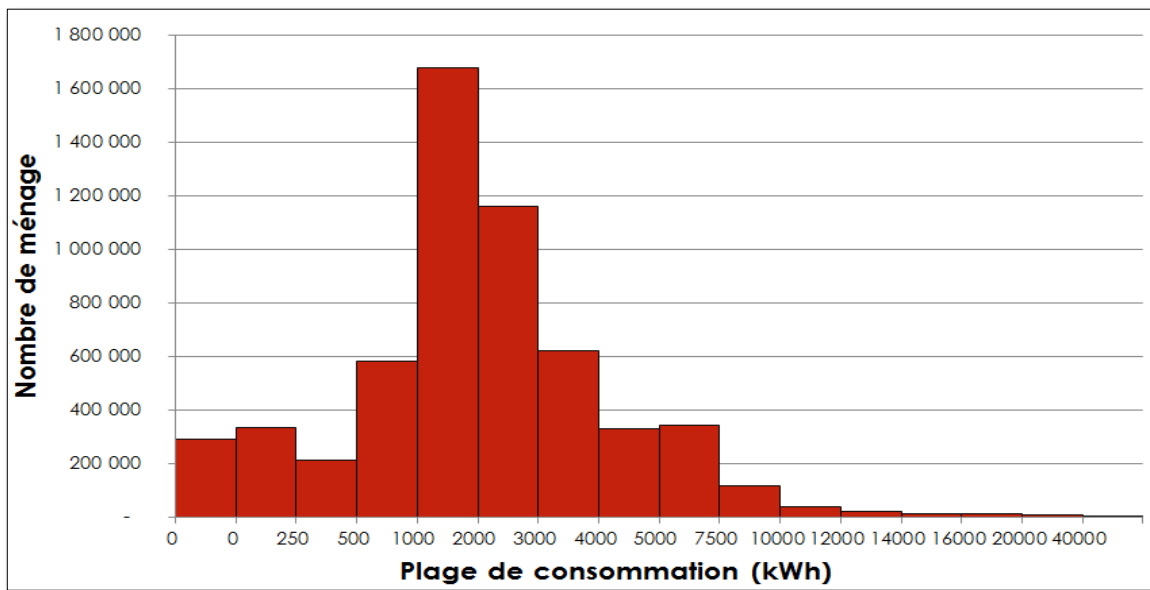


Figure II.18 : Consommation électrique des ménages par classes de consommation
Source : SONELGAZ, 2012

La consommation moyenne annuelle d'un ménage en 2012 est de 2444 kWh

Les ménages qui consomment plus de 3000 kWh représentent 26% des ménages. Par contre leur consommation représente 58% de la consommation d'électricité.

Plus de la moitié, de l'électricité (58%) est consommée par le quart des ménages (26%).

II.6. Les énergies renouvelables :

Les énergies renouvelables ont assuré **19 % de la consommation finale d'énergie** dans le monde en 2012, et cette tendance s'est encore accentuée en 2013.

Le nombre d'économies émergentes dotées de politiques d'appui à la croissance des énergies renouvelables a été multiplié par six en seulement huit ans, passant de 15 pays en 2005 à 95 aujourd'hui. Ces 95 pays en développement composent dorénavant la grande majorité des 144 pays dotés d'objectifs ou de politiques d'appui aux énergies renouvelables. [2]

Mais qu'en est-il en Algérie ?

II.6.1.Potentiel d'énergies renouvelables de l'Algérie :

II.6.1.1.Energie solaire :

Selon le rapport de l'ONU, 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 2000 heures annuellement et peut atteindre les 3900 heures (hauts plateaux et Sahara)

Si nous comparons le soleil au gaz naturel, la capacité d'énergie du soleil algérien est équivalente à un volume de 37.000 milliards de mètres cubes, soit 8 fois les réserves en gaz naturel, avec la différence que l'énergie solaire est renouvelable. [13]

Région	Région côtière	Hauts plateaux	Sahara
Superficie (%)	4	10	86
Durée moyenne d'enseulement (heure/an)	2650	3000	3500
Energie moyenne reçue (KWh/m2/an)	1700	1900	2650

Tableau II.5 : Potentiel solaire de l'Algérie
Source : SONELGAZ

L'énergie solaire peut être exploitée par deux grandes catégories de procédés :

- Le photovoltaïque solaire
- Le thermique solaire

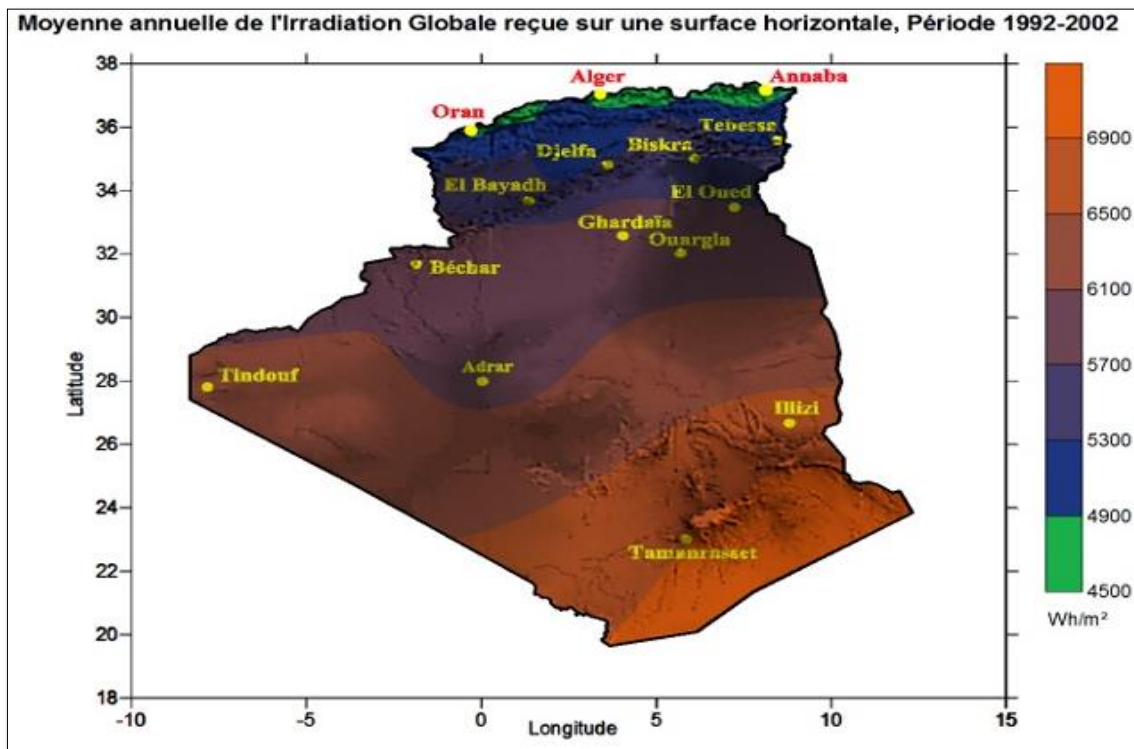


Figure II.19 : Moyenne annuelle de l'irradiation reçue sur une surface horizontale entre 1992-2002
Source : CDER

Photovoltaïque solaire :

Les avantages :

- Il s'agit d'une source d'énergie **inépuisable**.
- L'énergie photovoltaïque est une **énergie propre et non polluante** qui ne dégage pas de gaz à effet de serre.
- Le montage des installations photovoltaïques est **simple** et les installations sont **adaptables** aux besoins de chaque projet.
- Il s'agit d'une source d'énergie électrique totalement **silencieuse** ce qui n'est pas le cas, par exemple des installations éoliennes.

Inconvénients :

- L'énergie solaire est **une énergie intermittente**. Le niveau de production d'électricité n'est **pas stable et pas prévisible**, mais dépend du niveau d'ensoleillement. De plus, il n'y a aucune production d'électricité le soir et la nuit. Le remède réside dans le stockage et la technologie évolue rapidement. Tesla vient de proposer une pile domestique à des coûts intéressants.
- La fabrication des panneaux solaires photovoltaïques relève de la haute technologie demandant énormément de recherche et développement et donc des investissements **coûteux**. Cela se traduit dans le prix de l'installation qui, aujourd'hui, reste cher.
- Les **rendements** des panneaux photovoltaïques sont encore faibles et de l'ordre de 20 % (pour les meilleurs). L'énergie photovoltaïque convient donc mieux pour des projets à faibles besoins, comme une maison familiale, par exemple.
- Dans le cas d'une installation photovoltaïque autonome qui ne revend pas son surplus d'électricité au réseau, il faut inclure des **batteries** dont le coût reste élevé pour le moment.
- La durée de vie d'une installation photovoltaïque n'est **pas éternelle**, mais de l'ordre de 20 à 30 ans. De plus, le **rendement** des cellules photovoltaïques **diminue avec le temps** qui passe. On parle en général pour les panneaux photovoltaïques, d'une perte de rendement de 1 % par an.
- Les panneaux photovoltaïques demandent un entretien important dans les zones où il y a des vents de sable, ce qui est le cas dans le sud algérien. En effet, pour la station photovoltaïque de 1 MW de Ghardaïa un important entretien des panneaux doit se faire la nuit quotidiennement.

Le thermique solaire :

Les avantages :

- Du fait de leur relative simplicité, les panneaux solaires thermiques plans ont un prix relativement abordable.
- Les technologies à mettre en œuvre pour utiliser l'énergie solaire thermique sont aisément maîtrisables et adaptables aux situations de toutes les régions.
- La main d'œuvre ne nécessite qu'une formation complémentaire aisément maîtrisable.

- Si l'entretien des installations ne doit pas être négligé, les frais de maintenance et donc de fonctionnement sont cependant relativement faibles.
- L'utilisation de l'énergie solaire supplante l'énergie classique. Cela permet de diminuer de façon significative les émissions des gaz à effet de serre.
- L'énergie solaire thermique permet d'assurer une partie des besoins en eau chaude sanitaire et en chauffage.
- L'installation des panneaux solaires thermiques permet de réaliser des économies conséquentes.

Inconvénients :

- Le coût d'investissement d'une installation solaire thermique est relativement élevé
- L'énergie solaire est une énergie intermittente. Il faut donc un système de chauffage d'appoint. Il faut pouvoir stocker la chaleur dans des ballons ou des dalles chauffantes
- Les panneaux solaires contiennent des déchets toxiques : cuivre et chrome
- Les panneaux thermiques ne permettent pas de produire d'électricité : ils ne peuvent être utilisés que pour l'eau chaude et le chauffage.

II.6.1.2.Énergie éolienne :

La capacité de vent est relativement modérée, avec des vitesses changeant entre 2 et 6 m/s. Les emplacements les plus prometteurs sont situés dans la région d'Adrar dans le sud, dans le nord à l'ouest d'Oran, la région s'étendant du Meghres à Biskra dans l'est et de l'EL Kheiter à Tiaret dans l'ouest. Un certain nombre d'emplacements le long de la côte ont des vitesses de vents moyens supérieurs à 5 m/s, et peuvent atteindre plus de 8.5 m/s.

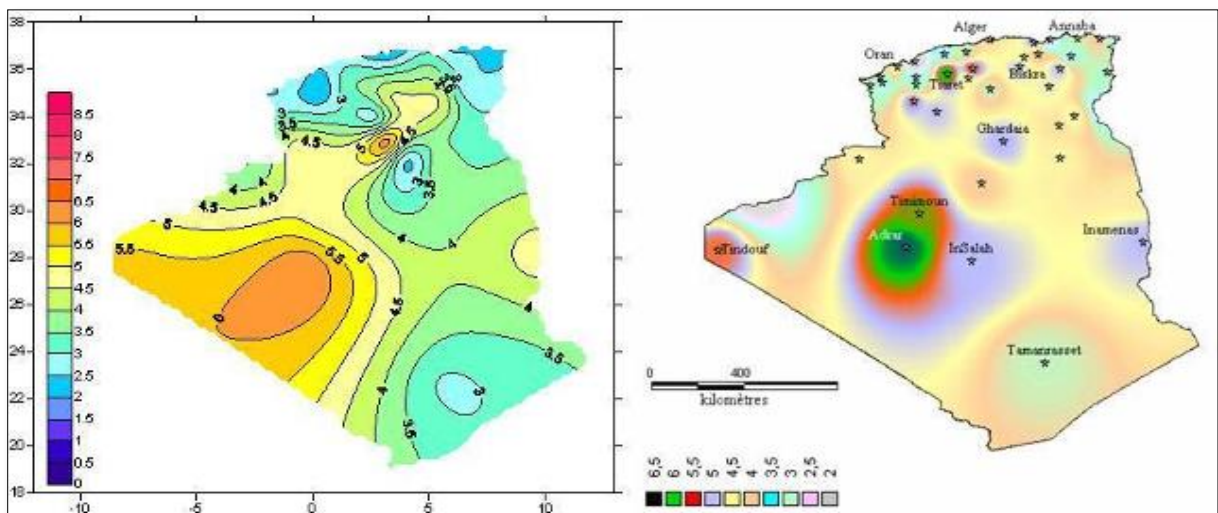


Figure II.20 : Carte des vents en Algérie

Source : CDER

Les avantages :

- Une énergie propre et inépuisable... En effet, les éoliennes ne polluent ni les sols ni les nappes phréatiques. Ce principe écologique place la filière éolienne au premier rang des énergies renouvelables très convoitées.

- Une éolienne est silencieuse, un sujet qui faisait autrefois polémique, désormais de nombreux efforts ont été réalisés pour améliorer les performances des motorisations des éoliennes pour les petites éoliennes comme pour le grand éolien.
- Les éoliennes modernes sont performantes pour fournir en électricité des sites isolés et non raccordés au réseau des villes. Une installation utile pour les campagnes mal desservies par exemple.
- Certaines nouvelles éoliennes peuvent être intégrées dans les villes, l'intérêt est de réduire les coûts du transport entre la production et le consommateur.

Les inconvénients de l'éolien

- L'électricité éolienne est une énergie intermittente, l'énergie éolienne ne suffit pas à elle seule pour définir une politique énergétique et environnementale, la solution serait de coupler l'électricité éolienne à des panneaux solaires photovoltaïques ou thermiques.
- L'énergie éolienne est dépendante de la topographie, de la météo et de l'environnement.
- Le stockage de l'énergie est assez coûteux. L'énergie est stockée dans des super accumulateurs. Là encore les techniques de stockage évoluent rapidement.

II.6.1.3. La biomasse :

Les forêts couvrent environ 250 millions d'hectares (moins de 10 % de la surface totale du pays). Théoriquement, toute la capacité de la biomasse est estimée à 37 millions de tep, mais seulement environ 10 % pourraient être récupérés.

En Algérie, 12 millions de tonnes de déchets urbains et agricoles sont produits annuellement. Ce potentiel représente un gisement de l'ordre de 2,6 millions de tep/an.

Les avantages de l'énergie de la biomasse :

- C'est une matière première qui est renouvelable. Elle peut être produite indéfiniment en l'utilisant raisonnablement et de façon durable.
- Biodégradable rapidement
- Produits issus de la biomasse sont souvent non toxiques.
- Elle dégage autant de CO₂ qu'elle n'en absorbe (les plantes absorbent du CO₂ lors de la photosynthèse).
- La biomasse peut être transformée en différentes sources d'énergie, thermique ou électrique.

Les inconvénients :

- Leur rendement énergétique est assez faible.
- Une surexploitation de la biomasse peut entraîner une déforestation importante et donc un danger pour l'environnement.
- Provoque la pollution des eaux et des sols
- Pour produire de l'énergie biomasse il faut occuper des terres arables et donc baisser la production agricole.
- Les coûts et les impacts du transport pour amener le bois là où la ressource manque.

II.6.1.4. La géothermie :

L'Algérie a une grande capacité géothermique, estimée en termes de production de l'électricité, à 700 MW.

Plus de deux cents (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 haute température pouvant atteindre 118 °C à Biskra.

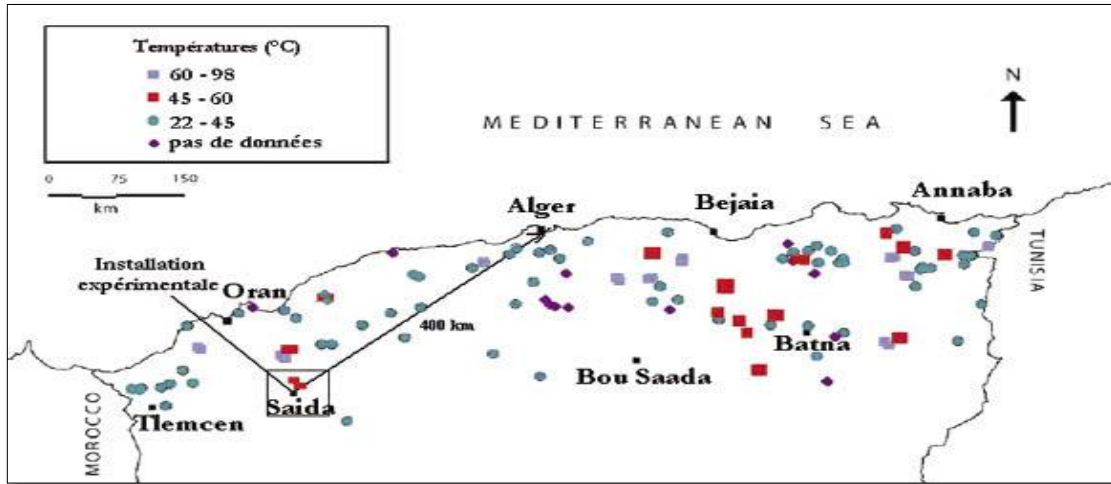


Figure II.21 : Répartition des sources géothermiques en Algérie

Source : CDER

Les avantages :

- La géothermie est une énergie propre qui n'utilise, de manière générale, que des éléments naturels : la chaleur de la terre, et l'eau. En effet l'eau utilisée est soit renvoyée artificiellement, soit de manière naturelle dans la terre. Aucune réaction chimique ou physique n'est nécessaire pour obtenir de la chaleur ou de l'électricité puisqu'elle ne produit que très peu de rejets et n'a pratiquement aucun impact sur l'environnement.
- Avec la géothermie, le prix du kilowattheure est compétitif.
- Contrairement à d'autres énergies renouvelables, la géothermie ne dépend pas des conditions atmosphériques.
- L'énergie géothermique à basse énergie permet de produire du chauffage de manière individuelle. Les forages géothermiques ont un impact visuel très limité. Un forage est totalement invisible une fois réalisé, la tête du puits étant enterré.
- Un exemple concret afin de mieux comprendre le potentiel de la géothermie face aux autres énergies renouvelables. Aux États-Unis l'électricité géothermique produite est comparable à ce que la combinaison de l'énergie éolienne et solaire fournit. De plus par rapport aux systèmes solaires et éoliens, une centrale géothermique fonctionne jour et nuit.

Les inconvénients de la géothermie :

- Le coût : une installation coûte en moyenne 10.000 euros. Certains gisements d'énergie géothermique ne sont pas facilement accessibles.

- Il faut être prudent vis à vis du terrain : forer n'est pas forcément sans conséquence et peut amener des affaissements de terrain.
- La géothermie peut parfois dégager de faibles vapeurs de soufre si elle est utilisée sous la forme d'eau ou de chaleur.
- La géothermie n'est pas une énergie 100% renouvelable, car elle nécessite un générateur, donc de l'**électricité**.
- L'inconvénient majeur de l'exploitation de l'énergie géothermique est qu'il faut être situé sur une zone géographique adéquate.

II.6.1.5. Potentiel de l'hydroélectricité :

Les quantités globales tombant sur le territoire algérien sont importantes et estimées à 65 milliards de m³, mais finalement 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.

II.6.2. Les réalisations :

La part de programme des énergies renouvelables de 2011 réalisé est modeste. Voici quelques réalisations :

Solaire : On peut citer :

- **La centrale électrique hybride (gaz-solaire) de Hassi R'mel : 150 MW**
- La centrale solaire photovoltaïque de Ghardaïa : 1,1 MW
- D'autres projets à échelle réduite ont été accomplis, particulièrement par SONELGAZ. Ainsi, entre 1992 et 2005, 18 villages dans le sud de l'Algérie, c.-à-d. autour 1000 prises de maison, bénéficiées des installations de PV pour produire l'électricité pour des besoins de base (éclairage, réfrigération, télévision, ventilation)

Eolien :

- **La ferme d'éolien d'Adrar de 10 MW :** opérationnelle depuis décembre 2014

II.6.3. Plan de l'Algérie pour les énergies renouvelables :

Le gouvernement a annoncé un programme ambitieux pour le développement des énergies renouvelables. Selon plusieurs experts, ce programme est irréalisable dans l'état actuel des choses. [14]

Programme national de développement des énergies renouvelables (2015 - 2030)

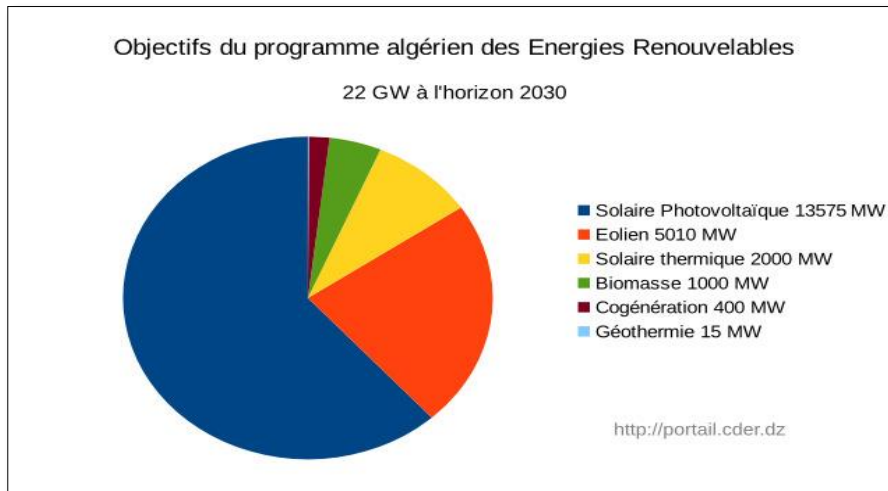


Figure II.22 : Objectifs du programme algérien des énergies renouvelables
Source : MEM, 2015

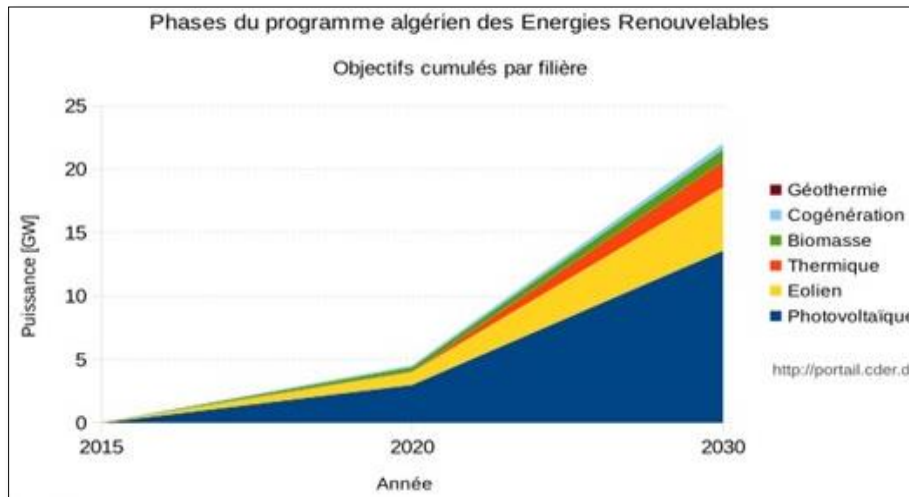


Figure II.23 : Phases du programme algérien des énergies renouvelables
Source : MEM, 2015

Le programme national de développement des énergies renouvelables a connu une première phase consacrée à la réalisation de projets pilotes et de tests des différentes technologies disponibles, durant laquelle des éléments pertinents concernant les évolutions technologiques des filières considérées sont apparus sur la scène énergétique et ont conduit à la révision de ce programme.

Parmi ces éléments nouveaux, il convient de citer :

- ▶ une meilleure connaissance du potentiel national en énergies renouvelables, notamment pour le solaire et l'éolien, suite aux études engagées ;
- ▶ la baisse des coûts des filières photovoltaïque et éolienne qui s'affirment de plus en plus sur le marché pour constituer des filières viables à considérer ;
- ▶ les coûts encore élevés de la filière CSP (solaire thermique) induisant une croissance très lente du développement de ce marché à travers le monde ;

- ▶ le parachèvement d'une réglementation nationale cohérente et attractive en direction des investisseurs.

La révision de ce programme porte ainsi, sur le développement du photovoltaïque et de l'éolien à grande échelle, sur l'introduction des filières de la biomasse (valorisation des déchets), de la cogénération et de la géothermie, et également sur le report, à 2021, du développement du solaire thermique (CSP).

La consistance du programme en énergie renouvelables à réaliser pour les besoins du marché national sur la période 2015-2030 est de 22 000 MW, dont plus de 4500 MW seront réalisés d'ici 2020.

La répartition de ce programme par filière technologique, se présente comme suit :

- ▶ Solaire Photovoltaïque : 13 575 MW
- ▶ Eolien : 5010 MW
- ▶ Solaire thermique : 2000 MW
- ▶ Biomasse : 1 000 MW
- ▶ Cogénération : 400 MW
- ▶ Géothermie : 15 MW

La réalisation du programme permettra d'atteindre à l'horizon 2030 une part de renouvelables de près de 27 % dans le bilan national de production d'électricité.

Le volume de gaz naturel épargné par les 22 000 MW en renouvelables, atteindra environ 300 milliards de m³, soit un volume équivalant à 8 fois la consommation nationale de l'année 2014.

Conformément à la réglementation en vigueur, la réalisation du programme est ouverte aux investisseurs du secteur public et privé nationaux et étrangers.

La mise en œuvre de ce programme bénéficie de l'apport substantiel et multiforme de l'État qui intervient notamment à travers le Fonds National des Énergies Renouvelables et Cogénération (FNERC), alimenté par un prélèvement de 1 % de la redevance pétrolière.

Un mécanisme d'encouragement basé sur les tarifs d'achat garantis est mis en place par la réglementation. Ainsi, le producteur d'énergie renouvelable bénéficie de tarifs d'achat qui sont garantis pour une durée de 20 ans pour les installations en Photovoltaïque et en éolien.

Les filières ne bénéficiant pas des tarifs d'achat garantis seront financées par le FNERC à hauteur de 50 % à 90 % du coût d'investissement selon la technologie et la filière retenues.

Les retombées de ce programme seront très significatives en termes de création d'emplois, d'industrialisation, de développement technologique et d'acquisition de savoir-faire, contribuant ainsi à la croissance et à la modernisation économiques du pays ainsi qu'à la préservation de l'environnement. [15]

Chapitre III : Parc automobile mondial et consommation des carburants dans le monde

III.1.Introduction :

La consommation mondiale des produits pétroliers (essence, gasoil...) a fortement augmenté depuis 1971, ceci est dû essentiellement à l'augmentation importante du parc automobile mondial.

Dans ce chapitre, nous allons analyser le parc automobile mondial en termes de nombre de véhicules et de la consommation des carburants.

III.2. Évolution du parc automobile mondial :

L'évolution de l'automobile est assurément celle du XX^{ème} siècle. Le boom pétrolier a permis la production d'automobile d'une façon spectaculaire.

Pour les 7 milliards d'habitants, en 2014 il y a environ 1 milliard de voitures. La figure suivante donne la production de plus d'un siècle.

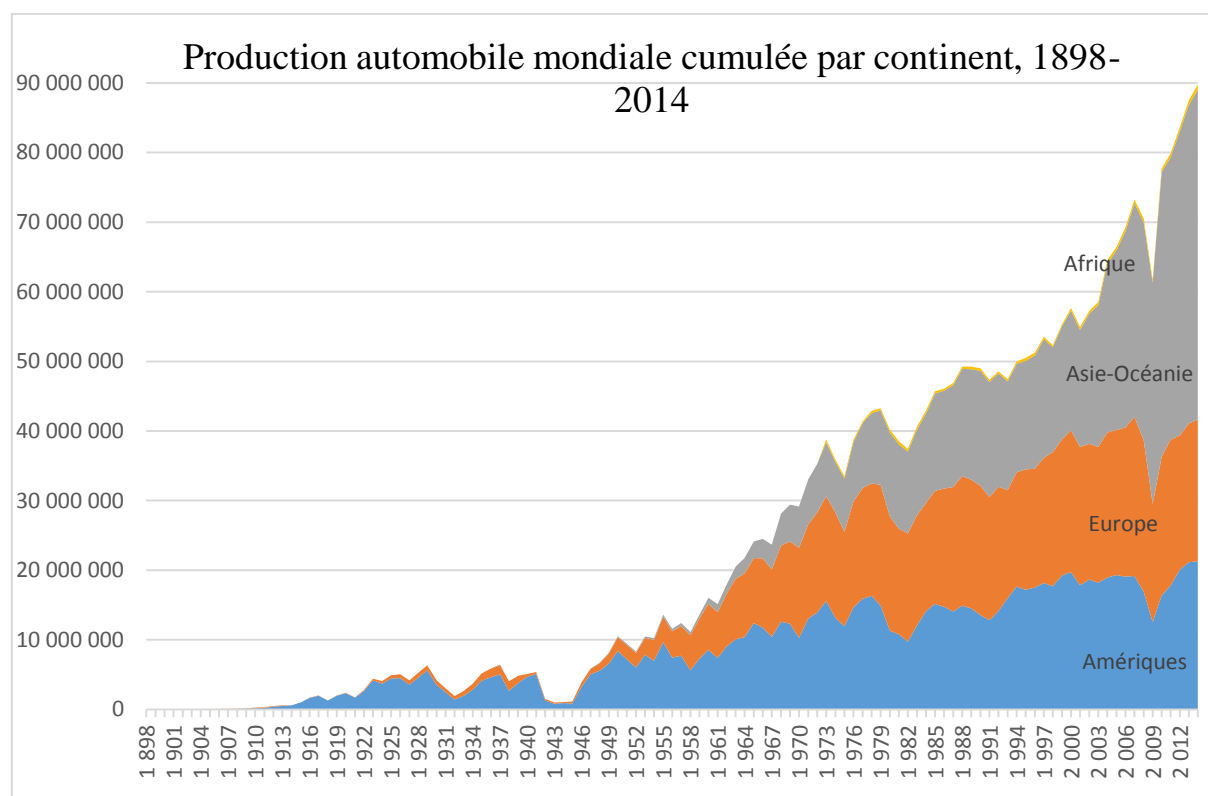


Figure III.1 : Production automobile mondiale cumulée par continent, 1898-2014

Source : [16]

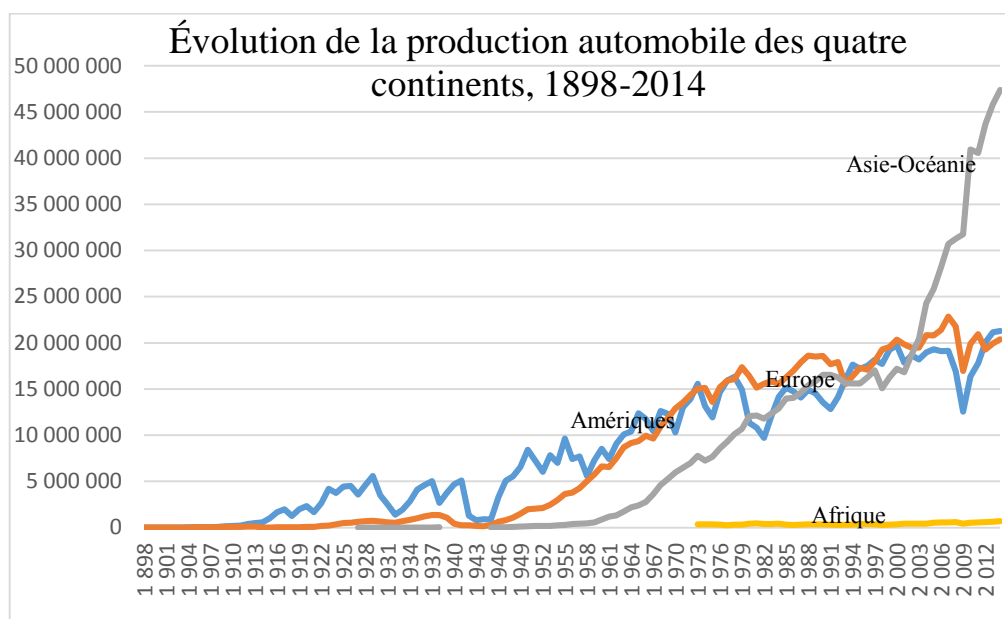


Figure III.2 : Évolution de la production automobile des quatre continents, 1898-2014
Source : [16]

Nous remarquons un contraste pour la production automobile des quatre continents entre la période 1898-1945 et la suivante pour l'Europe et l'Amérique et un contraste entre les périodes 1925 – 1960, 1960 – 2000 et la suivante pour l'Asie-Océanie.

Il faut attendre 1915 pour atteindre le million de véhicules produits. Mais il suffit ensuite de deux années pour doubler ce chiffre. Emballement, premières mini-crisis : 1918, 1921, avant une croissance (trop) rapide, suscitée par un enrichissement que l'on voulait croire durable mais qui était largement spéculatif, jusqu'au pic de 1929 à 6,33 millions. La grande dépression divise par plus de trois ce chiffre : la production tombe à 1,93 million en 1932. Il faudra attendre 1937 pour retrouver le pic de 1929, soit près de huit années. Nouvelle crise en 1938. La production est réduite d'un tiers, à 4 millions. Elle se rétablit difficilement à 5 millions les trois années suivantes, avant de sombrer à 1 million durant la seconde guerre mondiale.

Le décollage définitif de l'industrie et de la demande automobile n'aura lieu qu'après 1945, avec l'adoption par tous les pays industrialisés, les uns après les autres, à l'exception notoire de la Grande-Bretagne, d'un mode de distribution du revenu national, qui permet à un nombre croissant de ménages de voir leur pouvoir d'achat croître régulièrement. La production mondiale passe de 3,9 millions en 1946 à 39,0 millions en 1973, soit en 27 ans une multiplication par dix, ou bien encore une augmentation de 35 millions de véhicules. Il y aura bien au cours de cette longue séquence quelques hoquets, mais dont l'ampleur a été sans comparaison avec les crises successives de l'entre-deux-guerres. L'automobile prévaut sur tous les autres moyens de transport terrestres, qui tendent à régresser. Sa diffusion généralisée dans les pays développés va cependant y susciter les premières inquiétudes et contestations.

Les chocs monétaires et pétroliers des années 70 cassent la croissance de la demande mondiale. En vingt-cinq ans, la production mondiale ne progressera que de 13 millions seulement (39,0 à 52,0 millions).

À partir de 1999, le décor change. On assiste à nouveau jusqu'en 2007 à une croissance très forte. En 9 ans, la production mondiale passe de 52,0 à 73,1 millions, soit 21 millions de véhicules supplémentaires. Cette progression est le fait essentiellement de la Chine, dont le marché explose en quelques années. Même les États-Unis des années 50, même l'Europe et le Japon des années 60 n'avaient pas connu pareille progression.

Dernier trimestre 2008, la demande s'effondre en Amérique du Nord et en Europe et elle est ralentie ailleurs.

La baisse de la production mondiale aura été de courte durée. 2010 égale le pic de 2008, grâce essentiellement à l'envolée de la production chinoise. La Chine a égalé en 2012 la production des continents européen et américain. Les autres pays des BRIC sont loin derrière pour l'instant. Il n'y a guère que l'Inde qui pourrait un jour se rapprocher de la Chine. La production mondiale a repris sa progression d'avant-crise, en atteignant en 2013, les 87 millions de véhicules, soit 14 millions de plus qu'en 2007. [16]

Evolution de parc mondiale :

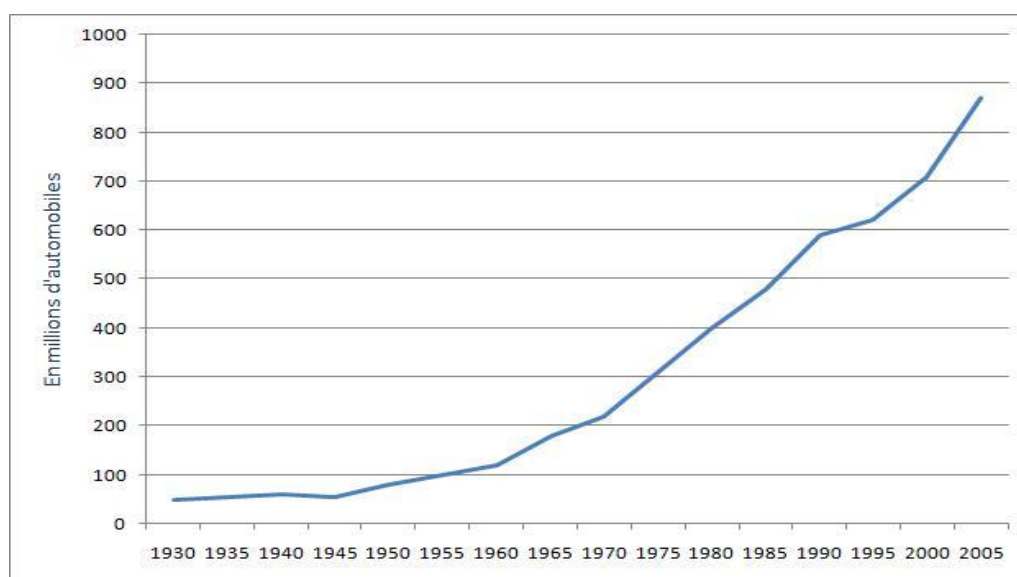


Figure III.3 : Evolution du parc mondial d'automobile

Source : [17]

Le parc automobile mondial a évolué très rapidement, connaissant un essor prodigieux des années durant. En raison de l'effort de guerre, la Première Guerre mondiale suscite un vaste élan d'innovations techniques, mais également de méthodes de travail et d'optimisation des machines, permettant d'accroître significativement la production dès la guerre terminée. La production automobile mondiale triple pendant les Trente Glorieuses (1945-1973) et passe de 10 millions à 30 millions de véhicules annuels. Un climat de prospérité et de paix a, en effet,

favorisé l'achat d'objets de confort comme l'automobile. En 2002, la production annuelle mondiale est de 42 millions d'unités, puis s'établit à plus de 70 millions en 2007 grâce notamment aux marchés en plein « boom » (Chine et Amérique du Sud). [17]

Le parc automobile mondial a atteint 1180 millions de véhicules au 31/12/2013. [18]

Comme l'explique le site Univers-Nature, la population nombreuse de pays comme la Russie, l'Inde ou la Chine représente des marchés à fort potentiel pour l'industrie automobile. Si au sein de l'Union européenne on dénombre 600 voitures pour 1 000 habitants et 800 voitures pour 1000 habitants aux États-Unis, cette proportion est de 200 pour 1000 en Russie, 140 pour 1000 en Algérie et de seulement 27 pour 1000 en Chine. La Chine est devenue en janvier 2009 le premier marché automobile mondial. [19]

Certaines prévisions à très long terme estiment que le parc automobile mondial pourrait atteindre d'ici 2060 2,5 milliards de véhicules, dont près de 70 % seraient dus aux pays actuellement émergents comme la Chine, l'Inde, le Brésil et la Russie [20]

L'Agence internationale de l'énergie (AIE) prévoit que le nombre de véhicules en circulation dans le monde s'élèvera à 1,7 milliard d'unités en 2035, grâce à la croissance dans les pays émergents. [21]

III.3. Production et consommation mondiale de carburant :

En 2010, 96 % de la consommation mondiale de carburant est produite à partir de pétrole. La consommation de carburant en 2010 est de 2 300 millions de tep.

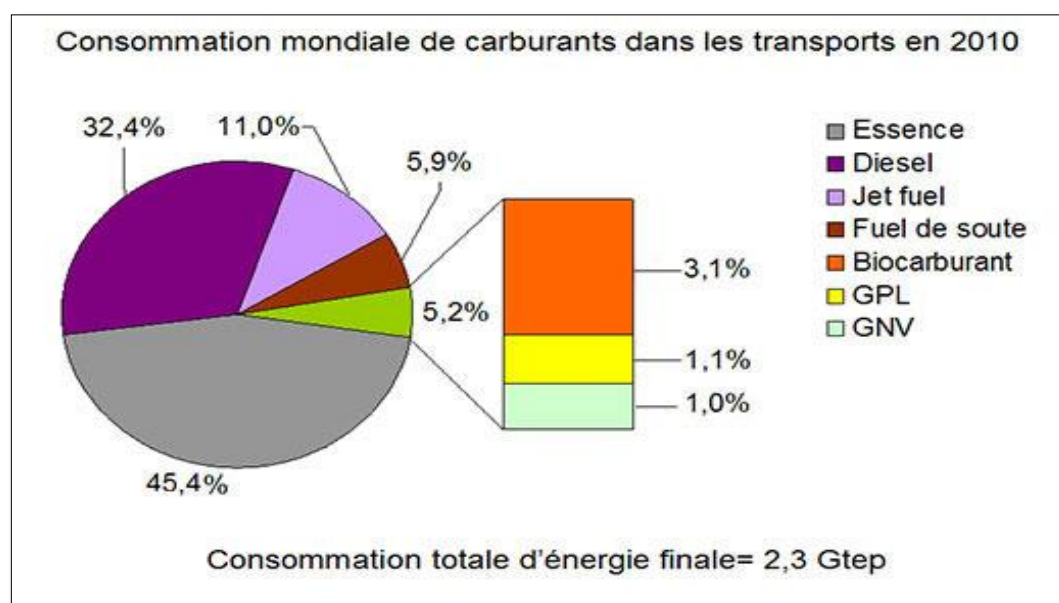


Figure III.4 : Evolution de la consommation mondiale de carburants dans le transport, 2010

Source : IFP énergies nouvelles

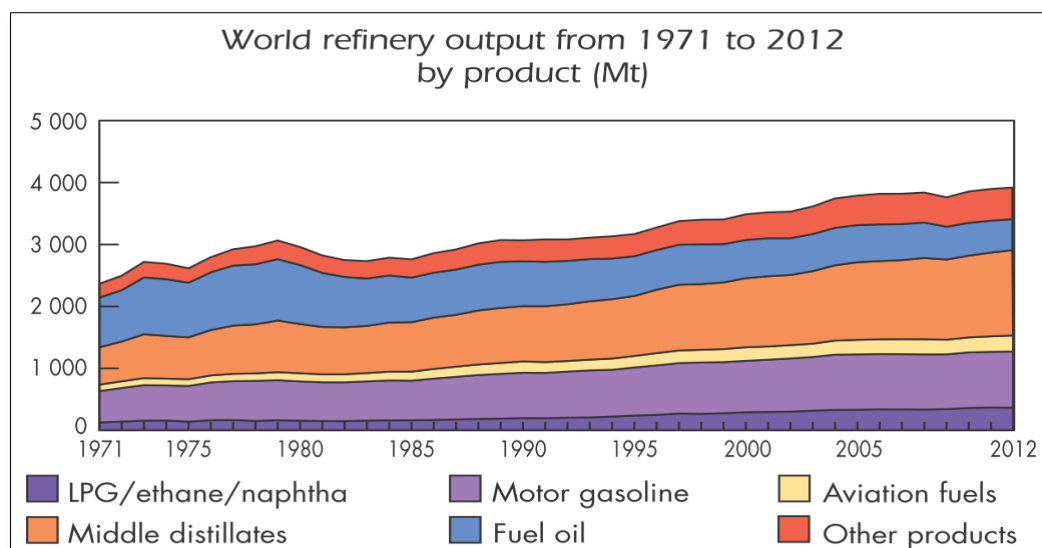


Figure III.5 : Consommation mondiale par type de carburants, 1971-2012
Source : [2]

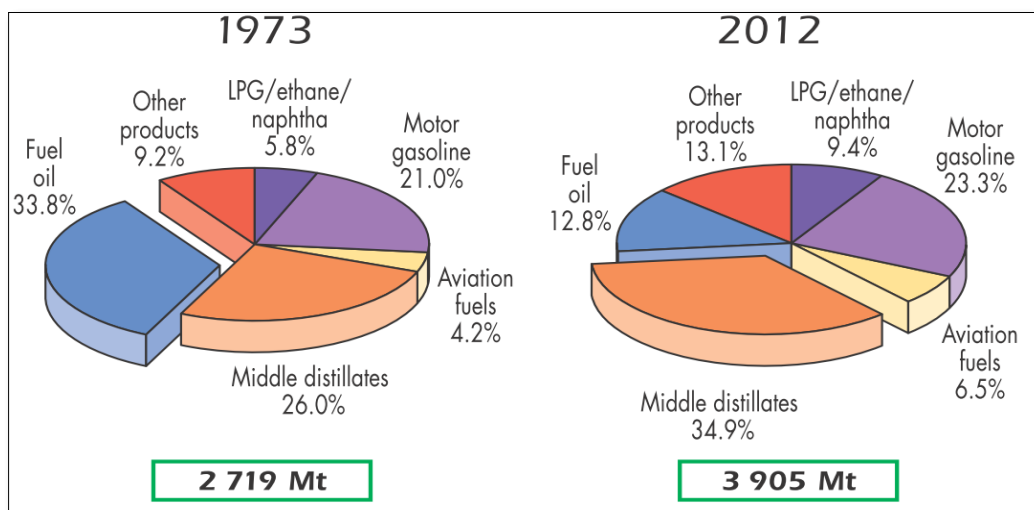


Figure III.6 : répartition de la consommation mondiale par type de carburants
Source : [2]

Le transport consomme environ 2,3 Giga tonnes équivalent pétrole (ou Gtep) de pétrole final (c'est-à-dire de pétrole raffiné) par an. Cela représente un peu plus 60 % de la consommation totale de pétrole dans le monde. Ce pourcentage est en très forte augmentation sur les trente dernières années, en 1973 le poids du transport dans la consommation de pétrole n'était que de 45 %.

Cette progression de la part dédiée au transport ne fait que traduire la dépendance qu'a ce secteur face au pétrole (l'automobile en est dépendante à 96 %). Les secteurs d'activités industrielles ont substitué autant que possible le pétrole par d'autres sources d'énergie primaire suite aux deux chocs pétroliers des années 70. Ce que le transport n'a pas pu faire.

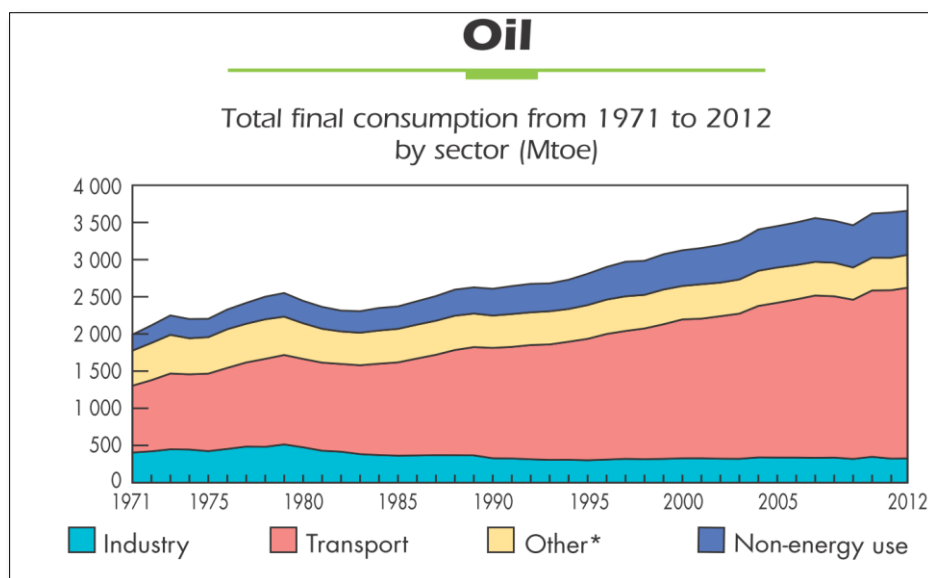


Figure III.7 : Evolution de la consommation de pétrole par secteur, 1971-2012
Source : [2]

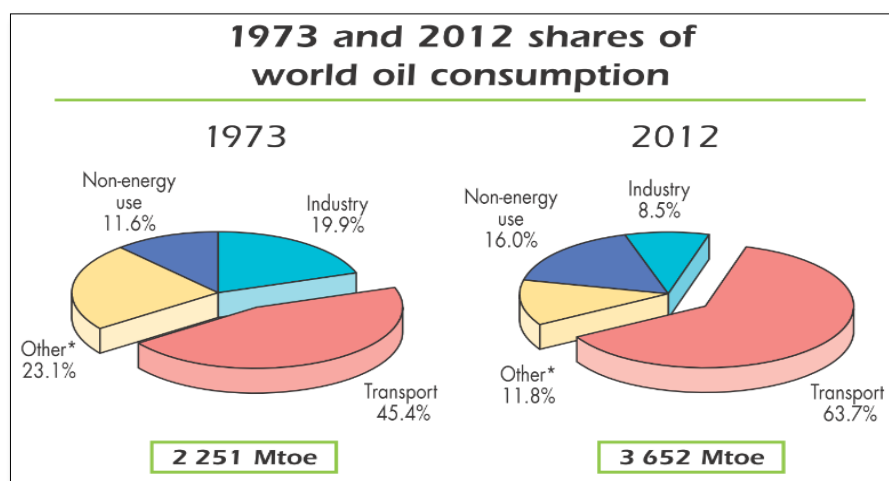


Figure III.8 : répartition de la consommation de pétrole par secteur, (1971,2012)
Source : [2]

La consommation finale des produits pétroliers a augmentée 126% en 39 ans passant de 1 022 Mtep en 1973 à 2 326 Mtep en 2012.

Chapitre IV : Le parc automobile Algérien et consommation des carburants en Algérie

IV.1.Introduction :

Dans ce chapitre, nous analysons le secteur des transports en Algérie. Tout d'abord, nous ferons un état des lieux du secteur : évolution du parc automobile et consommation des carburants (essence, gasoil et GPL). Ensuite, nous ferons des prévisions sur l'évolution du parc automobile et la consommation des carburants à l'horizon 2030 selon trois scénarios différents qui dépendent de la situation économique du pays :

- Le premier est un scénario fil de l'eau : Nous considérons que la demande en véhicules et en carburants peut être satisfaite.
- Le deuxième est scénario où le parc diminuera de 14 % par rapport au scénario 1 : nous considérons que des mesures vont être prises pour rationaliser l'augmentation du parc automobile.
- Le troisième est un scénario où le parc diminuera de 30 % par rapport au scénario 1 : c'est un scénario où nous supposons que la situation économique du pays ne permet pas satisfaire la demande de véhicules.

IV.2.Consommation de carburant et état des lieux du parc automobile algérien :

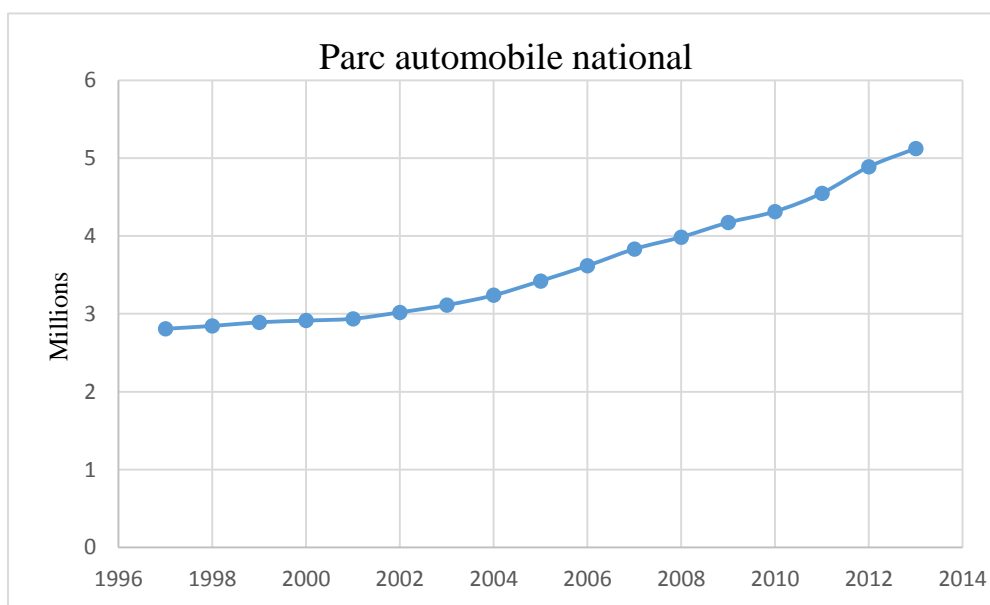


Figure IV.1 : Evolution du parc automobile algérien 1997-2013

Source : ONS

L'augmentation du parc avant 2002 est de l'ordre de 1 % par an, ensuite le parc a augmenté en moyenne de 4,75 % par an pour atteindre en 2013 : 5 123 705 de véhicules, tous types confondus. En 15 ans, le parc automobile a été multiplié par 2 et la consommation par 2,5.

IV.2.1.Répartition du parc automobile pour l'année 2013 :

IV.2.1.1Répartition du parc automobile par type de véhicules :

<i>Genre du Véhicule</i>	<i>Nombre</i>	<i>%</i>
Véhicules de Tourismes	3 268 220	63,79
Camions	387 750	7,57
Camionnettes	1 022 859	19,96
Autocar-Autobus	80 212	1,57
Tracteurs Routiers	72 240	1,41
Tracteurs Agricoles	141 018	2,75
Véhicules Spéciaux	4 196	0,08
Remorques	129 260	2,52
Motos	17 950	0,35
Total	5 123 705	100

Tableau IV.1 : Répartition du parc automobile par type de véhicules, 2013

Source : ONS

Les véhicules touristiques représentent 63,8 % du parc suivi par les camionnettes avec environ 20 % du parc.

IV.2.1.2.Répartition du parc automobile par type de carburant utilisé :

Au 31/12/2013, le parc automobile se répartit comme suit :

<i>Genre</i>	Source d'énergie				<i>TOTAL</i>
	<i>Essence</i>	<i>%</i>	<i>Gasoil</i>	<i>%</i>	
Véhicules de Tourisme	2 636 109	80,66	632 111	19,34	3 268 220
Camions	21 788	5,62	365 962	94,38	387 750
Camionnettes	603 793	59,03	419 066	40,97	1 022 859
Autocars/Autobus	2 233	2,78	77 979	97,22	80 212
Tracteurs Routiers	1 844	2,55	70 396	97,45	72 240
Tracteurs Agricoles	3 456	2,45	137 562	97,55	141 018
Véhicules Spéciaux	455	10,84	3 741	89,16	4 196
Motos	16 620	92,59	1 330	7,41	17 950
Total	3 286 298	65,80	1 708 147	34,20	4 994 445
(*) : N'apparaissent pas les remorques et semi-remorques (véhicules tractés).					

Tableau IV.2 : Répartition du parc automobile par type de carburant utilisé, 2013

Source : ONS

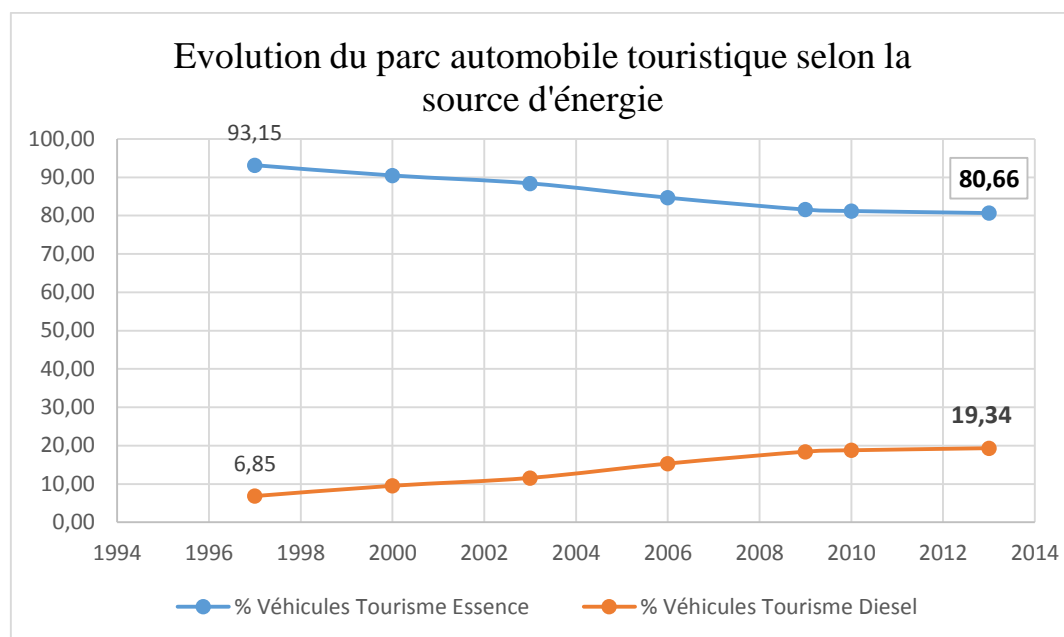


Figure IV.2 : Evolution du parc automobile touristique selon la source d'énergie 1997-2013
Source : ONS

Nous remarquons qu'il y a une tendance à la diésélisation du parc de voiture touristique, avec une atténuation à partir de 2010. En 1997, la part des véhicules touristiques était de 6,85 %, en 2013 elle était 19,34 %.

IV.2.1.3. Répartition du parc automobile selon le genre et les tranches d'âges des véhicules pour l'année 2013 :

Au 31/12/2013, le parc automobile selon la tranche d'âge se répartit comme suit :

Genre	Tranches d'âge										TOTAL
	Moins de 5 ans		de 5 à 9 ans		de 10 à 14 ans		de 15 à 19 ans		20 ans et plus		
	Nombre	%	Nombre	%	Nombre	%	Nombre	%	Nombre	%	
Véhicule de Tourisme	805 582	24,65	347 982	10,65	201 068	6,15	123 353	3,77	1 790 235	54,78	3 268 220
Camion	36 792	9,49	46 188	11,91	12 247	3,16	6 575	1,70	285 948	73,75	387 750
Camionnette	232 765	22,76	158 300	15,48	28 220	2,76	54 160	5,29	549 414	53,71	1 022 859
Autocar / Autobus	12 915	16,10	18 532	23,10	15 399	19,20	6 777	8,45	26 589	33,15	80 212
Tracteur Routier	12 031	16,65	11 279	15,61	2 288	3,17	1 620	2,24	45 022	62,32	72 240
Tracteur Agricole	11 555	8,19	7 339	5,20	3 721	2,64	7 081	5,02	111 322	78,94	141 018
Véhicule Spécial	955	22,76	356	8,48	103	2,45	185	4,41	2 597	61,89	4 196
Remorque	17 570	13,59	14 795	11,45	4 846	3,75	8 902	6,89	83 147	64,33	129 260
Moto	7 534	41,97	1 020	5,68	345	1,92	285	1,59	8 766	48,84	17 950
TOTAL	1 137 699	22,20	605 791	11,82	268 237	5,24	208 938	4,08	2 903 040	56,66	5 123 705

Tableau IV.3 : Répartition du parc automobile selon le genre et les tranches d'âges des véhicules, 2013

Source : ONS, 2013

Nous remarquons que plus de la moitié des véhicules du parc automobile (56,7%) ont plus de vingt ans d'âge, **cela influe sur la consommation de carburant et sur la pollution**, en effet plus le kilométrage d'un véhicule augmente plus ses performances diminuent, de plus les anciens véhicules ne sont pas dotés des équipements permettant de réduire la pollution tels que les pots catalytiques.

IV.2.2. Consommation de carburant en Algérie :

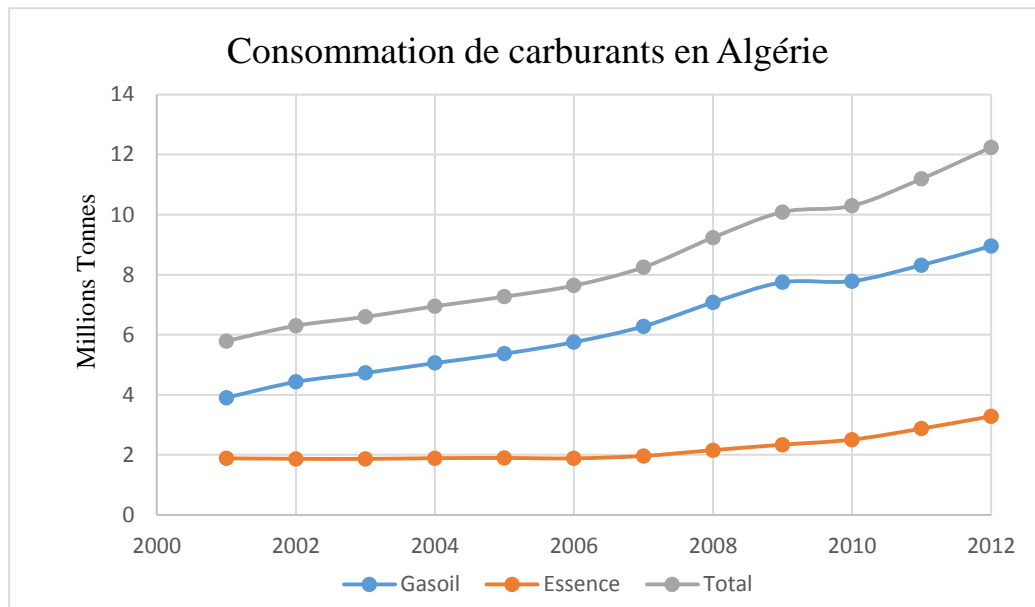


Figure IV.3 : Consommation de carburants en Algérie 2001-2012

Source : Naftal

La consommation de carburant en Algérie a doublé en 10 ans passant de 6,3 Mt en 2002 à 12,2 Mt en 2012, essentiellement tirée par la consommation de gasoil qui représente 73% de la consommation de carburant.

Historique de l'industrie du raffinage en Algérie :

L'Algérie dispose d'une industrie de raffinage mise en place dans les années 1970, elle totalise une capacité de raffinage 22 Mt pétrole brut.

Les années de démarrage (entre 1962 et 1993) étaient marquées par les réalisations suivantes :

- 1962 : La première raffinerie en Algérie à HASSI MESSAOUD avec une capacité de 120 KTA.
- 1964 : le démarrage de la raffinerie d'Alger avec une capacité de 1.6 MTA (et 1970 son extension).
- 1972 : la raffinerie d'ARZEU avec une capacité de 2,5 MTA.
- 1979 : la deuxième raffinerie à HASSI MESSAOUD avec une capacité de 1.1 MTA
- 1980 : la raffinerie de SKIKDA
- 1983 : la raffinerie d'IN AMENAS
- 1993 : le deuxième reforming pour la raffinerie de SKIKDA

Entre 2005 et 2013, la réhabilitation des raffineries du nord a été effectuée pour 5 milliards de dollars.

En 2009, la raffinerie d'ADRAR a démarré avec une capacité de 600 KTA. Elle a ensuite été arrêtée, car le sol sur laquelle elle est implémentée est instable.

Un programme concernant la construction et l'implantation de 3 nouvelles raffineries à Biskra, Tiaret et Hassi Messaoud avec un coût de 3,3 milliards de dollars chacune, est en cours de réalisation. Elles vont être construites dont le but de pouvoir raffiner 50% de la production du pétrole, soit 13 à 15 millions de tonnes supplémentaires. Le passage à la norme Euro 5 concernant le gasoil est aussi prévu.

IV.2.2.1. Evolution de la demande énergétique (essence et gasoil) et du parc automobile (Scénario fil de l'eau) : Scénario 1

a - Demande énergétique :

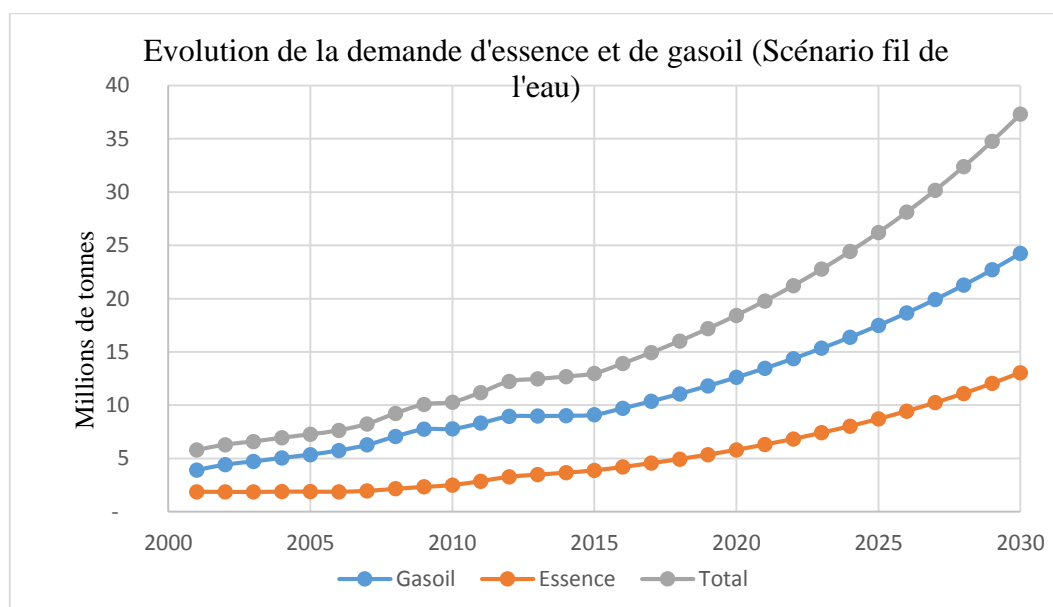


Figure IV.4 : Evolution de la demande d'essence et de gasoil (Scénario fil de l'eau)

La demande énergétique, selon un scénario fil de l'eau, sera de 13 millions de tonnes pour l'essence et de 24,3 millions de tonnes pour le gasoil, soit 37,3 millions de tonnes pour ces deux sources d'énergie.

Selon toute vraisemblance, en absence de découvertes importantes de pétrole, cette consommation sera à peine couverte par la production nationale. Sachant que l'Algérie tire ses revenus de la rente de pétrole, il y aura, à ce rythme de consommation un problème majeur pour les équilibres budgétaires du pays

b- Evolution de la demande d'automobile (Scénario fil de l'eau) :

Année	Véhicule Tourisme	Camion	Camionnette	Autocar/Autobus	Autres*	TOTAL
2010	2 691 617	368 194	848 811	72 528	333 457	4 648 064
2011	2 857 003	375 257	899 941	74 803	342 486	4 891 976
2012	3 100 367	382 408	972 655	77 562	355 884	5 244 760
2013	3 268 220	387 750	1 022 859	80 212	364 664	5 123 705
2014	3 449 933	396 358	1 067 660	84 295	373 775	5 372 021
2015	3 641 749	405 157	1 114 424	88 585	383 162	5 633 078
2016	3 844 231	414 152	1 163 236	93 094	392 837	5 907 549
2017	4 057 970	423 346	1 214 185	97 833	402 808	6 196 142
2018	4 283 593	432 744	1 267 367	102 813	413 087	6 499 603
2019	4 521 761	442 351	1 322 877	108 046	423 685	6 818 720
2020	4 773 171	452 171	1 380 819	113 545	434 613	7 154 319
2021	5 038 559	462 209	1 441 299	119 325	445 885	7 507 277
2022	5 318 703	472 470	1 504 428	125 398	457 512	7 878 512
2023	5 614 423	482 959	1 570 322	131 781	469 508	8 268 993
2024	5 926 584	493 681	1 639 102	138 489	481 886	8 679 742
2025	6 256 103	504 641	1 710 895	145 538	494 661	9 111 837
2026	6 603 942	515 844	1 785 832	152 946	507 848	9 566 411
2027	6 971 121	527 296	1 864 051	160 731	521 463	10 044 662
2028	7 358 715	539 001	1 945 697	168 912	535 521	10 547 847
2029	7 767 860	550 967	2 030 918	177 510	550 041	11 077 296
2030	8 199 753	563 199	2 119 873	186 545	565 039	11 634 408

*somme des : Remorques, motos, véhicule spéciaux, tracteurs agricoles, tracteurs routiers

Tableau IV.4 : Évolution de la demande automobile selon le scénario 1

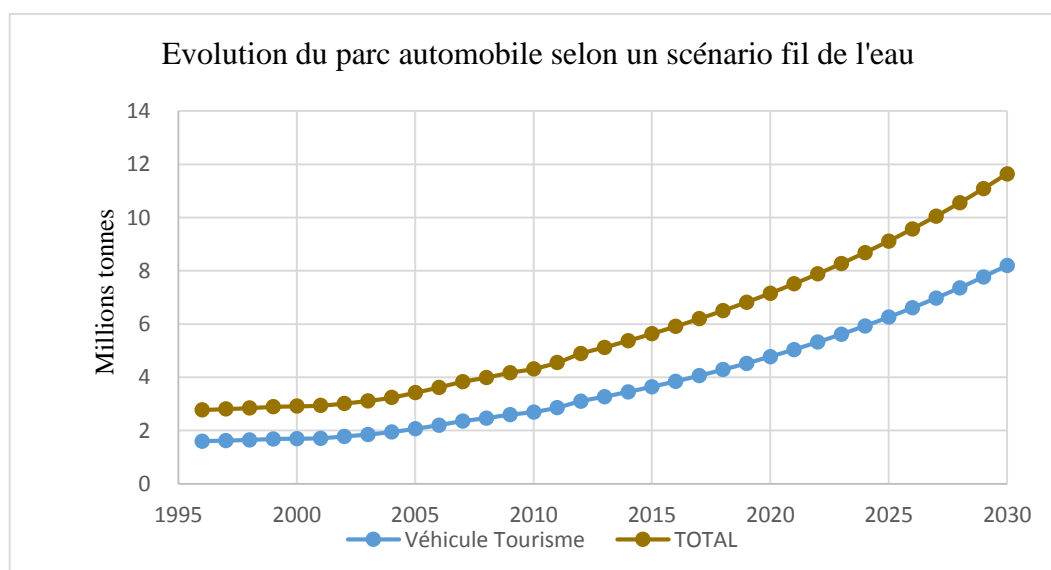


Figure IV.5 : Evolution du parc automobile selon le scénario1 (fil de l'eau)

Selon un scénario fil de l'eau, le parc automobile sera de 11,6 millions de véhicules en 2030 avec 8,2 millions de véhicules touristiques.

Prix du pétrole :

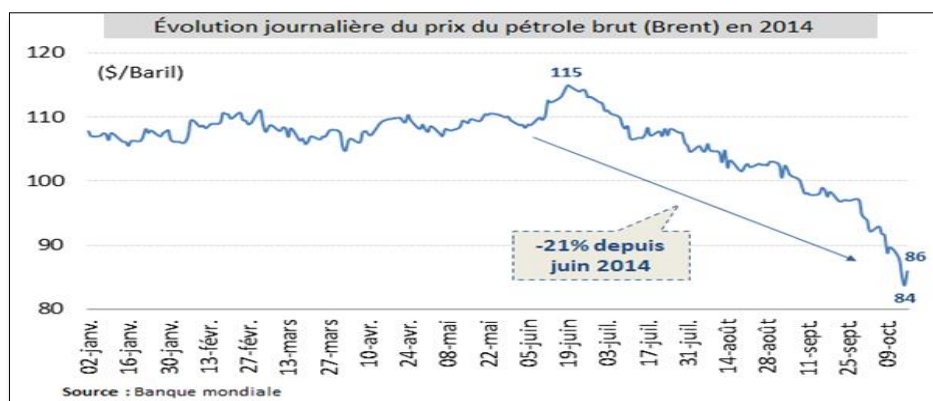


Figure IV.6 : Evolution des prix de pétrole 2014

Si les prix du pétrole ne repartent pas à la hausse dans les prochaines années, l’Algérie ne pourra pas assurer le cout des importations d’un parc automobile à 11,6 millions de véhicules avec une demande en carburant de 37,3 Mt.

Nous proposerons aussi dans notre étude, deux autres scénarios avec une réduction de 14 % et de 30 % du parc automobile (par rapport au scénario de 11,6 millions de véhicules)

IV.2.2.2.Scénario 2 : Réduction du parc automobile de 14% :

a- Evolution du parc d’automobile (Scénario 2) :

Année	Véhicule Tourisme	Camion	Camionnette	Autocar/Autobus	Autres*	TOTAL
2013	3 268 220	387 750	1 022 859	80 212	364664	5 123 705
2014	3 413 623	394 644	1 058 761	85 827	375 094	5 327 949
2015	3 565 495	401 661	1 095 924	91 835	385 838	5 540 753
2016	3 724 124	408 803	1 134 391	98 263	396 906	5 762 487
2017	3 889 810	416 071	1 174 208	105 142	408 309	5 993 539
2018	4 062 868	423 469	1 215 423	112 501	420 056	6 234 317
2019	4 243 625	430 998	1 258 084	120 377	432 159	6 485 243
2020	4 432 424	438 661	1 302 243	128 803	444 630	6 746 760
2021	4 629 622	446 461	1 347 951	137 819	457 479	7 019 333
2022	4 835 594	454 399	1 395 265	147 466	470 720	7 303 444
2023	5 050 730	462 478	1 444 238	157 789	484 364	7 599 599
2024	5 275 437	470 701	1 494 931	168 834	498 425	7 908 328
2025	5 510 141	479 070	1 547 403	180 653	512 916	8 230 183
2026	5 755 287	487 588	1 601 717	193 298	527 851	8 565 741
2027	6 011 340	496 257	1 657 937	206 829	543 244	8 915 608
2028	6 278 785	505 080	1 716 131	221 307	559 110	9 280 413
2029	6 558 128	514 061	1 776 367	236 799	575 464	9 660 819
2030	6 849 899	523 201	1 838 718	253 375	592 323	10 057 515

Tableau IV.5 : Évolution de la demande automobile selon le scénario 2

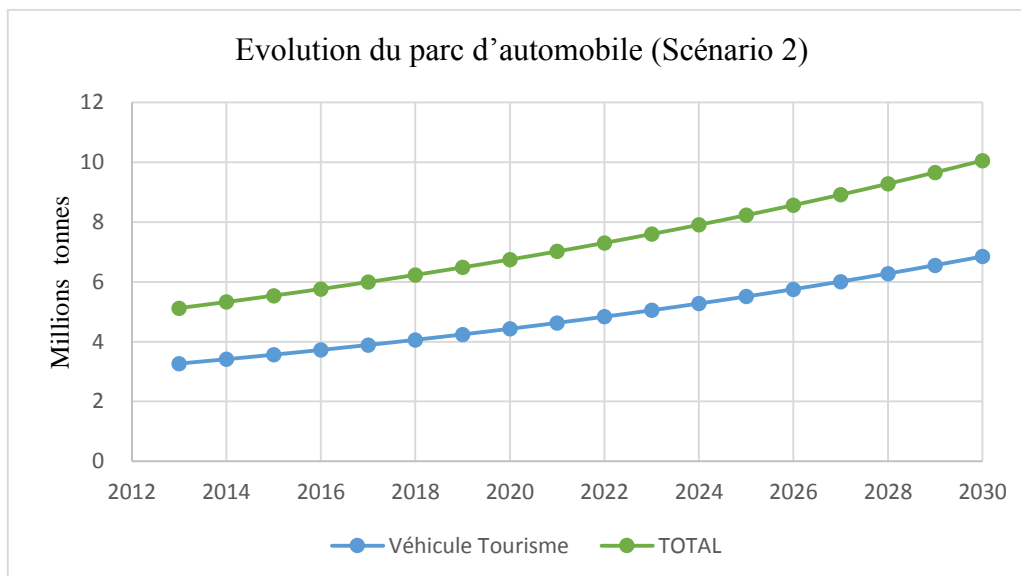


Figure IV.7 : Evolution du parc automobile selon le scénario 2

Selon un scénario de réduction du parc automobile de 14 %, le parc sera de 10 millions de véhicules en 2030 avec 6,9 millions de véhicules touristiques. Dans ce scénario le nombre d'autobus et d'autocar a été augmenté de 25% pour pouvoir accueillir le nombre plus important de passagers. L'effort est donc mis sur les transports en commun.

b- Evolution de la demande énergétique (essence et gasoil) (Scénario 2) :

Nous supposons que la demande énergétique d'essence et de gasoil sera diminuée de 13%.

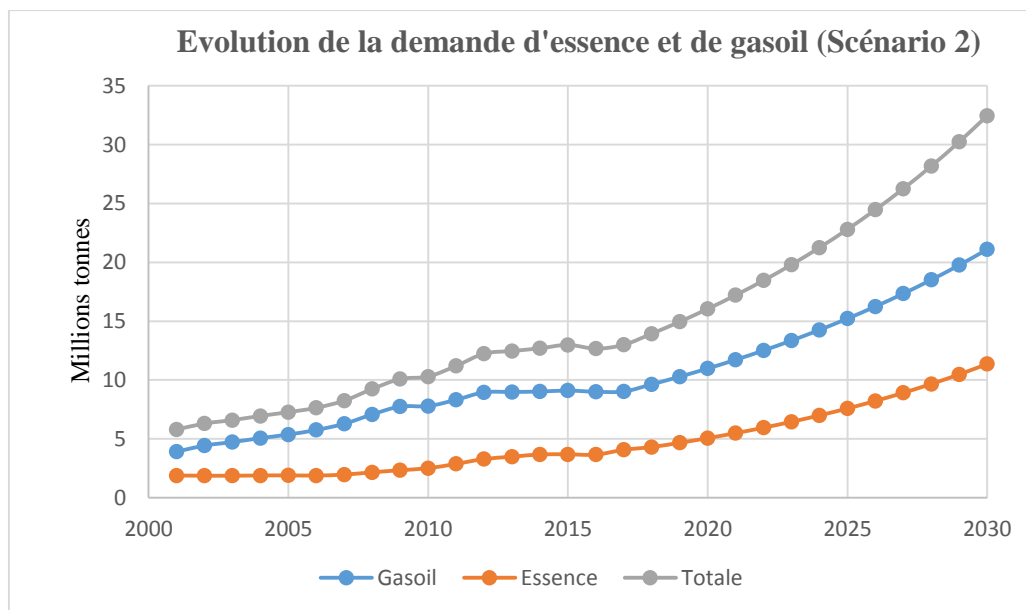


Figure IV.8 : Evolution de la demande d'essence et de gasoil (Scénario 2)

La demande énergétique dans ce scénario sera de 11,4 millions de tonnes pour l'essence et de 21,1 millions de tonnes pour le gasoil, soit 32,5 millions de tonne pour ces deux sources d'énergie en 2030 au lieu de 37,3 Mt du scénario « fil de l'eau », le gain serait de 5 Mt. Une pollution en moins de 15 Mt de CO₂. De plus le développement des transports en commun va impulser une nouvelle dynamique d'une sobriété énergétique induisant un comportement vertueux et éco-citoyen pour le développement durable.

IV.2.2.3.Scénario 3 : Réduction du parc automobile de 30% (par rapport au scénario 1) :

a- Evolution du parc d'automobile (Scénario 3) :

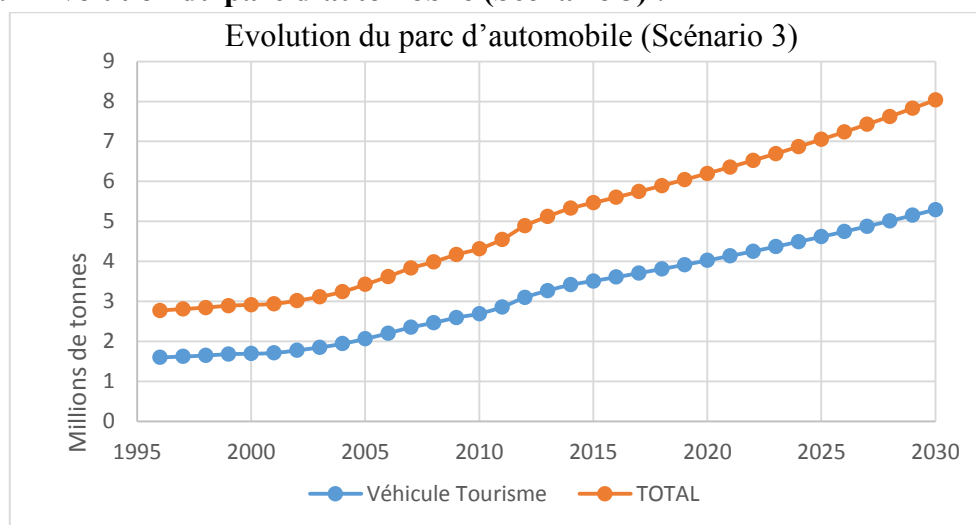


Figure IV.9 : Evolution du parc automobile selon le scénario 3

<i>Année</i>	<i>Véhicule Tourisme</i>	<i>Camion</i>	<i>Camionnette</i>	<i>Autocar/Autobus</i>	<i>Autres</i>	<i>TOTAL</i>
2013	3 268 220	387 750	1 022 859	80 212	364 664	5 123 705
2014	3 413 623	394 644	1 058 761	85 827	375 094	5 327 949
2015	3 508 522	399 025	1 082 054	92 693	380 747	5 463 041
2016	3 606 059	403 454	1 105 859	100 108	386 491	5 601 971
2017	3 706 307	407 932	1 130 188	108 117	392 327	5 744 871
2018	3 809 343	412 460	1 155 052	116 766	398 256	5 891 878
2019	3 915 242	417 039	1 180 463	126 108	404 281	6 043 133
2020	4 024 086	421 668	1 206 434	136 196	410 403	6 198 787
2021	4 135 956	426 348	1 232 975	147 092	416 623	6 358 995
2022	4 250 935	431 081	1 260 101	158 859	422 944	6 523 920
2023	4 369 111	435 866	1 287 823	171 568	429 368	6 693 736
2024	4 490 572	440 704	1 316 155	185 294	435 895	6 868 620
2025	4 615 410	445 596	1 345 110	200 117	442 528	7 048 762
2026	4 743 719	450 542	1 374 703	216 127	449 269	7 234 359
2027	4 875 594	455 543	1 404 946	233 417	456 120	7 425 620
2028	5 011 136	460 599	1 435 855	252 090	463 083	7 622 763
2029	5 150 445	465 712	1 467 444	272 257	470 159	7 826 017
2030	5 293 628	470 881	1 499 728	294 038	477 350	8 035 625

Tableau IV.6 : Évolution de la demande automobile selon le scénario 3

Selon un scénario de réduction du parc automobile de 30 %, le parc sera de 8 millions de véhicules en 2030 avec 5,3 millions de véhicules touristiques. Dans ce scénario le nombre d'autobus et d'autocar a été augmenté de 33 % pour pouvoir accueillir le nombre plus important de passagers.

b- Evolution de la demande énergétique (essence et gasoil) (Scénario 3) :

Nous supposons que la demande énergétique d'essence et de gasoil sera diminuée progressivement de 30% d'ici 2030 (-2% par an).

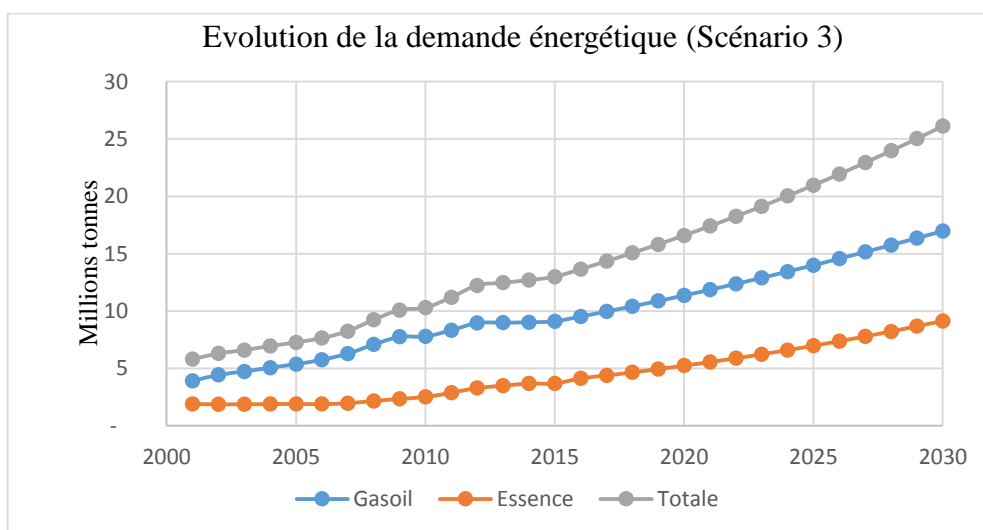


Figure IV.10 : Evolution de la demande d'essence et de gasoil (Scénario 3)

La demande énergétique dans ce scénario sera de 9,1 millions de tonnes pour l'essence et de 17 million de tonne pour le gasoil, soit 26,1 millions de tonne pour ces deux sources d'énergie en 2030.

IV.3. Cout des subventions de carburants :

Dans le rapport annuel 2013 de Sonatrach, il est précisé que près de 5 milliards de dollars sont injectés en 2013 dans l'action de subventionner les prix des carburants et près de 3,5 milliards de dollars d'importations pour la même année. Bien que, pour l'année 2014, les Douanes algériennes font état d'une baisse de 38% des importations de carburants et lubrifiants, la problématique des subventions aux carburants demeure entière, étant donné que la consommation énergétique augmente en moyenne de 10% par an.

Les statistiques officielles du ministère des Finances ont divulgué, fin 2013, le montant de ces subventions indirectes pour l'année 2012 : 775 milliards de dinars pour le carburant.

Une troisième source d'information : selon l'Agence Internationale de l'Energie (AIE), les subventions en produits raffinés en Algérie sont passées de 10,7 milliards de dollars en 2011 à 14,4 milliards de dollars en 2013, marquant ainsi une croissance de 35%.

IV.4. Conclusion :

Dans le cas d'un scénario « laisser-faire » les subventions de carburant vont doubler ou tripler à l'horizon 2030. Ces coûts ne pourront pas être supportés d'ici quelques années.

Chapitre V : Modèle énergétique pour le secteur des transports

V.1. Introduction :

D'après les calculs du chapitre précédent et des contraintes économiques du pays, une stratégie énergétique dans le domaine du transport est nécessaire. Nous proposons dans ce chapitre une stratégie énergétique dans le domaine du transport qui est basée sur les potentialités de l'Algérie, mais aussi sur une consommation rationnelle des carburants.

V.2. Présentation de la stratégie :

En 2012, la consommation de gasoil était égale 9 millions de tonnes soit 2,7 fois celle de l'essence, en 2030 cette tendance va s'accroître et l'écart entre la consommation de gasoil et de l'essence va augmenter à un point insoutenable. La rationalisation de la consommation de gasoil est donc nécessaire.

Les réserves de pétrole de l'Algérie sont égales à 1,5 milliard de tonnes, le ratio (R/P) réserves sur production est égale à 21 ans, alors que celui du gaz est égale à 57 ans au rythme actuel de la consommation. Le déclin des ressources pétrolières doit être ralenti.

D'ici à 2030 la part des exportations ne fera, au vu des données actuelles, que baisser, à cause de la croissance de la consommation interne, cela va entraîner une grande diminution des recettes de devise.

Nous étudierons trois scénarios

- Le premier est un scénario fil de l'eau : Nous considérons que la demande en véhicules et en carburants peut être satisfaite.
- Le deuxième est scénario où le parc automobile est diminué de 14 % par rapport au scénario 1 : nous considérons que des mesures vont être prises pour rationaliser l'augmentation du parc automobile.
- Le troisième est un scénario où le parc diminuera de 30 % par rapport au scénario 1 : c'est un scénario où nous supposons que la situation économique du pays ne permet pas satisfaire les demandes.

Le modèle énergétique pour le secteur des transports sera axé sur les actions suivantes (nous appliquerons les mesures suivantes pour les trois scénarios) :

a) Action 1 : Réduction des ventes de véhicules diesel :

Pour réduire la consommation de gasoil, des mesures fiscales seront introduites pour diminuer les ventes de véhicules touristiques diesel au profit de véhicules touristiques essence.

b) Action 2 : Promotion du GPLc :

Pour réduire la consommation d'essence, des mesures fiscales seront introduites pour encourager les ventes de véhicules touristiques GPLc et la conversion au GPLc des véhicules touristiques essence.

c) Action 3 : Introduction du GNC :

Le GNC est un carburant qui peut être utilisé sur tout type de moteur, le GNC sera utilisé pour les autobus et les autocars pour réduire la consommation de gasoil.

d) Action 4 : Application de normes de consommation de carburant pour les véhicules :

Des mesures fiscales seront introduites pour favoriser les ventes de véhicules moins consommateurs de carburant.

e) Action 5 : Apport des biocarburants :

Les ressources fossiles seront tôt au tard épuisées, les biocarburants seront alors incontournables dans le domaine des transports pour atténuer le déclin des ressources fossiles dans un premier temps et ensuite faire partie des carburants de future. Dans ce modèle, le biodiesel sera introduit pour diminuer la consommation de gasoil.

f) Action 6 : Développement des transports en commun :

Une politique de transport en commun est indispensable pour ne pas voir exploser les ventes de véhicules touristiques et la consommation de carburants.

g) Action 7 : Sensibilisation pour une conduite intelligente :

Une conduite intelligente permet d'économiser 5 à 10 % de carburant en moyenne, de réduire la pollution et de diminuer le taux d'accidents. Le tout sans augmenter la durée du trajet.

Nous supposons que cette manière de conduire se généralisera graduellement pour diminuer la consommation de carburant de 3 % par la sensibilisation à ce mode de conduite et surtout par des contraintes sur les prix des carburants.

V.3. Scénario 1 :

V.3.1. Promotion de l'essence à la place du gasoil pour les véhicules de tourisme :

Voici la répartition du parc de voiture de tourisme selon la source d'énergie (les véhicules au GPLc ne sont pas pris en compte) :

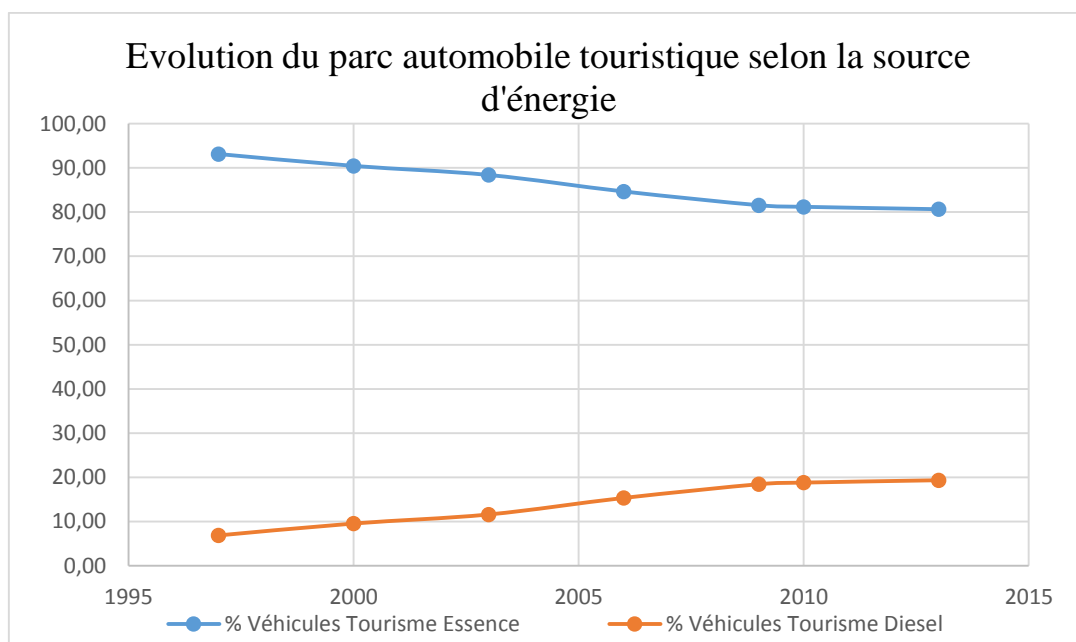


Figure V.1 : Evolution du parc automobile touristique selon la source d'énergie

Source : ONS

En 2000 et 2013, la part des véhicules essence a diminué de 90,46 % à 80,66 %.

Pour freiner la consommation de gasoil, la tendance doit s'inverser.

Dans ce premier scénario, les véhicules touristiques essence passent de 80,66 % en 2013 à 87,5 % en 2030.

Voici, dans ce cas, les quantités de gasoil qui peuvent être économisées :

Année	% Véhicules Tourisme Essence	% Véhicules Tourisme Diesel	Véhicule Essence	Véhicule diesel	Véhicule Tourisme	Quantité de gasoil évitée (tonne)
2000	90,46	9,54	1 530 961	161 457	1 692 418	
2003	88,41	11,59	1 633 420	214 131	1 847 551	
2006	84,67	15,33	1 862 577	337 231	2 199 808	
2009	81,57	18,43	2 115 824	478 051	2 593 875	
2010	81,2	18,8	2 185 593	506 024	2 691 617	
2013	80,66	19,34	2 636 146	632 074	3 268 220	
2014	80,5	19,5	2 777 196	672 737	3 449 933	
2015	80	20	2 913 399	728 350	3 641 749	
2016	80,5	19,5	3 094 606	749 625	3 844 231	29 408
2017	81	19	3 286 956	771 014	4 057 970	62 087
2018	81,5	18,5	3 491 128	792 465	4 283 593	98 308
2019	82	18	3 707 844	813 917	4 521 761	138 366
2020	82,5	17,5	3 937 866	835 305	4 773 171	182 574
2021	83	17	4 182 004	856 555	5 038 559	231 270
2022	83,5	16,5	4 441 117	877 586	5 318 703	284 817

2023	84	16	4 716 115	898 308	5 614 423	343 603
2024	84,5	15,5	5 007 963	918 621	5 926 584	408 045
2025	85	15	5 317 688	938 415	6 256 103	478 592
2026	85,5	14,5	5 646 370	957 572	6 603 942	555 722
2027	86	14	5 995 164	975 957	6 971 121	639 949
2028	86,5	13,5	6 365 288	993 427	7 358 715	731 824
2029	87	13	6 758 038	1 009 822	7 767 860	831 938
2030	87,5	12,5	7 174 784	1 024 969	8 199 753	940 922

Tableau V.1 : Quantité de gasoil économisé en allant de gasoil vers l'essence

Si le nombre de véhicules de tourisme diesel est abaissé à 12,5 % d'ici à 2030, le nombre de voitures diesel serait de 1 024 969 véhicules au lieu de 1 585 832 véhicules si le pourcentage de véhicule diesel était égal à celui de 2015 (20 %) (Valeurs estimées). Soit une différence de 614 981 véhicules, ce qui correspond à **une consommation évitée de 940 922 tonnes de gasoil par an en 2030**.

Les hypothèses du calcul sont :

- Kilométrage annuel : 30 000 km (ce kilométrage est élevé, car le diesel est souvent choisi par les automobilistes qui font de longs trajets)
- Consommation : 6 l/100km
- Densité gasoil : 0,85

V.3.2. Le GPLc :

Le GPL est un mélange à proportion variable de butane (C₄H₁₀), de propane (C₃H₈), de pentane (C₅H₁₂) et d'autres alcanes (C_nH_{2n+2}) et alcènes (C_nH_{2n}), comme le propylène, le n-butane ou l'isobutane. Il a la particularité de pouvoir être liquéfié à température ambiante, sous une faible de pression (3 bars). À pression atmosphérique, il se liquéfie à une température de l'ordre de **-30 °C**.

Le GPLc a été utilisé dès les années 1920, aux États-Unis, mais il ne se popularisa réellement que, lorsque la fiscalité devint plus favorable dans certains pays et que les voitures équipées de la bicarburation se sont développées.

Le GPL carburant est similaire au GPL combustible. Il est composé de 50 à 81 % butane et de 19 à 50 % de propane. Cette proportion varie suivant les pays, et suivant les saisons.

Les véhicules qui fonctionnent au GPLc sont souvent équipés d'un double système de bicarburation (essence et GPL). En effet, les stations-service qui proposent le GPLc sont moins nombreuses. De plus, le gaz étant plus « sec » que l'essence, les véhicules au GPLc démarrent généralement à l'essence afin d'avoir une lubrification correcte du moteur froid.

Les véhicules sont rarement équipés en première monte par les constructeurs automobiles, on fait souvent appel à des « kits » hollandais ou italiens montés sur les moteurs essence par des installateurs agréés. Seuls les moteurs à allumage (moteurs à essence) peuvent être équipés pour fonctionner au GPLc. Techniquement, il est aussi possible d'utiliser un mélange gazole-GPLc dans les moteurs Diesel, cette technique est utilisée en Grande-Bretagne.

a- Avantages du GPLc :

• **Le GPL est disponible en Algérie :**

Le GPL est largement disponible en Algérie avec une production de l'ordre de 7,4 millions de tonnes en 2013, et il est possible de valoriser une partie de cette production sur le marché national en l'utilisant en substitution des carburants qui sont mieux valorisés à l'exportation, telle que l'essence ou le gazole. [22]

• **Le GPL est moins polluant que l'essence et le gasoil :**

- Des émissions de NOx réduites par rapport aux véhicules essence et plus encore par rapport aux véhicules diesel,
- Les émissions non réglementées sont elles aussi minimisées,
- la présence de benzène n'est plus mesurable,
- le butadiène et le formaldéhyde sont sensiblement réduits,
- Des émissions de CO2 réduites de 13 % par rapport à un véhicule essence.

Émissions comparées, mesurées sur moteur GPLc et à essence			
Polluants (g/km)	Essence	GPLc	Écart (en %)
CO	1,65	0,89	- 46
HC	0,25	0,17	- 32
NO _x	0,45	0,09	- 80
CO ₂	198	172	- 13

Tableau V.2 : Comparaison entre les émissions de GPLc et l'essence
Source : [23]

• **Le GPL a des avantages techniques :**

Le GPL est un carburant qui est injecté sous forme gazeuse dans le cylindre. Sa vaporisation est plus homogène que celle de l'essence. De plus son indice d'octane est plus élevé. Ces deux caractéristiques permettent un fonctionnement du moteur plus souple, moins bruyant, et moins « fatigant » pour les organes mobiles du moteur. La combustion du GPL ne produit pas de calamine; l'huile moteur ne s'encrasse pas et conserve ses qualités plus longtemps. La présence d'un deuxième carburant à bord, augmente l'autonomie et protège du risque de « panne sèche ».

Pour un même contenu énergétique admis au sein des cylindres et une conception similaire du moteur à allumage commandé, le rendement du moteur est du même ordre de grandeur en GPLc et en essence.

b- Inconvénients du GPLc :

- L'équipement du véhicule entraîne un surcoût,
- Le réseau de distribution reste actuellement modeste, surtout loin des grands axes de circulation,
- Le GPLc a un pouvoir calorifique inférieur (PCI) inférieur au PCI de l'essence et du gasoil :

Le PCI volumique gazeux est inférieur (dans une plage de – 20 à – 30 %) dans la mesure où la masse volumique du GPLc est nettement plus faible (tableau ci-dessous). Cet inconvénient est atténué dans le cas plus novateur d’une injection mono ou multi-point de GPLc liquide qui entraîne une augmentation de la masse de carburant admise au sein des cylindres.

Caractéristiques comparées essence, gazole et GPLc			
Caractéristiques	Essence	Gazole	GPLc
Masse volumique (kg.m ⁻³)	0,725 à 0,780	0,820 à 0,860	0,510 à 0,580
PCI massique (kJ.kg ⁻¹)	42 700	42 600	45 800
PCI volumique (kJ.m ⁻³)	32 000	35 800	25 000

Tableau V.3 : Caractéristique comparées essence, gazole et GPLc

Source : [23]

- Le réservoir de GPLc prend de la place dans le coffre. Cependant de nouveaux réservoirs annulaires occupent moins de places.

c- Le GPLc en Algérie :

Il est plus connu du grand public et commercialisé en stations-service sous le nom de : « SIRGHAZ »

Dès la mise en place de cadre juridique, NAFTAL a procédé à la mise en œuvre de son plan de généralisation de l’utilisation du GPL/c, qui s’est traduit jusqu’en 2010 par la concrétisation des objectifs suivante :

- Réalisation de 504 stations-service avec une capacité globale de 8084 m³ et un rayon moyen entre stations 50km au nord et 100 km au sud, réparties sur l’ensemble du territoire national ;
- Mise en place de plus de 160 centres et ateliers de conversion de véhicules au GPL/c à travers tout le territoire national ;
- Conversion de plus 200 000 véhicules constituant le parc actuel, en circulation ;
- Atteinte d’un niveau de consommation GPL/c de plus de 300 000 TM à fin 2010.

Consommation de GPLc en Algérie :

Année	2000	2002	2004	2006	2008	2010	2012
Vente de GPL/c (Tonnes)	182 235	253 769	300 262	316 226	314 583	312 849	306 860

Tableau V.4 : Consommation de GPLc en Algérie

Source : [24]

d- Le GPLc dans la stratégie énergétique de transport :

Dans ce scénario « fil de l’eau » ou le nombre de véhicules touristique sera en 2030 de 7,1 millions de véhicules, le parc automobile GPLc augmente de 15% par an à partir de 2016 pour atteindre 2 million de véhicules en 2030.

Voici les quantités d'essence qui peuvent être économisées (les quantités de GPLc qui sont déjà produites aujourd'hui ne sont pas comptabilisées) :

<i>Année de Mise en Circulation</i>	<i>Véhicule Essence</i>	<i>Véhicule GPLc</i>	<i>Véhicule Tourisme</i>	<i>Economie d'essence (Tonnes)</i>
2013	2 636 146		3 268 220	
2014	2 777 196		3 449 933	
2015	2 913 399	250 000	3 641 749	
2016	3 094 606	287 500	3 844 231	56 250
2017	3 286 956	330 625	4 057 970	120 938
2018	3 491 128	380 219	4 283 593	195 328
2019	3 707 844	437 252	4 521 761	280 877
2020	3 937 866	502 839	4 773 171	379 259
2021	4 182 004	578 265	5 038 559	492 398
2022	4 441 117	665 005	5 318 703	622 507
2023	4 716 115	764 756	5 614 423	772 134
2024	5 007 963	879 469	5 926 584	944 204
2025	5 317 688	1 011 389	6 256 103	1 142 084
2026	5 646 370	1 163 098	6 603 942	1 369 647
2027	5 995 164	1 337 563	6 971 121	1 631 344
2028	6 365 288	1 538 197	7 358 715	1 932 295
2029	6 758 038	1 768 926	7 767 860	2 278 390
2030	7 174 784	2 034 265	8 199 753	2 676 398

TableauV.5 : Economies d'essence par promotion de GPLc

Hypothèse sur le calcul de la consommation équivalente d'essence :

- Kilométrage annuel : 25000km
- Consommation d'essence : 8 l/100km

La politique de promotion de GPLc permettra à l'horizon 2030 de faire des économies d'essence de l'ordre de 2,7 millions de tonnes par an.

V.3.3. Le GNC :

Le gaz naturel pour véhicules (abrégé en GNV) ou gaz naturel carburant (abrégé en GNC) est du gaz naturel utilisé comme carburant automobile. Le gaz naturel est constitué d'environ 97 % de méthane. Le GNC est généralement stocké sous pression (200 bar) dans des réservoirs spécifiques à l'intérieur du véhicule, mais des essais ont également été faits avec du gaz stocké en phase liquide. Il est aussi possible d'utiliser du méthane produit (dans une moindre mesure) dans des stations de méthanisation (usines de traitement des ordures ménagères, stations d'épuration, digesteurs agricoles).

Le gaz naturel véhicule (GNV) fait l'objet d'un intérêt important lié au développement du marché du gaz naturel et aux disponibilités a priori plus durables que le pétrole.

Malgré tout, la consommation de GNV reste très limitée ; elle représentait 0,55 Mtep en 2006 (données pour l'Europe OCDE), avec l'Italie comme marché leader, et ce grâce à un développement de la filière entrepris dès les années 1930.

Le GNC présente des avantages par rapport à l'essence et au gasoil :

- Les réserves de gaz naturel de l'Algérie sont supérieures aux réserves de pétrole.
- Des émissions de CO₂ réduites de 20 % par rapport à un véhicule essence ou un véhicule diesel.
- Des émissions de NO_x réduites par rapport aux véhicules diesel.
- Pas de rejet de particules de suie et de manière générale, une toxicité de l'échappement nettement réduite.
- La bonne résistance au cliquetis, ce qui permet d'améliorer le rendement via la turbosuralimentation. En effet, le GNC offre un indice d'octane (130 IOR environ) plus haut que celui de l'essence.
- Le réseau de gaz naturel de l'Algérie (plus de 23 000 km) couvre l'ensemble de la partie nord du territoire national et dont la configuration est parfaitement adaptée à la configuration du réseau routier permettant ainsi d'assurer la mise à disposition directe du produit sur les lieux de consommation, cela qui permettrait aussi de diminuer le transport de masse de carburants liquides sur les routes.
- Le GNC est sûr, étant plus léger que l'air il se volatilise rapidement à l'air libre, moins inflammable que l'essence.
- Les véhicules roulant au GNC sont moins bruyants que les diesels (jusqu'à 14 dBA de réduction).
- Un moteur au GNC nécessite moins d'entretien, grâce à la combustion propre du carburant.
- Le GNV s'adapte à toutes les flottes de véhicules, de la citadine à l'utilitaire, en passant par le bus ou la benne à ordures ménagères, le gaz carburant est disponible sur une large gamme de véhicules. De plus, l'installation de stations GNC individuelles est possible.

Ces avantages ne font pas oublier les inconvénients d'une filière encore jeune :

- Le réseau de distribution reste à mettre en place en Algérie,
- Le gaz stocké à bord des véhicules occupe d'importants réservoirs cylindriques au volume cinq fois supérieur à celui d'un réservoir d'essence à contenu énergétique équivalent,
- Le surcoût de tels véhicules est encore important, mais l'élimination de la bicarburation permettrait d'abaisser la facture, pour un autobus par exemple de surcoût est d'environ 15 %. [25]

Le GNC dans la stratégie énergétique des transports :

Compte tenu des contraintes suivantes pour le GNC :

- Pouvoir calorifique inférieur (PCI) volumique 4,8 fois inférieur à celui de l'essence, ce qui veut dire que pour avoir la même autonomie qu'un véhicule essence un véhicule GNC doit avoir un réservoir équivalent à 4,8 fois celui d'un véhicule essence.

- Réseau de distribution de GNC inexistant et concurrence avec le GPLc (les efforts de développements doivent être axés sur le développement des stations de GPLc afin que le GPLc soit une vraie alternative).
- Cout du kit GNC 2 à 3 fois plus élevé qu'un kit GPLc.

Nous arrivons à la conclusion qu'à court et moyen terme, le GNC doit être utilisé par des flottes captives d'autobus, d'autocar, de camions, de benne à ordures, etc. Ce marché est déjà important.

Effectivement une flotte captive peut se doter de sa propre station de ravitaillement, de plus pour un autocar ou un autobus ou un camion la possibilité d'augmenter la capacité du réservoir est possible (400 à 500 km d'autonomie).

Aussi le GPLc ne peut pas être un substitut pour le gasoil alors que le GNC peut être un substitut pour l'essence et le gasoil, le GNC ne doit donc pas concurrencer (à court et moyen terme) le GPLc, le GNC doit être utilisé pour diminuer la consommation de gasoil.

Il faudrait donc continuer à développer le réseau de station-service de GPLc. Une fois cet objectif atteint, les efforts de développements pourront être axés sur les stations de GNC.

Donc à court terme le GNC, ne sera utilisé que par des flottes captives qui pourront disposer de leurs propres stations de ravitaillement.

Dans ce scénario fil de l'eau ou le nombre d'autobus et d'autocar sera en 2030 de 186 545 véhicules, le parc automobile d'autocar et d'autobus GNC sera de 15 591 véhicules.

Voici le nombre de bus au GNC mis en circulation et les quantités de gasoil qui pourront être économisées :

<i>Année</i>	<i>Autocar/Autobus</i>	<i>Autocar/ Autobus au GNC</i>	<i>% Autocar/ Autobus au GNC</i>	<i>Nombre totale de véhicule</i>	<i>Quantité de gasoil économisé (tonne)</i>
2016	93 094	200	0,2	5 907 549	6 800
2017	97 833	460	0,5	6 196 142	15 640
2018	102 813	772	0,8	6 499 603	26 248
2019	108 046	1 146	1,1	6 818 720	38 978
2020	113 545	1 596	1,4	7 154 319	54 253
2021	119 325	2 135	1,8	7 507 277	72 584
2022	125 398	2 782	2,2	7 878 521	94 580
2023	131 781	3 558	2,7	8 268 993	120 977
2024	138 489	4 490	3,2	8 679 742	152 652
2025	145 538	5 608	3,9	9 111 837	190 662
2026	152 946	6 949	4,5	9 566 411	236 275
2027	160 731	8 559	5,3	10 044 622	291 010
2028	168 912	10 491	6,2	10 547 847	356 692
2029	177 510	12 809	7,2	11 077 296	435 510
2030	186 545	15 591	8,4	11 634 408	530 092

Tableau V.6 : Economies de gasoil par promotion de GNC

Hypothèse sur le calcul de la consommation équivalente de gasoil:

- Consommation moyenne équivalente de gasoil d'un bus : 40 l/100km
- Kilométrage annuel moyen : 100 000 km

La politique de promotion de GNC permettra à l'horizon 2030 de faire des économies de gasoil de l'ordre de 530 000 tonnes par an.

Un bus GNC cout en moyenne 38 000 euro soit 4 millions de DA (15%) de plus qu'un bus traditionnel, le cout supplémentaire des 15 591 est de 592 millions d'euros, soit moins de 40 millions d'euros en moyen par an.

V.3.4. Économie des carburants relative à l'application de normes d'émission de CO₂ plus sévère :

But :

Dans cette partie, nous allons d'abord essayer de faire des calculs sur la consommation des carburants pour **montrer la relation entre cette dernière et la quantité de CO₂ émise par un véhicule.**

Ensuite, nous allons calculer les économies qui peuvent être réalisées à l'horizon 2030 en appliquant des normes d'émission de CO₂ plus strictes.

Notre étude sera basée sur les économies réalisables en carburants pour les véhicules touristiques en imposant de nouvelles normes aux importateurs.

Nous avons choisi cette catégorie de véhicules (touristiques) pour plusieurs raisons :

- Le parc algérien est constitué de 63,8 % de véhicules touristiques en 2013 (ONS),
- C'est la catégorie sur laquelle nous disposons de données nécessaires pour les calculs (consommation, émission de CO₂...)
- C'est la catégorie où il est possible d'appliquer des normes plus strictes, car les constructeurs mondiaux investissent beaucoup dans la recherche pour réduire de la consommation de cette catégorie.

Démarche :

- Collecte des données concernant les véhicules touristiques mises en service chaque année.
- Calcul de nombre des véhicules touristiques qui seront mis en service à l'horizon 2030.
- Déduction de nombre des véhicules touristiques importé par an jusqu'à 2030.
- Calcul de la consommation moyenne d'un véhicule touristique (essence et gasoil) selon ses émissions de CO₂ (en prenant une moyenne des émissions du parc algérien) ensuite, faire les calculs pour différent taux d'émission (130,110 et 95 g de CO₂/km)
- Déduction des économies possibles en termes de consommation des carburants et des émissions de CO₂ dans le cas où le gouvernement décidera d'appliquer les normes européennes.

Nous proposons d'introduire ces normes de la manière suivante :

2016 — 2019 : 130 g de CO₂/km,

2020 — 2024 : 110 g de CO₂/km,

2025 — 2030 : 95 g de CO₂/km.

Le choix de ces valeurs est basé sur l'évolution des normes en Europe : la moyenne des émissions actuelles en Europe est de 130 g de CO₂/km, l'Union européenne a voté sur une loi pour réduire ce taux à 95 g de CO₂/km à l'horizon 2020. Donc les constructeurs vont fabriquer des véhicules moins énergivores et l'Algérie n'aura pas à s'inquiéter sur la source d'importation de ses véhicules répondant aux nouvelles normes.

Calcul du nombre des véhicules touristiques importés par année :

Le tableau donne les statistiques sur les véhicules touristiques :

<i>Année</i>	<i>Véhicule Essence</i>	<i>Véhicule diesel</i>	<i>Total</i>	<i>% Véhicules Tourisme Essence</i>	<i>% Véhicules Tourisme Diesel</i>
2000	1 530 961	161 457	1 692 418	90,46	9,54
2003	1 633 420	214 131	1 847 551	88,41	11,59
2006	1 862 577	337 231	2 199 808	84,67	15,33
2009	2 115 824	478 051	2 593 875	81,57	18,43
2010	2 185 593	506 024	2 691 617	81,2	18,8
2013	2 636 146	632 074	3 268 220	80,66	19,34

Tableau V.7 : Véhicules touristiques mis en service par année 2000-2013

Source : ONS

À partir des données de tableau, nous calculons le nombre des véhicules touristiques de 2014 à 2030.

Nous ferons également la proposition de favoriser les véhicules à essence, car l'analyse des données du tableau précédent montre que le parc des véhicules touristiques est en train de se diéséliser. Cette tendance est en partie à l'origine des problèmes liés à l'insuffisance de la production nationale de gasoil et du recours à l'importation. Donc favoriser les véhicules à essences peut faire l'objet d'une solution parmi d'autres pour réduire notre facture de gasoil.

Les résultats des calculs sont résumés dans le tableau suivant :

<i>Année</i>	<i>% Véhicules Tourisme Essence</i>	<i>% Véhicules Tourisme Diesel</i>	<i>Véhicule Essence</i>	<i>Véhicule diesel</i>	<i>Total</i>
2014	80,5	19,5	2 777 196	672 737	3 449 933
2015	80	20	2 913 399	728 350	3 641 749
2016	80,5	19,5	3 094 606	749 625	3 844 231
2017	81	19	3 286 956	771 014	4 057 970
2018	81,5	18,5	3 491 128	792 465	4 283 593
2019	82	18	3 707 844	813 917	4 521 761
2020	82,5	17,5	3 937 866	835 305	4 773 171
2021	83	17	4 182 004	856 555	5 038 559
2022	83,5	16,5	4 441 117	877 586	5 318 703
2023	84	16	4 716 115	898 308	5 614 423
2024	84,5	15,5	5 007 963	918 621	5 926 584
2025	85	15	5 317 688	938 415	6 256 103
2026	85,5	14,5	5 646 370	957 572	6 603 942
2027	86	14	5 995 164	975 957	6 971 121
2028	86,5	13,5	6 365 288	993 427	7 358 715
2029	87	13	6 758 038	1 009 822	7 767 860
2030	87,5	12,5	7 174 784	1 024 969	8 199 753

Tableau V.8 : Evolution du nombre de véhicules touristiques 2014-2030

Les calculs des économies en carburants (essence et gasoil) seront faits sur les véhicules touristiques importés chaque année. Cette statistique n'est pas disponible directement, donc nous allons la calculer.

Le nombre de véhicules touristiques importé chaque année est déduit à partir de tableau précédent en faisant la différence entre nombre de véhicules circulant pour chaque deux années successive (cette différence est en elle-même une différence entre le nombre des véhicules touristiques importé et ceux mis à la casse). Nous considérons que le nombre de véhicules mis à la casse est en moyen de 80 000 véhicules touristiques/an (68 000 à essence et 12 000 en diesel) et sont remplacés par des véhicules neufs, donc à la différence trouvée auparavant on rajoute le nombre de véhicules neufs qui ont servi à remplacer les véhicules mis à la casse.

Les résultats sont résumés dans le tableau suivant :

Année	Véhicule essence	Véhicule diesel	Total
2014	209 050	52 663	261 713
2015	204 203	67 613	271 816
2016	249 207	33 275	282 482
2017	260 350	33 389	293 739
2018	272 173	33 450	305 623
2019	284 716	33 452	318 168
2020	298 022	33 388	331 410
2021	312 138	33 250	345 388
2022	327 113	33 031	360 144
2023	342 998	32 722	375 720
2024	359 848	32 313	392 161
2025	377 724	31 795	409 519
2026	396 683	31 156	427 839
2027	416 794	30 385	447 179
2028	438 124	29 470	467 594
2 029	460 750	28 395	489 145
2030	484 746	27 147	511 893

Tableau V.9 : véhicules touristiques importés 2014-2030

Calcul de la consommation moyenne d'un véhicule :

Hypothèse :

- Émissions **moyennes** de CO₂ des voitures « essence » : **144 g de CO₂/ km (voir annexe)**
- Émissions **moyennes** de CO₂ des voitures « diesel » : **143 g de CO₂/ km (voir annexe)**
- L'essence est assimilée à l'octane (C₈H₁₈) et sa masse volumique est de 0,75 g/cm³
- Le gasoil est assimilé à l'hexadécane (C₁₆H₃₄) et sa masse volumique est de 0,85 g/cm³

Véhicules « essence » :

- **Cas d'un véhicule à 144 g de CO₂/ km :**

La réaction de combustion s'écrit : $C_8H_{18(g)} + 25/2 O_{2(g)} \longrightarrow 8 CO_{2(g)} + 9 H_2O_{(g)}$

M (essences) =114g/mole

M (CO₂) =44 g/mole

1 mole de C₈H₁₈ (114 g) \longrightarrow 8 moles de CO₂ (352 g)

X g d'essence/km \longrightarrow 144 g de CO₂/ km

Alors X= 46,6 g d'essence/km

Donc, pour chaque kilomètre le véhicule consomme une quantité d'essence de **q = 46,6 /0,75 = 62,1 cm³, soit 6,2 litres/100 km.**

- **Cas d'un véhicule à 130 g de CO₂/ km :**

De la même manière, on trouve que la quantité consommée est de **5,6 litres/100 km.**

- **Cas d'un véhicule à 110 g de CO₂/ km :**

On trouve que la quantité consommée est de **4,7 litres/100 km, soit une différence de 1,5 litres/100 km.**

- **Cas d'un véhicule à 95 g de CO₂/ km :**

De la même manière, on trouve que la quantité consommée est de **4,1 litres/100 km.**

La différence est de 2,1 litres/100 km. Quand on multiplie cette différence par le trajet moyen/an parcouru par un véhicule et par le nombre de véhicules du parc, le chiffre sera très intéressant.

Véhicule « diesel » :

- **Cas d'un véhicule à 143 g de CO₂/ km :**



M (gasoil) = 226g/mole

1 mole de C₁₆H₃₄ (226 g) \longrightarrow 8 moles de CO₂ (704 g)

X g de gasoil/km \longrightarrow 143 g de CO₂/ km

Alors X= 45,9 g de gasoil/km

Donc pour chaque kilomètre le véhicule consomme une quantité de gasoil de **q = 45,9 / 0,85 = 54,65 cm³, soit 5,5 litres/100 km.**

- **Cas d'un véhicule à 130 g de CO₂/ km :**

De la même manière, on trouve que la quantité consommée est de **4,9 litres/100 km.**

La différence est de 0,6 litres/100 km,

- **Cas d'un véhicule à 110 g de CO₂/ km :**

On trouve que la quantité consommée est de **4,1 litres/100 km, soit une différence de 1,4 litres/100 km.**

- **Cas d'un véhicule à 95 g de CO₂/ km :**

De la même manière, on trouve que la quantité consommée est de **3,6 litres/100 km.**

La différence est de 1,9 litres/100 km, elle semble négligeable.

Les économies réalisées :

Les calculs précédents ont montré que la consommation de carburant d'un véhicule est en relation directe avec ses émissions de CO₂.

On considère que le trajet moyen parcouru par un véhicule touristique « essence » en Algérie est de **20 000 km**. Et celui d'un véhicule « diesel » est de **30 000 km**. Cette différence peut être expliquée par le fait qu'en général les utilisateurs des véhicules diesel se déplacent plus que ceux qui ont des véhicules à essence (tel que les taxieurs). Le tableau suivant montre en chiffre qu'en Algérie il suffit d'adopter d'une loi qui impose aux importateurs d'introduire des

véhicules qui répondent aux normes européennes (130 g de CO₂/km de 2016 à 2019 et 95 g de CO₂/km à partir de 2025) pour réaliser **d'énormes économies**.

Méthode de calcul :

À partir, des chiffres de tableau précédent

Le nombre de litres d'essence économisé sera calculé par la formule :

Quantité= nbr de véhicules *(trajet moyen/100) * différence entre la consommation actuelle (6,2 l/100 km) et celle dans le cas d'application des nouvelles normes.

- De 2016 à 2019 : la nouvelle norme est de 130 g de CO₂/100 km

$$Q = \text{nbr véhicules} * (20\ 000/100) * 0,6$$

- De 2020 à 2024 : la norme est de 110 gde CO₂/ 100 km

$$Q = \text{nbr véhicules} * (20\ 000/100) * 1,5$$

- De 2024 à 2030 : la norme est de 95 gde CO₂/ 100 km

$$Q = \text{nbr véhicules} * (20\ 000/100) * 2,1$$

Pour trouver la quantité en tonnes, il suffit de multiplier par la densité de l'essence (0,75 kg/l) sans oublier de transformer le kg en tonnes.

De la même manière, les calculs sont faits pour le diesel, on remplace le trajet moyen par **30 000 km et la différence de consommation.**

Les résultats sont présentés dans le tableau suivant :

Année	Tonnes d'essences économisées	Tonnes de gasoil économisé	Tonnes de CO2 évitées
2016	22 429	5 091	82 755
2017	45 860	10 200	168 675
2018	70 356	15 318	257 929
2019	95 980	20 436	350 696
2020	163 035	32 355	566 372
2021	233 266	44 226	791 593
2022	306 866	56 018	1 026 912
2023	384 041	67 699	1 272 913
2024	465 007	79 235	1 530 211
2025	583 990	94 640	1 912 781
2026	708 945	109 735	2 313 681
2027	840 235	124 456	2 733 989
2028	978 244	138 734	3 174 844
2029	1 123 380	152 492	3 637 453
2030	1 276 075	165 645	4 123 091

Tableau V.10 : Économies réalisées avec des véhicules respectant les nouvelles normes

Les quantités d'essence et de gasoil économisées en appliquant de nouvelles normes sont importantes.

L'application des nouvelles normes de consommation permettra de réaliser des économies de 1,3 million de tonnes d'essence et 0,17 million de tonnes de gasoil par an en 2030.

V.3.5. Utilisation des biocarburants :

But :

Dans le cadre de recherche des sources de carburant qui peuvent remplacer les sources fossiles (essence et gasoil) nous allons proposer de produire **134 000 Mtep de biodiesel** à partir d'un arbre qui s'appelle *Moringa oleifera*.

Ceci dans le but de diversifier nos sources de carburant et d'assurer notre sécurité énergétique en plus des multiples avantages liés au développement des biocarburants dans notre pays.

Définition : [26]

Selon la directive européenne n° 2003/30/CE de mai 2003, la définition des biocarburants est la suivante : « Combustibles liquides ou gazeux utilisés pour le transport et produit à partir de la biomasse », donc obtenus à partir des matières organiques végétales ou animales non fossiles.

On distingue trois générations de biocarburants :

Les biocarburants de première génération :

Ils sont principalement de deux types :

- le bioéthanol : il est produit à partir de canne à sucre, de céréales et de betterave sucrière. Il est utilisé dans les moteurs à essence ;
- le biodiesel : il est dérivé de différentes sources d'acides gras, notamment les huiles de soja, de colza, de palme et d'autres huiles végétales. Il est utilisé dans les moteurs diesel.

Les biocarburants de première génération entrent en concurrence directe avec la chaîne alimentaire. Ils sont produits à partir de matières premières qui peuvent être utilisées dans une chaîne alimentaire animale ou humaine. Aujourd'hui, seule cette génération est produite à l'échelle industrielle.

Les biocarburants de deuxième génération :

Des technologies sont actuellement mises au point pour exploiter les matières cellulosiques telles que le bois, les feuilles et les tiges des plantes ou celles issues de déchets. On qualifie ces matières de biomasse lignocellulosique, car elles proviennent de composants ligneux ou à base de carbone qui ne sont pas directement utilisés dans la production alimentaire. Ces caractéristiques présentent un avantage de disponibilité supérieure et de non-concurrence alimentaire par rapport à la première génération de biocarburants.

Les biocarburants de troisième génération :

Les procédés, encore à l'étude, s'appuient principalement sur l'utilisation de microorganismes tels que les microalgues.

Démarche :

- Étude de l'espèce proposée (exigences climatiques, rendement, qualité de l'huile produite...);
- Calcul des coûts de culture de *Moringa oleifera* ;
- Calcul du coût de production de biodiesel à partir de l'espèce choisie ;
- Analyse des résultats.

Le *Moringa oleifera* :

Description :

Moringa oleifera est un petit arbre originaire d'Asie tropicale, naturalisée et cultivé dans de nombreux pays tropicaux. C'est un arbre assez **résistant à la sécheresse**, facile à cultiver, très commun aux Indes, dans tout le sud-est de l'Asie, aux Philippines, en Afrique. Il est également présent en Amérique du Sud.

Cet arbre peut mesurer jusqu'à 10 à 12 m. Il tolère la sécheresse et s'adapte à des précipitations annuelles de 250 à 1 500 mm.

Le *Moringa* est un arbre à croissance extrêmement rapide. Il peut pousser jusqu'à 4 m de hauteur en un an ; sa hauteur finale est de 6 à 15 m. [27]

Il prospère dans des sols sablonneux, Limon sablonneux ou argileux, les sols légèrement acides sont préférés. Comme il s'agit d'un légumineux enrichissant en phosphore, il pourrait améliorer la fertilité du sol.

Le *M. oleifera* se fructifie dès la première année. La pleine production peut être atteinte dès la 2^e année avec une production en graine de 3kg/arbre/an et une teneur en huile de 33 à 41 %. La production en huile s'élève de 1000- 2000 l/ha/an. [28]

Utilisation :

Le *Moringa Oleifera* est surnommé dans beaucoup de sociétés « l'arbre miracle ». Le *Moringa oleifera* est connu mondialement pour ses intérêts nutritionnels et médicaux, ainsi que ses applications industrielles. Presque toutes les parties de l'arbre ont un intérêt nutritionnel. [29]



Figure V.2 : Gousses et graine de *Moringa*

Source: Photo Eugénie DRABUSI, CONGO RDC et Photo Bernard Taillefer

Utilisation de l'huile de Moringa :

L'huile de Moringa a une multitude d'utilisations

- L'huile de Moringa peut être transformée en biodiesel par trans-estérification ou bien par une voie thermochimique.
- Comme cosmétique, l'huile de Moringa ou huile de ben apaise et adoucit la peau. Elle hydrate et revitalise les peaux chroniquement très sèches, parfois en proie à des démangeaisons ou à une desquamation. Elle est utilisée pour lutter contre les rides et le vieillissement. [30]
- Comestible, l'huile de Moringa est utilisée en assaisonnement et pour la friture, car elle ne rancit pas. [30]

Pourquoi de Moringa est adapté pour l'Algérie ?

On a choisi l'espèce *Moringa oleifera* pour les motifs suivants :

- Le Moringa présente des exigences écologiques très favorables pour notre pays. Elle peut être cultivée dans les hauts plateaux sur des terres marginales ce qu'éviterait la concurrence avec les cultures alimentaires telles que les céréales et les légumes
- Le *Moringa oleifera* est une espèce arboricole pérenne qui a le potentiel de produire des graines oléifères pour la production du biodiesel ;
- La plantation de cet arbre pourrait augmenter significativement le couvert végétal ce qui conduit à une grande séquestration de CO₂ par rapport à d'autres espèces ainsi qu'une réhabilitation de nos ressources forestières;

Calcul de coût de production de Moringa :

Dans le tableau suivant, on présente le coût de production de 3 tonnes de biomasses à base de Moringa (graine de Moringa) par hectare. **(Les couts sont calculés pour une application en Algérie)**

Type de charge	Nom de la charge	Unité	Quantité / ha
Chimique	Herbicide	Kg	2,66
	Insecticide	Kg	3,03
	Engrais	Kg	75
	Gypse	Kg	66,67
Energie	Labour	Litre	1,2
	Taille	Litre	30
	Battage et décorticage	KWh	60
	Moisson (récolte)	Litre	90
Machines	Production des machines	Us \$	20,92

Tableau V.11: Inventaire des exigences de production de 3 tonnes de graines de Moringa

Source: [31]

Le tableau suivant nous donne les prix unitaires des différentes charges

Charge	Type	Prix
Herbicide	Bosta	18,57€/ litre
Insecticide	Rogor	6,53 €/ litre
Engrais	NPK	326,5 €/ tonne
Gypse		122,5 €/tonne
Gazole		0,2 €/ litre
Electricité		0,04 € / KWh
Gaz naturel		0,013 €/ m³

Tableau V.12 : Prix unitaire des matières premières

Source : [32]

Calcul de coût total de production de 3 tonnes de biomasses :

Type de charge	Nom de la charge	Coût (€)
Chimique	Herbicide	55,7
	Insecticide	19,6
	Engrais	24,5
	Gypse	8,2
Energie	Labour	0,24
	Taille	6,0
	Battage et décortilage	2,4
	Moisson	18,0
Machines	Production des	17,1
TOTAL		151,7

Tableau V.13 : Coût des différentes charges

Alors le coût de la tonne de la biomasse est de 50,6 €

Par la suite cette biomasse sera transformée en biodiesel.

Description de procédé de production : [33]

Différentes technologies sont actuellement à l'étude, mais elles sont toutes caractérisées par des étapes communes. Les procédés de production de seconde génération ne présentent aucun point commun avec ceux de première génération.

La biomasse utilisée c'est les grains de Moringa, mais on peut aussi valoriser les feuilles et les branches coupées lors de la taille de l'arbre. Les couts calculés auparavant sont à la basse de production de 1 tonne de grain, mais on peut inclure dans cette production les autres parties de l'arbre (feuilles, branches, gousses...) et augmenter le rendement par hectare à condition d'inclure les couts supplémentaires de cette opération. Faute de manque des données on a considéré que les couts de production des graines.

La biomasse, qui a été préalablement broyée et séchée, subit les étapes de transformation suivantes :

- **Étape de prétraitement** : conversion de la biomasse en un produit intermédiaire de plus forte densité énergétique (*slurry*), sous l'action de la chaleur.
- **Étape de gazéification** : transformation du *slurry* en un mélange de gaz, principalement composé de monoxyde de carbone (CO) et de dihydrogène (H₂).
- **Étape de purification** : élimination des impuretés : autres gaz (CH₄, CO₂, H₂O...), goudrons particules...
- **Étape d'ajustement** : ajout de dihydrogène afin d'optimiser le rendement de l'étape suivante. Le rapport H₂/CO, qui est d'environ 1, doit être doublé.
- **Synthèse Fischer-Tropsch** : elle permet d'obtenir un mélange d'hydrocarbures, composé de 70 % (en masse) de mélange diesel-kérosène et de 30 % de bionaphta. En fonction du catalyseur choisi, la synthèse peut être orientée vers un hydrocarbure spécifique (diesel ou kérosène).
- **Raffinage** : distillation fractionnée du mélange afin de séparer les différents hydrocarbures.

la source d'énergie utilisée pour la synthèse du dihydrogène supplémentaire, ajouté lors de l'étape d'ajustement peut être synthétisé à partir de la biomasse (procédés auto thermiques) ou à partir d'une source d'énergie externe (procédés allo-thermiques) tels que de gaz naturel par reformage de méthane ou d'origine électrique à partir de l'électrolyse d'eau .

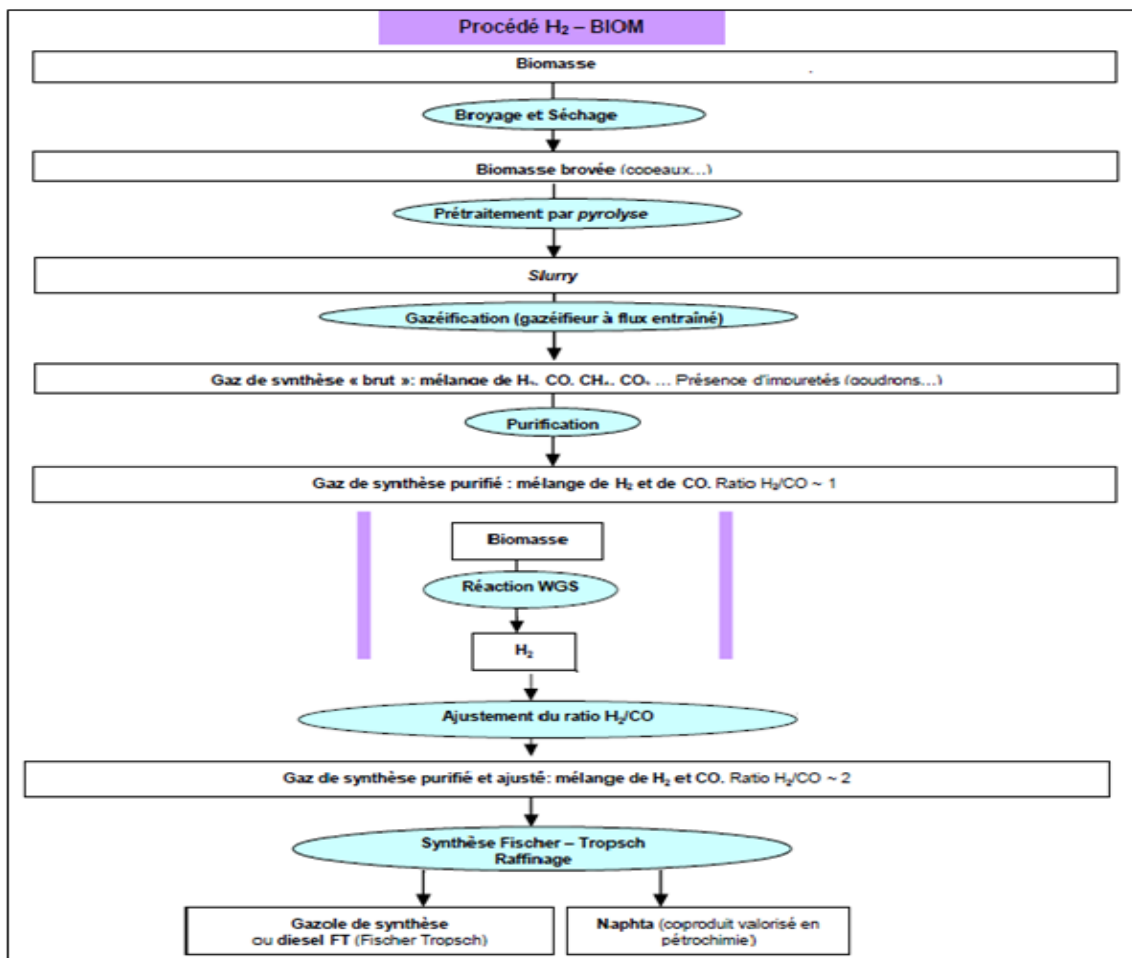


Figure V.3 : présentation de procédé de production de gazole de synthèse de 2ème génération source : [33]

Ce procédé sera réalisé dans une unité industrielle (d'une durée de vie de 20 ans) qui va permettre la production de 192 000 t/an d'un mélange biodiesel - naphta dont la proportion est de 70 % pour le biodiesel (134 000 tonnes) et 30 % pour le naphta (58 000 tonnes). Le cout d'investissement initial est de **600 M€**

Les différents couts de fonctionnement de l'usine (gaz, électricité...) sont résumés dans le tableau suivant : (pour plus de détail, voir annexe 1)

Cout de l'investissement initial	650 M€
Cout de la biomasse	40,8 M€/an
Cout de gaz naturel	1,1 M€/an
Cout de l'électricité	10,3 M€/an
Couts opérationnels	43,9 M€/an
Cout des autres intrants *	8,4 M€/an

*Coût fixe de 1.00€/ GJ de produit, qui recouvre la consommation de tous les autres intrants (catalyseurs...). Il est donné par l'étude RENEW.

Tableau V.14 : Ensemble des coûts de l'usine

Après le calcul de coût de production d'une tonne de biodiesel on trouve les résultats suivants : Le prix de la tonne de biodiesel est de **791,5 €/t** soit **0,66 €/litre (73 DA/litre) en prenant la densité de biodiesel de 0,84 kg/litre.** (pour plus de détail, voir annexe 2)

Si nous considérons que le prix du pétrole est de 100 dollars le baril, alors le naphta produit à hauteur de 60 000 tonnes sera vendu à 920 euros la tonne. Ceci permettra de diminuer le prix de vente du biodiesel

En conclusion :

La production de 192 000 tonnes/an de produits dont 134 000 tonnes/an est de biodiesel et 58 000 tonnes/an est de naphta nous a exigé un investissement de départ de 650 M€ sur pour une durée de vie de l'installation de 20 ans. Les dépenses annuelles sont estimées à **101,4 M€.**

Le prix de biodiesel produit est estimé à **791,5 €/t**

Mise en œuvre :

Dans un premier temps, on propose de commencer par cultiver une surface de 5 hectares à fin de pouvoir bien étudier l'adaptation de cet arbre à notre climat et de pouvoir optimiser et augmenter les rendements par hectare.

Sachant que la production peut commencer au bout de 2 ans après la plantation de l'arbre, alors on propose de réaliser l'unité de production de biodiesel à l'horizon 2022.

Si l'expérience apporte des résultats satisfaisants, on peut envisager d'augmenter la capacité de production par l'implémentation d'autres unités de production.

Choix d'endroit de plantation de l'arbre :

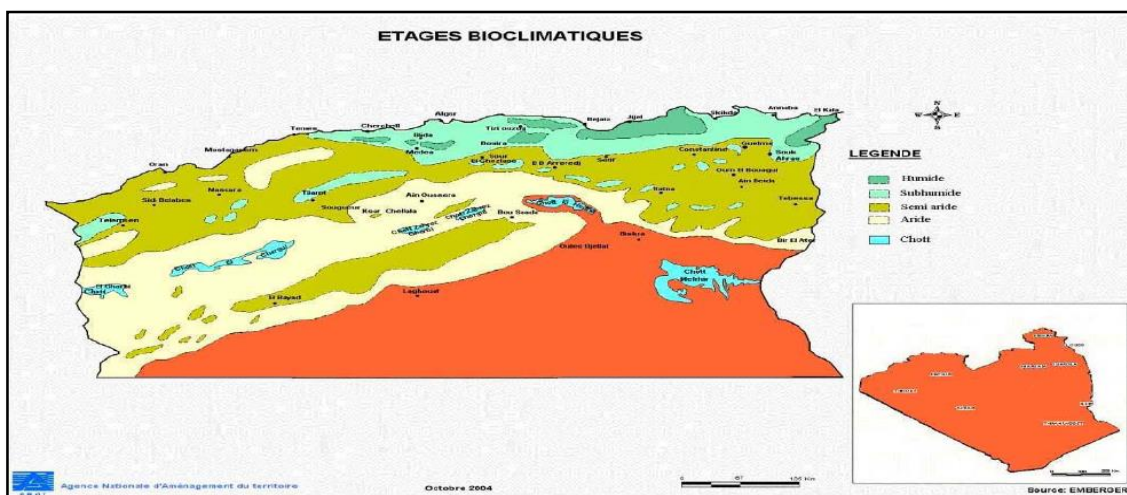


Figure V.4 : La carte des étages bioclimatiques en Algérie
Source : Agence Nationale d'Aménagement de Territoire (2004).

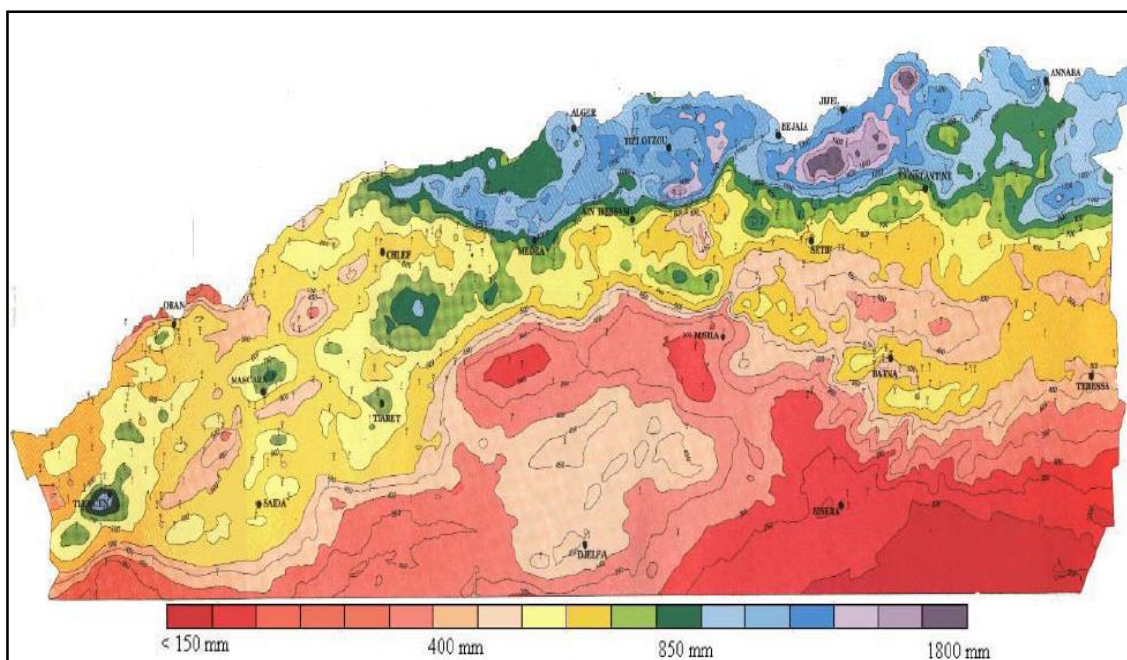


Figure V.5 : Carte pluviométrique pour le Nord d'Algérie
Source : ANRH : Agence Nationale des Ressources hydriques.

D'après les figures V.4, V.5 et les exigences écologiques de développement de cet arbre, le Nord algérien est favorable pour la plantation de Moringa, mais pour éviter la concurrence avec les surfaces dédiées à la culture des espèces utilisées pour l'alimentation telle que les céréales et les légumes, on préfère de proposer la culture de Moringa dans les hauts plateaux où un climat semi-aride règne et une précipitation moyenne de 700 mm.

La culture se fera sur des terres marginales non exploitées au départ

Si on prend le rendement de 3 t/ha et par un simple calcul on trouve que la surface nécessaire pour réaliser 192 000 t de biodiesel est de 267 000 ha ce qui paraît énorme, mais il faut souligné

que dans nos calculs on a valorisé que les grains alors que le procédé utilisé dans les unités permet de valoriser les autres parties de la plante telles que les feuilles, les branches récupérées lors de la taille de l'arbre . Ceci permettra d'augmenter le rendement de biomasse valorisable par hectare et diminuer la surface agricole nécessaire.

Avantage :

Une solution pour les importations des carburants :

Aussi paradoxale que cela puisse le paraître, l'Algérie a mobilisé 3.5 milliards de dollars en 2013 pour importer des carburants. Parmi ces importations le gasoil représente 1,3 million de tonnes de [34]

L'explication de ce paradoxe vient du fait de la forte croissance de la consommation de carburants destinés aux véhicules et autres engins ces dernières années.

L'introduction des biocarburants permettra de diminuer voir annuler (si nous augmentons la production) le recours à l'importation des carburants.

Protection de l'environnement :

L'Algérie est pays qui est menacé par la désertification, la Moringa peut former une sorte de barrage vert qui empêchera l'avancé des sables.

Ajouter à cela les biocarburants sont connus par leur bilan carbone positif donc d'énormes quantités de CO₂ seront économisées.

Enfin la fertilisation des sols, le Moringa est connu par ses capacités d'améliorer la qualité des sols où il cultivé, donc on peut développer d'autres cultures sur la même surface où le Moringa est planté et le Moringa représentera une espèce protectrice de la culture choisie (légume par exemple).

Avantages économiques

Autre que la réduction des quantités de carburants importées, l'utilisation de Moringa a d'énormes avantages économiques.

Tout d'abord, le naphta qui résulte de processus a une valeur économique très intéressante, il peut être utilisé dans la pétrochimie ou bien exporté comme matière première.

Le chômage qui actuellement à environ 10 % peut être réduit, la main d'œuvre nécessaire serais considérable et permettra de créer des emplois à plein temps.

La valorisation des feuilles pour des usages alimentaires et médicaux peut être une source de devise pour l'Algérie.

V.3.6. Conduite intelligente :

Une conduite intelligente permet d'économiser 5 à 10 % de carburant en moyenne, de réduire la pollution et de diminuer le taux d'accidents. Le tout sans augmenter la durée du trajet.

La pratique de conduite intelligente passe par cinq règles fondamentales :

Changer les rapports à bas régime moteur (pour les véhicules à boîte de vitesses manuelle) :

En effet, plus le moteur tourne vite plus il consomme du carburant, afin de limiter le régime moteur et d'utiliser l'efficacité du moteur de façon optimale, un régime maximal de 2 500 tr/min pour monter les rapports est recommandé pour les véhicules à essence et un régime maximal de 2 000 tr/min pour monter les rapports est recommandé pour les véhicules Diesel. Cette mesure limite le régime moteur et donc la consommation de carburant.

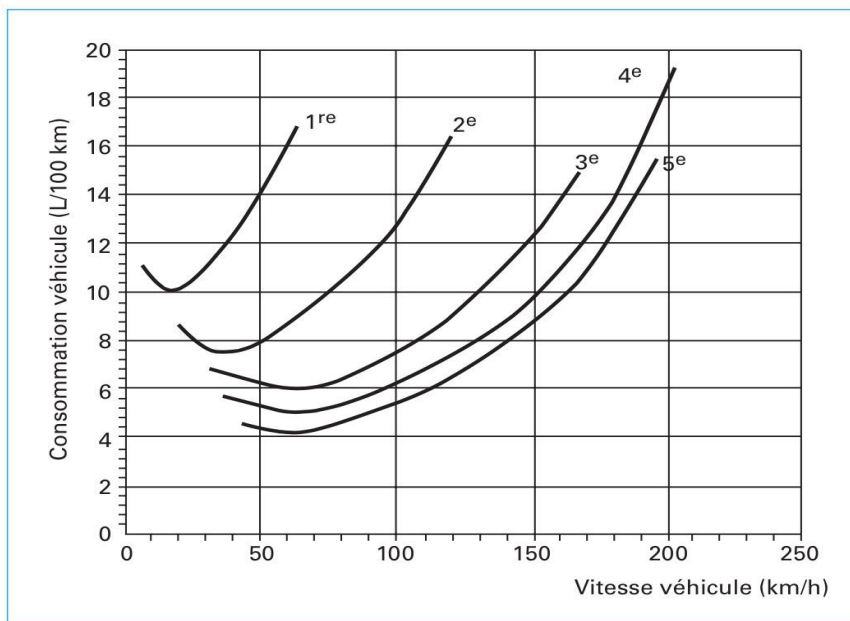


Figure V.6 : Consommation de carburant d'un véhicule en fonction de sa vitesse
Source : [35]

Maintenir une vitesse stable :

L'énergie nécessaire au déplacement d'un véhicule est très réduite (de l'ordre de 25 kW pour une vitesse de 120 km/h). Un moteur puissant permet uniquement des accélérations rapides et très consommatrices en carburant. Plus la vitesse d'un véhicule est stable, moins sa consommation est importante.

L'application de ce second principe implique de bannir les freinages et accélérations non nécessaires, ce qui demande une forte anticipation des conditions de trafic de la part du conducteur.

Utiliser un régime moteur le plus bas possible :

Afin de réduire le régime moteur et donc la consommation de carburant, les écoconducteurs utilisent des rapports de vitesses élevés, ainsi, par exemple à 50 km/h à vitesse constante, il est courant qu'ils utilisent le 4^e rapport voire le 5^e rapport de la boîte de vitesses, plutôt que le 3^e.

Anticiper le trafic :

L'anticipation permet :

- de maintenir une vitesse stable et donc de consommer un minimum de carburant ;
- d'éviter les freinages non nécessaires en respectant la distance de sécurité ;
- de laisser le véhicule décélérer seul avec un rapport élevé (la consommation est alors nulle sur le parcours si le véhicule est équipé de l'injection électronique) ;
- d'éviter d'accélérer en montée (évite une surconsommation de carburant).
- Lever le pied de la pédale d'accélérateur en descente permet de rouler « gratuit ».
- Couper le moteur au-delà de 30 secondes d'arrêt.

Entretien son véhicule :

L'entretien du véhicule joue un rôle non négligeable en écoconduite :

- la pression des pneumatiques peut être responsable de surconsommation de carburant allant jusqu'à 8 % si les pneumatiques ne sont pas correctement gonflés ;
- une bonne géométrie du véhicule évite l'usure prématurée des pneumatiques, permet d'avoir une direction stable, évite des sollicitations mécaniques non souhaitables pour les suspensions et permet donc l'économie de carburant ;
- le changement régulier de certains équipements ou organes du véhicule, tel que le filtre à air ou l'huile, permet encore de limiter les pertes de carburant. [36]

Nous supposons que la sensibilisation pour une conduite intelligente permet de diminuer la consommation d'essence et de gasoil de 3 % chacune.

Le calcul est fait sur la consommation d'essence et de gasoil qui tient compte des gains en carburant des mesures précédentes.

Voici les économies d'essence et de gasoil qui peuvent être réalisées en adoptant une conduite intelligente :

<i>Année</i>	<i>Nouvelle consommation d'essence</i>	<i>Nouvelle consommation de gasoil</i>	<i>Nouvelle consommation Finale</i>	<i>Economie conduite intelligente essence</i>	<i>Economie conduite intelligente gasoil</i>
2016	4 132 354	9 677 221	13 809 575	123 971	290 317
2017	4 398 804	10 286 593	14 685 397	131 964	308 598
2018	4 684 341	10 934 926	15 619 268	140 530	328 048
2019	4 989 961	11 490 150	16 480 111	149 699	344 705
2020	5 276 410	12 082 338	17 358 747	158 292	362 470
2021	5 582 974	12 720 895	18 303 869	167 489	381 627
2022	5 910 453	13 408 517	19 318 969	177 314	402 256
2023	6 259 564	14 147 992	20 407 556	187 787	424 440
2024	6 630 933	14 942 205	21 573 138	198 928	448 266
2025	6 991 051	15 790 058	22 781 108	209 732	473 702
2026	7 372 514	16 698 705	24 071 220	221 175	500 961
2027	7 775 311	17 805 638	25 580 949	233 259	534 169
2028	8 199 139	18 979 511	27 178 649	245 974	569 385
2029	8 643 343	20 223 363	28 866 706	259 300	606 701
2030	9 106 838	21 540 153	30 646 991	273 205	646 205

Tableau V.15 : Economies réalisées avec la conduite intelligente

V.3.7. Les transports en commun dans la stratégie énergétique des transports :

Le transport en commun, ou transport collectif consiste à transporter plusieurs personnes ensemble sur un même trajet. Il est généralement accessible en contrepartie d'un titre de transport comme un billet, ticket ou une carte.

Pour répondre aux besoins de déplacements, les transports en commun présentent divers avantages et des inconvénients au regard des transports individuels.

Pollution et consommation énergétique :

Les transports en commun sont plus efficaces que les transports individuels, en termes de consommation d'énergie et de limitation de la pollution, c'est l'un des principes de base : rassembler des voyageurs ou marchandises dans un même véhicule pour réaliser des « économies d'échelle ». Il s'agit entre autres de faire des économies d'énergies. Ce n'est évidemment pas une généralité : le vélo, le roller et les autres transports individuels fonctionnant avec l'« huile de coude » (l'énergie humaine) ne consomment pas d'énergie extérieure à l'utilisateur.

La quantité d'énergie consommée par personne et par kilomètre dépend du taux d'occupation moyen ; dans le cas des déplacements domicile-travail, ce taux est loin du maximum, du fait que les transports en commun ne sont fréquentés principalement qu'en heures de pointe.

Les transports en commun permettent également de faciliter la circulation, un bus par exemple peut transporter plus de 60 personnes en utilisant la même surface que deux-trois voitures qui elles sont en moyenne occupée par 1 à 1,5 personne.

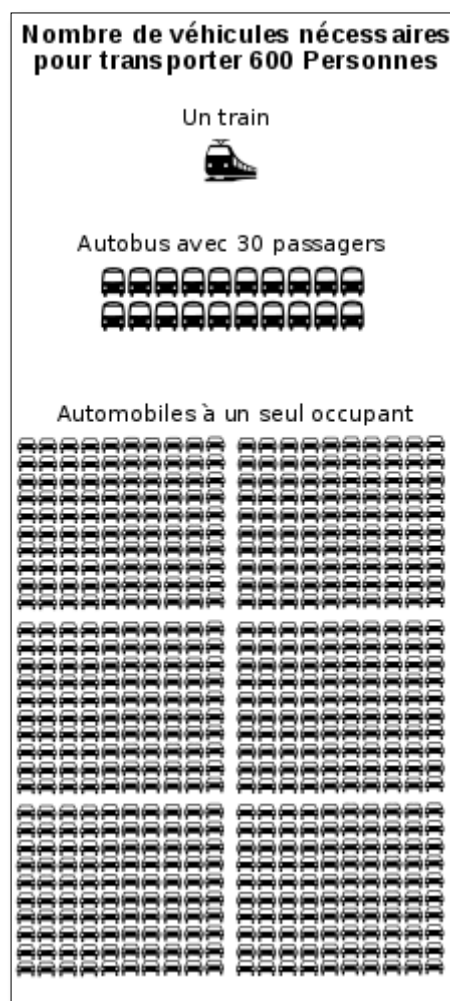
Les transports en commun n'occupent en outre que peu d'espace de stationnement public. La congestion du trafic automobile tend aujourd'hui à considérer les transports en commun comme un moyen de préserver l'espace, notamment en milieu urbain.

Autobus :

Un autobus (ou par aphérèse, bus) est un véhicule automobile de transport en commun de voyageurs en zone urbaine.

Les autobus les plus courants peuvent transporter environ cent personnes. La compagnie de bus norvégienne Oslo Public Transport, fait valoir dans une publicité, qu'un autobus équivaut à une file de voitures d'à peu près un kilomètre de long. (En retenant 1 mètre entre chaque voiture et une longueur moyenne de cinq mètres pour les automobiles). (Remarque : le covoiturage n'est pas pris en compte dans cette publicité).

Le manque de disponibilité, la mauvaise qualité des bus, une durée de trajet longue et les problèmes de sécurité font que le bus n'est, aujourd'hui pas attractif par rapport à la voiture en Algérie.



Cependant, le bus est l'un des moyens de transport en commun les moins chers, les investissements dans ce type de transport en commun doivent continuer pour ne pas accélérer l'augmentation du parc de voiture particulière.

Les transports collectifs en site propre (TCSP) :

Il s'agit d'un système de transport public de voyageurs, utilisant une voie ou un espace affectés à sa seule exploitation, bénéficiant généralement de priorités aux feux et fonctionnant avec des matériels allant des autobus aux métros, en passant par les tramways.

Le développement des réseaux de transports collectifs urbains et périurbains permet de répondre aux objectifs de développement durable, de soutien à l'économie dans le secteur des transports et de désenclavement des quartiers prioritaires de la politique de la ville.

Il permet à la fois de réduire la pollution et les émissions de gaz à effet de serre, en aidant au report modal de la voiture particulière vers des modes de transport plus responsables, et de lutter contre la congestion urbaine.

On distingue 3 familles de TCSP :

- Le **métro** est un TCSP **guidé de manière permanente** et **caractérisé par un site propre intégral** (pas de carrefour, plate-forme inaccessible). Il est généralement en sous-terrain ou en viaduc.
- Le **tramway** est un TCSP **guidé de manière permanente** et **caractérisé par un véhicule ferroviaire** (roulement fer sur fer) qui **circule majoritairement sur la voirie urbaine et est exploité en conduite à vue**.
- Le **Bus à Haut Niveau de Service (BHNS)** est un TCSP **caractérisé par un véhicule routier répondant au code de la route**. Par une approche globale (matériel roulant, infrastructure, exploitation), le BHNS **assure un niveau de service continu supérieur aux lignes de bus conventionnelles** (fréquence, vitesse, régularité, confort, accessibilité) et s'approche des performances des tramways.

Tramway :

Le tramway est une forme de transport en commun urbain ou interurbain circulant sur des voies ferrées équipées de rails plats (alors que ceux des trains sont légèrement inclinés vers l'intérieur de la voie) et qui est implantée en site propre ou encastrée à l'aide de rails à gorge dans la voirie routière. Aujourd'hui, il est généralement à traction électrique.

La place du tramway est là où la fréquentation potentielle est trop importante pour être absorbée par un bus (12 m, 18 m ou 24 m exceptionnellement) et est trop faible pour justifier les coûts élevés d'un métro. Les tramways modernes ont souvent une longueur comprise entre 30 et 50 m.

Avantage :

➤ **Par rapport au métro traditionnel**

Difficilement accessible financièrement pour les agglomérations moyennes, le tramway est gagnant, et ce malgré sa vitesse moyenne inférieure, car la possibilité de construire des stations légères à 200 ou 300 mètres d'intervalle rend les trajets moyens attractifs, le voyageur restant à la surface et ne perdant pas de temps pour accéder aux souterrains et en sortir.

La construction d'une ligne de métro à grand débit continue à se justifier dans les très grandes agglomérations. Mais, dans les villes moyennes, le coût de la construction d'une ligne de métro représentait un montant environ 5 fois supérieur à celui d'une ligne de tramway sur un tracé équivalent.

➤ **Comparé aux véhicules routiers sur pneumatiques**

L'avantage essentiel de la technique du tramway sur rails est la possibilité de constituer des rames de 30 à 60 m de long avec une possibilité de surcharge pouvant atteindre 11 t par essieu en charge exceptionnelle (8 voyageurs/m²), ce qui est bien au-delà des surcharges acceptables pour un essieu équipé de pneus.

Le confort d'un tramway, circulant sur une voie bien entretenue, est bien supérieur à celui d'un autobus en raison de la qualité de l'état de la table de roulement (rails) parfaitement plane et dépourvue d'aspérités.

Cette possibilité de grandes longueurs permet, à coût de conduite égal, d'offrir un débit pouvant atteindre 7 000 voyageurs par heure et par sens, soit 3 à 4 fois supérieur à celui d'une ligne exploitée par véhicules routiers articulés.

Un tramway, quelle que soit sa longueur, étant parfaitement guidé par ses deux rails, son emprise au sol est inférieure à celle des autobus, en alignement comme en courbe, à cause de l'absence d'« effet de mur » qui impose pour le croisement de 2 autobus un espace de sécurité supérieur à la lame d'air nécessaire au croisement de 2 rames de tramway. En d'autres termes, un site propre réservé aux tramways a une emprise légèrement inférieure à celle nécessaire à la circulation des autobus.

➤ **Le tramway électrique ne pollue pas l'atmosphère**

La résistance au roulement des véhicules ferroviaires étant 5 fois inférieure à celle d'un véhicule de transport public sur pneumatiques et le rendement d'un moteur thermique, en circulation urbaine, étant 3 à 4 fois inférieur à celui d'un véhicule à traction électrique avec freinage par récupération d'énergie, la consommation globale d'un tram, rapporté à la place offerte, est inégalable et se situe 3 à 4 fois sous le niveau de celle d'un autobus diesel.

➤ **Les tramways sont des véhicules de transport silencieux :**

Ce qui est le cas pour peu cela a été imposé au constructeur et que le système soit bien entretenu :

- bon effet d'amortissement des vibrations au niveau de la voie grâce à un choix de matériaux résilients dans la construction de la plate-forme ;
- meulage préventif des rails ;
- roues élastiques ;
- tournage régulier des bandages de roue sur un tour en fosse ;
- graisseurs de boudins embarqués.

➤ **Les tramways sont pratiquement insensibles aux intempéries**

La pluie nettoie les rails. Sa masse par essieu le rend également insensible à la neige et au verglas. En cas de forte chute de neige, il suffit de laisser circuler, durant la nuit, une rame qui se charge de maintenir l'épaisseur de la neige dans des limites qui ne mettent pas en péril l'exploitation du système.

➤ **Les tramways répondent aux besoins des PMR**

Au niveau de l'accessibilité en station, le tramway s'arrête toujours à la même distance invariable du quai ce qui, en outre, permet aux personnes à mobilité réduite (PMR) (en fauteuil roulant par exemple) de rentrer sans difficulté dans la rame ou d'en sortir. [37]

Inconvénients :

- Le coût d'investissement est élevé par rapport au bus, qui peut également être conçu en site propre.
- Le tracé et les points d'arrêts sont figés et rendent son évolution difficile en fonction de la fréquentation dans l'espace et dans le temps.
- L'entretien et la maintenance sont lourds du fait d'une infrastructure importante.
- L'emprise foncière des voies est importante et sans valeur ajoutée pour les citoyens.
- Un tram ne peut pas contourner les obstacles. Un obstacle peut donc bloquer la circulation du tram.
- La construction de l'infrastructure nécessite des travaux qui gênent les riverains et la circulation.
- Les travaux de mise en place de l'infrastructure nécessaire au tramway nécessitent de repenser l'aménagement des espaces publics et sa distribution. L'espace occupé par l'automobile est généralement réduit. Les commerçants du centre-ville peuvent craindre de voir leur clientèle les quitter pour les zones commerciales périphériques, dotées de vastes parkings. En réalité, ces contraintes sont généralement utilisées pour réhabiliter les centres de villes et les rendre plus attractifs et dynamiques.
- La vitesse est lente par rapport au métro et le débit est inférieur : de l'ordre de 7 000 passagers par heure au maximum contre plus de 12 000 pour le métro.

- Le bruit (grincements, crissements) dans les tournants peut gêner les riverains, et nécessite un entretien constant pour être contenu.

Bus à haut niveau de service :

Un bus à haut niveau de service (BHNS) est un système de transport dont le véhicule utilisé est l'autobus ou trolleybus. Sa définition est diverse, due aux différentes configurations existantes ou à venir. On distingue néanmoins les caractéristiques suivantes : une forte fréquence (5 à 10 min en heures pleines et moins de 15 min en heures creuses) avec amplitude horaire élevée (circulation la semaine, en soirée et le week-end), un parcours rationalisé avec un itinéraire intégralement ou partiellement en sites propres et un système de priorité aux feux tricolores et aux ronds-points garantie par des aménagements spécifiques, un plancher bas pour faciliter l'accès aux personnes à mobilité réduite et la vente de titres de transport effectuée au niveau des stations.

L'origine du terme vient du sigle anglais BRT (*Bus Rapid Transit*), que l'on peut traduire en français par *service rapide par bus*. Le système BRT issu de la conception nord-américaine d'exploitation de lignes de bus permet d'avoir un service proche de ce que peuvent offrir d'autres systèmes de transports en commun, notamment le tramway ou les métros, mais avec un coût au kilomètre moins élevé. En effet l'aménagement d'une ligne de bus en BHNS, même en site propre intégral, nécessite un investissement bien moins lourd que la construction d'une ligne ferrée et offre des possibilités de réaménagement plus souples.

Un BHNS peut offrir les mêmes niveaux fréquence, rapidité et régularité qu'un tram si on lui en donne les moyens (site propre intégral, priorité systématique aux carrefours).

Un BHNS reste autobus à moteur thermique, avec une boîte de vitesses, créant de la pollution locale, bruyant et vibrant, beaucoup moins confortable qu'un tram.

Un BHNS incite à l'accumulation de compromis pour faire baisser le coût, ce qui peut finir par faire baisser la qualité du service.

Un BHNS est moins respecté par les automobilistes qu'un tram. Si on se gare (pour 5 minutes, bien sûr !) sur un couloir tracé à la peinture, on sait que le bus pourra dévier sa trajectoire (en perdant plusieurs minutes et en créant un bouchon). De même si on se gare juste avant un arrêt de BHNS à quai haut, le bus pourra charger ses voyageurs quand même (loin du quai, avec un plancher à 30 cm du sol). Par contre personne ne se gare "même pour 5 minutes" sur les voies du tram !

Le tram rend les transports publics désirables, le BHNS moins. Ce n'est pas un mince argument si on veut obtenir du report modal pour diminuer la circulation automobile.

Les coûts des transports collectifs urbains en site propre :

Le tableau ci-dessous présente des ordres de grandeur des investissements des différents transports collectifs urbains en site propre :

Systeme	Bus à Haut Niveau de Service (BHNS)	Tramway	Métro léger (de type Val)	Métro lourd
Coût d'investissements 1 ^{re} ligne	2 à 10 M€/km de site propre	13 à 22 M€/km	60 à 80 M€/km	90 à 120M€/km
Durée de vie des matériels	10-15 ans	30-40 ans	30-40 ans	30-40 ans
Coût d'un véhicule	300 k€ à 900 k€	1,8 à 3 M€/rame	3 à 4 M€/rame	5 à 9 M€/rame
Coût d'exploitation d'une 1 ^{re} ligne	3,5 à 5 €/km	6 à 10 €/km	8 à 10 €/km	10 à 16 €/km

Tableau V.16 : Coûts des différents transports collectifs urbains en site propre
Source : CERTU

Le tableau suivant donne les couts des différents transports collectifs urbains en site propre selon une autre source :

coûts en € H.T	Coût au km des infrastructures (hors matériel roulant)
Site propre bus-	1 à 7 M€ / km
Métro léger de type Val	65 M€ / km
Métro à grand gabarit	> 90 M€ / km

Tableau V.17 : Coûts des différents transports collectifs urbains en site propre
Source : [38]

	Capacité (4 personnes au m2)	Prix unitaire d'une rame
Tramway	160 à 280 places	2 à 3 M € H.T
Bus articulé classique	100 à 120 places	0,25 à 0,35 M€ H.T.
Bus standard	80 places	0,19 à 0,22 M€ H.T.

Tableau V.18 : Cout des différents moyens de transport
Source : [39]

La règle qui s'applique dans la quasi-totalité des cas est :

- Métro si l'aire urbaine a plus d'un million d'habitants.
- Tramway si l'aire urbaine a entre 260 000 et 1 million d'habitants.
- Bus si l'aire urbaine a moins de 260 000 habitants. [40]

En examinant le tableau ci-dessus, nous remarquons le cout très élevé du métro. De ce fait, le bus, le BHNS et dans une moindre mesure le tramway (cout d'investissement plus élevé) sont les moyens de transport à privilégier.

Le transport de marchandises par chemin de fer :

Le transport de marchandises par chemin de fer est plus respectueux de l'environnement que le transport routier ou aérien, davantage polluants (émission de gaz à effet de serre, pollution de l'air, nuisances sonores), et plus consommateurs d'énergie. Le recours à ce mode de transport de marchandises permet ainsi de diminuer la consommation de gasoil et limiter les impacts négatifs sur l'environnement et la qualité de vie.

Cependant ce mode de transport est inadapté aux courtes distances, qui constituent la majorité des transports de marchandises. [41] [42]

Les investissements dans ce type de transport doivent être relancés pour limiter la consommation de gasoil.

D'après nos recherches la voiture particulière est imbattable, les citoyens préféreront toujours la voiture dans le cas où il n'y a pas de grande contrainte sur le prix du carburant et sur l'accessibilité de la voiture particulière. Dans ce premier scénario où il y a des contraintes sur le prix du carburant, mais pas sur l'accessibilité à la voiture particulière et où il n'y a pas de grand investissement dans les transports en commun, la voiture particulière sera le plus souvent privilégiée.

V.3.8. Récapitulatif des gains en essence et gasoil pour chaque mesure :

Voici les économies de gasoil et d'essence des différentes mesures :

Année	Quantité de gasoil évitée (tonne) (Action 1)	Economie d'essence (Tonnes) (Action 2)	Quantité de gasoil économisé (tonne) (Action 3)	Tonnes d'essence économisée (Action 4)	Tonnes de gasoil économisé (Action 4)	Tonnes de gasoil économisé (Action 5)	Economie essence (Action 7)	Economie gasoil (Action 7)
2 016	29 408	56 250	6 800	22 429	5 091		123 971	290 317
2 017	62 087	120 938	15 640	45 860	10 200		131 964	308 598
2 018	98 308	195 328	26 248	70 356	15 318		140 530	328 048
2 019	138 366	280 877	38 978	95 980	20 436		149 699	344 705
2 020	182 574	379 259	54 253	163 035	32 355		158 292	362 470
2 021	231 270	492 398	72 584	233 266	44 226		167 489	381 627
2 022	284 817	622 507	94 580	306 866	56 018	134 000	177 314	402 256
2 023	343 603	772 134	120 977	384 041	67 699	134 000	187 787	424 440
2 024	408 045	944 204	152 652	465 007	79 235	134 000	198 928	448 266
2 025	478 592	1 142 084	190 662	583 990	94 640	134 000	209 732	473 702
2 026	555 722	1 369 647	236 275	708 945	109 735	134 000	221 175	500 961
2 027	639 949	1 631 344	291 010	840 235	124 456	134 000	233 259	534 169
2 028	731 824	1 932 295	356 692	978 244	138 734	134 000	245 974	569 385
2 029	831 938	2 278 390	435 510	1 123 380	152 492	134 000	259 300	606 701
2 030	940 922	2 676 398	530 092	1 276 075	165 645	134 000	273 205	646 205

Tableau V.19 : Récapitulatif des gains en essence et gasoil pour chaque mesure (scénario 1)

Année	Economie d'essence (Tonnes) TOTALE	Gasoil économisé (tonne) TOTALE	TOTALE
2 016	173 242	331 616	504 858
2 017	236 675	396 525	633 200
2 018	307 906	467 922	775 828
2 019	388 190	542 485	930 675
2 020	518 012	631 652	1 149 664
2 021	661 883	729 707	1 391 590
2 022	821 870	971 671	1 793 541
2 023	1 000 359	1 090 719	2 091 078
2 024	1 200 094	1 222 198	2 422 292
2 025	1 457 214	1 371 596	2 828 810
2 026	1 744 045	1 536 693	3 280 738
2 027	2 064 889	1 723 584	3 788 473
2 028	2 424 689	1 930 635	4 355 324
2 029	2 829 132	2 160 641	4 989 773
2 030	3 284 756	2 416 864	5 701 620

Tableau V.20 : Total des gains en essence et gasoil pour l'ensemble des mesures (scénario 1)

Le gain total de carburant (essence et gasoil) dans ce scénario est de 5,7 millions de tonnes par an en 2030. Le cumul du gain entre 2016 et 2030 est de 36,6 millions de tonnes de carburant (essence et gasoil)

Consommation finale :

La nouvelle consommation d'essence et de gasoil, en appliquant les différentes mesures est :

Année	Nouvelle consommation essence	Nouvelle consommation gasoil	Nouvelle consommation totale
2016	4 037 791	9 386 904	13 424 695
2017	4 328 927	9 977 995	14 306 922
2018	4 642 119	10 606 878	15 248 997
2019	4 978 628	11 279 864	16 258 492
2020	5 300 692	11 988 706	17 289 398
2021	5 646 755	12 742 525	18 389 280
2022	6 017 956	13 677 937	19 695 893
2023	6 415 380	14 529 647	20 945 027
2024	6 840 050	15 434 453	22 274 503
2025	7 259 911	16 391 289	23 651 200
2026	7 707 061	17 407 096	25 114 157
2027	8 182 001	18 480 821	26 662 822
2028	8 684 989	19 619 478	28 304 467
2029	9 215 981	20 826 014	30 041 995
2 030	9 774 555	22 103 300	31 877 855

Tableau V.21 : consommation en appliquant les mesures proposées (scénario1)

En 2030 :

- La consommation de carburants (essence et gasoil) en 2030 sera de 31,9 millions de tonnes en appliquant les différentes mesures présentées, au lieu de 37,3 millions de carburants.
- La nouvelle consommation de gasoil est de 22,1 millions de tonnes, au lieu de 24,3 millions de tonnes.
- La nouvelle consommation d'essence est de 9,8 millions de tonnes, au lieu de 13,0 millions de tonnes.

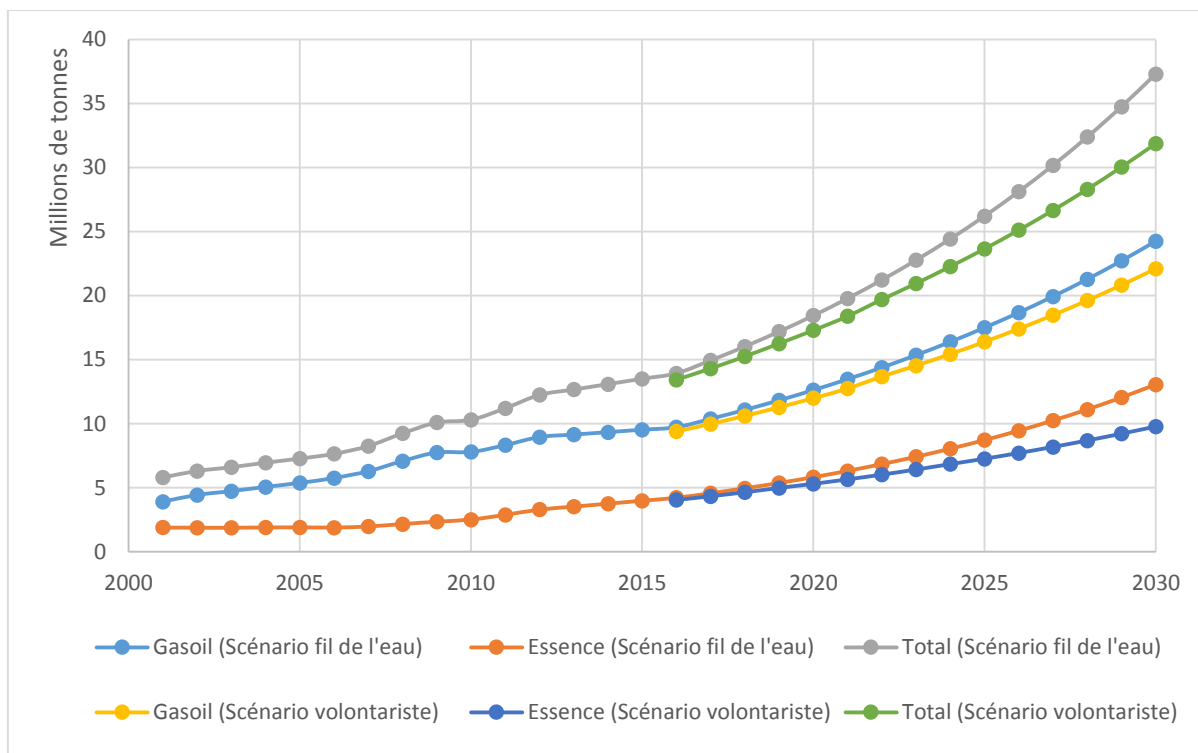


Figure V.7 : Consommation de carburant selon deux scénarios

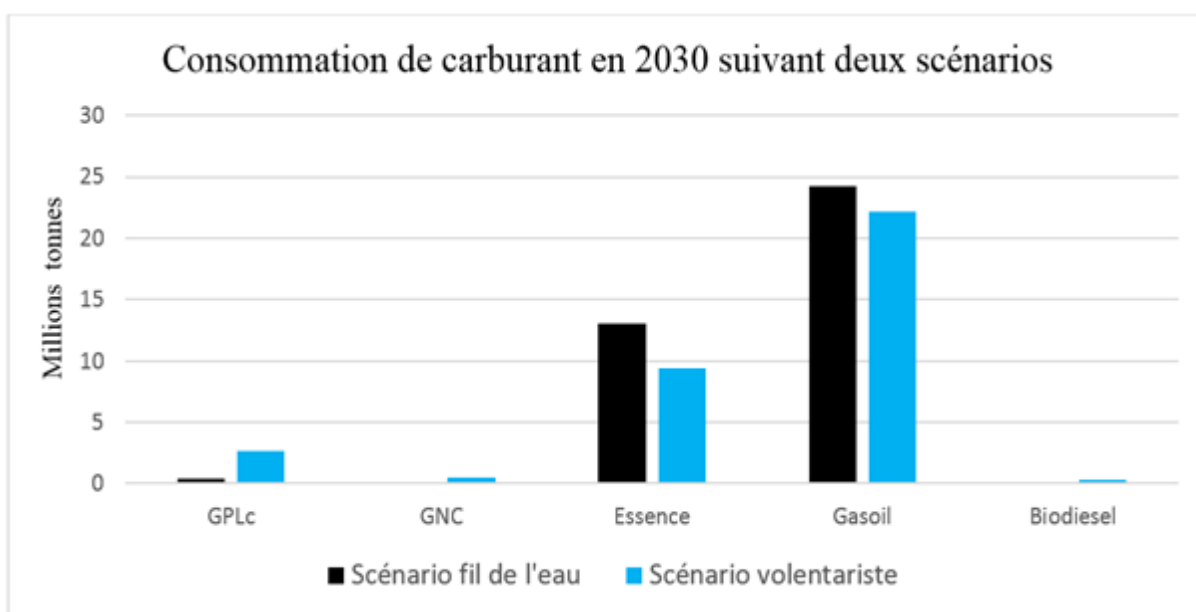


Figure V.8 : Consommation de carburant en 2030 suivant deux scénarios

V.4. Scénario 2 (Diminution de 14% du parc automobile par rapport au scénario 1) :

Les calculs sont faits de la même manière que dans le scénario 1. Nous gardons les mêmes pourcentages de véhicules de tourisme essence et diesel nous gardons les mêmes pourcentages futurs pour les véhicules touristiques essence et gasoil. Dans ce scénario de grands investissements dans le secteur des transports en commun sont engagés et un politique de transport en commun et de taxes sur les nouveaux véhicules permet de diminuer le nombre de nouveaux véhicules.

Action 1 : Diminution du nombre de nouveaux véhicules gasoil :

Si le nombre de véhicules de tourisme diesel est abaissé à 12,5 % d'ici à 2030, le nombre de voitures diesel serait de 856 237 véhicules au lieu de 1 369 980 véhicules si le pourcentage de véhicule diesel était égal à celui de 2015 (20 %) (Valeurs estimées). Soit une différence de 513 743 véhicules, ce qui correspond à une consommation évitée de 786 026 tonnes de gasoil par an en 2030.

Action 2 : GPLc :

Dans ce deuxième scénario le nombre de véhicules GPLc augmente de 12 % par pour atteindre (contrairement à 15 % dans le 1^{er} scénario) pour atteindre 1 368 391 millions.

Dans ce deuxième scénario, les économies d'essence sont de 1,7 million de tonnes par an à l'horizon 2030.

La politique de promotion de GPLc permettra à l'horizon 2030 de faire des économies d'essence de l'ordre de 1,7 million de tonnes par an.

Action 3 : Introduction du GNC

Dans ce scénario, le nombre d'autobus et d'autocar est augmenté de 25 % par rapport au scénario 1 (afin d'accueillir le nombre plus important de passagers par rapport au 1^{er} scénario) et le nombre d'autocar et d'autobus est aussi augmenté pour atteindre 18 534 véhicules (contrairement à 15 591 dans le 1^{er} scénario).

L'utilisation du GNC permettra à l'horizon 2030 de faire des économies de gasoil de l'ordre de 630 000 tonnes par an.

Action 4 : Application de nouvelles normes de consommation :

L'application des nouvelles normes de consommation permettra de réaliser des économies de 0,9 million de tonnes d'essence et 0,09 million de tonnes de gasoil par an à l'horizon 2030.

Action 5 : Biodiesel : Pour le biodiesel, nous garderons la même quantité que le scénario 1.

Action 7 : Sensibilisation à une conduite intelligente :

La sensibilisation à la conduite intelligente permet dans ce scénario d'atteindre des économies de 263 408 tonnes d'essence et 567 770 tonnes de gasoil par an en 2030.

Récapitulatif des gains en essence et gasoil pour chaque mesure :

Voici les économies de gasoil et d'essence des différentes mesures (en tonnes) :

Année	Economie gasoil (Action 1)	Economie d'essence (Action 2)	Economie gasoil (Action 3)	Economie essence (Action 4)	Economie gasoil (Action 4)	Economie gasoil (Action 5)	Economie essence (Action 7)	Economie gasoil (Action 7)
2 016	15 065	45 000	6 800	16 922	3 153		7 203	16 833
2 017	20 235	95 400	15 164	34 502	6 268		15 369	35 937
2 018	93 243	151 848	25 452	52 771	9 338		24 611	57 042
2 019	129 855	215 070	38 106	71 764	12 355		35 058	79 766
2 020	169 540	285 878	53 670	121 146	19 253		46 552	106 028
2 021	212 500	365 184	72 814	172 522	25 987		59 410	133 688
2 022	258 946	454 006	96 361	225 990	32 533	134 419	73 789	165 974
2 023	309 105	553 486	125 324	281 653	38 868	134 419	89 865	199 680
2 024	363 214	664 905	160 949	339 620	44 964	134 419	107 827	239 143
2 025	421 526	789 693	204 767	424 158	52 875	134 419	127 401	280 074
2 026	484 307	929 456	258 664	512 248	60 382	134 419	149 177	327 952
2 027	551 841	1 085 991	324 956	604 065	67 442	134 419	173 394	377 480
2 028	624 425	1 261 310	406 496	699 792	74 006	134 419	200 312	435 199
2 029	702 375	1 457 667	506 790	799 623	80 024	134 419	230 215	498 510
2 030	786 026	1 677 587	630 152	903 759	85 441	134 419	263 408	567 770

Tableau V.22 : Récapitulatif des gains en essence et gasoil pour chaque mesure (scénario 2)

Année	TOTALE Economie d'essence (Tonnes)	TOTALE Gasoil économisé (tonne)	Totale
2 016	46 857	41 851	88 708
2 017	109 667	77 604	187 271
2 018	111 376	185 075	296 451
2 019	156 979	260 082	417 061
2 020	237 484	348 491	585 975
2 021	325 206	444 989	770 195
2 022	421 050	688 233	1 109 283
2 023	526 034	807 396	1 333 430
2 024	641 311	942 689	1 584 000
2 025	792 325	1 093 661	1 885 986
2 026	957 397	1 265 724	2 223 121
2 027	1 138 215	1 456 138	2 594 353
2 028	1 336 677	1 674 545	3 011 222
2 029	1 554 915	1 922 118	3 477 033
2 030	1 795 320	2 203 808	3 999 128

Tableau V.23 : Récapitulatif des gains en essence et gasoil pour l'ensemble des mesures (scénario 2)

Le gain total de carburant (essence et gasoil) dans ce scénario est de 4 millions de tonnes par an en 2030. Le cumul du gain entre 2016 et 2030 est de 23,6 millions de tonnes de carburant (essence et gasoil)

Consommation finale :

Année	Nouvelle consommation d'essence	Nouvelle consommation de gasoil	Nouvelle consommation totale
2 016	3 609 539	8 399 836	12 009 375
2 017	3 847 038	8 948 228	12 795 266
2 018	4 170 535	9 450 001	13 620 536
2 019	4 477 094	10 025 362	14 502 456
2 020	4 778 236	10 631 220	15 409 456
2 021	5 103 899	11 275 853	16 379 752
2 022	5 455 809	11 824 185	17 279 994
2 023	5 835 794	12 549 582	18 385 376
2 024	6 245 788	13 315 856	19 561 644
2 025	6 664 172	14 127 308	20 791 480
2 026	7 115 889	14 982 632	22 098 521
2 027	7 603 185	15 888 954	23 492 139
2 028	8 128 431	16 841 312	24 969 743
2 029	8 694 118	17 843 531	26 537 649
2 030	9 302 873	18 895 994	28 198 867

Tableau V.24 : Consommation en appliquant les mesures proposées (scénario2)

En 2030 :

- La consommation de carburants (essence et gasoil) en 2030 sera de 28,2 millions de tonnes en appliquant les différentes mesures présentées, au lieu de 31,6 millions de carburants.
- La nouvelle consommation de gasoil est de 18,9 millions de tonnes, au lieu de 20,5 millions de tonnes.
- La nouvelle consommation d'essence est de 9,3 millions de tonnes, au lieu de 11,1 millions de tonnes.

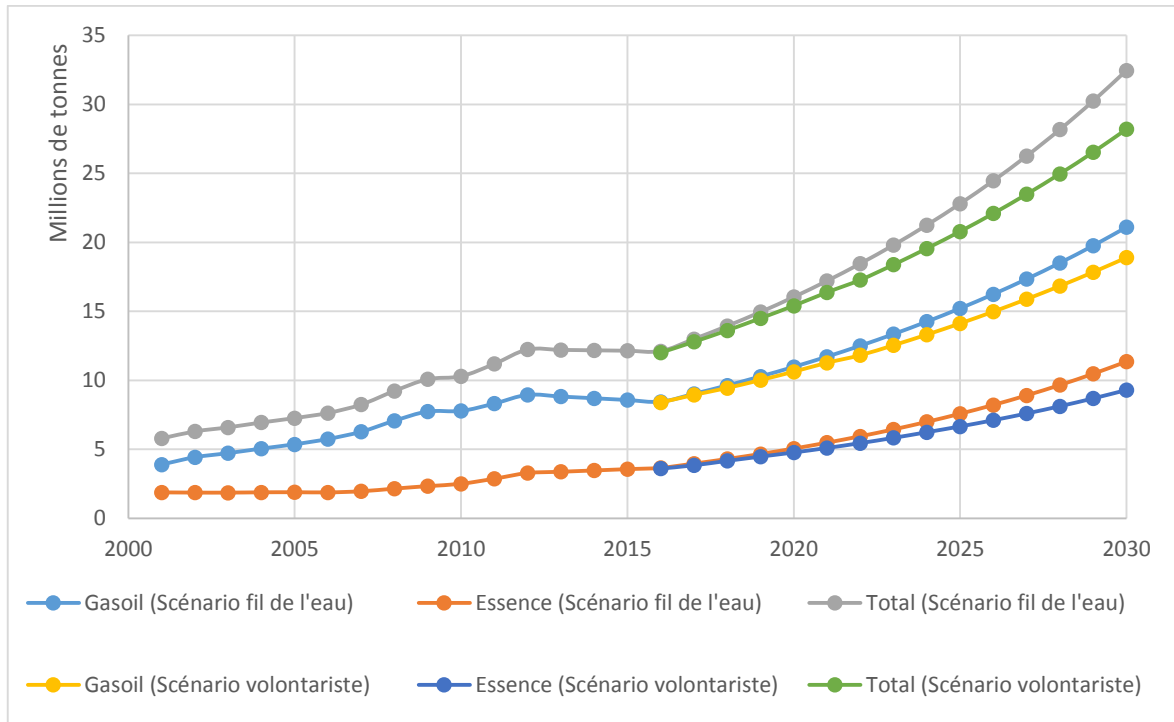


Figure V.9 : Consommation de carburant suivant deux scénarios

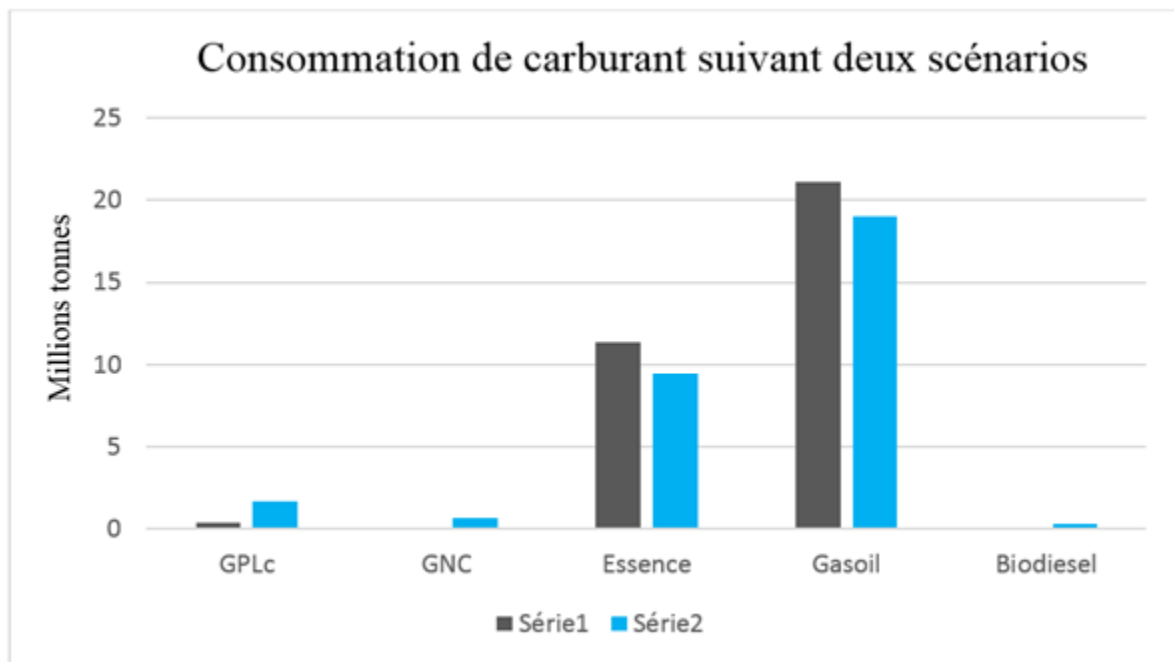


Figure V.10 : Consommation de carburant en 2030 suivant deux scénarios

V.5. Scénario 3 (Diminution de 30% du parc automobile par rapport au scénario 1) :

Les calculs sont faits de la même manière que dans le scénario 1. Le pourcentage des véhicules diesel est abaissé à 14,7 % au lieu de 12,5 %.

Gasoil vers essence :

Si le nombre de véhicules de tourisme diesel est abaissé à 14,7 % d'ici à 2030, le nombre de voitures diesel serait de 778 163 véhicules au lieu de 1 058 726 véhicules si le pourcentage de véhicule diesel était égal à celui de 2015 (20 %) (Valeurs estimées). Soit une différence de 280 563 véhicules, ce qui correspond à une consommation évitée de 426 260 tonnes de gasoil par an en 2030.

GPLc :

Dans ce troisième scénario, le nombre de véhicules GPLc augmente de 8,5 % par an (contrairement à 15 % dans le 1^{er} scénario) pour atteindre 849 936 millions de véhicules.

Dans ce troisième scénario, les économies d'essence sont de 900 000 de tonnes par an 2030.

GNC :

Dans ce scénario, le nombre d'autobus et d'autocar est augmenté de 33 % par rapport au scénario 1 (afin d'accueillir le nombre plus important de passagers par rapport au 1^{er} scénario) et le nombre d'autocar et d'autobus est aussi augmenté pour atteindre 20 163 véhicules (contrairement à 15 591 dans le 1^{er} scénario).

L'utilisation du GNC permettra à l'horizon 2030 de faire des économies de gasoil de l'ordre de 685 000 tonnes par an.

Biodiesel :

Pour le biodiesel, on gardera la même quantité que le premier scénario.

Normes :

L'application des nouvelles normes de consommation permettra de réaliser des économies de 0,48 million de tonnes d'essence et 0,06 million de tonnes de gasoil par an à l'horizon 2030.

Conduite intelligente :

La sensibilisation à la conduite intelligente permet dans ce scénario d'atteindre des économies de 232 776 tonnes d'essence et 461 966 tonnes de gasoil par an en 2030.

Récapitulatif des économies :

Voici les économies de gasoil et d'essence des différentes mesures :

Année	Economie gasoil (Action 1)	Economie d'essence (Action 2)	Economie gasoil (Action 3)	Economie essence (Action 4)	Economie gasoil (Action 4)	Economie gasoil (Action 5)	Economie essence (Action 7)	Economie gasoil (Action 7)
2 016	31 584	31 875	6 800	10362	1899		8 169	18 910
2 017	41 963	66 459	15 232	20974	3785		17 182	39 594
2 018	99 081	103 983	25 688	31846	5657		27 103	61 679
2 019	119 806	144 697	38 653	42985	7513		37 998	84 609
2 020	141 608	188 871	54 729	71521	11804		49 764	110 158
2 021	164 528	236 800	74 664	100765	16050		62 568	137 591
2 022	188 614	288 803	99 384	130741	20246	134 419	76 478	165 075
2 023	213 912	345 227	130 036	161471	24388	134 419	91 560	196 141
2 024	240 470	406 446	168 045	192977	28470	134 419	107 883	229 192
2 025	268 340	472 869	215 175	238206	33921	134 419	125 253	261 504
2 026	297 573	544 938	273 617	284591	39277	134 419	143 931	298 175
2 027	328 225	623 132	346 086	332167	44530	134 419	163 976	336 710
2 028	360 351	707 974	435 946	380970	49671	134 419	185 438	376 988
2 029	394 009	800 026	547 373	431038	54692	134 419	208 360	418 827
2 030	429 260	899 904	685 543	482410	59584	134 419	232 776	461 966

Tableau V.25 : Récapitulatif des gains en essence et gasoil pour chaque mesure (scénario 3)

Année	TOTALE Economie d'essence (Tonnes)	TOTALE Gasoil économisé (tonne)	Totale
2016	18 822	59 193	78 015
2017	62 652	100 574	163 226
2018	63 851	192 105	255 956
2019	105 874	250 581	356 455
2020	168 548	318 299	486 847
2021	235 605	392 833	628 438
2022	307 408	607 738	915 146
2023	384 346	698 896	1 083 242
2024	466 836	800 596	1 267 432
2025	567 988	913 359	1 481 347
2026	675 887	1 043 061	1 718 948
2027	791 050	1 189 970	1 981 020
2028	914 031	1 357 375	2 271 406
2029	1 045 415	1 549 320	2 594 735
2030	1 185 830	1 770 772	2 956 602

Tableau V.26 : Récapitulatif des gains en essence et gasoil pour l'ensemble des mesures (scénario 3)

Le gain total de carburant (essence et gasoil) dans ce scénario est de 3 millions de tonnes par an en 2030. Le cumul du gain entre 2016 et 2030 est de 18,2 millions de tonnes de carburant (essence et gasoil)

Consommation final :

La nouvelle consommation d'essence et de gasoil en appliquant les différentes mesures est :

Année	Nouvelle consommation d'essence	Nouvelle consommation de gasoil	Nouvelle consommation totale
2016	4 107 990	9 435 851	13 543 841
2017	4 320 326	9 858 965	14 179 291
2018	4 589 173	10 218 207	14 807 380
2019	4 831 598	10 357 142	15 188 740
2020	5 068 285	10 771 185	15 839 470
2021	5 315 997	11 193 893	16 509 890
2022	5 574 842	11 491 188	17 066 030
2023	5 844 875	11 927 835	17 772 710
2024	6 126 082	12 368 841	18 494 923
2025	6 405 713	12 544 454	18 950 167
2026	6 695 976	12 985 960	19 681 936
2027	6 996 586	13 423 603	20 420 189
2028	7 307 130	13 853 293	21 160 423
2029	7 627 066	14 270 017	21 897 083
2030	7 955 688	14 667 648	22 623 336

Tableau V.27 : Consommation en appliquant les mesures proposées (scénario3)

En 2030 :

- La consommation de carburants (essence et gasoil) en 2030 sera de 22,6 millions de tonnes en appliquant les différentes mesures présentées, au lieu de 26,1 millions de carburants.
- La nouvelle consommation de gasoil est de 14,7 millions de tonnes, au lieu de 17,0 millions de tonnes.
- La nouvelle consommation d'essence est de 8 millions de tonnes, au lieu de 9,3 millions de tonnes.

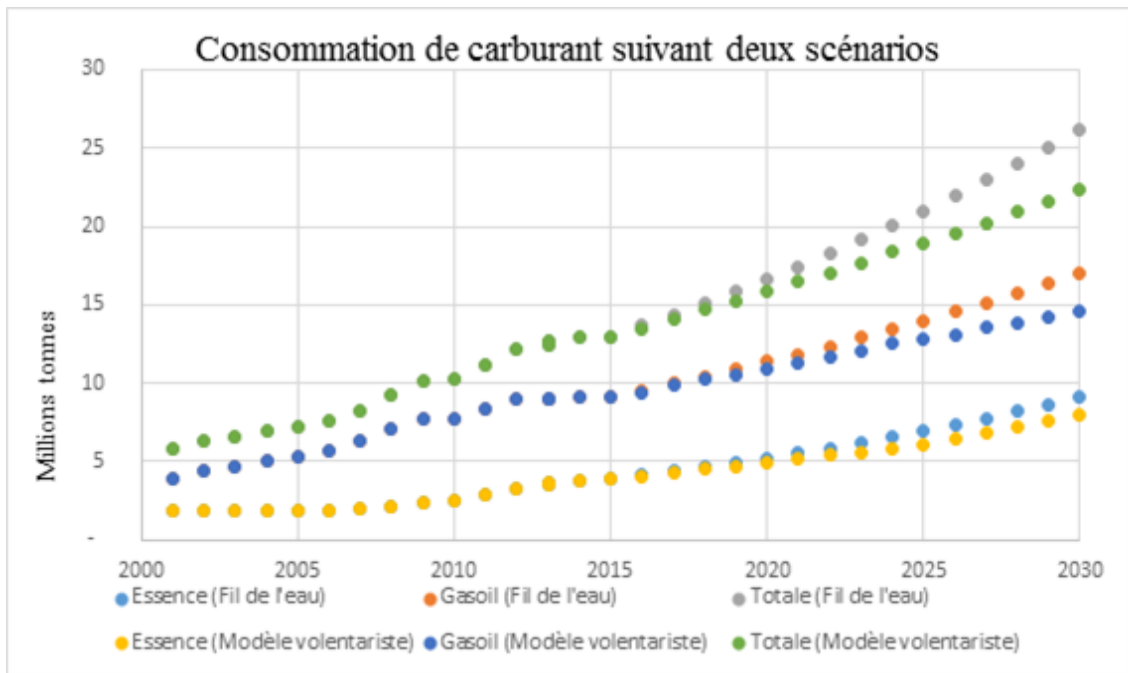


Figure V.11 : Consommation de carburant suivant deux scénarios

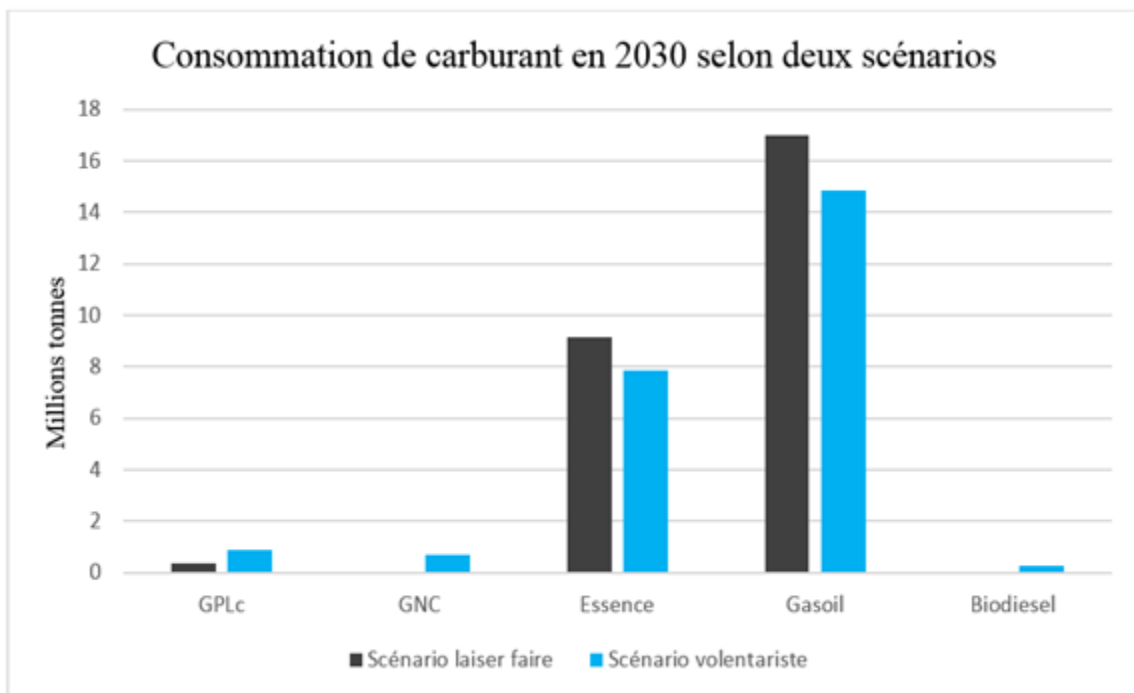


Figure V.12 : Consommation de carburant en 2030 suivant deux scénarios

V.6. Voitures électriques et hybrides :

Définitions : Le terme « voiture électrique » recouvre actuellement plusieurs concepts qui ont en commun de recourir à un moteur électrique **pour tout ou partie de leur propulsion**. Ils se différencient par leur autonomie et leur taux de rejet de CO₂.

Comparaison des capacités d'un véhicule thermique et d'un véhicule électrique :

Problème d'autonomie :

Dans les véhicules thermiques, les moteurs actuels les plus performants ont des rendements énergétiques qui ne dépassent pas 20 %. Dans un plein de 60 litres d'essence, l'énergie de 12 litres va être transmise aux roues et 48 litres seront dissipés en chaleur.

L'utilisation de la motorisation électrique permet de réduire considérablement les pertes énergétiques.

De première vue de très grandes économies d'énergies peuvent être réalisées en utilisant des moteurs éclectiques cependant même si les véhicules à moteur thermique ont de très faibles rendements, le carburant utilisé essence ou gasoil compense ces faibles rendements par de très grandes autonomies.

En effet, la densité énergétique massique de l'essence ou du diesel est très importante, de l'ordre de 12 kWh/kg, permettant aux voitures actuelles de disposer d'autonomies considérables, proches de 1000 km pour 60 litres (50 kg de diesel) couramment stockés dans leurs réservoirs.

Dans les voitures électriques, la problématique est l'inverse. Le moteur électrique a un rendement énergétique proche de 80 %, presque 4 fois celui d'un moteur thermique. Par contre, les meilleures batteries actuelles stockent difficilement plus de 120 Wh/kg, près de 100 fois moins que les hydrocarbures.

Au global, l'énergie électrique stockable dans 1 250 kg de batteries serait nécessaire pour parcourir la même distance qu'avec 50 kg d'essence (60 litres), soit environ 1 000 km.

Origine de l'électricité et le Rendement global :

Pris tout seul le moteur électrique affiche un rendement très intéressant de l'ordre de 80 %, mais il ne faut pas tomber dans le piège, car l'électricité utilisée pour l'alimentation de moteur peut provenir de plusieurs sources, et le problème demeure de l'origine de cette électricité, car une électricité d'origine fossile affecte le rendement global de moteur électrique et il peut avoir des valeurs très proches de celle des moteurs thermiques.

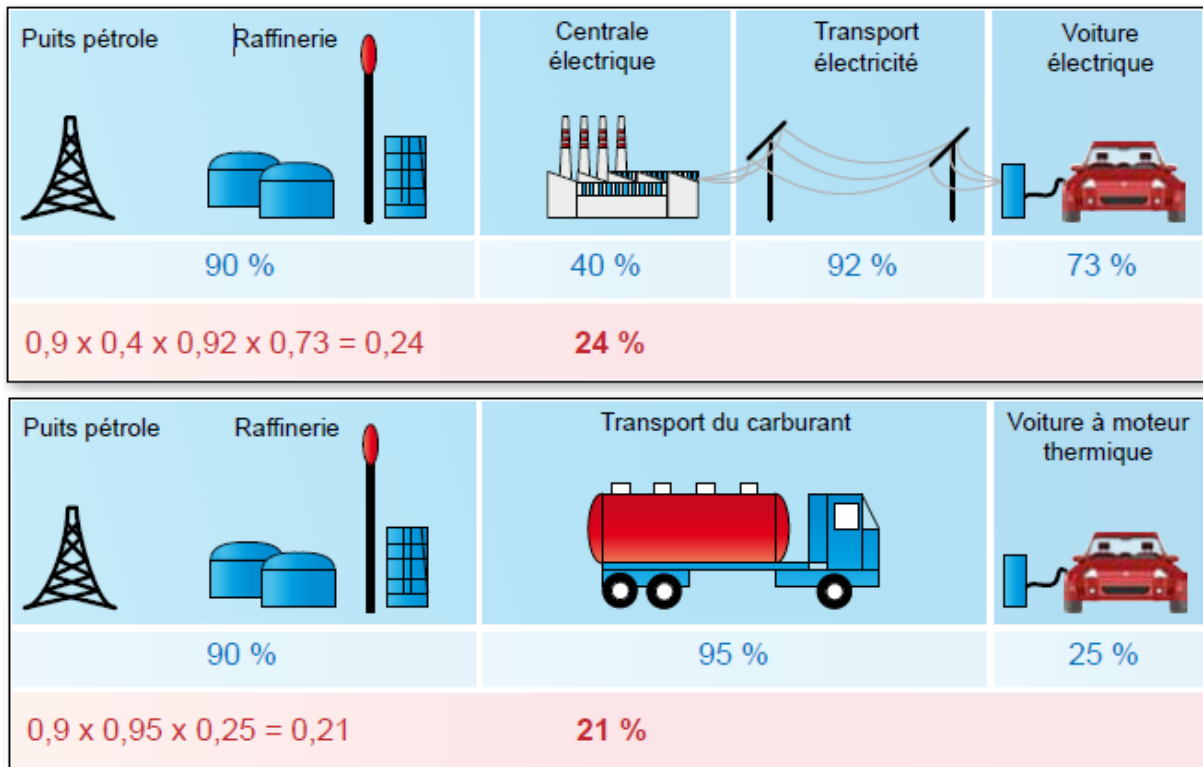


Figure V.13 : Comparaison de rendement du moteur thermique et électrique

Source : [43]

L'utilisation de véhicules électriques n'apporte de gains importants que si l'énergie utilisée à la production de l'électricité est faible en CO₂, ce qui est le cas dans certains pays où l'électricité provient majoritairement d'origine renouvelable comme la Norvège (97 % d'électricité provient des énergies hydrauliques).

Par contre l'utilisation des sources fossile pour la production d'électricité destinée à l'utilisation en voitures électriques affecte gravement le bilan carbone et dans certains cas les voitures électriques deviennent plus polluantes que la voiture classique ;

La figure suivante montre la relation entre la quantité réellement émise par une voiture électrique et la source d'électricité utilisée.

Donc, en dehors des pays qui ont choisi une énergie électrique décarbonée, nucléaire ou hydroélectrique, rouler « électrique » ne réduit pas de façon significative les rejets de CO₂. Cependant, cela permet de centraliser ces rejets en un seul point, hors des villes, permettant ainsi d'envisager le CSC (Captage et Stockage du Carbone).

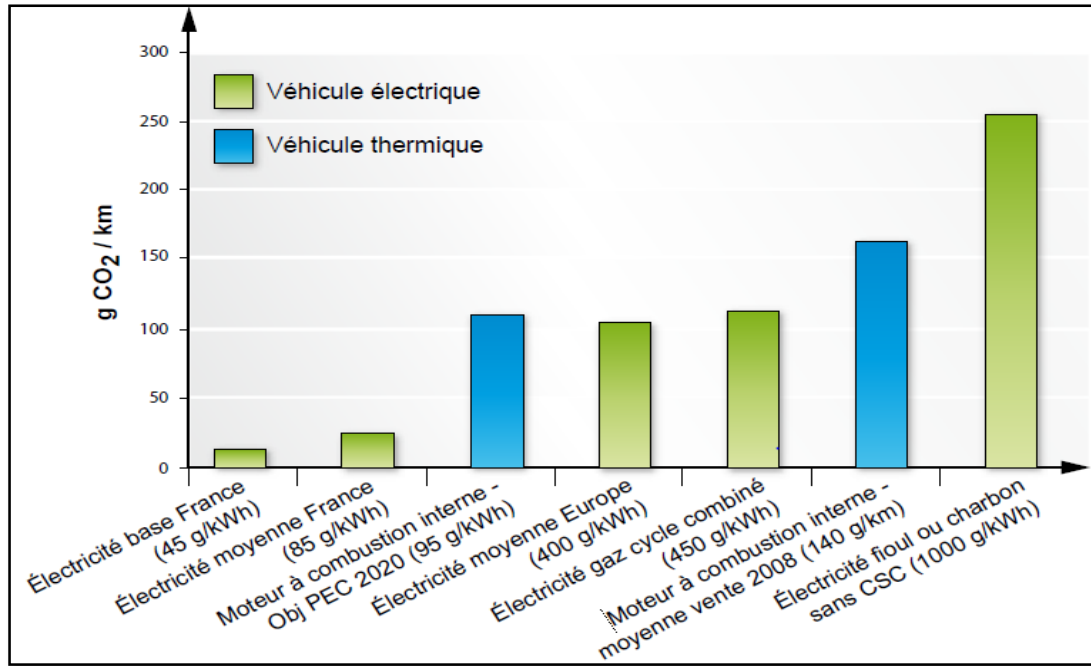


Figure V.14 : Émissions de CO₂, du puits à la roue, des véhicules électriques et thermiques
Source : [43]

Le coût d'une voiture électrique :

Le coût trop élevé des batteries performantes est actuellement un frein au développement des véhicules électriques à grande échelle.

Le surcoût à l'achat peut être partiellement compensé par les économies à l'usage du véhicule (maintenance ou carburant).

La figure suivante montre qu'à l'horizon 2020, grâce aux avancées techniques surtout dans le domaine de production des batteries, va sûrement influencer les coûts de possession des voitures électriques, on assistera à une diminution des prix des batteries et par conséquent le véhicule électrique deviendra compétitifs d'un point de vue économique.

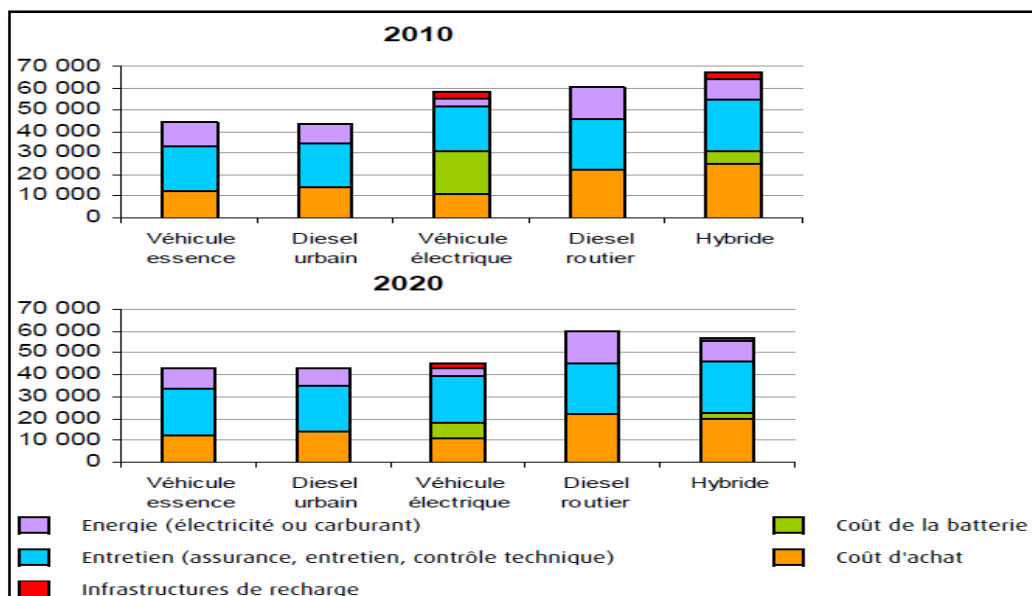


Figure V.15 : Coût de possession du véhicule intégrant le coût des infrastructures

Source : [44]

Application en Algérie :

Le coût encore élevé de la voiture électrique et sa faible autonomie font qu'elle n'est pas encore attractive. En effet pour introduire ce type de véhicules à grande échelle, de lourdes subventions doivent être mises en place, ce qui dans le cas actuel s'avère difficile. Cependant, le coût de la voiture électrique est amené à diminuer avec les avancées technologiques dans ce domaine.

Parmi les avancées technologiques les plus récentes dans ce domaine, on note la batterie « PowerWall » de Tesla Motors. En effet, cette batterie peut révolutionner le monde des voitures électriques. Bien qu'elle est construite pour des usages domestiques, mais la technologie est là et peut être exploitée. Ajouter à cela, le prix inattendu de cette batterie, avant la présentation du produit les prévisions espéraient une fourchette allant de 6000 à 8000 \$, mais le prix annoncé par le constructeur était surprenant, PowerWall sera vendu à environ 3000 \$. Cette innovation peut contribuer à éliminer l'un des soucis majeurs de la voiture électrique à savoir son coût de la batterie ;

L'Algérie doit suivre de près l'évolution du marché mondial des voitures électriques et envisager son introduction lorsque la technologie sera plus mature.

V.7. Production de diesel à partir d'huiles usagées :

Le diesel peut aussi être produit à partir d'huiles de frites usagées et à partir d'huiles moteur et industrielles usagées. La mise en place de cette voie de production de diesel présente les avantages de ne pas être en concurrence avec la production alimentaire et d'éviter la pollution induite par les huiles usées. Cette partie a été développée dans le master.

Chapitre VI : vérité des prix

VI.1. Introduction :

Les subventions à l'énergie ont des conséquences économiques très variées. Leur but est de protéger les consommateurs, mais elles exacerbent les déséquilibres budgétaires, évincent les dépenses publiques prioritaires et dépriment les investissements privés, notamment dans le secteur de l'énergie. Les subventions sont aussi à l'origine d'une distorsion de l'affectation des ressources, car elles encouragent une consommation excessive d'énergie, favorisent artificiellement les industries à forte intensité de capital, réduisent les incitations à l'investissement dans les énergies renouvelables et accélèrent l'épuisement des ressources naturelles. La plupart des avantages des subventions reviennent aux ménages dont le revenu est plus élevé, ce qui exacerbe les inégalités. Même les générations futures sont touchées, car elles subissent les effets négatifs de l'accroissement de la consommation énergétique sur le réchauffement de la planète.

La **vérité des prix** est l'opération qui consiste à facturer un service au prorata des ressources qu'il mobilise, lorsque c'est possible.

VI.2. Généralités sur les subventions des carburants :

Dans les pays producteurs de pétrole, les subventions servent aussi à partager le patrimoine des ressources naturelles parmi la population.

Les subventions sont souvent utilisées comme un outil de partage de la richesse pétrolière avec les habitants; cependant, eu égard à la part élevée des avantages qui revient aux groupes à revenu supérieur et aux inefficacités que créent les subventions dans l'affectation des ressources, les subventions à l'énergie sont un instrument de politique beaucoup moins efficace pour distribuer la richesse que les autres programmes de dépenses publiques.

Les subventions à l'énergie détournent les ressources publiques des dépenses qui sont plus favorables aux pauvres comme la montre la figure ci-dessous. Il serait possible d'améliorer l'équité en réaffectant les dépenses vers les programmes mieux ciblés sur la santé, l'éducation et la protection sociale. À plus long terme, l'élimination des subventions, accompagnée d'un filet de sécurité sociale bien conçu et d'une augmentation des dépenses favorables aux pauvres, pourrait donner lieu à de grandes améliorations du bien-être des groupes à faible revenu.

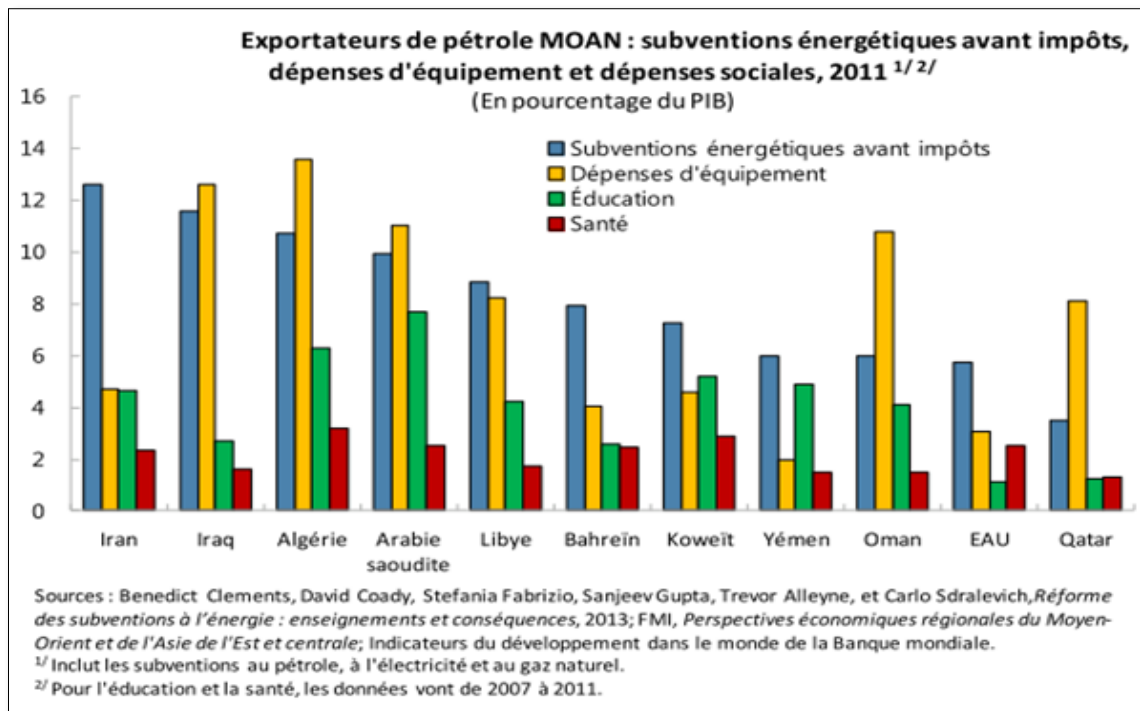


Figure VI.1 : Exportateurs de pétrole MOAN : subventions avant impôts, dépenses d'équipement et dépenses sociales, 2011

Source : Fond monétaire international

VI.2.1. Les réformes de subventions dans les autres pays de la région MENA :

Les pressions budgétaires ont conduit à une vague de réformes, principalement dans les pays importateurs de pétrole. Depuis 2011, l'Égypte, la Jordanie, la Mauritanie, Maroc, le Soudan, la Tunisie et le Yémen ont accompli le plus de progrès dans la réforme des subventions. Les réformes ont mis l'accent sur l'augmentation des prix des carburants et des tarifs de l'électricité, moins sur les subventions alimentaires, du fait de leur coût budgétaire relativement faible et de leur forte sensibilité sur le plan social.

Les pays exportateurs de pétrole ont accompli des progrès également, même s'ils ont été plus limités. En 2010, l'Iran a engagé une vaste réforme des subventions, qui se poursuit. La même année, l'Arabie Saoudite a relevé le prix moyen de l'électricité pour les usagers autres que les ménages. Plus récemment, le Bahreïn, Dubaï et le Qatar ont commencé à relever les prix des carburants et de l'électricité afin d'alléger la charge budgétaire et de s'attaquer aux distorsions économiques, tandis que le Koweït envisage d'éliminer les subventions au diesel.

VI.2.2. Obstacles à la réforme :

L'expérience récente montre aussi que les réformes doivent encore surmonter de nombreux obstacles. Le rôle particulier joué par les subventions constitue un obstacle important, mais il y en a d'autres. Bien qu'elle bénéficie à la croissance à long terme, l'élimination des subventions aura des effets inflationnistes à court terme et pèsera sur la compétitivité des secteurs qui

dépendent de produits et services subventionnés. Dans la plupart des pays exportateurs de pétrole, la simple taille des programmes de subventions les rend particulièrement difficiles à réformer. La stabilité politique joue un rôle important aussi, car beaucoup de pays considèrent que la réforme des subventions est une source potentielle de troubles.

VI.2.3. Éléments d'une réforme réussie des subventions :

L'expérience des pays suggère que la réforme des subventions fait intervenir six éléments majeurs, à savoir :

- (i) un plan exhaustif de la réforme du secteur de l'énergie avec des objectifs à long terme clairs, une analyse de l'impact des réformes et une consultation des parties prenantes (notamment la société civile dans son ensemble);
- (ii) une grande stratégie de communication, appuyée par une amélioration de la transparence, notamment moyennant la diffusion d'informations sur l'ampleur des subventions et la comptabilisation des subventions dans le budget ;
- (iii) des augmentations de prix correctement échelonnées, dont la séquence peut être différente selon le produit énergétique ;
- (iv) l'amélioration de l'efficacité des entreprises d'État pour réduire les subventions aux producteurs ;
- (v) la mise en place ou le développement de dispositifs efficaces de protection sociale pour atténuer les effets de la réforme des subventions sur les populations vulnérables
- (vi) des réformes institutionnelles qui dépolitisent la fixation des prix énergétiques, par exemple en introduisant des mécanismes automatiques de détermination des prix.

Pour préparer le terrain aux réformes, il faut en particulier, améliorer la transparence en ce qui concerne les coûts et les bénéficiaires des subventions, et rassembler des données sur la consommation des ménages et la pauvreté qui aideront à mettre en place ou à améliorer les dispositifs de protection sociale.

Les réformes effectuées par le passé indiquent que la préparation, la mise en place d'un consensus et l'application de réformes bien conçues prennent plusieurs années. L'Algérie doit donc commencer à agir dès aujourd'hui pour se donner la chance d'engager une réforme durable.

VI.2.4. Cas de l'Algérie :

L'Algérie figure parmi les pays dans lesquels l'essence et le gasoil sont les moins chers au monde. Selon les statistiques (Global Petrol Prices) pour le mois de mai 2015, l'essence vendue 0,22 \$/litre place l'Algérie au 5^{ème} rang dans le monde derrière le Venezuela (0,02 \$/litre), la Libye (0,14 \$/l), l'Arabie saoudite (0,15 \$/l) et le Koweït (0,22 \$/). Pour le gasoil, l'Algérie est à la 4^{ème} position (litre 0,14 \$/l) derrière le Venezuela (0,01 \$/litre), l'Arabie saoudite (0,07 \$/l) et la Libye (0,10 \$/l). Ces prix sont fortement subventionnés et ne reflètent pas le coût réel.

Les statistiques officielles du ministère des Finances ont divulgué, fin 2013, le montant de ces subventions indirectes pour l'année 2012 : 775 milliards de dinars pour le carburant.

Une autre source d'information : selon l'Agence Internationale de l'Énergie (AIE), les subventions en produits raffinés en Algérie sont passées de 10,7 milliards de dollars en 2011 à 14,4 milliards de dollars en 2013, marquant ainsi une croissance de 35 %.

VI.2.5. Conséquences :

a- Hémorragie aux frontières :

Wilaya	Part dans le parc automobile national	Part dans la consommation nationale de carburant	Rapport consommation / parc
Blida	5,7 %	4,7 %	0,82
Tizi Ouzou	3,4 %	3,3 %	0,97
Bejaia	3,4 %	3,2 %	0,94
Tlemcen	2,6 %	5,0 %	1,92
Tébessa	1,1 %	2,1 %	1,91
Ouargla	1,47 %	5,9 %	4,01
Tamanrasset	0,37 %	1,6 %	4,32
Adrar	0,49 %	1,2 %	2,45

Tableau VI.1 : Comparaison entre la consommation de certaines wilayas

Une simple analyse de tableau précédent montre une irrégularité entre la part du parc automobile et la part de la consommation pour certaines wilayas. Ce sont des wilayas qui se situent aux frontières du pays. Ceci peut être expliqué par la différence entre les prix de carburant en Algérie et ceux des pays voisins (Maroc, Tunisie, Mali et Niger) ce qui a conduit à la formation des réseaux de contrebandiers aux frontières. En effet, au Maroc le prix de l'essence est de 0,91 \$/litre et en Tunisie 0,67 \$/l contre 0,22 en Algérie (4 et 3 fois plus cher) et le gasoil est à 0,8 \$/l et 0,49 \$/l en Tunisie contre 0,14 \$/l en Algérie (6 et 4 fois plus cher). **D'après la banque mondiale, 25 % du carburant consommé en Tunisie provient de L'Algérie par fuite aux frontières.**

La cause principale de cette situation c'est les subventions. Si les prix intérieurs sont nettement inférieurs à ceux des pays voisins, il existe de fortes incitations à la contrebande des produits vers les destinations où les prix sont plus élevés. Le commerce illégal accroît le coût budgétaire pour le pays qui subventionne, tout en limitant la capacité du pays qui reçoit les articles de contrebande à taxer la consommation intérieure d'énergie.

Face à cette situation, **l'Algérie devra prendre les mesures nécessaires pour éliminer ce phénomène.**

b- Obstacle pour le développement économique :

Les subventions, en particulier aux produits énergétiques, ont un coût économique en faussant les prix relatifs, ce qui favorise la surconsommation et la mauvaise affectation des ressources. Cela réduit les ressources exportables et limite donc l'accumulation de richesse pour les pays exportateurs d'énergie. En outre, **la surconsommation a des effets négatifs sur le trafic routier**, la santé et l'environnement, et conduit à une spécialisation inefficace de la production intérieure, souvent dans des secteurs à moindre intensité de main-d'œuvre et à forte intensité d'énergie.

Les subventions découragent aussi l'investissement dans le secteur de l'énergie, et encouragent la contrebande et le marché noir, ce qui peut entraîner des pénuries des produits subventionnés.

Enfin, les subventions nuisent à la croissance. Bien qu'elles puissent être utilisées pour soutenir à court terme le secteur productif, les subventions pèsent à long terme sur le potentiel de croissance, en faussant les prix, en réduisant l'investissement dans les secteurs à forte intensité de main-d'œuvre et économes en énergie, en évinçant les dépenses productives consacrées au capital humain et physique, et en accroissant les inégalités du fait de l'inefficacité de l'aide apportée aux pauvres.

c- Le gaspillage :

Le résultat naturel de cette politique de subvention est le gaspillage. L'Algérie offre des produits énergétiques avec des prix très bas et qui ne reflètent pas leurs coûts réels. Ceci encourage les Algériens à ne pas contrôler leur consommation tant que cette dernière ne représente qu'une très petite partie de leurs dépenses.

Les subventions sont souvent inefficaces et ne profitent pas aux pauvres. Les subventions généralisées aux prix, ne sont ni bien ciblées ni rentables en tant qu'outil de protection sociale. Elles profitent peut-être aux pauvres dans une certaine mesure, mais les riches en sont les principaux bénéficiaires, car ils consomment davantage de biens subventionnés, en particulier les produits énergétiques.

VI.3.Eau :

La tarification de l'eau est fixée par l'État. Un décret (le décret 05-13 du 9 janvier 2005) détermine les règles de tarification des services publics d'alimentation en eau potable et d'assainissement ainsi que les tarifs y afférents.

VI.3.1. Les tarifs de l'eau potable :

Les tarifs de l'eau potable font l'objet de barèmes spécifiques à chaque zone tarifaire territoriale. Ils sont calculés sur la base du coût du service public d'alimentation en eau potable et de sa répartition entre les différentes catégories d'utilisateurs et tranches de consommation d'eau. Les catégories d'utilisateurs comprennent :- les ménages (catégorie I) ;- les administrations, les artisans et les services du secteur tertiaire (catégorie II) ;- les unités industrielles et touristiques (catégorie III).

Zone tarifaire territoriale	Tarif de base en DA
Alger, Oran, Constantine	6.30
Chlef	6.10
Ouargla	5.80

Tableau VI.2 : tarif de base de m³ d'eau la zone tarifaire territoriale

Source : ADE

Le barème de tarifs applicables aux différentes catégories d'usagers et tranches de consommation trimestrielle, est déterminé en multipliant le tarif de base par les coefficients tarifaire figurant au tableau ci-dessus (Article 11)

Catégories d'usagers	Tranches de consommation	Coefficients multiplicateurs	Tarifs applicables (unité: tarif de base DA/m ³)
Catégorie I:			
1ère tranche	jusqu'à 25 m ³ /trim	1.0	1.0 unité
2ème tranche	de 26 à 55 m ³ /trim	3.25	3.25 unités
3ème tranche	de 56 à 82 m ³ /trim	5.5	5.5 unités
4ème tranche	supérieur à 82 m ³ /trim	6.5	6.5 unités
Catégorie II			
Les administrations	Uniforme	5.5	5.5 unités
Les artisans et les services du secteur tertiaire	Uniforme	5.5	5.5 unités
Catégorie III			
les unités industrielles et touristiques	uniforme	6.5	6.5

Tableau VI.3 : barème de tarifs applicables aux différentes catégories d'usagers

Source : ADE

Les prix de l'eau en Algérie ont toujours été fortement subventionnés par les pouvoirs publics.

Selon une évaluation faite dans le rapport « indicateur de développement durable en Algérie », le coût réel de l'eau varie, en fonction du taux d'actualisation retenu (6 ou 8 %), entre 1 à 1,25 dollars/m³, soit entre 72 et 90 DA par mètre cube. Si on tient compte de la dotation et des rendements actuels ainsi que des investissements destinés au dessalement (plus de 80 milliards de dinars mobilisés), le coût réel du m³ serait d'environ 1,80 dollar, soit 130 DA/m³

Sur la base de ce prix réel estimé à 130 DA/m³ et des tarifs appliqués par l’ADE (calculés pour l’exercice 2009, les niveaux des subventions par m³ dont bénéficient les différentes catégories d’usagers de l’ADE sont présentés dans le tableau ci-dessous :

Catégorie		tarif HT sans RFA (DA/m ³)	Pourcentage de la subvention/m ³ par rapport au tarif sans RFA	tarif HT y compris la RFA (DA/m ³)	Pourcentage de la subvention/m ³ par rapport au tarif avec RFA
Catégorie I	Tr.1	6,2	95,23%	20,33	84,36%
	Tr.2	20,13	84,5%		
	Tr.3	33,95	74%		
	Tr.4	39,95	69,6%		
moyenne pour la catégorie I		12,67	90,25%		
Catégorie II		33,84	74%	53,13	73%
Catégorie III		34,11	73,7%	45,07	65,33
Catégorie IV		40,46	68,87%	45,37	65%
Moyenne pour les ventes au détail		18,3	86%	24,83	81%
Catégorie «autre»		11,9	90,8%	12	90,76%
Moyenne générale		17,6	86%	23,4	82%

Tableau VI.4 : Niveaux des subventions par rapport aux tarifs appliqués sur la base d’un coût réel de l’eau de 130 DA/m³

Source : [45]

Les données du tableau montrent que les niveaux de la subvention par m³ desservi pour la population gérée par l’ADE pour l’année 2009 sont très élevés, et touchent surtout toutes les catégories d’usagers et tranches de consommation. Si nous tenons compte uniquement des tarifs appliqués pour la vente d’eau, c’est-à-dire hors redevance fixe d’abonnement, le pourcentage de la subvention est de l’ordre de 86 % par m³ pour l’ensemble de la population gérée par l’ADE. Pour les abonnés domestiques, le taux de la subvention s’élève à 90,25 % et concerne toutes les tranches de consommation et non pas seulement la tranche dite « tranche sociale » et dont le taux de la subvention par m³ est de 95,23 %. En effet, les tranches 3 et 4 représentant les consommations domestiques élevées bénéficient respectivement de subventions égales à 74 % et 69,6 % par m³ fourni au détail. **Ce système favorise de ce fait les gros consommateurs qui ont les moyens de supporter des tarifs beaucoup plus élevés, mais qui profitent de la subvention publique** qui normalement devrait être destinée aux seuls faibles revenus afin de leur permettre d’accéder à ce produit vital. Les autres catégories sont également fortement subventionnées. Ainsi, la subvention est de 74 % pour la catégorie II et III et près de 69 % pour

la catégorie IV. Enfin, la catégorie « autre » correspondant à la population non branchée aux réseaux ADE et qui fait l'objet, rappelons-le, de tarifs spéciaux, bénéficie de la subvention la plus élevée avec 90,8 % par m³.

VI.3.2. Comparaison des tarifs avec les autres pays de Maghreb :

Mode de facturation	Consommation mensuelle en m ³	Tranche		Tarif en DH HT TVA en sus de 7%
Facturation progressive	≤ 12 m ³	Tranche 1	≤ 6 m ³	2,99
		Tranche 2	6 < m ³ ≤ 12	6,00
Facturation sélective	> 12 m ³	Tranche 3	1 < m ³ ≤ 20	6,00
		Tranche 4	1 < m ³ ≤ 35	11,24
		Tranche 5	> 35 m ³	16,48
Redevance fixe				8,00

Tableau VI.5 : Tarif de l'eau au Maroc
ONE, Office National de l'Electricité et de l'Eau potable

Consommation (m ³)	Tarif en dinars tunisien / m ³	Tarif en dinars Algérien
< 20 m ³	0,145 à 0,155	7,25 à 7,75
21 40	0,250 à 0,270	12,5 à 13,5
41 70	0,340 à 0,365	17 à 18,25
71 100	0,620 à 0,665	31 à 33,25
101 150	0,760 à 0,815	38 à 40,75
151	1,060 à 1,135	53 à 56,75
< 500	1,110 0 1,190	55,5 à 59,5
Secteur touristique (prix fixe)	1,190	59

Tableau VI.6 : Tarif de l'eau en Tunisie
Source : SONEDE

On remarque que les prix du mètre cube d'eau chez nos voisins sont largement supérieurs (surtout au Maroc). La politique de subvention des tarifs de l'eau en Algérie doit être révisée et les prix doivent impérativement augmenter.

VI.4. Electricité :

La production d'électricité en Algérie était d'environ 59 TWh en 2013. Les tarifs du kWh sont détaillés dans le tableau suivant :

Les 125 premiers kWh	1,779 DA/kWh (soit 0,017 euro)
Le kWh au-delà	4,179 DA/kWh (soit 0,038 euro)

Tableau VI.7 : Tarification de base du kWh en Algérie
Source : CREG

L'électricité à l'image des autres produits énergétiques est très fortement subventionnée, les tarifs affichés ne reflètent pas le coût réel de kWh.

Selon le P-DG de SONELEGAZ, M. Nordine Bouterfa, l'augmentation des tarifs de l'électricité est une mesure impérative pour la concrétisation du programme d'investissement. Il revendique

encore une fois une hausse des prix, devenue, selon lui, une condition nécessaire, pour satisfaire une demande nationale de plus en plus importante. Une telle décision peut être prise graduellement en commençant, dans une première étape, par les gros consommateurs, c'est-à-dire la clientèle, haute tension, dont les tarifs pratiqués sont subventionnés par l'État à hauteur de 80 centimes. Cette catégorie de clients représente, 20% du marché national. Il est difficile pour l'entreprise de vendre moins cher que le coût de production et de transport de l'électricité. Le problème de subvention de l'électricité cause à Sonelgaz un déficit de financement de 80 milliards de dinars, comblé par des emprunts.

Comparaison avec les autres pays du Maghreb :

Tranche de consommation mensuelle	Prix du kWh en dirhams	En dinars algérien
0 à 100 kWh	0,9010	9,01
101 à 200 kWh	0,9689	9,68
201 à 500 kWh	1,0541	10,5
> à 500 kWh	1,4407	14,4

Tableau VI.8 : Grille tarifaire de l'ONE en janvier 2014, Maroc
Source : ONE, Office National de l'Electricité et de l'Eau potable

Tarifs		Prix de kWh (en dinars tunisien)	Prix de kWh (en dinars algérien)
Compteur 1et 2 kVA	1à 50 kWh/ mois	0,075	3475
	>51 kWh/ mois	0,135	6,75
Compteur > 2 kVA	1à 300 kWh/ mois	0,135	6,75
	>301 kWh/ mois	0,230	11,5

Tableau VI.9 : Tarifs de kWh 01/03/2013 pour les clients résidentiels, Tunisie
Source : STEG, Société Tunisienne de l'Electricité et du Gaz

Les prix du kWh au Maroc et en Tunisie sont largement supérieurs aux prix algériens, ceci montre que les subventions appliquées en Algérie nécessitent une révision immédiate.

En Europe, les prix varient selon le pays, il passe de 0,08 euro/kWh en Macédoine (le prix moins cher d'Europe) (8 DA) à 0,3 euro/kWh au Danemark (prix le plus cher) (30 DA).

VI.5. Les embouteillages :

D'après une étude européenne, la perte des carburants dans les embouteillages est estimée à 0,5 litre/heure. Pour la wilaya d'Alger, quotidiennement il y aurait 200.000 véhicules coincés dans les embouteillages pendant au moins 1 heure. A raison de 0,5 litre/heure, soit une perte annuelle pour Alger de 25.000 tonnes de carburant qui couterait à l'Algérie 660 millions de DA aux conditions algériennes

Nous pouvons généraliser ce calcul sur les grandes villes algériennes, en faisons l'hypothèse qu'un tiers (1/3) des véhicules de ces wilayas sont coincé dans les embouteillages pendant 2 heures par jour. Le tableau suivant résume les calculs :

Wilaya	Nombre de véhicules	Nombre de véhicules coincé dans les embouteillages	Les partes des carburants (litres/jour)	Les partes des carburants (litres/an)
Alger	1 326 657	442219	442219	123 821 320
Blida	290 791	96930	96930	27 140 493
Bejaia	173 447	57816	57816	16 188 387
Tizi Ouzou	175 014	58338	58338	16 334 640
Sétif	117 047	39016	39016	10 924 387
Constantine	187 366	62455	62455	17 487 493
Oran	271 472	90491	90491	25 337 387
Annaba	160 913	53638	53638	15 018 547
Tlemcen	132 506	44169	44169	12 367 227
Total				264 619 880

Tableau VI.10 : Cout des embouteillages dans quelques wilayas algériennes

Les calculs montrent qu'environ 212 000 tonnes de carburant sont perdues annuellement sur nos routes. Ce carburant perdu est un gisement d'économie d'énergie dont l'Algérie devra l'exploiter.

VI.6. Les solutions :

VI.6.1. Révision des prix :

La révision des prix permettra de :

- Réduire les inégalités
- Allouer plus de ressources à l'éducation, la santé et la protection sociale.
- Rééquilibrer le budget de l'état
- Mettre fin à la contrebande de carburant.
- Réduire la consommation de gasoil au profil du GPL, de l'essence et du GNC et par conséquent la pollution.
- Réduire les gaspillages et la surconsommation de carburant.

Ainsi les subventions pourront être plus efficaces, en les ciblant directement au plus défavorisé. Des cartes à puce de subvention seront accordées dont le montant sera en fonction des revenus du détenteur du véhicule et des caractéristiques techniques du véhicule : plus le véhicule est économe en énergie plus les subventions seront élevées et plus le prix du véhicule est bas plus les subventions seront élevées.

Il faudra aussi imposer des taxes importantes sur les véhicules diesel pour réduire drastiquement leur évolution, et sur les véhicules énergivores pour réduire la consommation de carburant.

VI.6.2. Carte à puce pour les carburants :

Pour résoudre le problème des subventions des carburants, nous pouvons introduire une carte à puce pour les carburants.

Cette carte permettra de favoriser les consommateurs pour lesquels les subventions sont destinées en réalité. Elle consiste à assurer à chaque propriétaire de véhicule une quantité

annuelle de carburant à un prix subventionné. Les consommateurs qui dépasseront cette quantité devront se ravitailler au prix réel.

Fonctionnement :

C'est une carte qui contient une puce électronique. Elle contiendra l'information de la quantité de carburant qui détient l'utilisateur. Une quantité initiale sera saisie dans la puce et à chaque fois que l'utilisateur se ravitaille en carburant la quantité demandée sera soustraite de la quantité initiale.

Selon nous calcul, la quantité annuelle moyenne de carburant nécessaire pour un consommateur de classe moyenne est d'environ 1200 litres. Donc on propose de fixer une quantité de 1200 litres dans la carte. Pour protéger les consommateurs dont l'activité est en relation directe avec l'utilisation d'un moyen de transport (taxieurs, transporteur de marchandise), une quantité plus élevée sera permise à cette catégorie, elle sera de 6000 litres/an.

Le consommateur payera la quantité autorisée au prix subventionné et une fois la quantité qui lui est garantie est consommée, il doit payer le carburant au prix réel.

Les prix évolueront de la manière suivante :

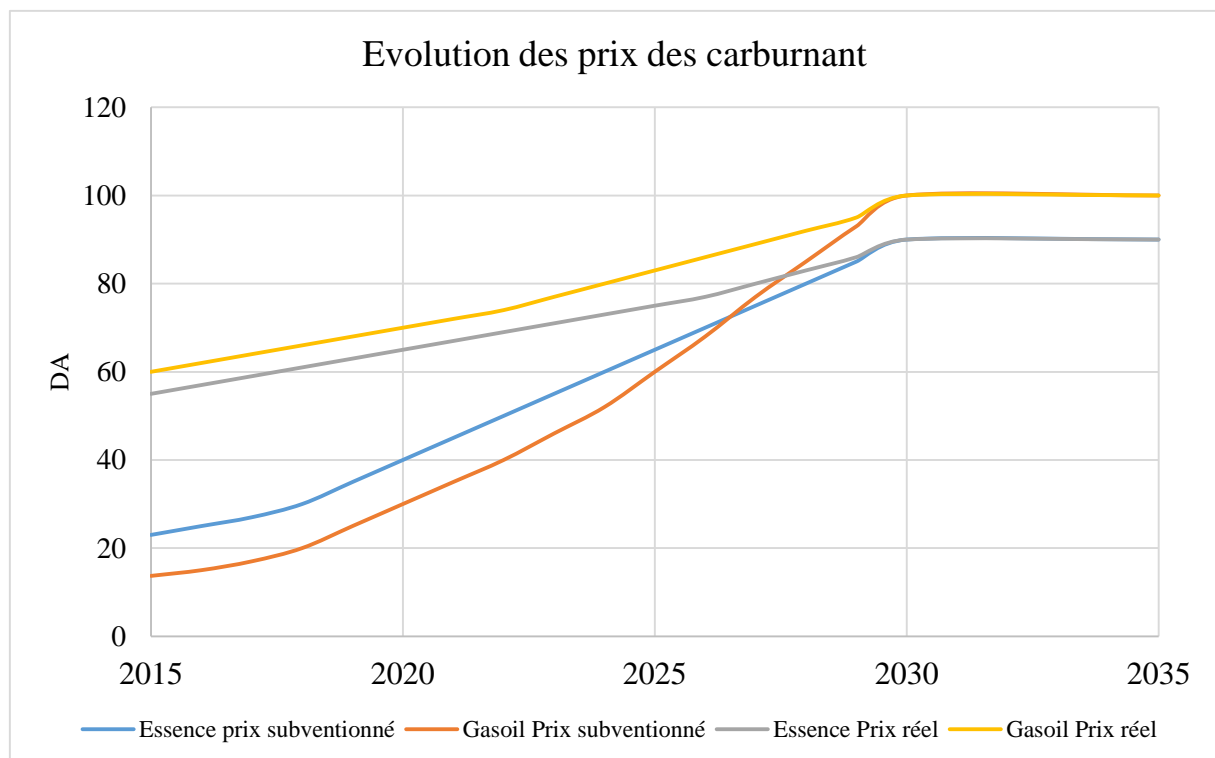


Figure VI.2 : Prix de vente des carburants

Mise en œuvre :

Nous proposons différentes manières de recharger la carte :

- Le consommateur peut payer la quantité qui lui permise (1200 litres ou 6000 litres selon la catégorie) sur une tranche au début de l'abonnement et une remise de 10% sera donnée.

- La deuxième méthode de paiement sera en plusieurs tranches (4 au maximum)

Ou bien pour éviter toute complication de la mise en œuvre des méthodes de paiement décrites au-dessus on peut penser à mettre un autre système :

-toute personne ayant un véhicule aura droit à la carte sur laquelle une quantité sera saisie et n'aura pas à payer la quantité avant son utilisation. Après à chaque ravitaillement en carburant la quantité utilisée sera soustraite de la quantité initiale et le consommateur payera le carburant cache à la station au prix subventionné. Après l'épuisement de la quantité permise, il sera amené à payer le carburant à son payé réel.

Un système informatique sera développé afin d'assurer la mise en œuvre de la carte à puce. Des entreprises dans le domaine peuvent à être consulter pour mettre un système fiable

Avantage :

- Protéger des classes moyennes
- Rationaliser de la consommation et combattre la surconsommation
- Éliminer le trafic des carburants aux frontières

VI.6.3. Modulation de la vignette :

DESIGNATION DES VEHICULES	MONTANT DE LA VIGNETTE EN DA			
	Véhicules de moins de 3 ans d'âge	Véhicules compris entre 3 ans et 6 ans d'âge	Véhicules compris entre 6 ans et 10 ans d'âge	Véhicules de plus de 10 ans d'âge
Véhicules de tourisme et véhicules aménagés en utilitaires d'une puissance de : Catégorie 1 : (Chiffre précédant l'année de mise en circulation)	Véhicules mis en circulation à Compter de 2013	Véhicules mis en circulation à compter de 2009 et antérieurement à 2013	Véhicules mis en circulation à compter de 2005 et antérieurement à 2009	Véhicules mis en circulation en 2004 et antérieurement
- Jusqu'à 6 CV	1.500 DA	1.000 DA	700 DA	300 DA
- De 7 CV à 9 CV	3.000 DA	2.000 DA	1.500 DA	1.000 DA
- De 10 CV et plus	8.000 DA	4.000 DA	3.000 DA	2.000 DA
Véhicules utilitaires et d'exploitation - Catégorie 2-3 et 5.		Véhicules de moins de (5) ans d'âge (véhicules mis en circulation à compter de 2011)		Véhicules de (5) ans d'âge et plus (Véhicules mis en circulation en 2010 et antérieurement)
-Jusqu'à 2,5 tonnes à l'exception des véhicules touristiques aménagés en véhicules utilitaires (Poids Total en Charge).		5.000 DA		2.000 DA
-Plus de 2,5 tonnes et jusqu'à 5,5 tonnes (Poids Total en Charge).		10.000 DA		4.000 DA
-Plus de 5,5 tonnes (Poids Total en Charge).		15.000 DA		7.000 DA
Véhicules de transport en commun de voyageurs - Catégorie 4				
1- Véhicules aménagés pour le transport de personnes de :				
1- moins de 9 sièges.....		4.000 DA		2.000 DA
2- Minibus de 9 à 27 sièges.....		6.000 DA		3.000 DA
3- Minibus de 28 à 61 sièges.....		10.000 DA		5.000 DA
4- Autobus de plus de 61 sièges		15.000 DA		7.000 DA
Véhicules dont l'année de mise en circulation est inconnue « Code 122 »				
- Véhicules utilitaires : 2000 DA				

Tableau VI.11 : Vignette sur les véhicules automobiles année 2015 : tarif applicable

Source : DGI (direction général des impôts)

Les tarifs des vignettes sur les véhicules touristiques varient de 300 DA à 8000 DA. Cette tarification ne tient pas compte ni du prix du véhicule, ni de sa consommation, ni du carburant utilisé (essence ou gasoil).

La vignette doit être établie suivant les critères suivants :

- L'énergie utilisée par le véhicule : pour freiner la croissance de la consommation de gasoil, la vignette des véhicules diesel doit être beaucoup plus chère que celle des véhicules essence. Pour encourager l'achat et la conversion de véhicules GPLc, la vignette des véhicules GPLc doit être gratuite.
- La consommation de carburant du véhicule : pour encourager l'achat de véhicule économe en énergie, la vignette doit être plus chère pour les véhicules énergivores.
- Le prix du véhicule : pour diminuer la facture des importations, la vignette doit être proportionnelle au prix d'achat du véhicule.

La taxe sur les véhicules neufs doit tenir compte des mêmes critères.

VI.6.4. Politiques des transports :

Avec le développement des transports en commun les bus, les métros ou encore les tramways, avec l'encouragement de leur utilisation ainsi que l'incitation au covoiturage, avec la construction de parkings, l'Algérie économiserait de grandes quantités d'hydrocarbures.

L'aménagement des routes est aussi une solution qui peut contribuer à diminuer le cout des embouteillages.

Conclusion Générale

Cette étude non exhaustive montre les gains potentiels de carburant si une politique résolue était mise en œuvre.

Au moins 25 % de la consommation actuelle est gaspillée : véhicules énergivores, embouteillages, transport inadapté. Sans compter les hémorragies aux frontières qui font qu'une wilaya comme Tlemcen consomme le double de ce qu'elle devrait consommer. La situation actuelle n'est pas une fatalité, l'Algérie a de nombreuses potentialités. Il est possible de consommer mieux en consommant moins.

L'Application de normes de consommation de carburant pour les véhicules peut permettre des économies importantes en carburant.

Parmi les carburants alternatifs étudiés, le GPLc se positionne comme le carburant le plus prometteur et le plus simple à mettre en place. Cependant l'augmentation du prix de l'essence et du gasoil est la condition sine qua non pour généraliser ce carburant, qui est disponible en Algérie et qui est beaucoup moins polluant que le gasoil et l'essence.

Un autre carburant qui peut se substituer, notamment au gasoil, est le GNC. En effet le fait de l'inexistence actuelle de stations de ravitaillements de GNC, rend l'utilisation de ce carburant difficile pour les voitures particulières à court et moyen terme, par contre l'utilisation du GNC pour les flottes captives (d'autobus, d'autocars, de bennes à ordures ...) est toute à fait possible.

Les biocarburants de 2^e et 3^e générations, par leur caractère renouvelable et durable, se positionnent clairement pour faire partie des carburants de l'après-pétrole. L'Algérie doit se lancer dans ce secteur pour acquérir l'expérience nécessaire pour maîtriser cette industrie. La production de biodiesel au lieu de bioéthanol doit être privilégiée pour diminuer la consommation importante de gasoil.

La réussite de cette stratégie qui consacre dans les faits une transition énergétique vers le développement durable ne peut se faire qu'avec l'adhésion des citoyens et citoyennes. Une pédagogie assidue à travers les médias peut contribuer à cette prise de conscience qui permettra un avenir acceptable pour les générations futures.

Les références:

- [1] BP Statistical Review of World Energy, June 2014.
- [2] AIE, key world energy statistics, 2014.
- [3] : S.M. Baghdadli, février 2015, du pétrole aux énergies renouvelables vers un nouveau paradigme technico-économique, 2^e colloque de club énergie, IAP.
- [4] Benjamin Dessus, Mars 2013, Que penser de l'affaire des gaz de schiste, Les cahiers de GLOBAL CHANCE - N° 33.
- [5] J.Maherou, S. Norest & L.Ferrer, 19/09/2014, Association santé environnement France.
- [6] Nafeez Mosaddeq Ahmed, mars 2013, Gaz de schiste, la grande escroquerie, Le Monde Diplomatique.
- [7] Jean-Michel Bezat, 28.11.2013, Gaz de schiste : la fête est finie, Le monde.
- [8] Marie-Caroline Lopez, 12/10/2012, Gaz de schiste : le modèle américain n'est pas transposable !, La tribune.
- [9] James Isola, Guy Turner, 21/02/2013, UK shale gas no "get out of jail free card", Bloomberg New Energy Finance.
- [10] Asjylyn Loder, 27/05/2014, Shakeout Threatens Shale Patch as Frackers Go for Broke, Bloomberg.
- [11] Louis Sahagun, 20/05/2014, U.S. officials cut estimate of recoverable Monterey Shale oil by 96%, Los Angeles Times.
- [12] J. David Hughs, octobre 2014, Drilling deeper: A reality check on US government forecasts for a lasting tight oil & shale gas boom, Post Carbon Institute.
- [13] The Renewable Energy Sector in North Africa, septembre 2012, ONU.
- [14] http://www.elwatan.com/hebdo/environnement/les-politiques-nous-vendent-du-vent-15-08-2014-268062_158.php.
- [15] <http://www.portail.cder.dz/article4446>.
- [16] Michel Freyssenet, 2014 la production automobile mondiale, des quatre continents et des principaux pays constructeurs, 1898-2014, CNRS
- [17] Marcel Robert, 04/02/2008, Quand l'automobile envahit le monde, Carfree.
- [18] Cabinet CORAM, 14/04/2014, L'analyse des marchés automobiles, Véhicules in use 2014.
- [19] Sylvain D'Huissel, 10/02/2009, La Chine, premier marché automobile mondial, Le Figaro.

Références

- [20] Jean-Claude Guibet et Emmanuelle Faure, 1997, Carburants et moteurs : technologies, énergie, environnement, *Ophrys*.
- [21] AIE, world energy outlook 2012.
- [22] Bilan énergétique nationale, 2013, ministère de l'énergie et des mines.
- [23] Jean-Louis MAGNET, Georges DESCOMBES, juil. 1998, Moteurs à gaz - État de l'art BM2590, techniques de l'ingénieur, Paris.
- [24] 19 ème journée de : Pour une stratégie dans le domaine des transports, Massinissa Hamouma, Selma Belbessaï, Dre Meziani Farida, Pr Chems Eddine Chitour.
- [25] Richard TILAGONE, Bertrand LECOINTE, 10 janv. 2015, Gaz naturel - Carburant pour véhicule BM2592, techniques de l'ingénieur, Paris.
- [26] Etienne POITRAT, 2009, Biocarburants be 8550, techniques de l'ingénieur, Paris.
- [27] Martin L. Price, LE MORINGA, Publié en 1985; Révision 2000, 2002 et 2007 par le personnel d'ECHO, page 15-17.
- [28] Amouri Mohammed, Mars 2012, Evaluation du potentiel des espèces végétales régionales pour la production du biodiesel, magister en énergies renouvelables, école nationale polytechnique, Alger, Page 54.
- [29] Dr Armelle de Saint Sauveur et Dr Mélanie Broin, 2010, Produire et transformer les feuilles de Moringa.
- [30] [www.passionsud.com/ plante magique n°1 Le Moringa Oléifère.](http://www.passionsud.com/plante_magique_n1_Le_Moringa_Oleifere)
- [31] Dr Wahidul K. Biswas, june 2008, Life Cycle Assessment of Biodiesel Production from *Moringa Oleifera* Oilseeds Centre of Excellence in Cleaner Production Curtin University of Technology.
- [32] [http://www.herbiguide.com.au/Descriptions/hg_Basta.htm.](http://www.herbiguide.com.au/Descriptions/hg_Basta.htm)
- [32] [http://www.ifa.ie/price_surveys/insecticide-price-survey-2014/#.VUoPpfDBFG0.](http://www.ifa.ie/price_surveys/insecticide-price-survey-2014/#.VUoPpfDBFG0)
- [32] [http://www.ade.dz/index.php/tarification.](http://www.ade.dz/index.php/tarification)
- [32] [www.Sonatrach.com/ tarification.](http://www.Sonatrach.com/tarification)
- [33] Alba DEPARTE, septembre 2010, étude prospective sur la seconde génération de biocarburants, Direction Générale du Trésor du Ministère de l'Économie, de l'Industrie et de l'Emploi (France).
- [34] Rapport annuel Sonatrach 2013.
- [35] Élian BARON et Philippe PESCAROU, 10/07/2012, Transmissions dans l'automobile - Influence sur la consommation du véhicule bm2583, Techniques de l'Ingénieur, Paris.
- [36] Conduite économique : le style de conduite, SenterNovem, , Utrecht.

Références

- [37] Georges MULLER, 10/02/2012, Tramways- alimentation, conception, performance et design c442 technique de l'ingénieur, Paris.
- [38] Le cout des projets de transports en commun et des aménagements de voirie, DREAL, 2006.
- [39] Comparatif des coûts entre des autobus, des trolleybus et des tramways. Données EDF.
- [40] Transport urbains et régionaux de personnes , sur le site dumas.ccsd.cnrs.fr Marion Rivoire.
- [41] Les différents modes de transport, EUR-EXPORT.
- [42] <http://www.manicore.com/documentation/trains.html>.
- [43] Michel Wastraele, 2011, Véhicules électriques et hybrides, ANFA.
- [44] Françoise Maurel, Mai 2011 n°41, Les véhicules électriques en perspective Analyse coûts-avantages et demande potentielle Commissariat général au développement durable, Paris.
- [45]N. Contribution à l'analyse de la régulation et de la durabilité de la ressource en eau en Algérie à travers une étude de la tarification de la consommation d'eau à usage industriel et touristique.

Activités du Laboratoire de Valorisation des Energies Fossiles dirigé par le Professeur Chems Eddine CHITOUR, dans le domaine de l'énergie :

-Le futur d'un monde sans pétrole : les opportunités pour l'Algérie : acte de la 15 ème journée de l'énergie sous la direction de Pr C-E. CHITOUR

-Conférence de Pr CHITOUR à la 19 ème journée : comment je vois la transition énergétique vers le Développement Durable

-C.E.CHITOUR, 13/06/2011, Quand un plein de voiture peut nourrir un africain pendant un an : L'anomie du monde

<http://commentjevoislemonde.blogs.nouvelobs.com/archive/2011/06/13/quand-un-plein-de-voiture-peut-nourrir-un-africain-pendant-u.html>

-C.E.CHITOUR, 04/02/2013, AUTOMOBILE L'addiction Est-elle irréversible ?

<http://commentjevoislemonde.blogs.nouvelobs.com/archive/2013/02/04/automobile-l-addiction-est-elle-irreversible.html>

-C.E.CHITOUR, 6 juin 2015, Les économies d'énergie: Un gisement à exploiter sans délai
<http://chemseddine.over-blog.com/2015/06/les-economies-d-energie-un-gisement-a-exploiter-sans-delai.html>

-C.E.CHITOUR, 24 mais 2014, PLAIDOYER POUR UNE ALGÉRIE DEBOUT : Le piège de la rente du gaz de schiste

Références

http://www.lexpressiondz.com/chroniques/analyses_du_professeur_chitour/195319-le-piege-de-la-rente-du-gaz-de-schiste.html

-C.E.CHITOUR, 25 janvier 2010, Biocarburants ou nérocarburants ?

<http://meteopolitique.com/Fiches/ecologie/22/a022.htm>

-18ème Journée de l'Energie : Une nécessaire transition énergétique pour garantir le développement durable, Avril 2014

-19ème Journée de l'Energie : Les ressources pétrolières au service du développement durable de l'Algérie, Avril 2015

-S. CHERFI, juin 2014, place des carburants dans une modélisation de la stratégie énergétique du pays à 2030, PFE réalisé sous la direction du Pr C-E CHITOUR. Département génie chimique, ENP.

Annexes :**Annexe 1**

Ce procédé sera réalisé dans une unité industrielle dont les différentes informations seront détaillé dans le tableau suivant :

Procédé	H2 – Biom
Capacité de l'usine	100 tonnes de biomasse sèche par heure
Durée de vie économique	20 ans
Durée annuelle de fonctionnement	8000 h
Coût de l'investissement (M€)	650
Consommation de biomasse: - en GJ par GJ de mélange gazole – naphta	1,64
Consommation d'électricité: - en kWh par GJ de mélange gazole – naphta	30,6
Consommation de gaz: - en kWh par kWh de mélange gazole – naphta	100
Production de mélange gazole – naphta (GJ/an)	8,43* 10⁶

différentes charge de l'unité de production de biodiesel

Les différentes consommations de l'usine sont résumé dans le tableau suivant

Capacité de l'usine	800 000 tonnes de biomasse par an
Cout de l'investissement	650 M€
Taux d'actualisation	4 %
Production de mélange gazole-naphta (70% gazole et 30% naphta en masse)	8,43* 10⁶ Gj/an
Prix de gaz naturel	0 ,013 € / m³
Prix d'achat d'électricité	0,04 €/KWh
Prix de la biomasse	51,7 €/ tonne
Consommation électrique	257,96 GWh
Consommation de gaz	84,3* 10⁶ m³
PCI de mélange gazole-naphta	43,9 Gj/t
PCI de gazole de synthèse	44,0 Gj/t
PCI de naphta	43,7 Gj/t

Coût des différentes charges de l'unité de production de biodiesel

coûts opérationnels

Les coûts opérationnels sont calculés comme un pourcentage de l'investissement initial.

Frais de personnel*	0,5 %
Services et opérations	3 %
Assurance	1 %
Administration	0,5 %
Imprévus	1 %
Autres	0,75 %

coûts opérationnels donnés en pourcentage de l'investissement initial

Donc les couts opérationnels représentent **43,9 M€**

Annexe 2

Le calculer de coût de production d'une tonne de biodiesel se fera de la manière suivante :

On appelle

- D_t les Dépenses d'exploitations annuelles qui représentent la somme des couts de biomasse, gaz, électricité, couts opérationnels et couts des autres intrants=**104,2M€**
- I : coût de l'investissement = **650 M€**
- a : taux d'actualisation = **4% (voir Annexe)**
- Q_t : la quantité totale produite = **8,43*10⁶ GJ/an**

Le prix de GJ de biodiesel (P) sera calculé par la formule suivante :

$$P = \frac{I + \sum_{t=1}^n \frac{D_t}{(1+a)^t}}{\sum_{t=1}^n \frac{Q_t}{(1+a)^t}}$$

Après les calculs on trouve le prix de GJ de produit : **P= 18,03 €/GJ**

Sachant que PCI (mélange gazole-naphta) = 43,9 GJ/t

Alors le prix de la tonne de biodiesel est de **791,5 €/t** soit **0,66 €/litre (73 DA/litre)** en prenant la densité de biodiesel de **0,84 kg/litre**.

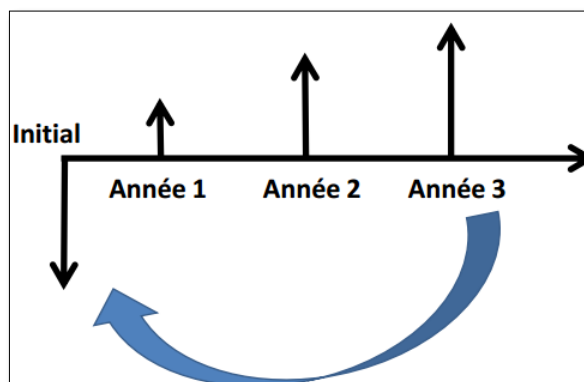
Taux d'actualisation :

L'actualisation consiste à déterminer la valeur actuelle (c'est-à-dire aujourd'hui, à l'instant t) de flux d'argent qui se produiront dans le futur.

Annexes

Les méthodes d'actualisation doivent prendre en considération deux facteurs humains déterminants la valeur temps de l'argent : la préférence pour la jouissance immédiate et l'aversion au risque.

Le taux d'actualisation sert à traduire une suite de flux en une seule valeur « actuelle » c'est-à-dire au moment de la prise de décision.



Le choix du taux d'actualisation est en fonction des plusieurs facteurs, parmi eux nous citons :

- Le taux du marché (marché financier) qui peut connaître des modifications en suite à la condition d'emprunt.
- Le poids accordé par le promoteur ou les dirigeants de l'entreprise ou les actionnaires aux revenus futures du projet.
- Le risque lié au projet : comme le risque traduit la probabilité d'échec d'un projet, il doit être considéré dans le calcul du taux d'actualisation.
- La prise en compte du temps : plus le temps de remboursement des capitaux est long, plus ces capitaux à rembourser sont dépréciés.
- La nature de l'activité : le taux est élevé pour le projet à rendement rapide.