

École Nationale Polytechnique



Département du Génie de l'Environnement

Laboratoire Des Sciences Et Techniques De l'environnement

Mémoire de master
en vue de l'obtention du Diplôme de master en Génie de l'Environnement

Evaluation des émissions de CO₂ issues du secteur de l'énergie en Algérie

présenté et soutenu le 03 juillet 2016

BOUAKAZ Djallel Eddine Mohamed

Promoteur : Dr F. SAHNOUNE
Co-Promoteur : Pr R. KERBACHI

Jury

A . CHERGUI,	Professeur, ENP	Président
F. BOUMECHHOUR,	MCB, Univ. Boumerdès	Examineur
F. SAHNOUNE,	MRB, CDER	Promoteur
R. KERBACHI,	Professeur, ENP	Co-Promoteur

Remerciements

Je tiens à remercier, en premier lieu, Dr SAHNOUNE, de m'avoir encadré et soutenu dans ce travail.

Mes vifs remerciements s'adressent tout particulièrement au professeur Rabah KERBACHI, pour sa disponibilité, ses conseils avisés et pour m'avoir transmis sa passion pour le domaine de la pollution de l'air. Je ne vous serais jamais assez reconnaissant de m'avoir permis, depuis le début de mon cursus, d'explorer une telle thématique, qui deviendra sans aucun doute l'objet de ma carrière.

Je tiens également à remercier tous les enseignants du Département Génie de l'Environnement, à l'Ecole Nationale Polytechnique auxquels je dois ma formation d'ingénieur.

Enfin, je remercie les membres du jury qui me font l'honneur d'évaluer ce travail.

Merci à vous tous.

BOUAKAZ Djallel Eddine Mohamed

الملخص

ركزت الدراسة على تقييم انبعاثات CO_2 الناتجة عن قطاع الطاقة في الجزائر. لهذا الغرض تم إجراء تحليل لاستهلاك الطاقة في الجزائر. والذي يتألف من مجموعة دقيقة ومفصلة لمعلومات اجتماعية اقتصادية والخاصة بالطاقة، لتوليد إحصائيات موثوقة من أجل تقديم ميزة الطاقة في البلاد.

من البيانات التي تم جمعها على استهلاك الإنتاج والطاقة الوطنية وتطورهما، وعلى أساس عوامل الانبعاثات الناجمة عن مختلف أشكال الطاقة، قمنا بتقييم مدى انبعاثات CO_2 من قطاع الطاقة في الجزائر.

وتشير الدراسة إلى أن قطاع الطاقة يتسبب في إصدار $281.929 MtCO_{2e}$ والوقود (قطاع النقل) يولد أعلى معدلات الانبعاثات، بدلا من استهلاك الكهرباء النهائي. الكلمات الدالة: استهلاك وإنتاج الطاقة، غازات الاحتباس الحراري، انبعاثات CO_2 ، الجزائر.

Abstract

The study focused on evaluating the outcome CO_2 emissions of the energy sector in Algeria. For this purpose an analysis of the energy consumption in Algeria was performed which consists of a fine collection and detailed set of socio-economic and energy informations to generate reliable statistics in order to present the country's energy feature.

From the data collected on the national energy consumption and production trends, and based on emission factors by type of energy, we have assessed the extent of CO_2 emissions from the energy sector in Algeria.

The study shows that the energy sector is responsible for the issuance of $281.929 MtCO_{2e}$ and fuels (transport) generate the highest emission rates, rather than the final electricity consumption.

Keywords : Energy production and consumption, greenhouse gas, CO_2 emission, Algeria.

Résumé

L'étude a porté sur l'évaluation des émissions du CO_2 issue du secteur de l'énergie en Algérie. A cet effet une analyse de la consommation d'énergie en Algérie a été réalisée. Celle-ci consiste en une collecte fine et recoupée d'un ensemble d'informations, d'ordre socio-économique et énergétique, pour dégager des éléments statistiques fiables afin de présenter la particularité énergétique du pays.

A partir des données recueillies sur la production et consommation nationale d'énergie et leur évolution, et sur la base de facteurs d'émission par catégorie d'énergie, nous avons évalué l'ampleur des émissions de CO_2 engendrées par le secteur énergétique en Algérie.

L'étude montre que le secteur de l'énergie et à l'origine de l'émission de $281,929 MTeqCO_2$ et que les carburants (transport) engendrent le plus grand taux d'émission, bien plus que la consommation finale d'électricité.

Mots-clés : Production et consommation énergétique, Gaz à effet de serre, Emissions de CO_2 , Algérie.

Table des matières

Liste des tableaux	6
Table des figures	7
Liste des abréviations	9
Introduction	10
1 La consommation énergétique dans le monde	12
1.1 Historique	12
1.2 La consommation d'énergie dans le monde	13
1.3 Consommation énergétique dans le pourtour méditerranéen	14
1.3.1 Consommation primaire	14
1.3.2 Consommation finale	17
1.3.3 Les enjeux et objectifs des politiques d'efficacité énergétique	20
1.4 Les gaz à effet de serre	21
1.4.1 L'effet de serre additionnel	23
1.4.2 Le Pouvoir de réchauffement Global (PRG)	24
1.4.3 Les principales conséquences des changements climatiques .	24
2 La consommation énergétique en Algérie	27
2.1 La Production d'Electricité	28
2.1.1 Parc de Production National	28
2.1.2 Puissance installée de production d'électricité	28
2.1.3 Production d'énergie primaire	29
2.2 Consommation nationale d'énergie	31
2.2.1 Evolution des différents agrégats	31
2.2.2 Consommation non énergétique	32

2.2.3	Consommation des industries énergétiques	33
2.2.4	Evolution par forme d'énergie	35
2.2.5	Consommation finale	36
2.2.6	Bilan global toutes formes d'énergie	39
3	Facteur d'émission du CO₂	41
3.1	Quantification des émissions	43
3.1.1	Approche de Référence	43
3.1.2	Approche sectorielle	44
3.1.3	Emissions fugitives	44
3.2	Emissions globales provenant du secteur de l'énergie	44
3.3	Stratégie Nationale d'efficacité énergétique et des énergies renou- vables	47
	Conclusion	49
	Bibliographie	51

Liste des tableaux

1.1	les programmes nationaux d'efficacité énergétique mis en place avec les objectifs escomptés	21
2.1	Evolution de la puissance installée 1980-2015 par producteur	29
2.2	Production d'énergie primaire	29
2.3	Evolution de l'énergie électrique produite 1980-2015 (MWh)	30
2.4	consommation nationale par agrégat	31
2.5	Consommation non énergétique	32
2.6	Consommation des industries énergétiques	34
2.7	Consommation nationale par forme d'énergie	35
2.8	Consommation finale par produit	36
2.9	Consommation finale par secteur	38
2.10	Bilan global toutes formes d'énergie	39
3.1	Facteurs d'émission	42
3.2	Estimation des émissions de CO ₂ issues de la production nationale .	45
3.3	Estimation des émissions de CO ₂ issues de la consommation nationale	46

Table des figures

1.1	Prix mensuels du pétrole et du gaz (\$ et €)	13
1.2	La consommation d'énergie primaire	13
1.3	Répartition mondiale de la consommation d'énergie primaire en 1973 et en 2013	14
1.4	Consommation d'énergie primaire et PIB (2010)	15
1.5	Évolution des consommations primaires et PIB par zone	16
1.6	Evolution des consommations d'énergie primaire et PIB par pays (%/an, 2000-2010)	16
1.7	Consommation d'énergie primaire par grand secteur (2010)	17
1.8	Répartition par secteur de la consommation finale d'énergie (2010)	17
1.9	Répartition de la consommation finale par énergie (2010)	18
1.10	Part de l'électricité dans la consommation finale d'énergie	19
1.11	Consommation d'électricité par habitant (électrifié)	19
1.12	Bilan radiatif de l'effet de serre	22
1.13	Evolution des différents gaz à effet de serre	24
1.14	Evolution de la température moyenne à la surface du globe	25
1.15	Conséquences attendues des changements climatiques (GIEC 2014) .	26
2.1	Puissance installée par producteur	28
2.2	Structure de la production d'énergie primaire	30
2.3	Structure de la consommation nationale d'énergie	32
2.4	Répartition de la consommation non énergétique	33
2.5	Structure de la consommation des industries énergétiques par activité	34
2.6	Répartition de la consommation nationale par forme d'énergie	36
2.7	Structure de la consommation finale par produit	37
2.8	Structure de la consommation finale par secteur	38
3.1	Objectifs du programme algérien des énergies renouvelables	48

3.2	Evolution des objectifs par filière du programme algérien des énergies renouvelables	48
-----	--	----

Liste des abréviations

Abréviations :

GES	Gaz à Effet de Serre
GIEC	Groupe d'Experts Intergouvernemental pour l'Evolution du Climat
GHF	Gaz de Hauts Fourneaux
GN	Gaz naturel
GNL	Gaz naturel liquéfié
GNV	Gaz Naturel pour Véhicules
GPL	Gaz de pétrole liquéfié
IPP	Producteurs indépendants d'électricité
ISMME	Secteur de l'Industrie de Sidérurgie, Métallurgie, Mécanique et Electricité
Kahraba	Société de projet « Kahraba Wa Ma »
SKB	Shariket Kahraba Berrouaghia
SKD	Shariket kahraba Koudiet Eddraouche
SKH	Shariket Kahraba Hadjret Ennouss
SKS	Shariket Kahraba Skikda
SKT	Shariket kahraba Terga
SONALGAZ-SPE	Société Algérienne de production d'électricité

Unités :

GWh	Giga Wattheure
Tec	Tonne équivalent charbon
Tep	Tonne équivalent pétrole
Ktep	Kilo tonne équivalent pétrole
Mtep	Million de tonnes équivalent pétrole
GJ	Giga Joule

Introduction

L'Algérie est un pays qui jouit d'une position relativement enviable en matière énergétique. Les réserves en hydrocarbures dont il dispose et les niveaux actuels de consommation nécessaires à la couverture de ses besoins propres lui permettent de rester serein pour quelques temps encore.

Cependant, toutes les actions de développement réalisées dans un système centralisé de planification favorisant la démarche sectorielle à la décentralisation, par l'injection d'investissements publics à grande échelle, ont abouti à une dégradation des ressources naturelles (terres agricoles, ressources en eau, zones marines et côtières, forêts, air, etc.) et ont aggravé le déséquilibre régional en faveur des zones urbaines.

Ainsi, le phénomène qui montre l'évidence de la mutation en cours d'accomplissement est le phénomène d'urbanisation où entre 1966 et 2012 le taux d'urbanisation est passé de 25% à plus de 65%. Cette accélération est justifiée par l'existence en ville de meilleures commodités de logement et de moyens de communication, qui sont des améliorations importantes du cadre de vie. Fruit de la croissance économique entretenue par l'activité industrielle et commerciale, l'amélioration des conditions de vie (accès à la scolarisation et aux soins de santé, entre autres) s'est imposée progressivement comme un modèle de vie valable pour un grand nombre d'habitants, attirant vers les villes et certains chefs-lieux de wilayas ou de daïras, un flux migratoire important.

En d'autres termes, il y a lieu de constater que les sédentarisation les mieux structurées n'ont jamais pu résister aux déséquilibres démographiques, facteur de perturbation profonde de l'environnement. Ceci a entraîné des inadéquations socioculturelles et des flux migratoires puissants, provoquant l'abandon des vieilles structures et laissant place aux nouvelles organisations sociales qui résultent de la croissance économique des dernières décennies.

Les différents bilans réalisés par les pouvoirs publics à partir de 1982 ont abouti à la mise en place des dizaines de textes réglementaires (lois, décrets et autres textes) pour introduire les éléments d'une politique de l'environnement qui va progressivement être intégrée dans le plan national de développement économique et social.

C'est donc en 1993 que L'Algérie a signé la Convention Cadre des Nations Unies sur les Changements Climatiques (CCNUCC) élaborée au Sommet de la Terre à Rio en 1992 et a adhéré au Protocole de Kyoto en 2004 marquant ainsi sa volonté de participer à l'effort international de lutte contre les changements climatiques et ses répercussions potentielles, particulièrement sur le système climatique, les écosystèmes naturels et la durabilité du développement économique. Conformément aux dispositions de l'article 12 de la CCNUCC, l'Algérie a préparé le premier et deuxième inventaire national de gaz à effet de serre respectivement pour l'année 1994 et l'année 2000. Conformément aux recommandations de la Conférence des Parties, cet inventaire a été réalisé en appliquant la version révisée de 1996 de la méthodologie du GIEC incluant le manuel des bonnes pratiques de l'année 2000, et a consisté à évaluer les émissions et absorptions anthropiques de GES sur l'ensemble du territoire de l'Algérie pour les années sus cités.

Ce travail consiste à analyser la production et la consommation énergétique en Algérie et à évaluer les émissions actuelles du CO₂ issues de ce secteur de l'énergie qui demeure la principale source d'émission de CO₂ (environ 75% de l'ensemble des émissions).

Chapitre 1

La consommation énergétique dans le monde

1.1 Historique

L'accélération de l'industrialisation et sa plus grande diffusion géographique entraînent une augmentation de la consommation énergétique . On estime que la production mondiale d'énergie à des fins commerciales a cru de près de 1000% entre 1860 et 1913. Cet accroissement de la production et de l'utilisation de l'énergie va de pair avec le remplacement de sources d'énergie animées par des sources inanimées [1].

L'énergie est un secteur capitaliste, c'est-à-dire dont l'activité mobilise intensément du capital productif.

Jusqu'en 1973, la hausse de la demande d'énergie est étroitement liée à la croissance économique. Le pétrole, en plein essor, permet de faire face à la fois au développement industriel et au déclin du charbon auquel il se substitue. Entre 1973 et la fin des années 1980, les hausses de prix des chocs pétroliers remettent en cause les choix énergétiques, en incitant à maîtriser les consommations et à les orienter vers d'autres sources. La part de la production d'électricité dans le produit intérieur brut (PIB) croît avec la mise en place du programme nucléaire, qui permet un accroissement substantiel de la production nationale d'énergie primaire.

À partir de 1985, année de son maximum, cette part décroît, l'investissement dans le parc nucléaire tendant à se réduire. Elle est globalement stable depuis 2007 comme le montre la figure 1.1.

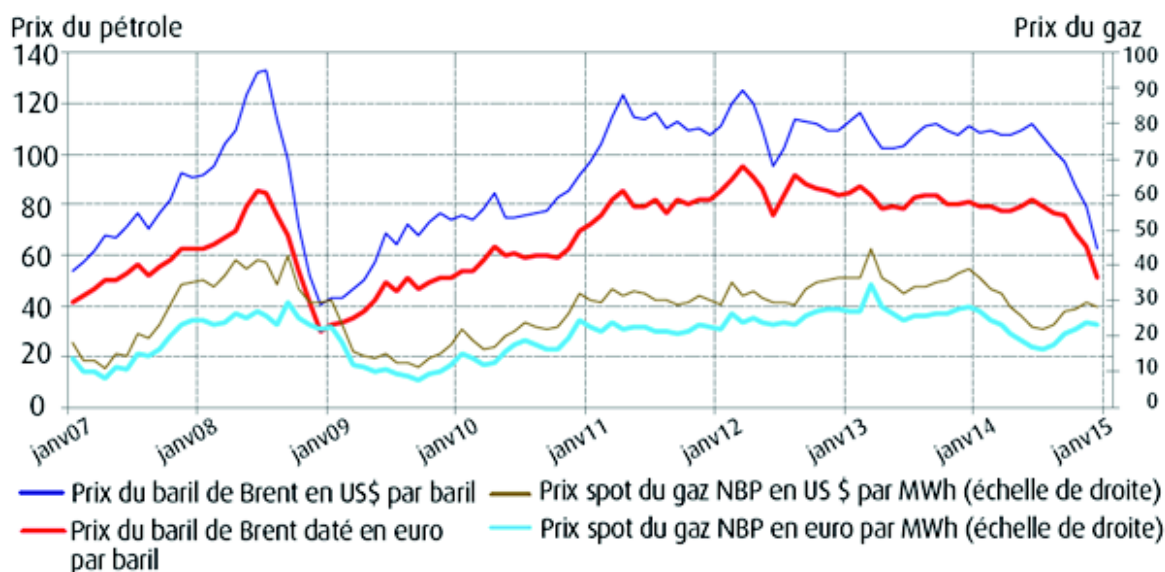


FIGURE 1.1 – Prix mensuels du pétrole et du gaz (\$ et €) [2]

1.2 La consommation d'énergie dans le monde

La consommation mondiale d'énergie primaire est en croissance continue depuis quarante ans. Elle est ainsi passée de 5,9 à 13,2 milliards de tep entre 1973 et 2013, soit une croissance annuelle moyenne de 2,2 %. La figure 1.2 montre l'évolution de la consommation d'énergie primaire entre 1971 et 2013.

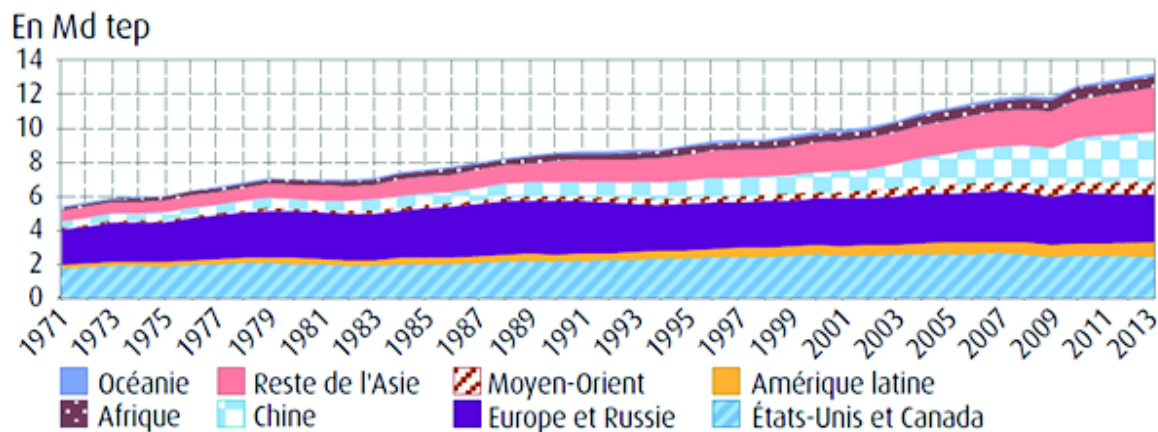


FIGURE 1.2 – La consommation d'énergie primaire [2]

La croissance est particulièrement forte en Asie, si bien que ce continent consomme désormais plus de 40 % de l'énergie primaire, contre 19 % en 1971. La Chine est même passée de 7 % en 1972 à 23 % en 2013.

À l'inverse, la consommation croît plus modérément en Europe : + 0,7 % en moyenne annuelle depuis 1971, + 0,5 % en moyenne entre 2003 et 2013.

La consommation d'énergie augmente rapidement en Océanie et en Afrique, respectivement de 2,3 % et de 3,3 % par an depuis 1971. Mais ces deux continents ne représentent encore que 1 % et 6 % de la consommation en 2013.

La figure 1.3 résume la répartition mondiale de la consommation d'énergie.

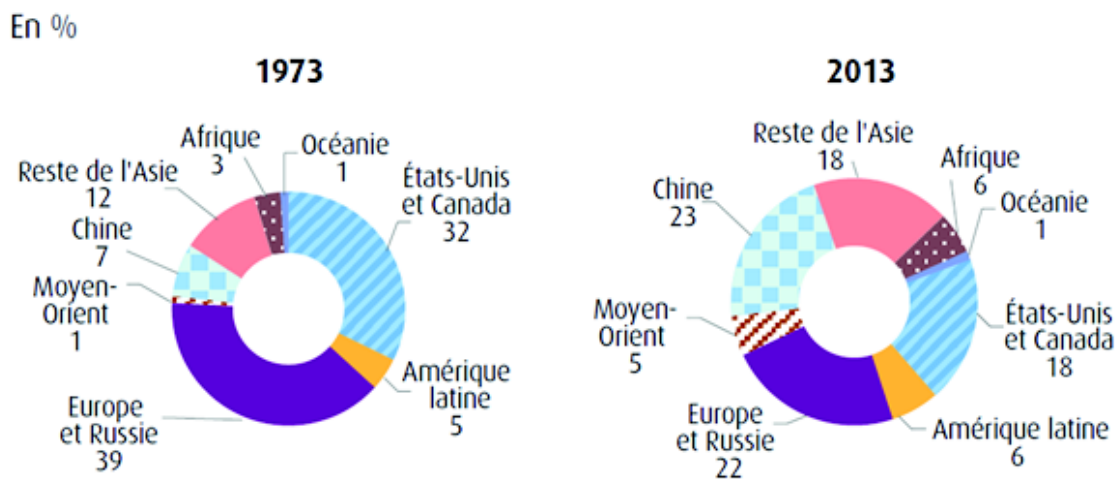


FIGURE 1.3 – Répartition mondiale de la consommation d'énergie primaire en 1973 et en 2013 [2]

Ces dernières années, devant les problèmes de pollution et face aux défis des changements climatiques, un grand nombre de pays ont adopté un mix énergétique qui inclue en plus de l'énergie fossile, les énergies renouvelables qui sont à la fois illimitées et non polluantes. On estime de nos jours que 18 % de l'énergie consommée mondialement est d'origine renouvelable

1.3 Consommation énergétique dans le pourtour méditerranéen

1.3.1 Consommation primaire

La consommation totale, également appelée consommation d'énergie primaire, comprend la consommation d'énergie finale et la consommation et les pertes du secteur énergie (aussi appelé secteur des transformations), ainsi que les consommations pour les usages non-énergétiques. La consommation d'énergie finale comprend la consommation des secteurs industrie (hors énergie), transport, résidentiel, tertiaire et agriculture.

La région du sud de la Méditerranée, composée de l'Algérie, du Liban, du Maroc et de la Tunisie affiche une forte croissance économique avec une progression moyenne du PIB de 4,3%/an de 2000 à 2010. Au cours de la même période, le PIB des 5 pays européens que sont la France, l'Espagne, l'Italie, le Portugal et

la Grèce, ne progressait que de 1,1%/an en moyenne avec une récession de 2008 à 2010.

La consommation totale des pays du sud a atteint 73 Mtep en 2010, soit une progression moyenne de 3,8%/an depuis 2000. Pour les pays européens, cette consommation était de 620 Mtep, quasiment au même niveau qu'en 2010 (Figure 1.4).

La France et l'Algérie ont un poids prépondérant dans chacune des 2 sous-zones :

- La France représente environ 40% de la consommation et du PIB des 5 pays de l'UE et est suivie de l'Italie ;
- L'Algérie absorbe plus de la moitié de la consommation des quatre pays du sud et a généré la moitié du PIB de la zone, suivie du Maroc (21 et 28% respectivement)

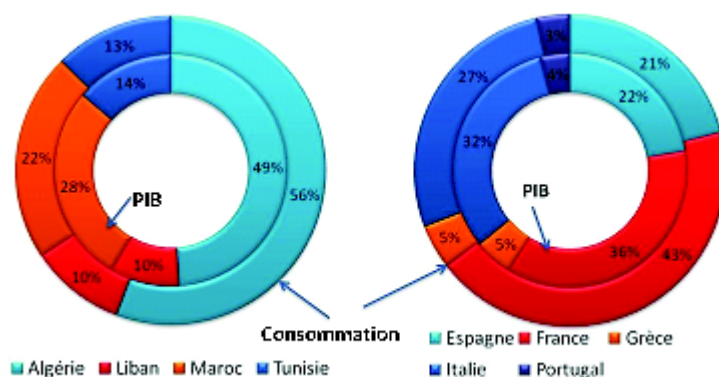


FIGURE 1.4 – Consommation d'énergie primaire et PIB (2010)

Il existe un net découplage entre la consommation primaire et le PIB des pays de l'UE à partir de 2005, alors que pour les pays sud méditerranéens, la croissance des consommations est proche de celle du PIB comme illustré dans la figure 1.5.

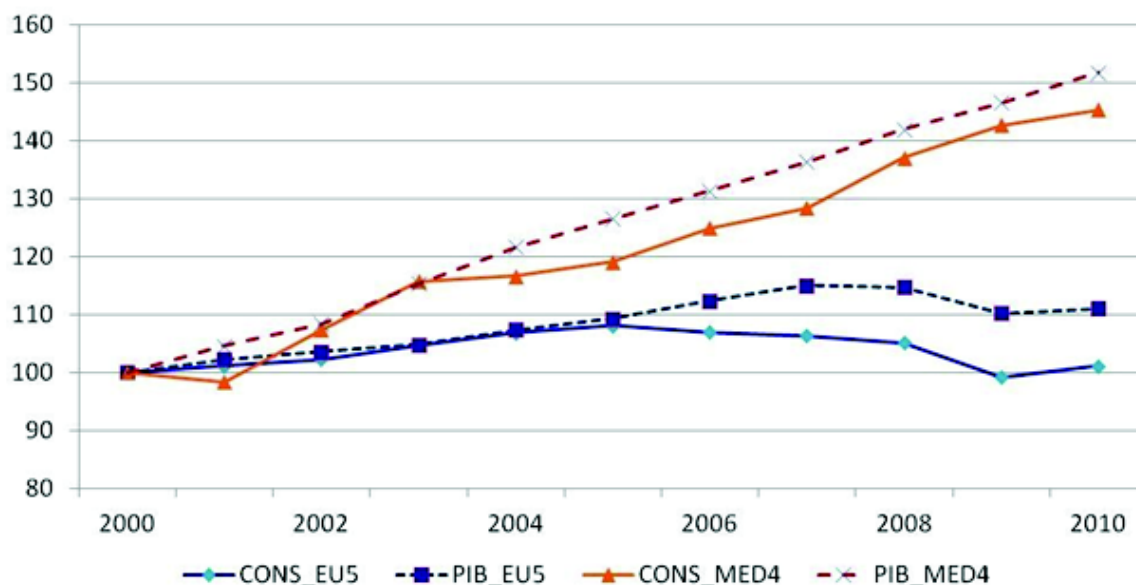


FIGURE 1.5 – Évolution des consommations primaires et PIB par zone

Le découplage entre la consommation primaire et le PIB est effectif pour la plupart des pays, à l'exception de l'Algérie et du Maroc où la consommation évolue à un rythme proche de la croissance économique ; du fait du poids de l'Algérie dans la zone sud Méditerranée, cela impacte la zone (Figure 1.6).

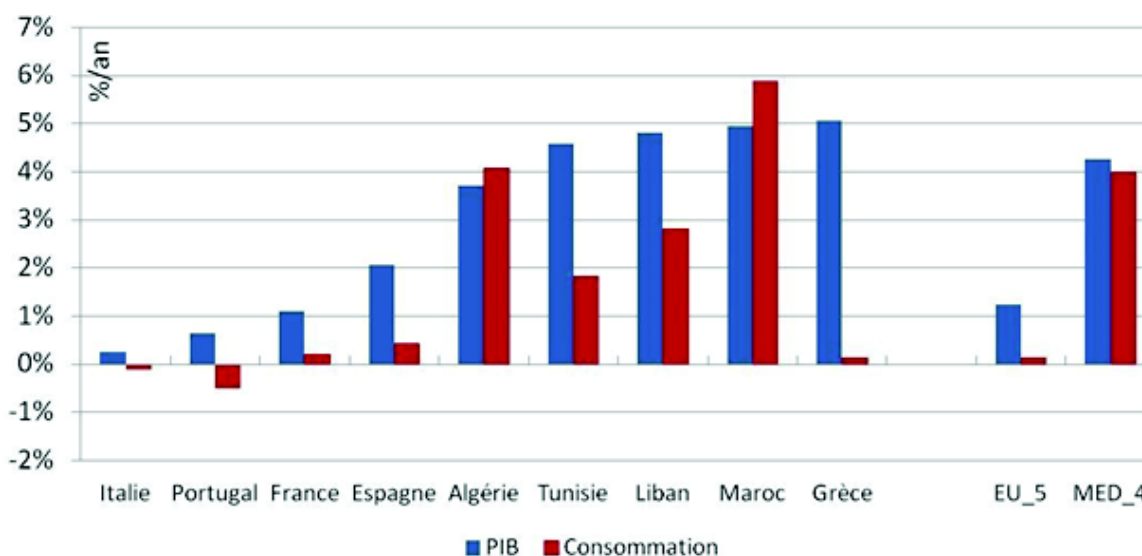


FIGURE 1.6 – Evolution des consommations d'énergie primaire et PIB par pays (%/an, 2000-2010)

On note une large prédominance de l'industrie et des transformations dans la consommation primaire (40% de la consommation primaire pour le Portugal, Maroc et Italie, 50% pour l'Algérie en 2010) (Figure 1.7).

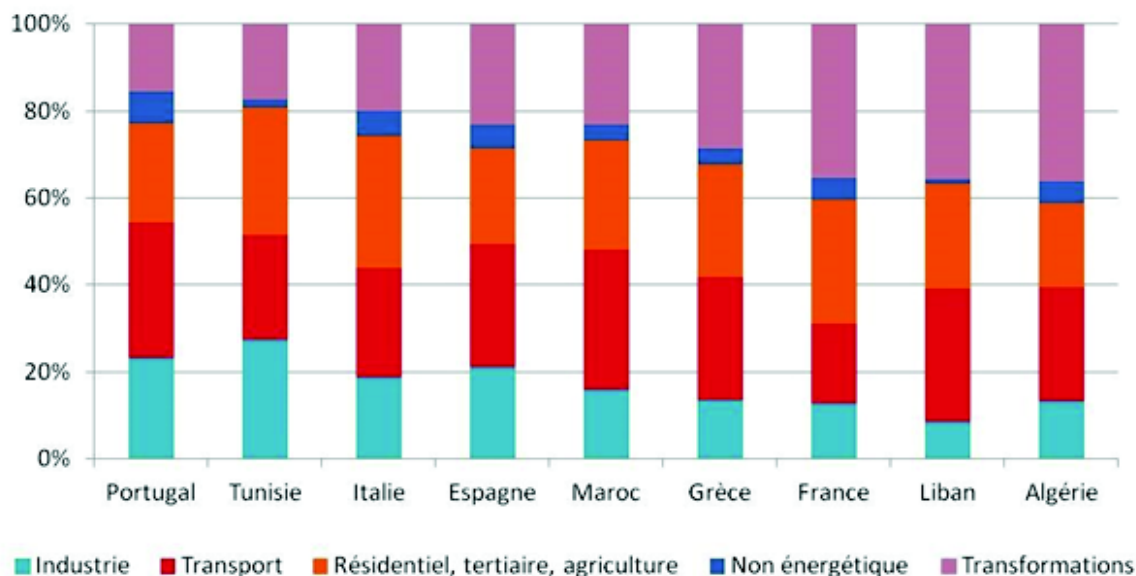


FIGURE 1.7 – Consommation d'énergie primaire par grand secteur (2010)

1.3.2 Consommation finale

La consommation d'énergie finale des 9 pays de la Méditerranée a atteint 465 Mtep en 2010, soit une progression de 0,9%/an depuis 2000. Les transports représentent plus de 40% de la consommation finale d'énergie des pays, excepté en Tunisie (30%), Italie (34%) et France (32%). L'industrie, secteur particulièrement intensif, a un poids important en Tunisie, au Portugal et en Espagne (30% de la consommation finale en 2010) (Figure 1.8).

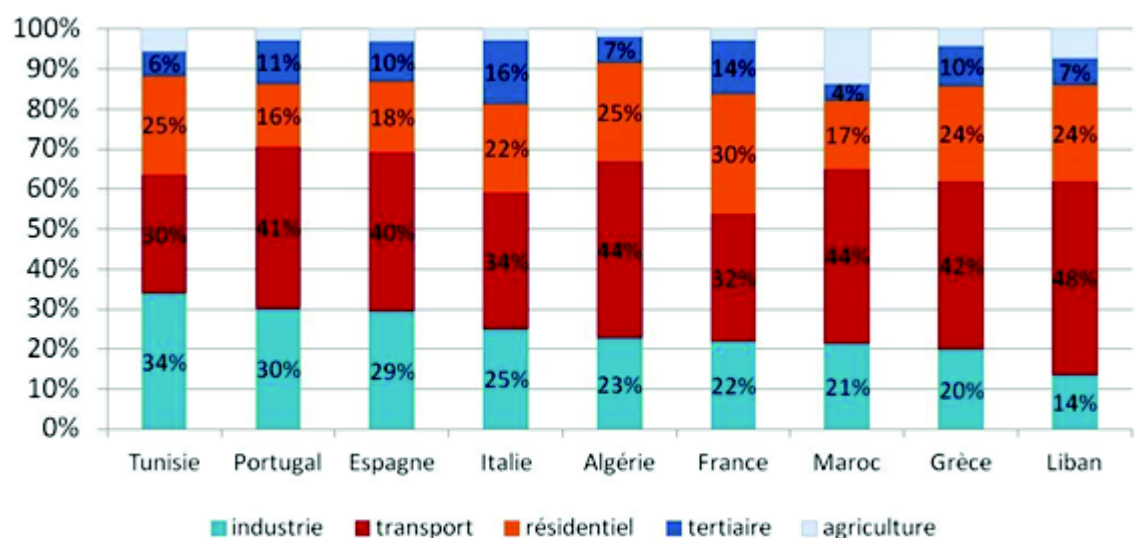


FIGURE 1.8 – Répartition par secteur de la consommation finale d'énergie (2010)

Le pétrole demeure la principale énergie consommée par les consommateurs finals dans les pays méditerranéens (environ 40% de la consommation finale en Italie ou France, 70% au Liban ou encore 80% au Maroc). A l’opposé, la biomasse représente à peine 8% de la consommation finale des pays ; toutefois ce chiffre est sous-estimé car souvent mal connu (Figure 1.9). En effet, le bois commercialisé « officiellement » ne représente qu’une faible partie de la consommation énergétique totale. La filière informelle (et traditionnelle) concerne toute la biomasse prélevée directement au niveau des forêts, steppes ou résidus de récolte, mais qui n’est pas comptabilisée dans les statistiques officielles. Au Maroc, par exemple, il n’existe actuellement aucun chiffre officiel sur la consommation de biomasse, alors qu’une étude a estimé que la consommation de bois-énergie représentait au début des années 90 30% de l’énergie totale consommée.

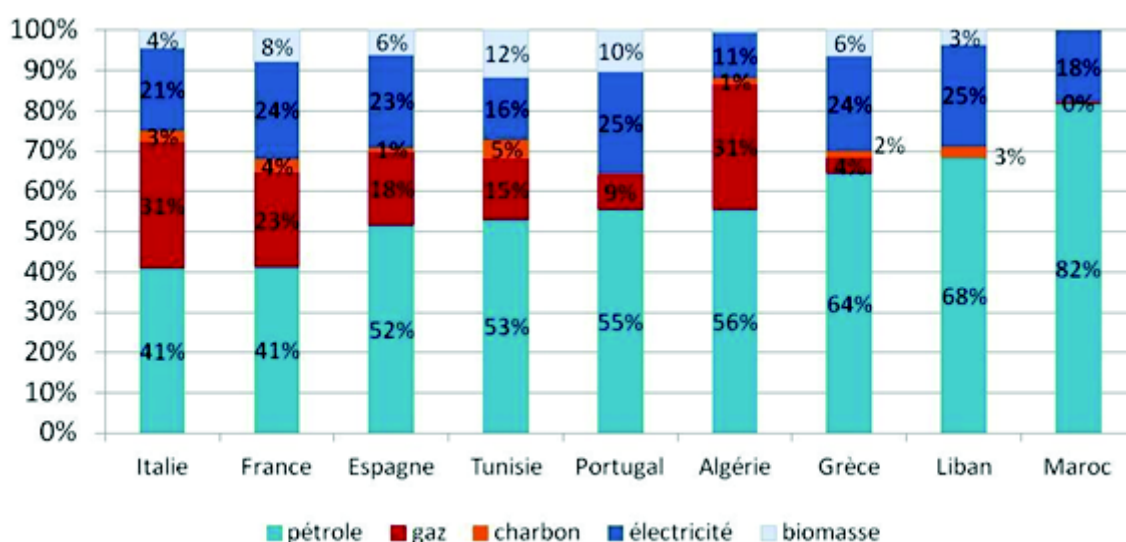


FIGURE 1.9 – Répartition de la consommation finale par énergie (2010)

L’électricité est au cœur du développement économique et social de nombreux pays. Sa part dans la consommation finale a fortement progressé dans tous les pays, et particulièrement au Liban (+8 points depuis 2000), au Portugal et Tunisie (+5 points) et Grèce (+4 points) (Figure 1.10). Cette progression des consommations est liée à l’évolution démographique, l’industrialisation, le développement des TIC (Technologies d’Information et Communication) et de la climatisation dans le tertiaire et à l’équipement croissant des ménages en appareils électriques (réfrigérateurs, TV et climatisation) et, dans le cas du Maroc, à l’électrification des populations rurales où le taux d’électrification du pays est passé de 68% en 2000 à 95% en 2010.

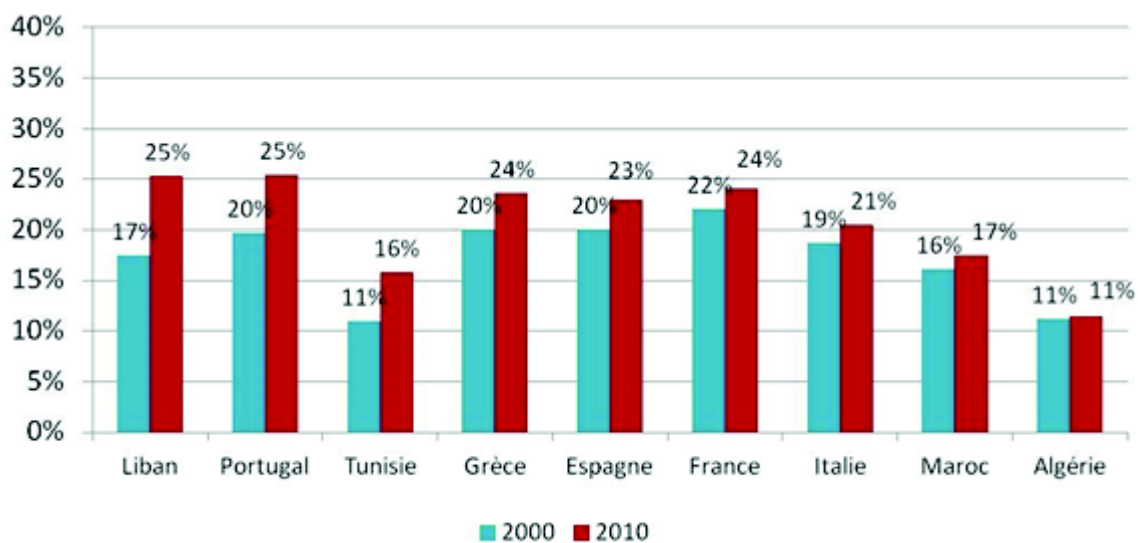


FIGURE 1.10 – Part de l'électricité dans la consommation finale d'énergie

Par habitant (électrifié), le Maroc a la plus faible consommation d'électricité en 2010 (785 kWh), suivi de l'Algérie (914 kWh, mais qui a atteint 1250 kWh en 2015), Tunisie (1315 kWh) et Liban (3310 kWh). Dans les pays de l'UE, la Grèce, l'Italie et l'Espagne affiche une consommation par tête d'environ 4500 kWh, l'Espagne de 5300 kWh et la France de 7000 kWh. Dans les pays du sud de la Méditerranée, si le niveau apparaît bas, il faut prendre en compte les évolutions rapides de ces consommations par habitant (+4%/an en Tunisie et Algérie, 4,6%/an au Liban entre 2000 et 2010) (Figure 1.11). La croissance de la consommation d'électricité va se poursuivre dans ces pays à un rythme très rapide, estimé à 6% par an en moyenne d'ici à 2025 par l'Observatoire Méditerranéen de l'Energie pour les pays du Sud et de l'Est du bassin Méditerranéen.

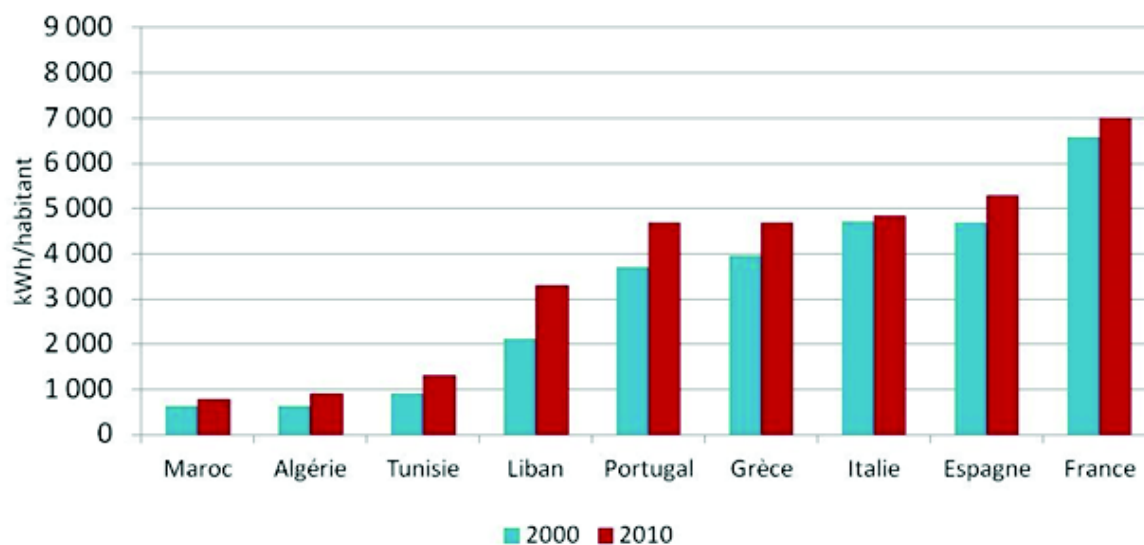


FIGURE 1.11 – Consommation d'électricité par habitant (électrifié)

1.3.3 Les enjeux et objectifs des politiques d'efficacité énergétique

La maîtrise de l'énergie et l'efficacité énergétique s'est progressivement développée dans les pays européens, pour représenter aujourd'hui un enjeu majeur des politiques de la plupart de ces pays. Au sud de la Méditerranée, mise à part la Tunisie, qui a engagé depuis longtemps une politique volontariste de maîtrise de ses consommations d'énergie, il existe toutefois pour les autres pays encore peu de mesures concrètes d'efficacité énergétique, même si la tendance s'est inversée depuis ces dernières années.

En Algérie, les principaux points ciblés sont :

- Utilisation d'équipements électriques et électroménagers à basse consommation d'énergie.
- Isolation thermique dans les bâtiments.
- Elargissement de l'utilisation de carburants GPL et GNV.
- Développement de l'utilisation d'équipements solaires (Chauffe-eau solaire et climatisation solaire).

L'objectif final est de réduire la consommation électrique qui croît à un rythme effréné et préserver les ressources fossiles pour l'export et les générations futures

Le tableau 1.1 liste pour chaque pays, les programmes nationaux d'efficacité énergétique mis en place avec les objectifs escomptés, globalement et par secteur.

Tableau 1.1 – les programmes nationaux d’efficacité énergétique mis en place avec les objectifs escomptés [3]

Pays	Programme	Secteur cible	Objectifs
Tunisie	Plan Quadriennal 2008-2011	Tous	Réduction de l’intensité de 3%/an
		Résidentiel	Rénovation de 21 500 logements entre 2008 et 2011
	Plan national 2010-2016	Eclairage	Distribution de 2 millions de LFC/an
		Chauffe-eau solaire	Installation 480 000 m ²
Algérie	Plan National d’efficacité énergétique (2011-2015)	Résidentiel	Rénovation thermique de 1500 logements
		Tertiaire	55 audits énergétiques
		Industrie	180 audits énergétiques ou études de faisabilité
		Transport	Audits, installation de kits GPL pour les voitures, 100 bus GNC
Liban	Plan National d’efficacité énergétique (2011-2015)		
Maroc	Plan National d’efficacité énergétique (2004-2020)		

1.4 Les gaz à effet de serre

L’effet de serre est un phénomène naturel, indispensable à la vie sur Terre et qui assure une température moyenne de +15° C environ au lieu de -19° C. En fait, une température de -19° C ferait geler les océans, ce qui augmenterait considérablement leur albédo (pouvoir réflecteur) faisant chuter les températures autour de -100° C.

La Terre reçoit la majeure partie de son énergie du soleil (principalement sous forme de lumière visible), un quart est directement réfléchi, environ 20% est absorbée par l’atmosphère et 45% touche le sol puis est rayonnée sous forme d’infrarouges (rayonnement thermique) par la Terre. Or, le rayonnement infrarouge émis par la Terre est en partie intercepté par les gaz à effet de serre de l’atmosphère terrestre tandis que le reste est diffusé vers l’espace comme illustré dans la figure 1.12.

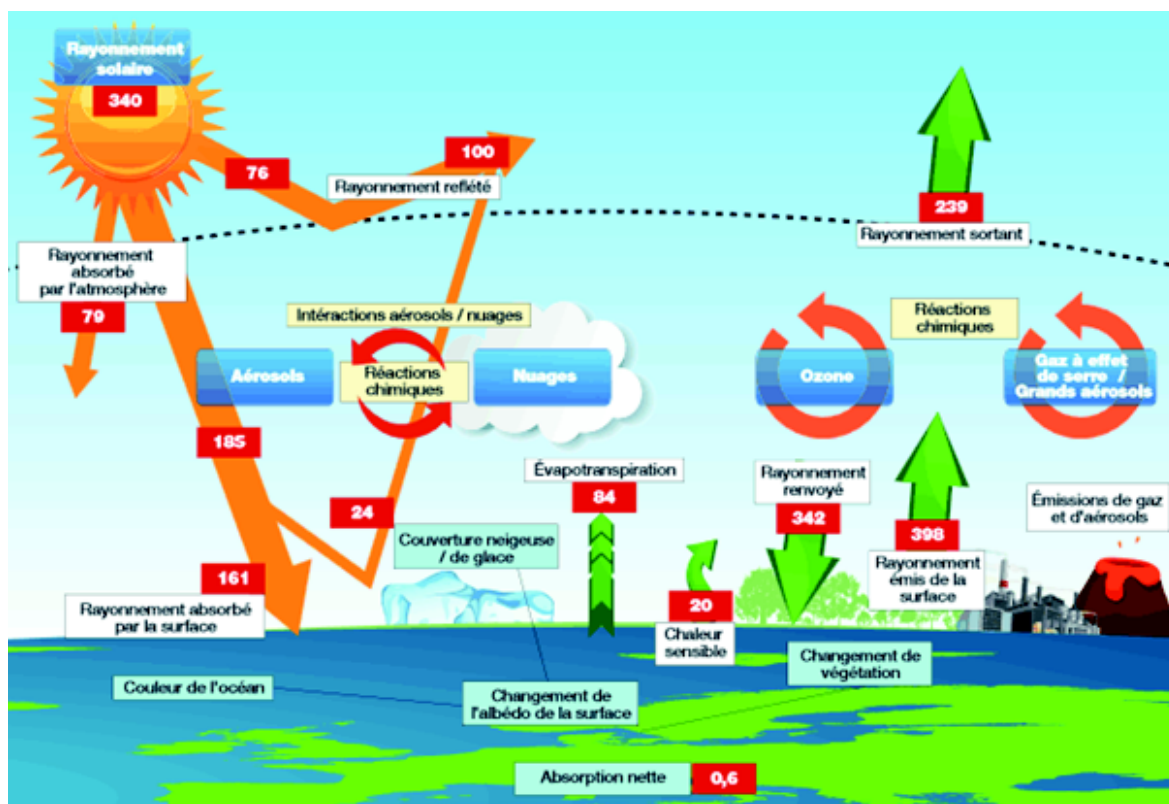


FIGURE 1.12 – Bilan radiatif de l'effet de serre

Un gaz à effet de serre est donc relativement transparent à la lumière du soleil mais capable d'absorber une partie du rayonnement thermique de la Terre. La Terre équilibre le rayonnement solaire entrant par l'émission de rayonnement thermique. La présence de substances à effet de serre limite le rafraîchissement par rayonnement thermique et amène donc à un certain réchauffement.

Les principaux gaz à effet de serre qui existent naturellement dans l'atmosphère sont [4] :

- la vapeur d'eau (H_2O) ;
- le dioxyde de carbone (CO_2) ;
- le méthane (CH_4) ;
- le protoxyde d'azote (N_2O) ;
- l'ozone (O_3).

L'effet de serre, principalement dû à la vapeur d'eau [5] (0,3% en volume, 55% de l'effet de serre) et aux nuages (17% de l'effet de serre) soit environ 72% pour H_2O , les 28% restant étant pour l'essentiel le fait du CO_2 , porte la température moyenne à la surface de la Terre de $-18^\circ C$ (ce qu'elle serait en son absence) à $+15^\circ C$.

1.4.1 L'effet de serre additionnel

Ce sont les activités humaines, principalement par l'exploitation massive de combustibles fossiles et la modification de la couverture des terres, qui entraînent une augmentation des concentrations atmosphériques en Gaz à Effet de Serre (GES), qui modifient les bilans radiatifs et tendent à réchauffer l'atmosphère.

Ce phénomène naturel de piégeage par l'atmosphère de la fraction du rayonnement solaire réémis par la Terre, l'effet de serre, est amplifié par les rejets excessifs de ces gaz.

Les concentrations en gaz à effet de serre dans l'atmosphère terrestre augmentent depuis le XIXe siècle [5] pour des raisons essentiellement anthropiques avec un nouveau record en 2012 selon l'Organisation météorologique mondiale (OMM). L'accroissement des principaux gaz à effet de serre est essentiellement dû à certaines activités humaines dont :

- l'utilisation massive de combustibles fossiles ;
- la déforestation ;
- l'agriculture, l'élevage et enfin l'artificialisation des sols (urbanisation) ;
- l'utilisation des chlorofluorocarbones (CFC) ;
- les rejets de méthane non naturels ;

La figure 1.13 illustre l'évolution des différents gaz à effet de serre entre 1975 et 2015.

Avec une croissance annuelle de l'ordre de 2 ppm/an, la teneur atmosphérique en CO₂, principal GES, a atteint à fin 2015 le niveau de 400 ppm.

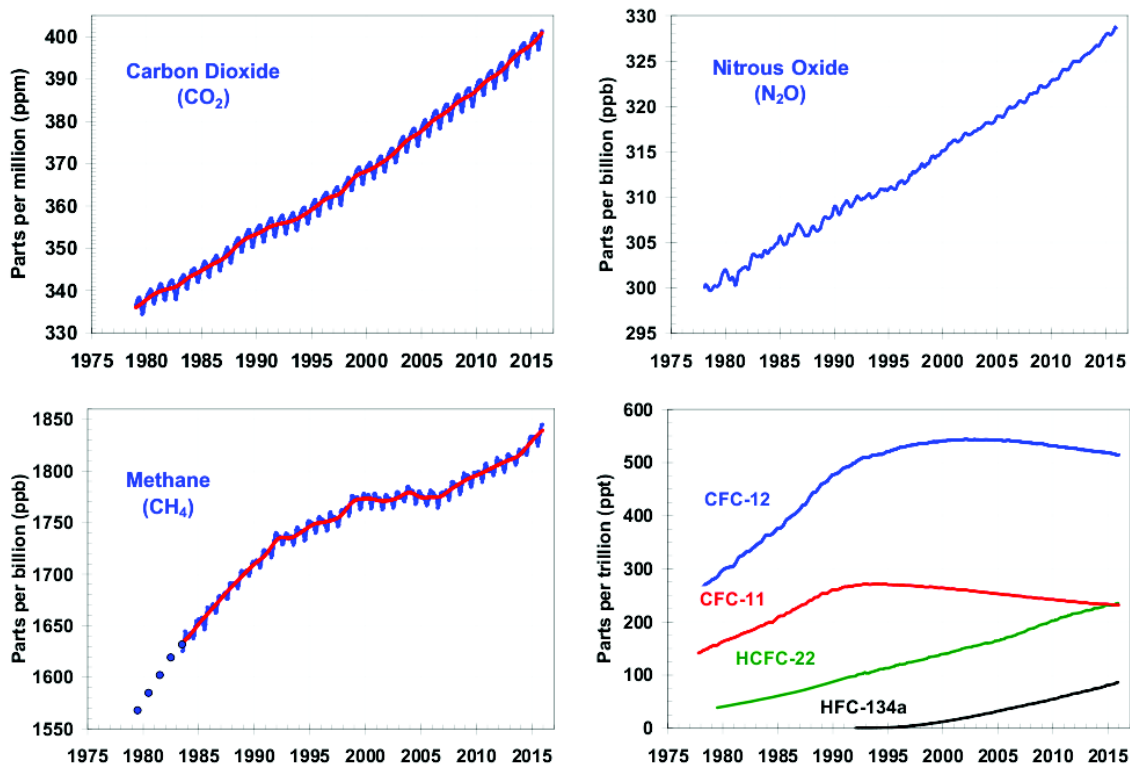


FIGURE 1.13 – Evolution des différents gaz à effet de serre [6]

1.4.2 Le Pouvoir de réchauffement Global (PRG)

Cet indicateur synthétique vise à regrouper sous une seule valeur l'effet additionné de tous les polluants qui contribuent à l'accroissement de l'effet de serre. Cet indicateur est exprimé en "équivalent CO₂" du fait que par définition l'effet de serre attribué au CO₂ est fixé à 1 et celui des autres substances relativement au CO₂ [7]. Du fait de leur différent temps de séjour dans l'atmosphère, ces PRG vont varier suivant les échéances considérées : par exemple, l'effet d'un kg de méthane à 100 ans est estimé comme étant 23 fois celui d'un kg de CO₂, alors que sur 50 ans son effet est 46 fois celui d'un kg de CO₂. En règle générale, le pas de temps considéré est fixé à 100 ans. C'est ainsi que les pays comptabilisent leur émissions de l'ensemble des GES en "équivalent CO₂" (éq. CO₂)

1.4.3 Les principales conséquences des changements climatiques

Les changements climatiques induits par cette augmentation de la concentration des gaz à effet de serre auront des conséquences multiples et difficiles à cerner. Cependant, ils devraient causer des modifications, aux échelles régionale et planétaire, de la température, des précipitations et d'autres variables du climat, ce qui pourrait se traduire par des changements mondiaux dans l'humidité du sol, par une élévation du niveau moyen de la mer et par la perspective d'épisodes plus

graves de fortes chaleurs, d'inondations, de sécheresses, etc.

La hausse des températures moyennes à la surface du globe est la première conséquence attendue et constatée des émissions massives de gaz à effet de serre. Or, les relevés météo enregistrent des anomalies positives de températures qui se confirment d'années en années par rapport aux températures enregistrées depuis le milieu du XIXe siècle. A ce titre, les climatologues soulignent que les 30 dernières années ont connu les températures les plus élevées de l'hémisphère Nord depuis plus de 1 400 ans !

La figure 1.14 démontre l'évolution de la température moyenne à la surface du globe, sur terre, sur mer et les deux combinés. En ordonnée, se trouvent les écarts de températures en ° C de 1880 à 2015 par rapport aux normales calculées pour la période 1901-2000.

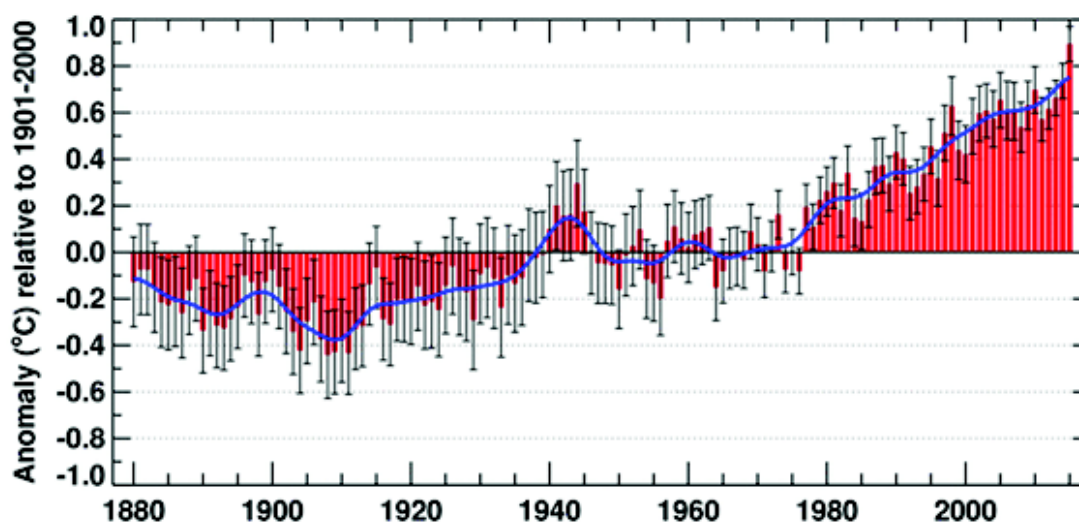


FIGURE 1.14 – Evolution de la température moyenne à la surface du globe [8]

Il est encore très difficile de prévoir avec exactitude les conséquences climatiques pour chaque région du globe. Ce qui semble acquis, c'est le caractère répétitif d'événements alors exceptionnels : "il est très probable (plus de 9 chances sur 10) que les chaleurs extrêmes, les vagues de chaleur et les événements de fortes précipitations continueront à devenir plus fréquents" [9].

Ensuite, des zones à des échelles régionales devraient subir des modifications plus spécifiques en fonction de leur situation géographique, comme l'illustré dans la figure 1.15 :

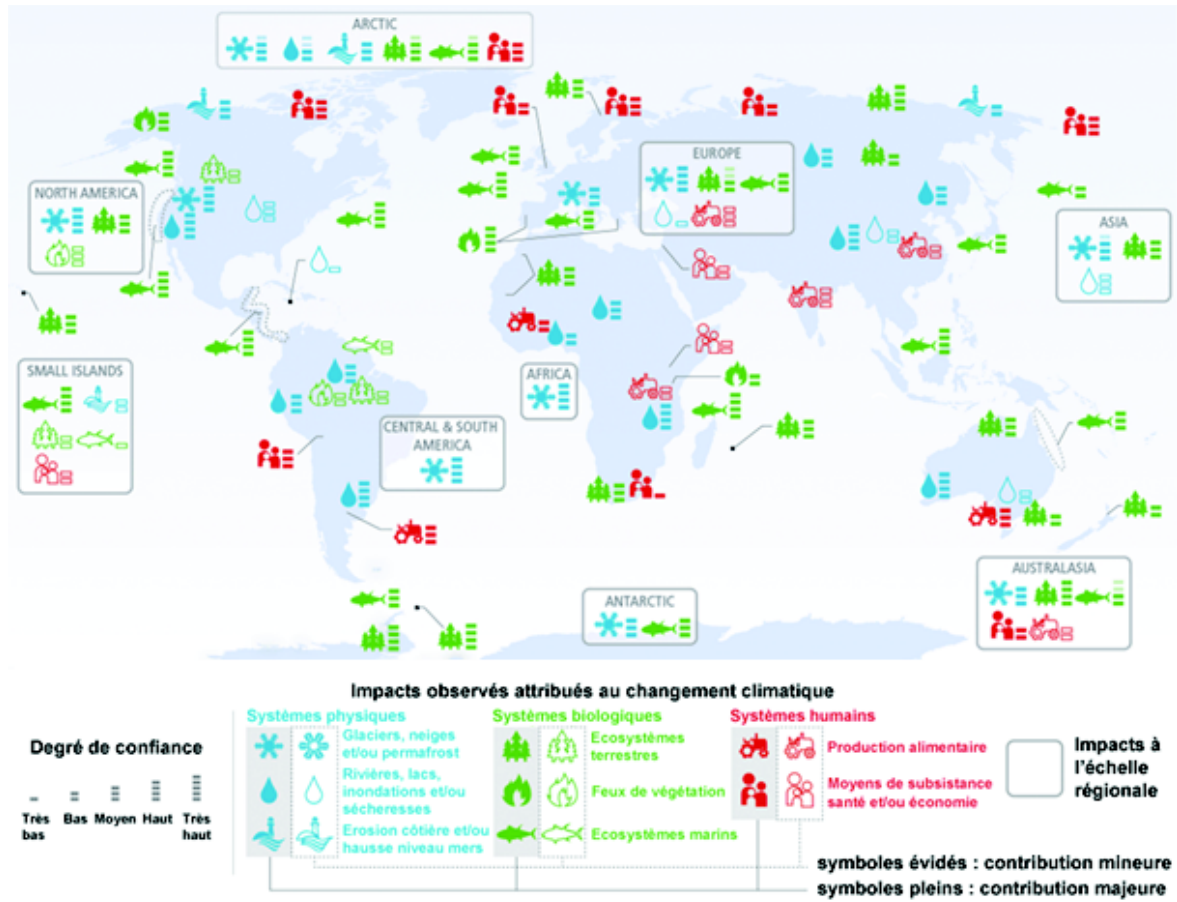


FIGURE 1.15 – Conséquences attendues des changements climatiques (GIEC 2014)

C'est sur la base de ses considérations et afin de lutter contre les changements climatiques et limiter le réchauffement de la planète à +20° C que l'ensemble des pays de la planète se sont engagés à réduire selon leur moyen, leurs émissions du CO₂. Il en résulte que chaque pays doit évaluer ses émissions régulièrement et signifier le taux de réduction atteint. C'est dans ce contexte que s'insère notre étude qui vise à évaluer les émissions issues du secteur de l'énergie qui est la principale source d'émission. A cet effet, une analyse de la consommation énergétique en Algérie est nécessaire

Chapitre 2

La consommation énergétique en Algérie

Dès son indépendance, en 1962, l'Algérie avait opté pour le développement du secteur de l'énergie, dans le cadre d'une politique nationale visant le développement des infrastructures électriques et gazières. Cette politique prévoit l'accès de la population à l'électricité et au gaz naturel comme une priorité absolue pour l'amélioration de la qualité de vie du citoyen et de la situation économique du pays. La charte nationale en 1976, annonça la volonté de généralisation de l'électrification des ménagers à travers tout le territoire national.

Ces dernières années, la demande en électricité a connu une évolution importante et particulièrement en périodes estivale, atteignant des pics de consommation importants. Cette forte augmentation de la demande est une conséquence directe du changement des habitudes du consommateur et l'amélioration de sa qualité de vie, ainsi que la pulsion donnée au secteur économique et industriel. Conscient de cet enjeu et de l'importance de l'accès à l'électricité pour les citoyens, le secteur s'est fixé comme priorité de développer tous les axes permettant de garantir la couverture à long terme, des besoins en électricité et en gaz du pays, notamment par la diversification des sources d'énergie, le développement du parc de production électrique et des infrastructures de transport et de distribution de l'électricité et du gaz.

Jusque-là, l'entreprise Sonelgaz détenait le monopole sur la production, le transport, la distribution de l'électricité ainsi que le transport et la distribution du gaz. Sonelgaz en tant qu'entreprise publique au terme du monopole conféré par l'Etat, assumait seule la mission de service public dans le domaine de la distribution de l'électricité et du gaz.

La promulgation de la nouvelle loi n° 02-01 du 05 février 2002 relative à l'électricité et à la distribution du gaz par canalisations a donné le coup d'envoi pour la réorganisation du secteur et l'ouverture du marché électrique à la concurrence.

2.1 La Production d'Électricité

2.1.1 Parc de Production National

Les impératifs de préservation de l'environnement imposent l'utilisation du gaz naturel comme énergie primaire pour la production d'électricité, par rapport aux autres énergies fossiles jugées polluantes, sachant que la ressource du gaz est largement disponible en Algérie. Mais la préoccupation environnementale exige aussi de développer d'autres énergies dites propres et renouvelables comme l'énergie solaire et éolienne, dont les gisements sont disponibles et abondants au sud du pays. Les perspectives de relance de l'économie se traduiront également par un impact certain sur le plan socio-économique et par conséquent, une augmentation notable de la consommation d'électricité, notamment en saison estivale.

2.1.2 Puissance installée de production d'électricité

Beaucoup d'efforts ont été fournis par Sonelgaz et ses sociétés filiales pour le renforcement des capacités de production, qui a connu ces dernières années une évolution conséquente de la puissance de production d'électricité installée. La répartition de la puissance installée par filière et par producteur pour l'année 2015 est illustrée dans les graphiques 2.1 :

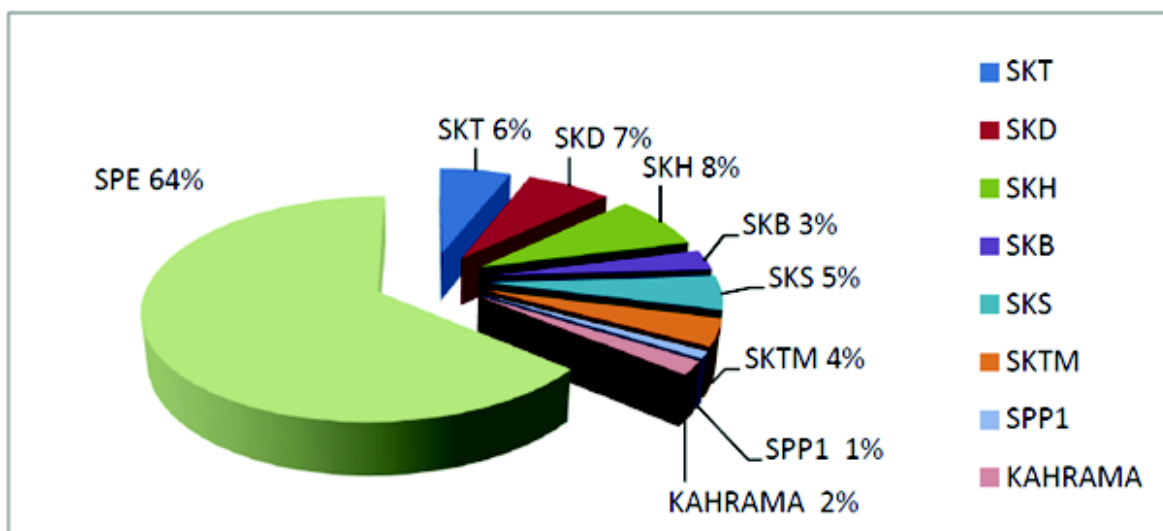


FIGURE 2.1 – Puissance installée par producteur

Le tableau 2.1 montre l'évolution de la puissance installée entre 1980 et 2015 par producteur.

Tableau 2.1 – Evolution de la puissance installée 1980-2015 par producteur(MW) [10]

	1980	1990	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
SPE	1852	4567	6762	6736	6752	6844	8439	8446	8506	8845	9351	10131	11258,7
SKTM	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	448	528	681,8
Kahrama	-	-	230	345	345	345	345	345	345	345	345	345	345
SKS	-	-	500	825	825	825	825	825	825	825	825	825	825
SKB	-	-	-	-	489	489	489	489	489	489	489	489	489
SKH	-	-	-	-	-	-	1227	1227	1227	1227	1227	1227	1227
SPP1	-	-	-	-	-	-	-	150	150	150	150	150	150
SKT	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1122	1122	1122	1122,1
SKD	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1140	1140	1140
Total	1852	4567	7492	7906	8411	8503	11325	11482	11542	13003	15097	15957	17238,6

2.1.3 Production d'énergie primaire [11]

La production commerciale d'énergie primaire a connu une hausse de 5,2 Mtep pour atteindre 155,3 Mtep en 2014. Cette hausse a touché l'ensemble des produits énergétiques, comme indiqué dans le tableau 2.2 :

Tableau 2.2 – Production d'énergie primaire

	Unités	Quantité		Différence	Evolution (%)
		2013	2014		
Pétrole brut	K tep	54 680	56 038	+1358	+2,5
	K tonnes	49 574	50 805		
Condensat	K tep	9 733	11 069	+1336	+13,7
	K tonnes	8 598	9 778		
Gaz naturel	K tep	77 896	78 715	+818	+1,1
	10 ⁶ m ³	82 430	83 296		
GPL champs	K tep	7 802	9 439	+1637	+21
	K tonnes	6 612	7 999		
Electricité primaire	K tep	37	60	+23	+62,7
	GWh	157	254		
Combustibles solides :	K tep	22	6	-16	-71,9
	Bois	10 ³ m ³	112		
Total	K tep	150 170	155327	+5157	+3,4

Du graphe 2.2, il ressort que la structure de la production d'énergie primaire de 2014 reste dominée par le gaz naturel à hauteur de 51%.

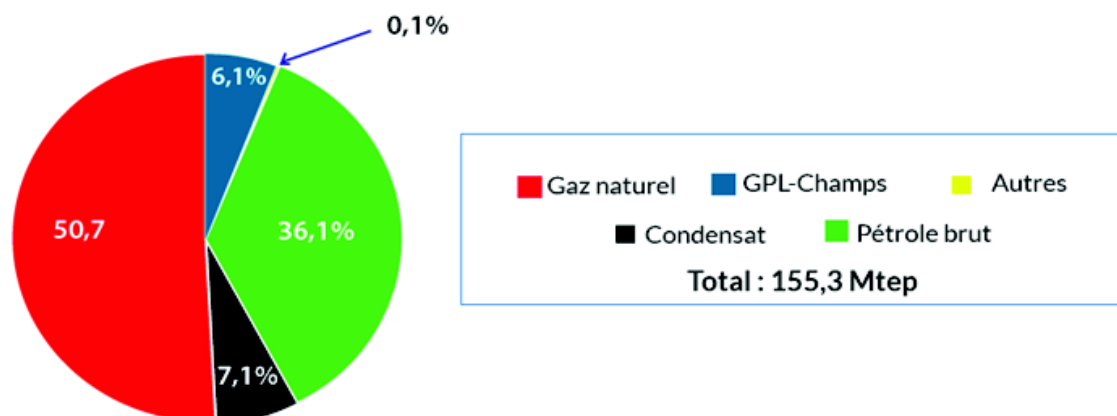


FIGURE 2.2 – Structure de la production d'énergie primaire

Dans la production d'électricité qui est quasi-exclusivement à base du gaz naturel, on note une nette évolution des centrales à cycle combiné qui présente un meilleur rendement (Tableau 2.3). En 10 ans (2006 à 2015), la production a pratiquement doublée. Ceci a permis d'atteindre une électrification de plus de 98 % et de raccorder plus de 50 % des foyers au gaz naturel.

Tableau 2.3 – Evolution de l'énergie électrique produite 1980-2015 (MWh)

Type d'équipement	1980	1990	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Thermique (vapeur)	3621	8397	16624	14558	14142	13384	11857	9692	9654	9422	9582	10221	1022
Thermique (gaz)	2223	6704	15679	16463	17011	20339	19940	19564	22055	24075	17400	20211	269
Cycle combiné	-	-	386	3419	5321	5704	10318	15341	15701	18623	27685	28444	26122
Hydraulique	251	135	555	218	226	277	342	173	378	389	98	193	145
Diesel	125	216	281	264	250	283	313	403	464	416	227	248	276
Hybride	-	-	-	-	-	-	-	1	619	1159	1155	1181	889
Eolien	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	19
Photovoltaïque	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	14
Total	6220	15452	33525	34922	36950	39987	42770	45174	48871	54084	56147	60500	64662

2.2 Consommation nationale d'énergie

2.2.1 Evolution des différents agrégats [11]

Le tableau 2.4 montre que la consommation nationale d'énergie (y compris les pertes) est passée de 51,8 Mtep en 2013 à 55,9 Mtep en 2014, reflétant une hausse de (+7,8%).

Tableau 2.4 – consommation nationale par agrégat

K tep	Quantité		Différence	Evolution (%)
	2013	2014		
Consommation nationale	51 840	55 882	+4 042	+7,8
Consommations non-énergétiques	2 810	3 746	+936	+33,3
Consommations des industries énergétiques	7 384	9 059	+1 675	+22,7
Pertes	4 170	3 710	-461	-11,0
Consommation finale	37 476	39 368	+1 891	+5,0

La hausse de la consommation nationale d'énergie (+ 4,0 Mtep) a été tirée respectivement par la croissance de la consommation finale (+1,9 Mtep), de celle des industries énergétiques (+1,7 Mtep) et des industries non énergétiques (+0,9 Mtep). Toutefois, il est à signaler la baisse significative des pertes globales (-0,5 Mtep) induite notamment par la réduction des pertes sur les réseaux électriques de Sonelgaz. Les pertes d'électricité sont estimées à près de 2,6 Mtep, dont :

- 78% de pertes de distribution à 2,1 Mtep (y compris les pertes non techniques causées par le phénomène de piratage du réseau électrique) ;
- 22% de pertes de transport à 0,5 Mtep.

La structure de la consommation nationale d'énergie est illustrée dans le graphe 2.3 :

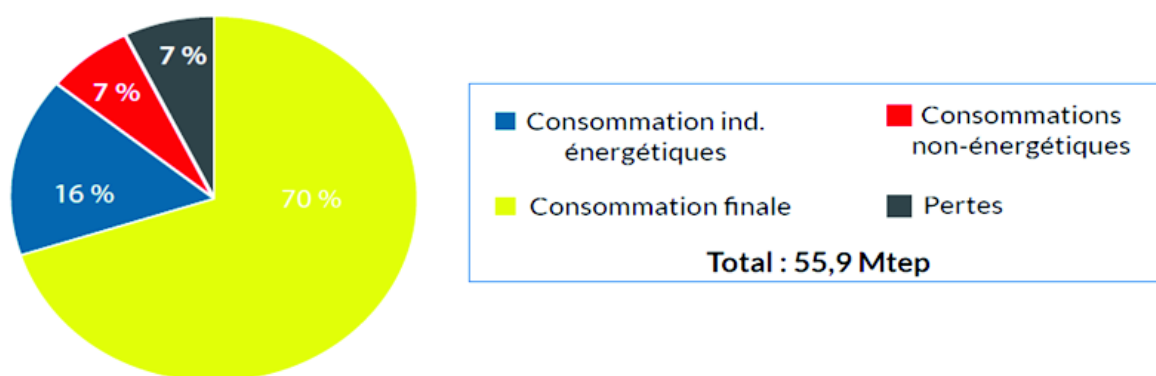


FIGURE 2.3 – Structure de la consommation nationale d'énergie

2.2.2 Consommation non énergétique [11]

La consommation non énergétique représente 6,7% de la consommation totale en 2014. Elle concerne l'ensemble des produits utilisés comme matière première (input) dans les secteurs tels que la pétrochimie (GN), le transport et le BTP (lubrifiants et bitumes). Cette consommation a connu une forte hausse (33,3%) par rapport à 2013 pour atteindre 3,7Mtep, suite à l'accroissement de plus d'un milliard de m³ du volume de gaz naturel utilisé dans la branche pétrochimie, avec la montée en production des complexes d'ammoniac et d'urée d'Arzew (Sorfert et AOA). Par contraste, on observe une légère baisse de la consommation des bitumes et lubrifiants (-1,6%) Ces valeurs sont résumées dans le tableau 2.5

Tableau 2.5 – Consommation non énergétique

	Unités	Quantité		Différence	Evolution (%)
		2013	2014		
Gaz naturel	K tep	1722	2675	+953	+55,3
	10 ⁶ m ³	1822	2831		
Produits pétroliers (Bitumes & lubrifiants)	K tep	1088	1071	-17	-1,6
	K tonnes	1036	1016		
Total	K tep	2810	3746	+936	+33,3

Le graphe 2.4, donne la répartition de la consommation non énergétique, marquée par la hausse de la consommation du gaz naturel.

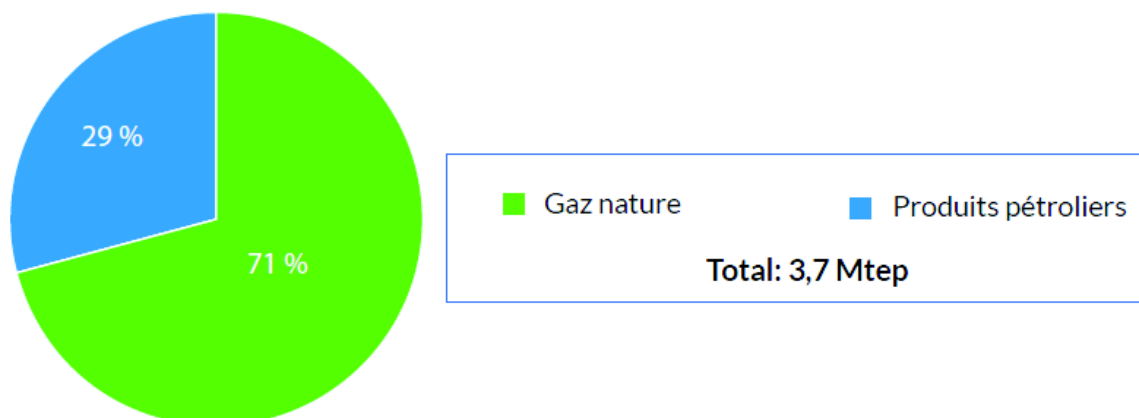


FIGURE 2.4 – Répartition de la consommation non énergétique

2.2.3 Consommation des industries énergétiques [11]

Cette branche regroupe les industries de la chaîne énergétique (infrastructures de transport, raffineries, centrales électriques, unités GNL & GPL, etc.), avec une part de 16% dans la consommation totale d'énergie, en hausse de deux points par rapport à la part de l'année 2013. La consommation nationale de ces industries a connu une forte hausse de 1,7 Mtep (soit +23%) pour atteindre 9,1 Mtep en 2014, tirée notamment par :

- l'accroissement de la consommation du gaz naturel (+13%) pour les besoins des unités de liquéfaction notamment après réception du nouveau train GNL d'Arzew ;
- la hausse de la consommation en énergie électrique des auto-producteurs d'électricité, constitués principalement des unités du groupe Sonatrach (raffineries, unités GNL & GPL, etc.)

Le tableau 2.6, donne l'évolution de la consommation de cette branche :

Tableau 2.6 – Consommation des industries énergétiques

	Unités	Quantité		Différence	Evolution (%)
		2013	2014		
Pétrole brut	K tep	392	561	+169	+43,1
	Ktonnes	355	508		
Gaz naturel	K tep	5 637	6 394	+758	+13,4
	10 ⁶ m ³	5 965	6 766		
Produits Pétroliers ¹	K tep	33	250	+216	+645,2
	Ktonnes	32	227		
GPL	K tep	22	56	+34	+156,3
	Ktonnes	19	48		
GNL ²	K tep	31	37	+5	+16,3
	10 ⁶ m ³	33	39		
Gaz de Hauts Fourneaux ³	K tep	2	20	+19	+1217,2
	10 ⁶ m ³	2	22		
Electricité ⁴	K tep	1 867	1741	+474	+37,4
	GWh	5 336	7 297		
Total	K tep	7 384	9 059	+1675	+22,7

Le graphe 2.5, donne la répartition de la consommation énergétique par activité, marquée par la part importante de l'autoconsommation des unités de liquéfaction.

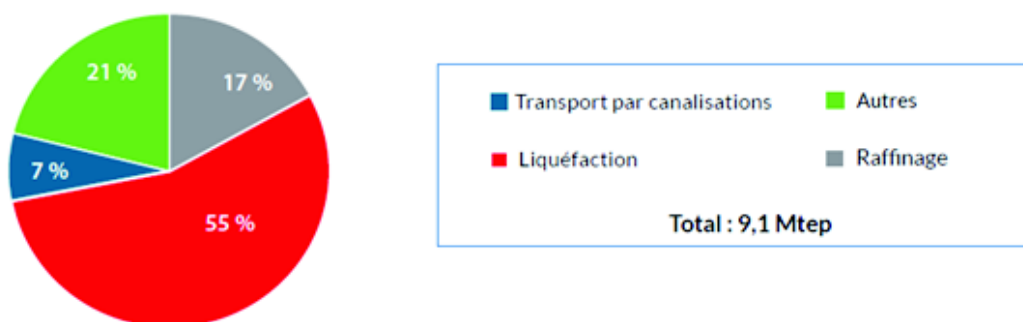


FIGURE 2.5 – Structure de la consommation des industries énergétiques par activité

1. Quantités de naphta réutilisées dans les raffineries pour la valorisation du condensat.
2. Quantités de GN utilisées pour le refroidissement des navires.
3. Quantités de GHF mélangées avec le GN et réutilisées pour faire fonctionner les hauts fourneaux.
4. Consommation d'électricité des auto-producteurs d'électricité (principalement unités du groupe Sonatrach).

2.2.4 Evolution par forme d'énergie [11]

Du tableau 2.7, il ressort que la croissance de la consommation nationale d'énergie a été tirée notamment par la hausse de la consommation du gaz naturel, des produits pétroliers et de celle de l'électricité.

Tableau 2.7 – Consommation nationale par forme d'énergie

	Unités	Quantité		Différence	Evolution (%)
		2013	2014		
Gaz naturel	K tep	18623	20549	+1926	+10,3
	10 ⁶ m ³	19707	21745		
Produits pétroliers	K tep	15312	16368	+1056	+6,9
	K tonnes	14639	15628		
Electricité	K tep	14130	15280	+1150	+8,1
	GWh	59516	64050		
GPL	K tep	2485	2294	-191	-7,7
	K tonnes	2106	1944		
Pétrole brut ¹	K tep	805	1014	+210	+26,1
	K tonnes	730	920		
Condensat	K tep	7	17	+9	+122,9
	K tonnes	7	15		
Produits solides dont : Coke Sidérurgique	K tep	73	22	-51	-70,1
	K tec	73	22		
Bois	10 ³ m ³	112	32		
Autres :	K tep	405	338		
GNL ²	10 ⁶ m ³	357	283	-68	-16,7
GHF	10 ⁶ m ³	72	75		
Total	K tep	51840	55882	4042	7,8

La structure de la consommation nationale, par forme d'énergie, reste dominée par le gaz naturel (37%), suivi par les produits pétroliers (29 %) et l'électricité (28%), comme illustré dans le graphe 2.6.

1. La consommation de pétrole brut est constituée principalement des consommations aux champs et des raffineries.

2. La consommation de GNL est constituée principalement des pertes (évaporation GNL).

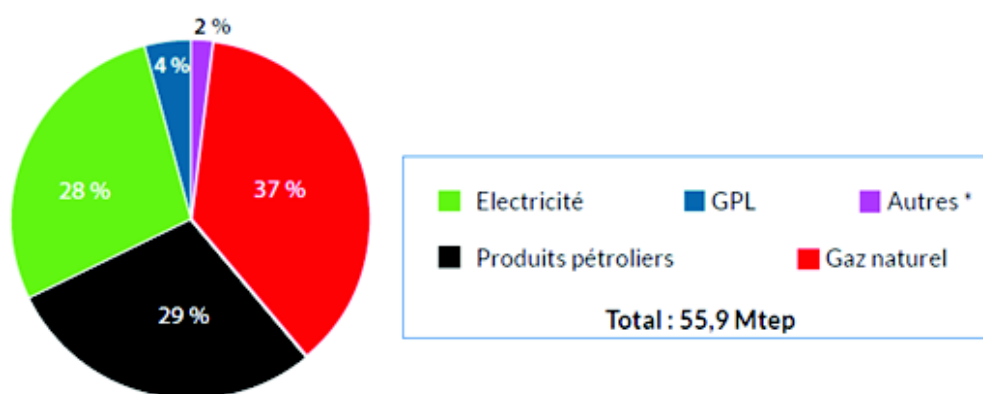


FIGURE 2.6 – Répartition de la consommation nationale par forme d'énergie

2.2.5 Consommation finale [11]

Cette consommation qui comprend tous les usages à caractère final d'énergie, a atteint 39,4 Mtep en 2014, reflétant une hausse de 1,9 Mtep par rapport à 2013. L'évolution de la consommation finale par produit et par secteur d'activité est détaillée dans le tableau 2.8 : On constate que les produits pétroliers (les divers carburants) sont prédominants.

Tableau 2.8 – Consommation finale par produit

	Unités	Quantité		Différence	Evolution (%)
		2013	2014		
Produits pétroliers	K tep	14 190	14 989	+798	+5,6
	K tonnes	13 570	14 328		
Electricité	K tep	10 246	10 914	+669	+6,5
	GWh	43 156	45 750		
Gaz naturel	K tep	10 562	11 207	+645	+6,1
	10 ⁶ m ³	11 177	11 860		
GPL	K tep	2 415	2 236	-178	-7,4
	K tonnes	2 046	1 859		
Coke sidérurgique	K tep	41	14	-26	-64,6
	K tec	58	20		
autre (bois)	K tep	22	6	-16	-71,8
	K tec	112	32		
Total	K tep	37 476	39368	+1891	+5

2.2.5.1 Par produit [11]

La figure 2.7 donnant la répartition de la consommation énergétique par produit montre que les produits pétroliers sont toujours la première forme d'énergie consommée, avec 38,1% de la consommation finale. Le gaz naturel, en croissance, consolide sa seconde place du bouquet énergétique final avec 28,5 %. L'électricité, en hausse également, représente 27,7 % de l'ensemble. Enfin, le GPL qui a connu une baisse en 2014, représente 5,7% de l'ensemble. Sa consommation a été de 1,9 millions de tonnes, en diminution de (-7,4%) par rapport à 2013, suite à une substitution de plus en plus croissante des foyers au gaz naturel.

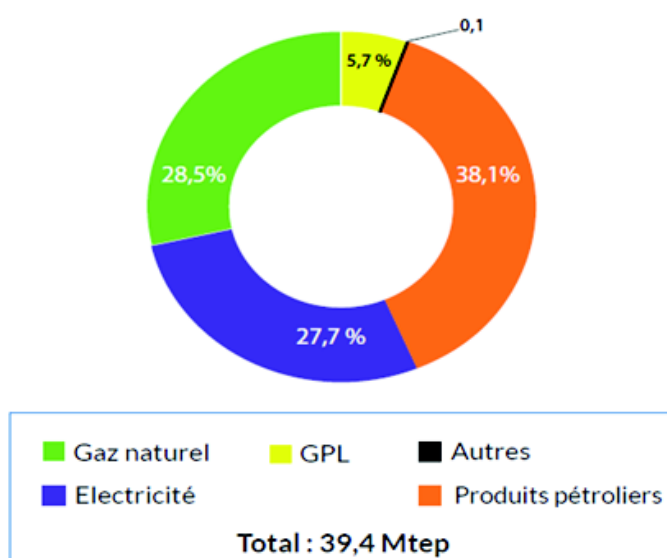


FIGURE 2.7 – Structure de la consommation finale par produit

2.2.5.2 Par secteur [11]

Par secteur d'activité, l'évolution de la consommation finale en 2014 fait ressortir ce qui suit :

- La consommation du secteur "Industries et BTP" a connu une légère hausse (+2,8%) par rapport à l'année 2013 à 8,2 Mtep. En effet, la hausse de la consommation des sous-secteurs des matériaux de construction (+3,4%), des industries manufacturières (+7,3%) et BTP (+17,6%) a largement compensé la baisse (-1,6%) de la consommation du sous-secteur « autres industries » ;
- La consommation du secteur des "transports" s'est accrue de +5,7% en 2014, pour atteindre 14,6 Mtep, due essentiellement à la croissance du transport routier (0,74 Mtep) ;

- La consommation des "Ménages et autres", qui comprend également le secteur de l'agriculture, a augmenté de 0,9 Mtep par rapport à l'année 2013 pour atteindre 16,6 Mtep en 2014, tirée principalement par l'accroissement de la consommation du sous- secteur résidentiel (0,5 Mtep).

Le détail de la consommation finale, par secteur d'activité, est donné dans le tableau 2.9 :

Tableau 2.9 – Consommation finale par secteur

K tep	Quantité		Différence	Evolution (%)
	2013	2014		
Industrie et BTP, dont :	8010	8238	+228	+2,8
- Matériaux de construction	3435	3552	+117	+3,4
- ISMME	639	663	+24	+3,7
- BTP	343	404	+60	+17,6
- Industries Manufacturières	892	957	+65	+7,3
- Industries Agroalimentaires	787	843	+56	+7,1
- Chimie	324	340	+16	+4,9
- Autres industries	2360	2322	-38	-1,6
Transport, dont :	13762	14551	+789	+5,7
- Routier	13159	13901	+742	+5,6
- Aérien	406	435	+29	+7,1
Ménages et autres, dont :	15704	16579	+875	+5,6
- Résidentiel	12141	12597	+456	+3,8
- Agriculture	238	421	+183	+77
Total	37476	39368	+1891	+5

L'analyse de l'utilisation finale de l'énergie par secteur d'activité (Figure 2.8) met en lumière la prépondérance du secteur des "ménages et autres" (y compris agriculture), qui représente 42% contre 37% pour le transport et 21% pour l'industrie. Ceci reflète notamment l'amélioration du niveau de vie des citoyens.

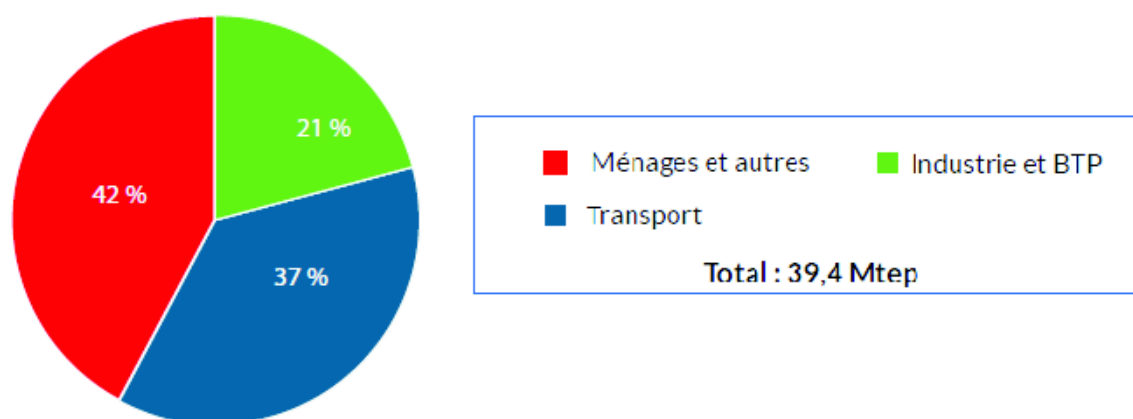


FIGURE 2.8 – Structure de la consommation finale par secteur

2.2.6 Bilan global toutes formes d'énergie [11]

Tableau 2.10 – Bilan global toutes formes d'énergie

I-ELECTRICITE	GHW
Production nationale nette	64 241
1- Répartition par producteur	
1.1- Production d'électricité primaire	254
A- Produite par Sonelgaz (Electricité Primaire (Hydraulique, Eolien, Solaire)	193
B- Production Indépendante (SPP ₁)	60
1.2- Production d'électricité dérivée	63 987
A- Produite par Sonelgaz (SPE + SKTM)	25 867
B - Production Indépendante (Kahrama, SKS, SKB, SKH, SKT, SKD, SPP ₁ , Cevital)	34 378
C- Production Autonome	3 742
2-Production par Filière (Origine) :	
2.1- Turbine Gaz	20 211
2.2- Turbine Vapeur	10 221
2.3- Diesel	249
2.4- Cycle Combine	28 444
2.5- Hydraulique	193
2.6- Centrale Hybride (SPP ₁)	1 181
2.7- Production Autonome	3 742
2.1- Turbine Gaz	20 211
II- PRODUITS GAZEUX	
1- Production d'énergie primaire	
1.1- Production brute de gaz naturel (y compris GPL Vaporise) (10 ⁶ m ³)	186 754
a- Utilisations en Amont (y compris torchage et pertes) (10 ⁶ m ³)	103 458
-Réinjection, dont :	81 210
- Cyclage	47 102
- Champs de Pétrole	34 108
- Torchage	3 948
- Autres Utilisations	18 299
B- Production Commerciale de gaz naturel (10 ⁶ m ³)	83 296
1.2- GPL aux champs (10 ³ Tonnes)	7 999
2- Production d'énergie dérivée	
2.1- GNL (10 ⁶ m ³)	17 981
2.2- GPL (10 ³ T), dont issus :	
- Raffineries :	1 177
- Unités de liquéfaction :	
2.3- Ethane (10 ³ T)	-
2.4- Gaz de Cokerie	-
2.5- Gaz de Hauts Fourneaux (10 ⁶ m ³)	75
III- PRODUITS LIQUIDES	1 000 T
1- Production d'énergie primaire, dont :	
1.1 - Pétrole Brut	50 805
1. 2 -Condensat	9 778
2- Production d'énergie dérivée, dont :	29 894
2.1- Produits pétroliers légers :	13 729
- Essences	3 007
- Naphta	8 721
- Jet Fuel	2 001
2.2- Produits pétroliers lourds :	16 165
- Gasoil	9 027
- Fuel Oil	6 594
2.3- Autres	544

En résumé de cette analyse, on retiendra que l'Algérie a produit environ 158 MTep, dont seulement 37 % ont été consommé localement, le reste, soit environ les 2/3 ont été exportés.

Chapitre 3

Facteur d'émission du CO₂

L'utilisation de l'énergie est une source de gaz à effet de serre à cause :

- du dioxyde de carbone provenant de la combustion des carburants fossiles (pétrole, gaz, charbon), qui, comme leur nom l'indique, sont le résultat de la décomposition et de la pyrolyse géothermique d'organismes ayant vécu il y a quelques dizaines de millions à un milliard d'années,
- de gaz autres que le CO₂ émis à l'occasion de la combustion (outre que ces gaz peuvent aussi être des polluants locaux divers); c'est notamment le cas de l'ozone ou des NO_x.
- des fuites de méthane survenant pendant l'exploitation des hydrocarbures : le méthane, principal constituant du gaz naturel, est lui-même un gaz à effet de serre 25 fois plus puissant - à poids égal - que le gaz carbonique.
- Du fait que les deux tiers de l'électricité consommée dans le monde sont produite à partir de combustibles fossiles

Le contenu en CO₂ d'une activité humaine a pour objet de quantifier les émissions de gaz à effet de serre d'origine anthropique qui peuvent lui être imputées. Le contenu en CO₂ dépend des facteurs d'émission des intrants liés à cette activité et en particulier des facteurs d'émission associés aux sources d'énergie utilisées. Les facteurs d'émission associés aux sources d'énergie correspondent pour l'essentiel à des émissions de CO₂. Ils s'expriment en général en gramme d'équivalent CO₂ par kilowatt heure (gCO₂eq/kWh) ; pour la production d'électricité ; ils peuvent également s'exprimer en gramme d'équivalent carbone par kWh et souvent aussi en KgCO₂eq/Tep.

La mesure réelle ou l'évaluation modélisée des facteurs d'émissions des différentes sources d'énergie permettent d'établir des bilans d'émissions et par suite d'investir dans des matériels ou dans des procédés nécessitant moins de ressources énergétiques fossiles de manière à moins affecter le climat.

Les contenus en CO₂ par activité peuvent être regroupés par ensembles d'activités présentant des caractéristiques et des finalités similaires. On parle alors de contenus en CO₂ par usage (chauffage, éclairage, transports, etc.).

Cela étant, les facteurs d'émission associés à l'énergie correspondent pour l'essentiel à des émissions de CO₂. Lorsque d'autres gaz sont pris en compte, il s'agira uniquement de méthane ou de N₂O, et pour des contributions généralement marginales.

Le tableau 3.1 donne quelques exemples de facteur émis par la consommation d'électricité pour différents pays

Tableau 3.1 – Facteurs d'émission [12]

Pays	facteurs d'émission (KgCO _{2e} /KWh)
Allemagne	0,461
Algérie	0,548
Autriche	0,188
Belgique	0,22
Bulgarie	0,579
Luxembourg	0,41
Danemark	0,36
Pays-Bas	0,415
Portugal	0,255

3.1 Quantification des émissions [13]

Les émissions de CO₂ sont évaluées selon les deux approches recommandées par la méthode du GIEC qui sont :

- Approche de référence
- Approche sectorielle

3.1.1 Approche de Référence

Cette approche permet d'estimer les émissions de CO₂ sur la base de la consommation apparente (C.A) pour chaque combustible selon la formule suivante :

$$C.A. = Pr + Ip - Ep - St - Vst$$

Où :

- Pr : Production
- Ip : importation
- Ep : Exportation
- St : Soutes
- Vst : Variation des stocks

Les émissions de CO₂ pour chaque combustible sont alors calculées en tenant compte de la teneur en carbone du combustible, du carbone stocké et de la fraction de carbone oxydé. Le carbone stocké dans les produits fabriqués par l'industrie pétrochimique ou dans les bitumes et lubrifiants est quantifié sur la base des facteurs proposés par la méthode du GIEC. Cette quantité est déduite du total des émissions obtenu par l'approche de référence. Les soutes internationales comprennent les combustibles vendus aux compagnies maritimes et aériennes étrangères et ceux consommés sur les trajets internationaux par les compagnies nationales aériennes et maritimes pour le transport des voyageurs et pour le cabotage de marchandises. Les émissions de CO₂ par l'approche de référence après déduction du carbone stocké et des soutes internationales sont estimées à 64,316 MtCO₂.

3.1.2 Approche sectorielle

Cette approche est plus spécifique. Elle utilise les consommations de combustibles au niveau de chaque secteur. Les émissions de CO₂, sont estimées à partir de la teneur en carbone de chaque combustible. Quant aux émissions de SO₂, elles sont évaluées sur la base des teneurs maximales en soufre fixées par les normes algériennes pour les différents combustibles. Dans la réalité, les émissions de SO₂ sont inférieures car les normes officielles représentent le seuil maximum qui ne doit pas être dépassé.

3.1.3 Emissions fugitives

La quantification des émissions fugitives des différents segments de l'industrie pétrolière et gazière est basée sur les facteurs d'émission par défaut pour le niveau 1 des directives du GIEC.

Ces émissions sont constituées de méthane (CH₄) et de CO₂ provenant des différentes étapes de production (sortie des puits de pétrole et de gaz, décarbonation du gaz, purges des installations, rejets accidentels, fuites diverses...). Elles se produisent sous forme fugitive ou de rejets intentionnels ou non vers l'atmosphère (venting). Dans l'industrie des hydrocarbures, les principales catégories des sources d'émissions fugitives sont : le forage de puits, la production et le traitement, le transport par pipelines (brut et condensât), le raffinage pour le pétrole et pour le gaz.

Sont classées également comme fugitives les émissions provenant des gaz torchés lors de la production et le traitement des hydrocarbures (pétrole et gaz). Il s'agit de gaz liés aux activités aval non récupérés lors des activités de traitement, de raffinage et de liquéfaction et qui sont envoyés vers la torche. Les quantités torchées en 2000 représentent un total de 1152,022 millions m³.

3.2 Emissions globales provenant du secteur de l'énergie

A partir des tableaux 2.7 et 2.10 relatant de la consommation et production nationale les estimations des émissions obtenus sont regroupés dans les tableaux 3.2 et 3.3

Tableau 3.2 – Estimation des émissions de CO₂ issues de la production nationale [11, 14, 15]

I-Electricité				
	GWH	gCO _{2e} /KWh	TCO ₂	MTCO ₂
Turbine Gaz	20211	570	8205666	11,520
Turbine Vapeur	10221	704	7195584	7,196
Diesel	249	778	193722	0,194
Cycle Combine	28444	370	9983844	10,524
Hydraulique	193	10	1930	0,002
Centrale Hybride (SPP ₁)	1181	367	433427	0,433
Production Autonome	3742	188	703496	0,703
II-PRODUITS GAZEUX				
	Ktep	KgCO _{2e} / tep	TCO ₂	MTCO ₂
Production brute de gaz naturel (y compris GPL vaporise)	176483	425	20472028	75,005
GPL aux champs	9439	9 (KgCO _{2e} /GJ)	972217	3,557
GNL	16992	150	2548800	2,549
Gaz de hauts fourneaux	71	268 (KgCO _{2e} /GJ)	796664,304	0,797
III- Produits Liquides				
Production d'énergie primaire				
			TCO ₂	MTCO ₂
Pétrole brut	56038	6,2(KgCO _{2e} /GJ)	14546433,701	14,546
Condensat	11069	91 (KgCO _{2e} /tep)	1007279	1.007
Production d'énergie dérivée				
	Ketp	KgCO _{2e} /GJ	TCO ₂	MTCO ₂
Essences	3215	15,90	2140229,358	2,140
Naphta	9593	11,40	4578692,854	4,579
Jet Fuel	2099	14,90	1309425,887	1,309
Gasoil	9352	15,90	6225637,622	6,226
Fuel Oil	6640	90 (KgCO _{2e} /tep)	597600	0,597
Totale				157,435

Tableau 3.3 – Estimation des émissions de CO₂ issues de la consommation nationale [11, 14, 15]

	Ktep	TCO _{2e} /tep	KCO _{2e} /GJ	MTCO ₂
Gaz naturel	11 207	2,35	56,1	26,336
Electricité	45 750(GWH)	548(gCO _{2e} /KWh)		25,071
GPL	2 236	2,64	63,1	5,903
Produits pétroliers	14 989	3,07		46,016
Coke Sidérurgique	14	4,1		0,057
Autres (bois)	6		92	0,023
Totale				103,407

En Algérie Les émissions de GES dues à la consommation d'énergie finale dépassent les 100 millions de TCO₂ soit [16] :

- un niveau d'émissions par habitant de 2.47TCO₂.
- un niveau d'émissions par TJ consommée de 62.73TCO₂.

3.3 Stratégie Nationale d'efficacité énergétique et des énergies renouvelables

La volonté politique de l'Algérie pour la promotion des énergies renouvelables ainsi que l'efficacité énergétique s'est confirmée davantage à travers l'adoption le 03 février 2011 par le Conseil des ministres du programme national des énergies renouvelables et de l'efficacité énergétique à l'horizon 2030.

La révision du programme national porte essentiellement 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). Ce programme 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. Conformément à la réglementation en vigueur, la réalisation de ce programme national est ouverte aux investisseurs du secteur public et privé nationaux et étrangers.

La consistance du programme en énergies 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. Ce programme consiste au développement du photovoltaïque, l'éolien à grande échelle, et les filières de la biomasse, de la cogénération et de la géothermie avec l'introduction du solaire thermique (CSP) à partir de 2021. Les capacités en énergie renouvelables seront installées selon les spécificités de chaque région : Région du Sud, pour l'hybridation des centrales existantes et l'alimentation des sites éparses compte tenu de la disponibilité des espaces et de l'important potentiel solaire et éolien qui privilégie ces régions ; Région des Hauts Plateaux pour leur potentiel d'ensoleillement et de vent avec possibilité d'acquisition des terrains ; Région du littoral selon la disponibilité des assiettes de terrain avec l'exploitation de tous les espaces tels que les toitures et terrasses des bâtiments et autres espaces non utilisés. Les besoins complémentaires pour d'autres domaines d'application sont intégrés dans la capacité totale du photovoltaïque, tels que le résidentiel, l'agriculture, le pompage, les ressources en eau, l'industrie, l'éclairage public et les services.

Objectifs du programme algérien des Energies Renouvelables
22 GW à l'horizon 2030

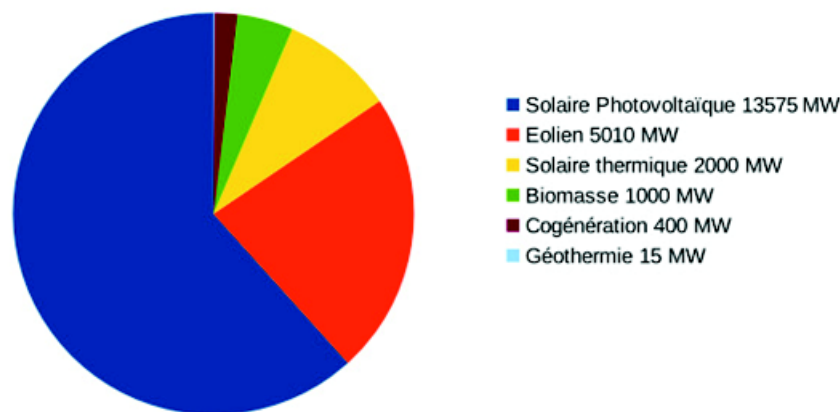


FIGURE 3.1 – Objectifs du programme algérien des énergies renouvelables [17]

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.

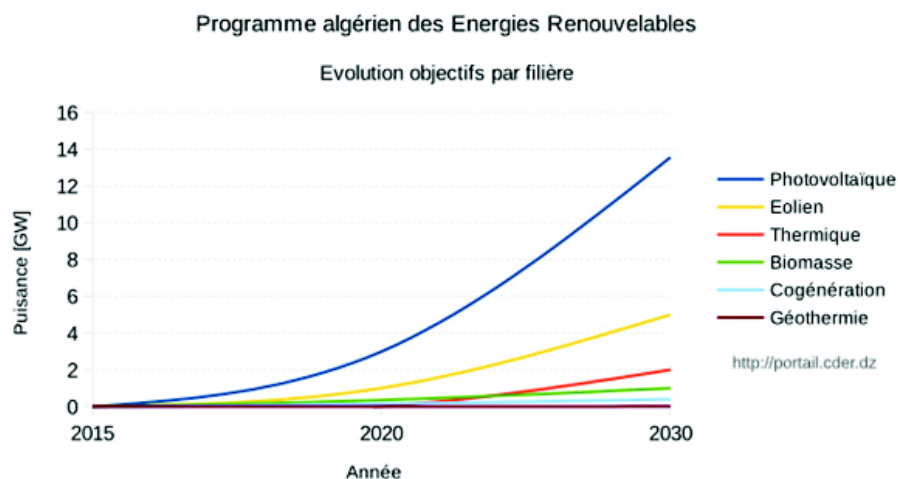


FIGURE 3.2 – Evolution des objectifs par filière du programme algérien des énergies renouvelables

D'après une étude réalisée par F. Sahnoune [18], ce programme de développement des énergies renouvelables et celui de l'efficacité énergétique permettra, une fois réalisé dans les délais prévus, de réduire d'ici 2030 les émissions cumulées de GES de l'ordre de 300 MTéq CO₂

Conclusion

Cette étude nous permet d'avoir un certain nombre d'indicateurs énergétiques à l'échelle macro et sectoriel, ces indicateurs donnent un aperçu global et détaillée pour les décideurs sur la situation du secteur de l'énergie du pays. Elle permet aussi la comparaison aux autres pays de la région.

De plus, elle permet de connaître les avantages et les inconvénients du système énergétique tel que la non dépendance énergétique de l'Algérie, la non implication des énergies renouvelables dans la production de l'énergie et le faible rendement des centrales (thermique) de production d'électricité.

Pour une population estimée à 38,700,000 habitants, les émissions de CO₂ engendrées par le secteur énergétique sont de 2.47 tonnes par tête d'habitant soit une augmentation de 52% entre 1990 et 2014. A titre indicatif, la moyenne mondiale des émissions de CO₂ est de 4,68 t/ha, l'Etats-Unis de 19,85 t/hab, celle de la France de 6,15 t/hab, du Liban de 3,50 t/hab, de la Tunisie de 1,92 t/hab et du Maroc de 1,27 t/hab.

Ces résultats montrent toute l'importance qu'occupe le secteur de l'énergie dans les émissions totales de gaz à effet de serre direct. En effet, près de 75% de ces émissions proviennent de ce secteur. L'industrie des hydrocarbures constitue le moteur de l'économie nationale. A ce titre, elle représente une part prépondérante dans les activités économiques et par voie de conséquence dans les émissions nationales de GES. Près de 20% des émissions de ce secteur sont associées à la production, au traitement et au transport des hydrocarbures dont une partie importante est exportée.

L'industrie de liquéfaction du gaz naturel dont le produit (GNL) est exporté dans sa totalité est responsable également d'une part significative de ces émissions (8%). Le reste des émissions de ce secteur (47%) provient essentiellement de la consommation d'énergie pour la production d'électricité, le raffinage du pétrole brut et pour les besoins de l'industrie nationale, du résidentiel et institutionnel, du transport, etc.

Dans ce contexte l'Algérie a pris conscience du rôle important des énergies renouvelables et de l'efficacité énergétique dans le développement durable et a adopté un ambitieux programme pour pouvoir diversifier les sources d'énergie et opter pour une énergie propre et non épuisable, en l'occurrence le solaire, pour alimenter la demande du marché national et éventuellement international.

Reste à souligner que ces résultats s'accompagnent d'incertitudes non négligeables dont il convient de tenir compte dans l'utilisation de ces informations.

Bibliographie

- [1] F. Peter, *L'encyclopédie du XX siècle*. Androméda Oéxford, 1991.
- [2] Service de l'observation et des statistiques, "Repères," *Chiffres clés de l'énergie*, 2015.
- [3] MEDENER, "Tendances de l'efficacité énergétique dans les pays du bassin méditerranéen," *Rapport régional élaboré par le réseau MEDENER sur les indicateurs d'efficacité énergétique des pays du Sud et de l'Est de la Méditerranée*, 2013.
- [4] R. K. Pachauri and A. Reisinger, *Bilan 2007 des changements climatiques : Rapport de synthèse*. GIEC, 2008.
- [5] J. Jancovici, "Comment évoluent actuellement les émissions de gaz à effet de serre?," *www.manicore.com*, mise à jour de Septembre, 2007.
- [6] J. Butler and S. A. Montzka, "The noaa annual greenhouse gas index (aggi)," *Earth System Research Laboratory, Global Monitoring Division Website*. Accessed August, 2016.
- [7] R. CITEPA, "Inventaire des émissions de polluants atmosphériques et de gaz à effet de serre en France séries sectorielles et analyses étendues," *Rapport d'inventaire national*, p. 157, 2012.
- [8] P. D. Jones, M. New, D. E. Parker, S. Martin, and I. G. Rigor, "Surface air temperature and its changes over the past 150 years," *Reviews of Geophysics*, vol. 37, no. 2, pp. 173–199, 1999.
- [9] G. Bilan, "des changements climatiques : Rapport de synthèse," *Contribution des groupes de travail I, II et III au quatrième rapport d'évaluation du groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat [équipe de rédaction principale, Pachaur, RK et Reisinger, A.(publie sous la direction de)] GIEC, Genève, Suisse*, 2007.
- [10] M. de l'Énergie, "Électricité et gaz," 2015.
- [11] M. de l'Énergie, "Bilan énergétique national 2014," 2015.
- [12] convention des Maires, "Les facteurs d'émission."

- [13] M. de l'Aménagement du Territoire de l'Environnement et du Tourisme, "Inventaire national des émissions de gaz à effet de serre de l'année 2000," 2010.
- [14] "Guide des facteurs d'émissions," *Carbone, Bilan*, 2010.
- [15] J. Jancovici, "Guide des facteurs d'émissions," *Bilan carbone. Rapport réalisé pour l'ADEME*, 2014.
- [16] M. HOEVEN, "Co2 emissions from fuel combustion iea statistics," *International Energy Agency : highlights. França : International Energy Agency*, 2013.
- [17] CDER, "Nouveau programme national de développement des énergies renouvelables," 2015. www.portail.cder.dz/spip.php?article4446.
- [18] F. Sahnoune, M. Belhamel, and Zelmatt, "Algerian energy policy and potential to reducing greenhouse gas emissions," *Energy Sources*, vol. part B, 2016.