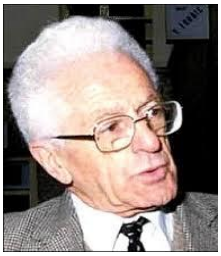


Université Mouloud MAMMERI de TIZI OUZOU

Faculté des sciences économiques, commerciales et sciences de gestion

Département des sciences économiques

Mémoire

En vue de l'obtention du diplôme de magister en sciences économiques, option : économie et finance internationales

Thème :

Croissance de la consommation d'énergie en Algérie : déficit en efficience énergétique et contraintes économiques

Présenté par :

YAMOUN KARIM

Dirigé par :

Pr. TESSA Ahmed

Membres du jury :

-Mr SI MOHAMED Djamel, Professeur : Président du jury

-Mr GUENDOUZI Brahim, Professeur : Examinateur

-Mr HADJOU Lamara, Maître de conférences classe A : Examinateur

-Mme AMENACHE, Maître de conférences classe B : Examinatrice

-Mr TESSA Ahmed, Professeur : Rapporteur

Soutenu publiquement le 21/05/2018

deg ass nni amenzu

lliɣ čuraɣ d akukru

iẓṛi-w mi yettru

teslemdeḍ-iyi ad tfaɣ imru

assa mi id-tezzi tedwilt

yissem iɣ-tuɣ teftilt

d usirem-im iɣ-d-ǧǧiḍ ttawtilt

tira-inu, i kem tajmilt

A celle qui m'a montré la vie par sa présence

A celle qui m'a montré la bravoure par sa résistance

A celle qui m'a montré la patience par son absence

A celle qui m'a donné vie et qui lui a donné un sens

..... A ma mère .....

J'exprime par ces quelques lignes, mon infinie gratitude envers toutes celles et tous ceux qui ont contribué à la réalisation de ce travail

Mes remerciements s'adressent d'abord à ma famille, mes alliés indéfectibles, mes soutiens de toute heure : Ma défunte mère Djouhar, mon père Said, mon frère Kader, ma tante Fatima, ma belle mère Samia, mon frère de la vie Lyes et tous les membres de ma famille. Je vous serai éternellement reconnaissant pour m'avoir poussé à donner le meilleur de moi-même, pour m'avoir soutenu durant chaque moment difficile, pour m'avoir permis d'y croire et pour avoir fait de moi, ce que je suis aujourd'hui.

Je témoigne ma gratitude aux membres du jury qui ont examiné mon travail et l'ont enrichi de leurs précieuses remarques, leur analyse pertinente et leurs inestimables recommandations.

Mes remerciements sont également adressés à tous les enseignants ayant contribué à ma formation de graduation et de poste graduation ainsi qu'à mes camarades avec lesquels j'ai eu l'honneur et le plaisir de partager cette formation.

Je ne saurai finir sans rendre hommage à toutes ces magnifiques amitiés qui entourent mon existence. Un grand merci à toutes mes amies et à tous mes amis dont la présence, le soutien les échanges et le plaisir partagé me rendent meilleur et me font aimer la vie

Résumé : La chute des prix du pétrole coïncidant avec la baisse des volumes de production et la forte augmentation de la demande nationale d'énergie met l'économie Algérienne, fortement dépendante des hydrocarbures, devant le défi de ralentir la croissance de sa consommation énergétique tout en stimulant la croissance économique. Le challenge de la quantification de l'efficience énergétique et son amélioration constitueront l'essence de ce travail de recherche.

Mots clés : consommation énergétique, efficience énergétique, diversification, potentialités, rendement, indicateurs d'efficience énergétique

Abstract : Decrease in oil prices coincided with the decline in production volumes and the sharp increase in domestic energy demand puts the Algerian economy , heavily dependent on hydrocarbons , to the challenge of slowing the growth of its energy consumption while stimulating Economic Growth. The challenge for the quantification of energy efficiency and its improvement constitute the aim of this work.

Keywords: Energy consumption, energy efficiency, diversification, opportunities, energy efficiency indicators

الملخص: انخفاض أسعار النفط المتزامن مع تراجع حجم الإنتاج الوطني و الزيادة الحادة في الطلب المحلي على الطاقة يضع الاقتصاد الوطني، الذي يعاني من تبعيته الكبيرة للمحروقات، أمام التحدي الذي يتمثل في ضبط وتيرة استهلاك الطاقة و في نفس الوقت تحفيز النمو الاقتصادي. قياس كفاءة استخدام الطاقة و تحسينها ستشكل جوهر هذا البحث

رؤوس الأقلام: استهلاك الطاقة، كفاءة الطاقة، فرص للتنويع الاقتصادي, كفاءة الطاقة مؤشرات الكفاءة الطاقوية

Sommaire

Dédicaces I
Remerciements II
Résumé III
Sommaire IV
Liste des abréviations VII
Introduction générale 01
PARTIE UNE : Approche théorique de la maîtrise de l'énergie 08
Chapitre un : Les instruments de mesure et les barrières à l'efficience énergétique 10
Chapitre Deux : Protection de l'environnement et énergies renouvelables 42
Chapitre trois : Le secteur énergétique En Algérie 76
PARTIE DEUX : Etude empirique de l'efficience énergétique en Algérie 108
Chapitre quatre : Analyse de la consommation énergétique en Algérie 110
Chapitre cinq : Les indicateurs d'efficience énergétique en Algérie 140
Conclusion générale 169
Bibliographie 177
Annexes 183
Liste des illustrations 194
Table des matières 196

Liste des Abréviations

°C : Degré Celsius

ADEME : Agence Française de l'environnement et de maîtrise de l'énergie

AIE : Agence internationale de l'énergie

ALNAFT : Agence nationale pour la valorisation des hydrocarbures

APPA : Association des producteurs de pétrole Africains

APRUE : Agence de promotion de la rationalisation de l'utilisation de l'énergie

ARH : Autorité de régulation des hydrocarbures

BM : Groupe banque mondiale

BRI : Pétrole brut réduit importé

BTP : Bâtiment et travaux publics

CDER : Centre de Développement des Energies Renouvelables en Algérie

CNUED : conférence des nations unies sur l'environnement et le développement

CO_2 : Dioxyde de carbone

COP : Conférences des parties

DA : Dinar Algérien

FMI : Fond monétaire international

GHG's : green house gazes, gaz à effet de serre

GIEC : groupe intergouvernemental d'experts sur les changements climatiques

GN/c: Gaz naturel carburent

GNL : Gaz naturel liquéfié

GPL/c : Gaz de pétrole liquéfié carburent

GPL : Gaz de pétrole liquéfié

GWh : Giga wattheure= 10^9 Wattheure

IEF : Intensité Energétique Finale

IEP : Intensité énergétique Primaire

IPCC : intergouvernemental panel on climate change

Ktep : mille tonnes équivalant pétrole

Kwh : kilo wattheure = 10^3 wattheure

Mtep : millions de tonne équivalant pétrole

Mwh : Méga wattheure = 10^6 wattheure

OMM : Organisation météorologique mondiale

ONU : Organisation des Nations Unies

OPEP : Organisation des pays producteurs de pétrole

P-km : kilomètre passager.

PAS : Plan d'ajustement structurel

PIB : Produit intérieur brut

PNUE : Programme des nations unies pour l'environnement

PPM : parties par mille

RCEFEP : Ratio Energie Finale en Energie Primaire

SAIPEM: Sosocietà anonima italiana perforazionn e montaggi

SONATRACH : Société nationale de transport et de commercialisation des hydrocarbures

SONELGAZ : Société nationale de l'électricité et du gaz

TEP : Tonne équivalant pétrole,

UE : Union Européenne

USA : Unated stats of America.

USD : Unated states dollar

WEC : world energy council

Introduction générale

…La meilleure énergie est
Celle que l'on ne consomme pas…

Introduction

L'utilisation de l'énergie fait partie des besoins primaires et indispensables de l'être humain. En effet, les besoins physiologiques (nourriture et eau) constituent la première base de la pyramide de MASLOW. Ces derniers ne sont autres que les matières premières initialement consommées par l'Homme afin de produire l'énergie (calorifique et thermique) dont son corps requiert pour fonctionner.

C'est ainsi qu'à travers les âges, l'Homme a cherché les moyens de satisfaire ce besoin par des procédés et des méthodes qui n'ont cessé d'évoluer à travers les temps. Sa quête commença par la recherche de nourriture, la chasse et la pêche étant les occupations principales de l'Homme primitif. La première évolution fut la découverte et la maîtrise du feu intervenue il y a 500 000 ans approximativement. Cela permit à l'homme d'utiliser ce qu'on appelle à présent le « bois énergie » pour se chauffer, cuire ses aliments, fabriquer certains objets et probablement se protéger des prédateurs. Ce fut le premier chainon de la longue histoire de la maîtrise de l'énergie.

L'énergie du vent (bateaux à voiles et moulins), celle de l'eau (roues à aube des moulins), mais aussi la domestication de certains animaux dont la force physique allait combler la faiblesse musculaire de l'Homme, sont venues compléter le panorama de cette longue ère préindustrielle. Au moyen âge, l'intensité grandissante du recours au bois a causé une première vague de déboisement notamment au sein de la vieille Europe aux prémices de l'ère industrielle.

C'est justement cette révolution industrielle qui va venir bouleverser ce mix énergétique établi. Dans un premier temps, l'apparition du charbon va déloger le bois de sa place prépondérante et remplacer le charbon de bois dans les applications traditionnelles mais aussi avec l'introduction de nouvelles applications tel que les machines à vapeur, le gaz d'éclairage… etc. A partir de la deuxième moitié du XIXe siècle, deux nouvelles ressources vont faire leur apparition et tourner définitivement la page préindustrielle d'abord aux USA puis partout dans le monde : Le pétrole avec le premier puits en Pennsylvanie, USA en 1859 et l'électricité avec la construction de nombreuses centrales hydroélectriques vers les années 1880[1].

[1] Paul MATHIS : Les énergies comprendre les enjeux, éditions QUA, Paris, 2011

Au cours du siècle suivant, le gaz naturel et l'énergie nucléaire vont venir compléter le tableau et ces cinq énergies (charbon, pétrole, gaz naturel, hydroélectricité et nucléaire) constituent jusqu'à nos jours l'essentiel du mix énergétique mondial.

A partir du XXe siècle, l'intensification et l'accélération de l'activité économique qui ont été permis par les innombrables progrès technologiques, vont conduire à la progression galopante du recours à l'énergie. En effet, le développement des moteurs à explosion, des turbines, des turboréacteurs, des moteurs électriques… etc. vont permettre la généralisation de l'utilisation des transports ainsi que l'omniprésence de « la fée électricité » au quotidien à partir des 30 dernières années du XXe siècle.

En 1900, la consommation finale mondiale d'énergie était d'environ 500 000 tep (tonnes équivalant pétrole)* pour une population mondiale de 1.6 milliards d'habitants. Un siècle plus tard, la consommation est multipliée par 18 pour atteindre 9 milliards de tep pour une population multipliée par 3,81[2].

Ces chiffres témoignent de la prépondérance de l'utilisation de l'énergie comme vecteur essentiel au fonctionnement de l'économie mondiale de nos jours. Ce rôle dont elle jouit, la place évidemment sur des enjeux hautement stratégiques. Les questions relatives à la facture énergétique de tout pays, à la recherche de la sécurité d'approvisionnement, ou encore à la configuration du mix énergétique et des économies d'énergie possibles, sont des questions névralgiques dans toute réflexion économique d'autant plus que l'essentiel des trois matières premières principalement utilisées pour la production de l'énergie mondiale (pétrole 34%, gaz naturel 20% et charbon 25% en 2013 selon l'agence internationale de l'énergie, (AIE) se situe dans des régions du globe dites « zones à risque » alors que les plus grands consommateurs ne peuvent satisfaire leur demande que par l'importation de ces matières. Cela donne lieu à de véritables batailles stratégiques parfois débordant même sur des conflits armés entre les différents protagonistes de ce secteurs (pays producteurs et exportateurs, pays consommateurs importateurs, entreprises nationales rentières, entreprises multinationales productrices…).

Les prix du pétrole et aussi ceux du gaz naturel indexés, sont l'objet d'importantes fluctuations sur les marchés internationaux des matières premières, en particulier depuis le

*La tonne équivalant pétrole est une unité de mesure de référence utilisée pour exprimer la quantité de l'énergie.

[2] Jean Marie CHEVALIER : Les grandes batailles de l'énergie, éditions GALLIMARD, 2004

début des années 1970. Les chocs (augmentation rapide et souvent inattendue des prix) et les contre chocs (causés par une très forte chute des prix) se suivent régulièrement et nuisent à la stabilité économique aussi bien dans les pays producteurs très souvent dépendants de l'exploitation de ces ressources, que dans les pays grands importateurs de ces matières. Ces derniers subissent des coûts supplémentaires causés par la hausse des prix qui nuisent à leur compétitivité tandis que les premiers encaissent les contrecoups de la chute des prix causant souvent l'instabilité budgétaire et un déficit de leurs balances extérieures.

Objet du travail

L'Algérie, étant parmi les 10 plus grands producteurs de gaz naturel et parmi les 20 plus grands producteurs de pétrole au monde (statistiques de l'AIE, 2013), présente un modèle économique à caractère rentier, basé sur l'exploitation et l'exportation de ces deux ressources naturelles pour financer la lourde facture des importations résultant de l'état embryonnaire, voire l'inexistence de tissus industriel et agricole nationaux. En effet, plus de 95% des ressources exportables du pays proviennent du secteur des hydrocarbures et ce dernier pèse pour plus de 27% dans la structure du PIB en 2014[3].

La conjoncture actuelle est marquée par la surabondance de l'offre de pétrole sur les marchés internationaux depuis le second semestre de l'année 2014, conduisant à une très forte baisse des prix passant d'une moyenne annuelle d'environ 95 USD le baril en 2014 à une moyenne de 50 USD le baril en 2015, soit une baisse de plus de 50% en une année[4] .En 2016, les prix ont poursuivi leur dévissement pour atteindre des planchers à moins de 27 USD le baril. Ainsi, la persistance de cette situation conjuguée avec la dépendance accrue de l'Algérie à l'exportation de ces combustibles fossiles engendre la déstabilisation de l'équilibre budgétaire de l'Etat poussant les autorités à puiser dans les réserves de change. La balance des paiements du pays affichait déjà un déficit 5.88 milliards USD au terme de l'année 2014 puis un déficit culminant à 20.82 milliards USD après les trois premiers trimestres de l'année 2015 selon les chiffres de la banque d'Algérie. Ceci a induit la contraction des réserves de change (hors or) de 32.57 milliards USD entre septembre 2014 et septembre 2015 s'établissant à 152 milliards USD toujours selon la même source.

En outre, le bilan énergétique national édition 2014, établi par le ministère de tutelle nous fournit nombre d'indications résumées comme suit :

[3] Bulletin statistique trimestriel de la banque d'Algérie, N°32, Décembre 2015
[4] opec monthly oil market report, janvier 2016.

D'abord, la production nationale d'énergies primaires est sur une tendance baissière induisant par conséquent, une baisse des exportations d'énergie. Les importations énergétiques quand à elles, enregistrent une hausse significative. Ensuite, nous pouvons constater une forte hausse de la consommation nationale d'énergie dont la part du total de la production nationale est en forte progression par rapport à l'année précédente, confirmant ainsi la tendance structurellement haussière de la consommation énergétique en Algérie ce qui porte la part de cette dernière du total de la production d'énergie à des niveaux plus élevés au terme de chaque exercice.

Cela engendre deux types de contraintes pour l'économie du pays : la première étant le manque à gagner en exportation que représentent ces parts grandissantes de la production d'énergie attribuées à la consommation nationale. La seconde représente la nécessité de trouver de nouvelles sources d'approvisionnement dans l'objectif de combler à moyen et long terme la demande domestique galopante et assurer la sécurité énergétique du pays.

Le poids du secteur énergétique dans la structure de l'économie Algérienne, la baisse structurelle des revenus des exportations d'hydrocarbures résultant d'une part, de la baisse des volumes de production et d'autre part de la chute des prix sur les marchés, représentent les principaux arguments ayant motivé le choix de notre thématique de recherche. L'intérêt est porté sur les volumes de la consommation énergétique nationale sous le constat de son augmentation galopante durant les dix dernières années. Le poids grandissant de cette consommation pèse de plus en plus sur la facture énergétique du pays ce qui rend son analyse pertinemment nécessaire. Le questionnement principal qui a orienté notre travail est le suivant:

Problématique

Comment inverser la tendance haussière de la consommation énergétique en Algérie sans remettre en cause la croissance économique ?

De cette problématique principale découlent les questionnements partiels suivants :

-Quels sont les éléments ayant conduit à la tendance structurellement croissante de la consommation énergétique en Algérie et quelles en-sont les conséquences ?

-Quels sont les outils techniques susceptibles de garantir une mesure et surveillance efficace, continue et structurelle des paramètres liés à la consommation d'énergie ?

-Quels sont les mécanismes et les mesures pris et/ou à prendre dans le but d'inverser cette tendance et assurer l'approvisionnement futur, sans freiner la croissance économique ?

Hypothèses de travail

Afin d'essayer de répondre à ces questionnements, nous avons adopté les hypothèses de travail suivantes :

1- Les indicateurs d'efficience énergétique : outil efficace de surveillance et de comparaisons annuelles des performances des systèmes énergétiques et la décomposition sectorielle des rendements macroéconomiques ;

2- Le développement des énergies renouvelables : Avantages relatifs importants et environnement international favorable ;

3- Le niveau de vie des citoyens et le niveau des prix de l'énergie, impactent le niveau de sobriété énergétique du consommateur qui détermine le niveau de consommation ;

4- la faiblesse du rendement des systèmes énergétiques des différents secteurs conduisent à l'élévation continuelle des niveaux de consommation.

Méthodologie de travail

Pour essayer de démontrer ces hypothèses, nous avons choisi de suivre le cheminement méthodologique suivant :

-Pour élaborer la partie théorique du travail, à savoir, présenter l'essentiel des concepts et passer en revue les principaux travaux liés à la maîtrise énergétique en ayant recours aux diverses ressources théoriques dont les ouvrages, les articles scientifiques, les revues spécialisées et les travaux de recherche en utilisant les outils méthodologiques suivants : résumé, citation, traduction et synthèse.

-Etude empirique analytique et comparative en faisant appel aux différentes bases de données statistiques nationales et internationales dans le but de recueillir les données empiriques nécessaires à l'étude pratique puis utilisant différentes techniques statistiques descriptives dont la moyenne, les proportions, l'estimation… etc. afin de pouvoir interpréter les chiffres recueillis.

Par ailleurs, Nous avons choisi la période d'étude s'étalant entre les années 2010 et 2014 et ce pour les raisons suivante :

-La disponibilité des ressources statistiques nécessaires à l'étude à savoir, les données macroéconomiques, les agrégats énergétiques, les statistiques sectorielles (bâtiment, ménages, transports, industrie, services…etc.

-Dans un souci d'harmonisation des données, nous avons choisi de ne pas inclure les bilans énergétiques nationaux des années 2015 et 2016, d'abord, dans un souci de fiabilité des ressources statistiques récentes (la marge d'erreur étant assez élevée dans l'élaboration de ces bilans, nous avons jugé plus recommandable d'utiliser uniquement les données corrigées et auxquelles sont ajoutés les écarts statistiques). Ensuite, l'indisponibilité des ressources statistiques sectorielles et sous-sectorielles limite l'analyse pour les années 2015 et 2016 aux agrégats macroéconomiques ce qui aurait, à notre sens, diminuer de la pertinence de l'étude réalisée.

Enfin, dans le cadre de l'étude empirique, nous avons choisi d'adopter une démarche comparative entre les données de l'Algérie avec celles de cinq autres pays : La Tunisie, le Maroc, La France, l'Italie et le Venezuela. Ces pays ont été choisis pour plusieurs raisons qui sont les suivantes :

-La proximité géographique entre l'Algérie et les pays choisis (mis à part le Venezuela) permet d'évincer l'influence du facteur climatique sur les modes de consommation énergétiques.

-La diversité des mix énergétiques de ces différents pays, permet d'inclure dans l'analyse plus de ressources énergétique la rendant, ainsi, plus globale.

-La différence de niveau de développement économique (deux pays développés et trois pays en développement) permet de mettre en relation le niveau de vie et le niveau de la consommation énergétique.

-Le choix s'étant porté sur le Venezuela repose quant à lui, sur les similitudes existant entre le modèle économique de ce pays et celui de l'Algérie (le statu de producteur d'hydrocarbures et la dépendance à l'exportation de ces derniers).

Partie une : Approche théorique de la maitrise énergétique

- **Introduction**
- **Chapitre un : les instruments de mesure et les barrières à l'efficience énergétique**
- **Chapitre deux : Protection de l'environnement et énergies renouvelables**
- **Chapitre trois : Le secteur énergétique en Algérie**
- **conclusion**

Introduction de la partie une

Comme il a été précédemment dit, le bouquet énergétique mondial est composé à prés de 80% par les trois grands combustibles fossiles que sont le charbon, le pétrole et le gaz naturel. Toutefois, cette composition diffère dans chaque pays puisque les mix énergétiques nationaux contiennent des ressources et des proportions différentes. Pour l'illustrer, nous citons les exemples de la Chine et de l'Afrique Du Sud pour lesquels le charbon compte pour 75% de l'énergie produite, d'autre part, le cas Français est unique puisque le nucléaire compte pour 40%. L'Italie quand à elle, présente un bilan majoritairement alimenté par le pétrole et le gaz (77%) et enfin, le Brésil où 45% de la production provient de l'énergie renouvelable (hydraulique et biomasse)[1].

La consommation finale mondiale a atteint pour sa part, 9.3 milliards de tep pour l'année 2013. Elle présente elle aussi, de très grandes inégalités entre les pays : par exemple, les Etats unis consomment 17% du total mondial alors qu'ils ne représentent que 5% de la population du globe. Pour ce qui est de l'Algérie, ses caractéristiques naturelles font que son bilan est composé à 90% par le pétrole et le gaz naturel. Elle participe par 0.76% à la production mondiale et consomme 0.32% du total mondial[2].

Pour une meilleure exploitation des paramètres et données relatifs aux questions abordées, une maîtrise conceptuelle et théorique préalable est primordiale afin de placer chaque élément dans un cadre conceptuel précis et tirer profit de la façon la plus efficace des données pratiques collectées. C'est pour se faire que la première partie de ce travail se donne comme objectif d'essayer d'apporter des éclaircissements conceptuels et juridiques à même de rentabiliser au mieux chaque indicateur utilisé et chaque énergie étudiée.

Après, la définition de chacun des indicateurs d'efficacité énergétique et chacune des énergies renouvelables étudiés, Nous allons tenter d'insérer les efforts pour la promotion des énergies renouvelables et la maîtrise de l'énergie dans le cadre de la dynamique mondiale de protection de l'environnement et de lutte contre le changement climatique nous finirons cette partie par la présentation du secteur énergie et des bilans énergétiques pour la période d'étude choisie.

[1] Jean Marie CHEVALIER, les 100 mots de l'énergie, collection Que-sais-je ?, édition presse universitaire de France, paris 2008, p13

[2] http://www.iea.org/Sankey/#?c=World&s=Balance date de consultation : 25/01/2016

Chapitre un : Les instruments de mesure et les barrières à l'efficience énergétique

- **Introduction**
- **Définition des concepts**
- **Approches et méthodologie de construction des indicateurs**
- **Principaux indicateurs par secteur**
- **Les barrières à l'efficience énergétique**
- **Conclusion**

Introduction

La consommation énergétique en Algérie pèse de plus en plus lourd sur le secteur énergétique et même sur toute l'économie nationale. Son importante progression dans le contexte économique national (dépendance de l'économie à l'exportation des hydrocarbures) et international (chute des prix du pétrole) met en exergue la pertinence d'une analyse détaillée et globale de l'évolution de cet agrégat.

Pour comprendre et appréhender les causes ayant contribué à ce phénomène, il est nécessaire de maîtriser les outils de mesure de la consommation d'énergie. Outre la fragmentation sectorielle et/ou par type d'énergie de la consommation nationale, bon nombre d'indicateurs plus élaborés ont été mis en œuvre pour mieux comprendre l'évolution de cet agrégat. Il s'agit là, des indicateurs d'efficience énergétique qui ont été introduits par l'agence internationale de l'énergie suite aux deux chocs pétroliers des années 1970.

Nous allons donc essayer, dans ce premier chapitre, de définir les concepts et de présenter chacun des indicateurs énergétiques afin d'en maîtriser l'élaboration et l'interprétation pour, ensuite, être à même de les appliquer au « cas Algérien » et nous permettre de répondre à la question du comment arriver à contenir la consommation sans nuire à la croissance économique.

Nous allons donc commencer par un défrichement conceptuel pour lever le voile sur les confusions et ambigüités relatives à différents concepts qui se chevauchent pour ensuite introduire les indicateurs et leurs applications ainsi que les barrières à l'efficience énergétique. Nous finirons ce chapitre par montrer le lien très fort s'étant tissé entre efficience énergétique et développement des énergies alternatives. Celles-ci constitueront le deuxième volet de notre travail en relation avec la diversification du mix énergétique.

1. Définition des concepts

L'introduction des questions relatives aux économies d'énergie fait donc suite aux deux chocs pétroliers qu'ont connus les années 1970. LOVINS (1976) fut le premier à avoir articulé l'application de la nouvelle vision intégrant l'efficience énergétique dans les stratégies énergétiques:" *My own view is that we are adaptable enough to use technical fixes alone to double, in the next few decades, the amount of social benefit we wring from each unit of end-use energy. Then over the period 2010–2040 we should be able to shrink per capita primary energy use to perhaps a third or a quarter of today's*"[1]. Son point de vue était qu'ils pouvaient, rien qu'en poussant les barrières techniques, dans les décennies suivantes, doubler, le bénéfice social tiré de la consommation de chaque unité d'énergie finale. Et que sur la période 2010-2040, ils devaient être capables de porter la consommation primaire par habitant au tiers voire au quatrième de ce qu'elle était à l'époque.

Les problèmes liés à la sécurité d'approvisionnement et la dépendance énergétique extérieure que connaissaient les grands consommateurs d'énergie, ont poussé les autorités de ces pays à porter les questions relatives à la maîtrise de l'énergie dans les débats publics.

Toutefois, les efforts liés à cette thématique ne sont pas restés constants et réguliers, mais suivaient plutôt l'évolution des prix de l'énergie sur les marchés. Ce n'est qu'à l'avènement de la lutte contre le réchauffement climatique au début des années 1990, que ces thématiques vont s'inscrire durablement dans l'agenda public.[2] C'est pour cela que les concepts liés à ce phénomène de changement climatique s'inviteront parmi les définitions qui vont suivre.

1.1. Changement climatique (climate change)

Le climat a toujours évolué depuis l'origine de la terre. Les périodes de réchauffement et de gel se sont suivies à travers l'histoire de la planète. Actuellement, nous sommes dans une phase « chaude » avec une température planétaire moyenne autour de 15°C. Cette température est assurée par la présence de « gaz à effet de serre » dans l'atmosphère, principalement l'eau, le dioxyde de carbone, du protoxyde d'azote et du méthane, présents à

[1] LOVINS.B.AMORY: Energy strategy: the road not taken? Friends of the earth's not man apart. Spec Reprint Issue 6(20):1977 p.15

[2] Martin et al. 1998 ; Leray et de la Roncière, 2002, in GIRAUDET Louis-Gaëtan, Les instruments économiques de maîtrise de l'énergie : une évaluation multidimensionnelle, Thèse de doctorat, Université Paris-Est, 2011 p.21

l'état de traces dans l'atmosphère (moins de 1% en volume). Sans ces gaz, la température moyenne avoisinerait les -18°C,[3] tout serait gelé et il n'y aurait pas de vie.

Le panel intergouvernemental sur le changement climatique (IPCC) définit le changement climatique comme: «***a statistically significant variation in either the mean state of the climate or in its variability, persisting for an extended period (typically dicades or longer***) ».[4] Ce qui veut dire une variation, statistiquement significative, dans l'état moyen du climat ou dans son évolution ou variabilité, persistant pour de longues périodes (des décennies ou plus).

La température à long-terme de la planète observe une augmentation anormalement plus rapide depuis la deuxième moitié du 20ème siècle selon les scientifiques qui ont porté la problématique du réchauffement climatique sur la scène publique. Cette augmentation est provoquée par les émissions humaines de gaz à effet de serre (GHG's) essentiellement du méthane et du CO_2. Pourtant, l'acceptation de cette information scientifique par les acteurs économiques va tarder à se faire et se heurtera durant de longues années à la « fin de non recevoir » des gouvernements et grands industriels à la logique de profit. Ce n'est qu'à travers la multiplication et l'intensification des catastrophes naturelles que la lutte contre le réchauffement climatique va devenir un cheval de bataille planétaire et l'un des plus grands défis du 21ème siècle pour l'humanité. Dans son rapport de 2014, l'IPCC estime que pour limiter le changement climatique, la température à long-terme de la planète ne doit pas augmenter de plus de 2°C, et pour se faire, la concentration de CO_2 dans l'atmosphère ne doit pas dépasser les 450 ppm. Nous allons reparler plus en détails de cet objectif dans le prochain chapitre lié aux énergies renouvelables.

1.2. Développement durable (sustainable development)

La notion de développement durable est apparue durant les années 1980 pour devenir au cours de la décennie suivant une question majeure. Il y a une multitude de définitions qui peuvent être attribuées à ce concept tant ses implications sont larges et diverses. Il recèle donc un caractère global, multidimensionnel et long-termiste.

[3], BOUAMAMA WAHIBA, civil engeneering management, La politique d'efficacité énergétique en Algérie : approche systémique pour un développement durable, cas du programme ECO-BAT, Thèse de magister Université de TLEMCEN, 2013 p. 07.

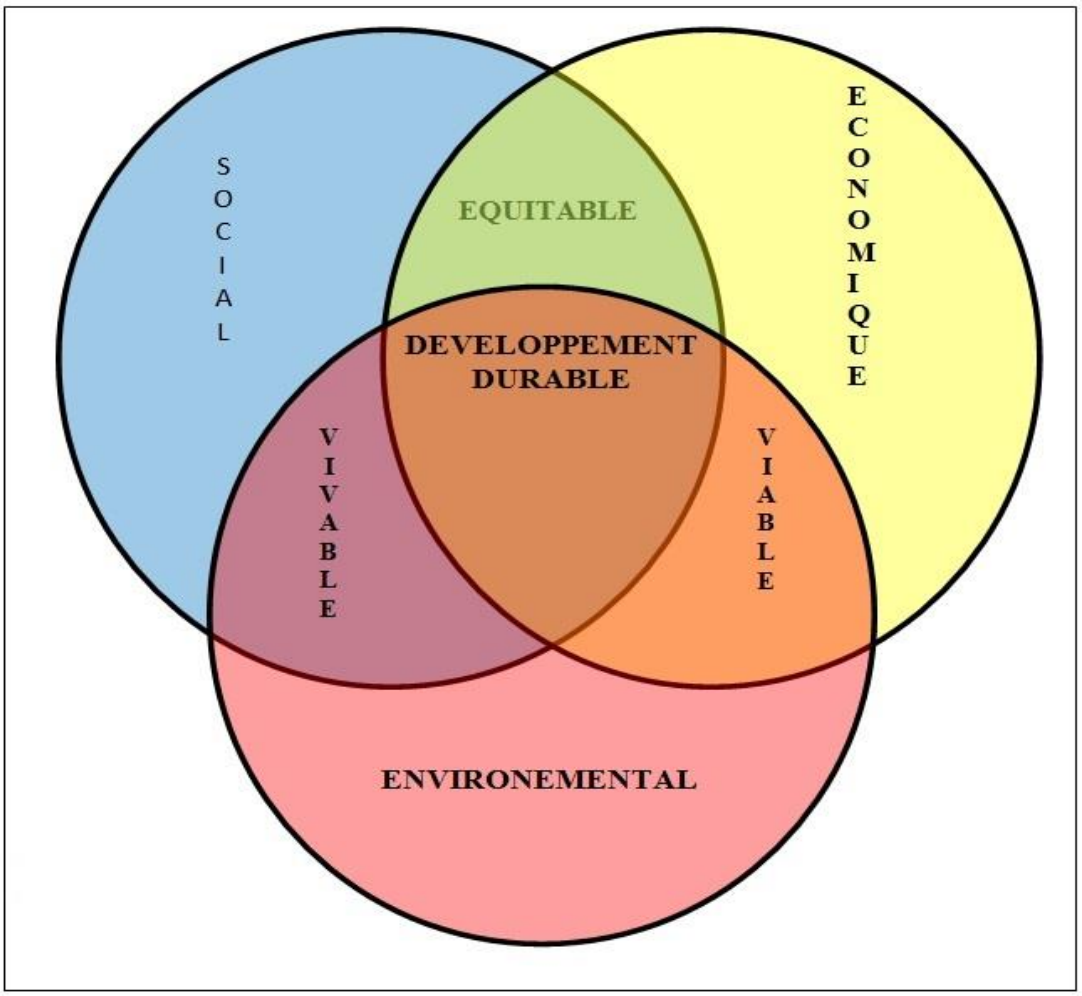
[4] IPCC (2001) in MING YANG et XIN YU, energy efficiency Benefits for environment and society, Green energy and technology, London, 2015, p.03

La définition la plus répandue est celle donnée par le rapport BRUNDTLAND qui définit le développement durable comme « ***un développement qui permet de répondre aux besoins du présent sans compromettre la possibilité pour les générations futures de satisfaire les leurs*** [5]».

Des définitions plus larges présentent le développement durable comme celui qui intègre ou qui équilibre les aspects économiques, sociaux et environnementaux, voire même culturels et institutionnels. Ce qui veut dire assurer le développement économique sans compromettre les écosystèmes, tout en assurant l'égalité sociale.

Le schéma suivant est largement utilisé pour définir le développement durable :

Figure 1: Le développement durable dans le cadre économique, social et environnemental[6]



[5] Rapport BRUNDTLAND : notre avenir commun, organisation des nations unies, 1987 p.14
[6] ZACCAÏ EDWIN, conférence « Qu'est ce que le développement durable », cycle de conférences rio, développement durable, 10 ans après, Palais des sciences, Paris, 2002, p.07

Le sommet de la terre à RIO, organisé par l'ONU, les 03 et 04 juin 1992 est venu consacrer le développement durable et s'est conclu sur la signature de la déclaration de RIO et l'accord sur le programme « agenda 21 » qui représente un programme d'action planétaire pour le 21ème siècle pour le développement durable.

1.3. Service énergétique (energy service)

Il y a un lien commun par lequel débute toute analyse de la consommation énergétique : l'énergie ne se consomme pas pour elle-même mais plutôt pour alimenter d'autres biens de consommation et assurer leur fonctionnement. Citons comme exemple la lampe pour la lumière, le chauffage pour la chaleur ou encore le moyen de transport pour la mobilité. Ces biens de consommation transforment une unité d'énergie finale (wattheure pour la lumière, m^3 de gaz pour le chauffage, litre d'essence pour le véhicule) en unités d'énergie utile (lumen pour la lumière, °C pour la chaleur et mètre pour la mobilité). L'usage de l'énergie ne peut donc être conçu sans la consommation d'autres biens.

Le service énergétique peut être défini comme étant « ***un bien composite fourni implicitement par la consommation conjointe d'énergie et d'autres biens d'usage de l'énergie***[7] ». A noter, le décalage temporel qui existe entre les coûts fixes du service énergétique (achat du bien d'usage de l'énergie) et les coûts variables liés aux dépenses d'énergie.

1.4. Sobriété énergétique (energy sufficiency)

Ce concept fait référence à la réduction absolue de la consommation d'énergie qui découle d'un comportement du consommateur cherchant à éviter le gaspillage ou à alléger sa facture énergétique. On peut citer comme exemple la réduction de la durée d'éclairage et celle de la période de chauffage, ou alors le covoiturage. La sobriété incarne un comportement volontariste, elle est donc à caractère consensuel. Elle prend racine dans la prise de conscience par rapport à la nécessité d'induire des économies d'énergie.

[7] Op.cit GIRAUDET Louis-Gaëtan, p 29

1.5. Efficience énergétique (energy efficieny)

1.5.1. Recadrage conceptuel

Avant de procéder à la définition de ce concept, il est utile de faire la distinction entre les termes efficacité (efficacy) et efficience (efficiency). Ces deux concepts se chevauchent très souvent et sont parfois considérés à tort, comme synonymes. Bien qu'étant sémantiquement proches, leurs significations divergent. Nous allons donc essayer de souligner la différence entre les deux afin de lever les confusions inhérentes.

Le terme efficacité se définit comme étant la capacité d'aboutir à un effet désiré, en utilisant les ressources disponibles, alors que l'efficience est la capacité d'aboutir au résultat souhaité, en utilisant le **minimum possible** des ressources disponibles. En anglais, on dit : « being efficient means doing more, with less »[8] ce qui veut dire ''faire plus avec moins de moyens''.

Ainsi, dans la littérature francophone, le concept efficacité énergétique est fréquemment utilisé pour désigner une situation où une entité (système, individu, secteur, collectivité ou même un Etat), arrive à produire le même service énergétique en utilisant moins d'énergie. Or. Dans cette définition, le résultat souhaité étant la production du service énergétique, doit se faire avec l'utilisation du **minimum d'énergie**. Elle correspondrait donc plus au terme efficience énergétique plutôt que efficacité énergétique.

Par conséquent, nous allons à partir de là, adopter le concept « efficience énergétique » en remplacement du terme efficacité énergétique.

1.5.2. Définitions

-C'est le ratio entre le service énergétique produit et la quantité d'énergie utilisée pour le produire ou le rendement de conversion de l'énergie finale en énergie utile[9]. En d'autres termes, c'est le rapport entre la quantité d'input utilisé (énergie consommée) pour produire un output (service énergétique).

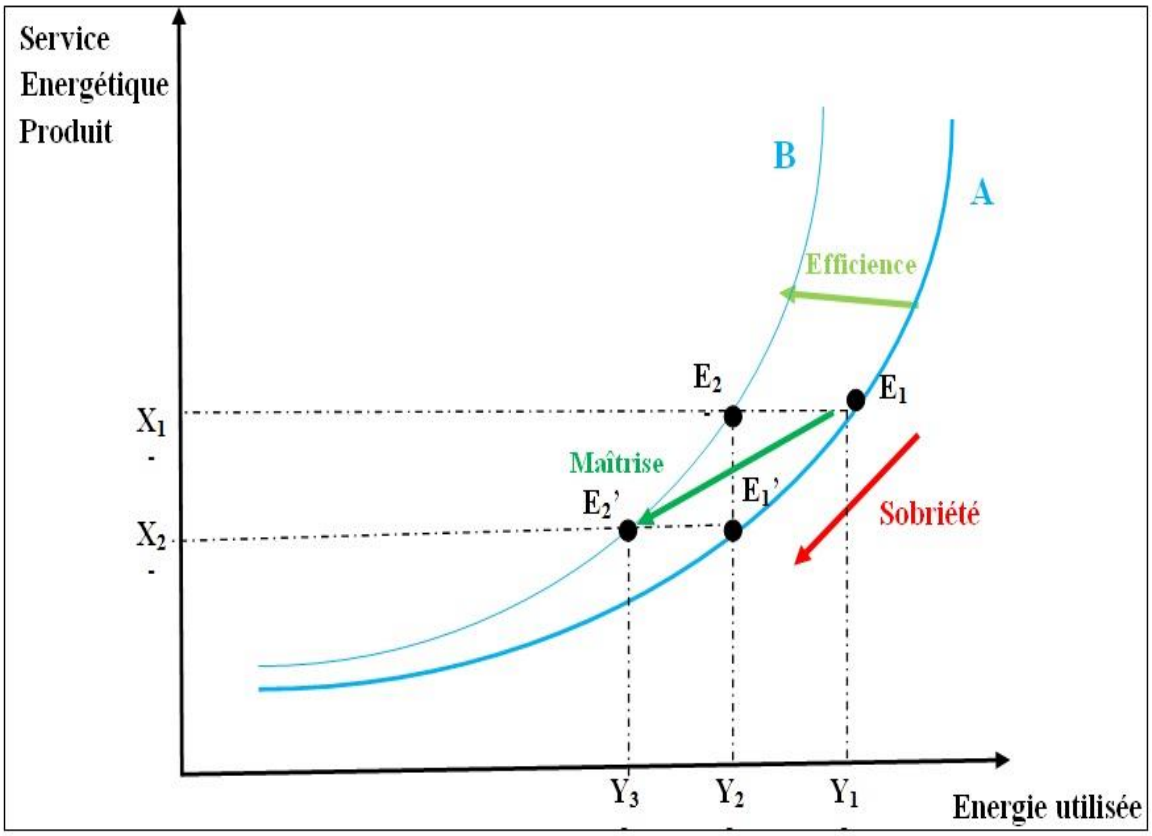
-L'efficience énergétique se réfère donc à la réduction de la consommation énergétique d'un système (moyen de transport, bâtiment, collectivité, entreprise, secteur, Etat ou même la

[8] PEREZ-LOMBARD luis, ORTIZ José, VELAZQUEZ David, revisiting energy efficiency fundamentals, revue spinger, energy efficiency, volume 06, issue 2, mai 2013, p. 240
[9] Op.cit GIRAUDET Louis-Gaëtan, p 30

planète) sans porter atteinte au niveau de confort ou de qualité produit par ce système. Cette définition distingue donc l'efficience énergétique du terme « économies d'énergie » (energy savings) qui est plus général et désigne une réduction absolue du niveau de consommation qui peut être issue soit d'une amélioration de l'efficience énergétique soit, d'une plus grande sobriété énergétique.

La figure suivante explique graphiquement les différences que nous venons de souligner.

Figure 2: Illustration graphique de l'efficience et de la sobriété énergétiques[10]



L'isoquant **A** donne les combinaisons quantité d'énergie utilisée, quantité et/ou qualité de service énergétique produite en situation initiale. Le déplacement de cette courbe vers la gauche représente les efforts d'efficience énergétique illustrés par la courbe **B**.

Graphiquement, l'efficience énergétique représente le déplacement du point $\mathbf{E_1}$ sur la courbe **A** vers le point $\mathbf{E_2}$ sur la courbe **B**. ce qui signifie que pour **un niveau constant** de service énergétique $\mathbf{X_1}$, l'énergie utilisée **a baissé de** $\mathbf{Y_1}$ vers $\mathbf{Y_2}$**.**

La sobriété énergétique correspond, quand à elle, au déplacement du point $\mathbf{E_1}$ au point $\mathbf{E'_1}$ sur la même courbe **A**. Dans ce cas**, la baisse de l'énergie** utilisée du point $\mathbf{Y_1}$ vers $\mathbf{Y_2}$ induit une **baisse du service** énergétique fourni de $\mathbf{X_1}$ à $\mathbf{X_2}$**.**

[10] Elaboré par nos soins à base de nos différentes lectures

1.6. Maîtrise de l'énergie (enrgy conservation)

Dans son cadre restreint, la maîtrise de l'énergie endosse le sens de conservation d'énergie, et désigne la recherche conjointe d'efficience énergétique et de sobriété énergétique visant à maximiser les économies d'énergie par rapport à une situation initiale.

Sur le graphique précédent, la maîtrise de l'énergie est illustrée par le passage du point $\mathbf{E_1}$ sur la courbe **A** vers le point $\mathbf{E_2}$**'** sur la courbe **B**. Il résulte d'une plus grande sobriété ($\mathbf{Y_1} - \mathbf{Y_2}$) et une efficience ($\mathbf{Y_2} - \mathbf{Y_3}$).

Dans un cadre plus global, la maîtrise de l'énergie couvre les économies d'énergie, le développement des énergies renouvelables, et la protection de l'environnement.

En Algérie, Loi n° **99-09 du 15 Rabie Ethani 1420 correspondant au 28 juillet 1999 relative à la maîtrise de l'énergie**, définie dans son premier chapitre la maîtrise de l'énergie, comme étant « *l'activité qui couvre l'ensemble des mesures et des actions mises en œuvre en vue de l'utilisation rationnelle de l'énergie, du développement des énergies renouvelables et de la réduction de l'impact du système énergétique sur l'environnement*. » (Article 02). « *L'utilisation rationnelle de l'énergie couvre l'action d'optimisation de la consommation d'énergie aux différents niveaux de la production d'énergie, de la transformation d'énergie et de la consommation finale dans les secteurs de l'industrie, des transports, du tertiaire et du domestique. Le développement des énergies renouvelables vise l'introduction et la promotion des filières de transformation des énergies renouvelables exploitables, notamment l'énergie solaire, la géothermie, la biomasse, l'électricité hydraulique et l'énergie éolienne. La réduction de l'impact du système énergétique sur l'environnement consiste en la réduction des émissions de gaz à effet de serre et des gaz d'échappement en milieu urbain*. » (Articles 03, 04 et 05)

Ainsi, nous pouvons dire que l'amélioration du rendement des systèmes énergétiques, et la diversification des ressources par la promotion du développement des énergies renouvelables sont liées et regroupées sous le socle de la maîtrise énergétique au sens large.

2. Approches et méthodologie de construction des indicateurs d'efficience énergétique (constructing energy efficiency indicators)

Les indicateurs énergétiques d'une manière générale, sont des outils extrêmement importants aussi bien pour les analystes que pour les décideurs. Ce sont des instruments d'aide à la compréhension des liens de l'activité humaine et économique avec la consommation d'énergie et les émissions de CO_2. Ils servent également, à observer l'évolution des agrégats énergétiques par la comparaison des niveaux annuels mais aussi, à estimer les tendances futures pour pouvoir adopter la politique énergétique adéquate.

Pour pouvoir améliorer le rendement du service énergétique, il faudrait être capable de le mesurer et le comparer au rendement des services similaires de par le monde. Partant de là, des indicateurs de maîtrise énergétique ont été élaborés pour assurer ces besoins de mesure et de comparaison. L'AIE a joué un rôle central aussi bien dans l'élaboration de ces indicateurs, que dans celui plus général de plaidoyer pour l'amélioration des performances des systèmes énergétiques et l'inscription des objectifs d'économies d'énergies dans les politiques nationales.

2.1. Méthodologie de construction

Le point de départ pour toute approche de construction d'indicateurs se situe sur ce qu'on appelle la pyramide des indicateurs. Celle-ci est structurée sur la base du degré d'agrégation que présentent les différents indicateurs. Elle montre une hiérarchisation des indicateurs.

Au sommet de la pyramide se trouvent les indicateurs les plus agrégés à caractère macro économique fournissant des données globales (l'économie entière). Puis Au fur et à mesure que l'on descend le long de la pyramide, le degré d'agrégation diminue laissant place à plus de profondeur (de détails) sectoriels puis sous-sectoriels pour aboutir, à la base de la pyramide, à des indicateurs concernant la performance des différents biens d'usage énergétiques.

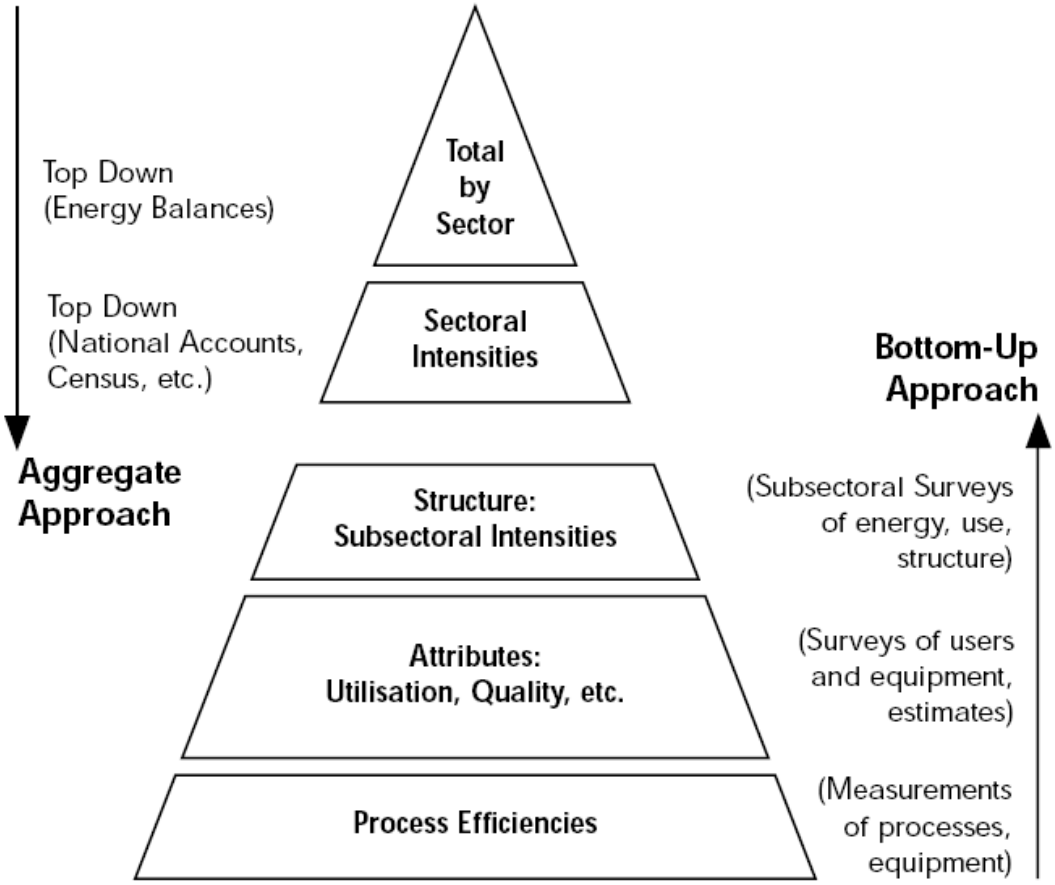
Partant de là, deux méthodes peuvent êtres distinguées pour construire une approche d'indicateurs d'efficience énergétique :

-La méthode dites « top down » partant du sommet de la pyramide à un niveau global puis descendant le long de la pyramide. Elle est aussi appelée approche globale. La méthode top

down s'intéresse à des indicateurs avec un haut niveau d'agrégations. Les données nécessaires sont fournées par les comptes nationaux, les recensements et les balances énergétiques (bilans énergétiques). Elle est donc adéquate à des pays en développement dans lesquels les données statistiques pour des niveaux profonds ne sont pas disponibles.

-La méthode dies « Botton-up » s'intéresse, elle, à la base de la pyramide où se trouvent les indicateurs les plus désagrégés comme le montre le schéma suivant. Le niveau élevé de désagrégation que présente la méthode Botton-up nécessite la disponibilité de données statistique à un niveau micro économique. Cela réduit le nombre de pays pour lesquels cette méthode s'applique du fait de la difficulté d'obtenir les données à un fort niveau de désagrégation.

Figure 3: Pyramide des indicateurs d'efficience énergétique[11]



[11] Schipper, 1997, in Stephane de la Rue du Can, Jayant Sathaye, Lynn Price, and Michael McNeil, Energy Efficiency Indicators Methodology Booklet ERNEST ORLANDO LAWRENCE BERKELEY NATIONAL LABORATORY, USA, Mai 2010 p.14

A un niveau macroéconomique, la construction d'indicateurs fait appel à l'utilisation de ratios économiques qui relient la consommation d'énergie à l'activité économique (PIB ou valeur ajoutée d'un secteur). Ils peuvent s'exprimer à un niveau sectoriel ou à un niveau global.

Le niveau sous-sectoriel nécessite l'utilisation de ratios technico-économiques reliant la consommation énergétique exprimée à un niveau désagrégé (sous-secteur) à l'activité économique, elle aussi à un niveau intermédiaire de désagrégation (ex : passager-km).

Pour ce qui est du niveau microéconomique, il exprime le plus haut degré de désagrégation. Par des ratios techniques reliant la consommation énergétique à des indicateurs techniques relatifs à un bien donné. (Ex : relier la consommation énergétique au poids et dimension d'un véhicule).

Le tableau suivant nous indique la hiérarchie d'indicateurs associé au niveau nécessaire de disponibilité de données et les limites d'applications qui en découlent :

Tableau 1: Hiérarchie des indicateurs et applications possibles[12]

Niveau	description	Source de données	Estimation possible	Application
0	Niveau macro	Bilan énergétique	Analyse limitée	Tous les pays
1	Détail minimal	Bilan énergétique Comptes nationaux	Analyse de la contribution sectorielle à l'utilisation de l'énergie et séparation de l'effet structurel pour l'industrie	Pays disposant de données sectorielles limitées
2	Détail modéré	Bilan énergétique Comptes nationaux Recensements	Séparation modérée de l'effet structurel	Pays disposant des données sectorielles complètes
3	Majeures utilisations finales	Etude énergétique modélisation	Séparation complète des effets structurels majeurs	Pays disposant de données et modélisation des utilisations finales

[12] Op.cit Stephane de la Rue du Can, Jayant Sathaye, Lynn Price, and Michael McNeil p.30

2.2. Les principaux projets de constructions des indicateurs

Nous présentons ici, les deux principales initiatives de constructions des indicateurs d'efficacité énergétique développées respectivement par l'AIE, l'ADEME/Conseil mondial de l'énergie (WEC).

2.2.1. Le projet des indicateurs énergétiques de l'AIE

Pour assister ses membres, l'AIE développe depuis 1997 une série d'indicateurs énergétiques doublée d'une data-base interactive regroupant les données des principaux indicateurs pour chaque pays membre, disponible sur son site internet.

A un niveau agrégé, des indicateurs d'intensité énergétique finale, par secteur et l'intensité en CO_2 sont disponibles. Ces indicateurs agrégés sont considérés avantageux du fait qu'ils soient accessibles pour la majeure partie des pays et nécessitent un niveau basique de disponibilité statistique (bilan énergétique global). Toutefois, l'AIE reconnait que ces indicateurs ne permettent pas d'expliquer entièrement la relation entre les différents fils conducteurs de la demande d'énergie et leurs impacts respectifs. Elle admet donc que des indicateurs désagrégés sont nécessaires bien que les données nécessaires soient moins disponibles. De ce fait, des analyses variées sont mises en œuvre par cette agence concernant différents pays suivant la disponibilité des bases de données.

Par ailleurs, l'approche de l'AIE distingue entre trois sous-groupes d'indicateurs énergétiques[13] qui influencent l'évolution de la demande énergétique et préconise, pour une meilleure compréhension de l'impact de l'efficience énergétique, la décomposition de ces trois groupes et leur étude séparée. Il s'agit essentiellement des indicateurs relatifs au niveau d'activité (indicateur global), ceux relatifs à la structure d'un secteur (le mix d'activité composant un même secteur) et enfin les intensités énergétique (l'utilisation d'énergie par unité d'un sous-secteur) qui est considérée comme le « proxy » à l'efficience énergétique.

Ce projet intègre également les émissions de CO_2 issues de la consommation finale d'énergie et celles issues de indirectement de l'utilisation de l'électricité et le chauffage.

Les indicateurs de l'AIE concernant l'activité, la structure, et les intensités énergétiques au sein de chaque secteurs sont présentés dans **l'Annexe N°03** jointe à ce présent document.

[13] IEA, Energy Efficiency Indicators: Essentials for Policy Making, 2014 p.17

2.2.2. Le projet des indicateurs de l'ADEME / WEC

L'agence Française de la maîtrise énergétique a commencé à développer le projet ODYSSEE-MURE qui est une base de données sur les politiques et les indicateurs d'efficience énergétiques des membres de l'Union Européenne (UE) regroupant les agences énergétiques nationales des membres. Cette base fut ensuite élargie aux nouveaux entrants à l'UE regroupant les 28 pays membres. Depuis 2007, ODYSSEE-MURE fut intégrée dans un projet en commun ADEME/WEC. Il s'agit de la base de données ENERDATA qui fournit des données pour plus de 70 pays membres du conseil mondial de l'énergie. A noter que les données ENERDATA ne sont pas publiquement accessibles.

Le projet s'intéresse à deux volets[14] : D'abord, la collecte de données et la construction des indicateurs pour chaque pays et chaque région. Il est à signaler que le niveau de désagrégation est nettement plus élevé concernant la base de L'ODYSEE comparé à celui d'ENERDATA. Ceci est dû aux multiples niveaux de disponibilité des données relatives à un certain niveau de désagrégation dans les pays objet de l'étude (70 pays de différentes régions et niveaux de développement). Le second volet consiste en l'évaluation des politiques d'efficience énergétique dans les 70 pays membres en analysant l'étendue de l'institutionnalisation des efforts d'efficience énergétiques et à quelle ampleur, les aspects réglementaires et financiers sont sollicités.

Les indicateurs présents sur la base ENERDATA, présentent donc un grand niveau d'agrégation et sont souvent exprimés au niveau global ou sectoriel. Ils ont l'avantage de couvrir virtuellement le monde entier et permettent d'effectuer des comparaisons par région mais l'absence de désagrégation ne permet pas une analyse plus détaillées des tendances. Les indicateurs présents sur la base ENERDATA sont présentés dans **l'Annexe N°04** jointe à ce document.

D'autres projets internationaux peuvent être cités comme le projet MEDENER qui analyse les tendances de l'efficience énergétique dans les pays de la Méditerranée, le projet de l'APEC pour le développement des indicateurs énergétiques, ou encore le projet du groupe banque mondiale qui fournit une assistance technique pour l'institutionnalisation de l'efficience énergétique et propose des contributions au financement de certains projets relatifs à l'amélioration de l'efficience énergétique.

[14] Energy Efficiency Policies around the World: Review and Evaluation Executive Summary World Energy Council 2008

3. Principaux indicateurs par niveau d'agrégation et par secteur

Il est à signaler que les données figurant dans les tableaux suivants ont été synthétisées par nos soins à partir de différentes sources notamment :

- IEA, Energy Efficiency Indicators: Essentials for Policy Making, 2014;
-les Fiches méthodologiques PNUE/ PLAN BLEU (2006) ;
- G.J.M. Phylipsen, Energy Efficiency Indicators Best practice and potential use in developing country policy making, Phylipsen Climate Change Consulting, Commissioned by the World Bank, 30 June 2010;
-Rapport final de l'Algérie pour les indicateurs de maîtrise de l'énergie dans la rive sud de la Méditerranée, projet MEDENER, (2011) ;
-La plateforme MEDENER des indicateurs d'efficacité énergétiques dans les pays Méditerranéens (coopération internationale), (www.medener-indicateurs.net);
-Rapport d'Analyse des indicateurs énergétiques, direction de l'observation et de la programmation du Maroc, 2013 ;
-Rapport sur les Tendances de l'efficacité énergétique dans les pays du bassin méditerranéen réseau MEDENER, avril 2014.

3.1. Les indicateurs macroéconomiques

Tableau 2: Les principaux indicateurs énergétiques macroéconomiques

Indicateur	Formule de calcul	Nom / Interprétation
IEP	$\frac{\text{Consommation national brute}}{\text{PIB}}$	**L'intensité énergétique primaire** mesure la quantité totale d'énergie primaire nécessaire à la production d'une unité du PIB (TEP/$ ppa. La hausse de l'IEP veut dire que l'économie utilise plus d'énergie pour produire une unité de valeur Ajoutée
IEF	$\frac{\text{Consommation finale}}{\text{PIB}}$	**L'intensité énergétique finale** mesure la quantité totale d'énergie finale nécessaire à la production d'une unité de PIB (TEP/$ppa) sa hausse indique l'utilisation de plus d'énergie finale pour produire une unité du PIB
RCEFEP	$\frac{\text{Consommation finale}}{\text{Consommation intérieure brute}}$	**Le ratio énergie finale en énergie primaire** exprime l'efficience de la transformation d'énergie. Plus il est proche de 1, plus la transformation enregistre moins de pertes
RFE	$\frac{\text{Montant de la facture énergétique}}{\text{PIB}}$	**Le ratio de la facture énergétique** montre le poids des dépenses en énergie en pourcentage du PIB en valeurs monétaires

(à suivre sur la page suivante)

(suite et fin)		
Indicateur	**Formule de calcul**	**Nom / Interprétation**
TDE	$1 - \frac{\text{Production totale d'énergie primaire}}{\text{Consommation nationale brute}}$	**Le taux de dépendance énergétique** exprime la dépendance énergétique envers l'extérieur. Lorsqu'il est positif, il exprime la dépendance, lorsqu'il est négatif, il indique un solde énergétique exportateur net
PSPE	$\frac{\text{Montant des subventions publiques Pour l'énergie}}{\text{PIB}}$	**Le ratio des subventions énergétiques** par rapport au PIB montre à quel degré l'agent public soutient le secteur énergétique (généralement les prix)
$FECO_2$	$\frac{\text{Quantité totale de } CO_2 \text{ due à l'utilisation de l'énergie}}{\text{consommation intérieure brute}}$	**Le facteur moyen des émissions de CO_2** représente la quantité moyenne de CO_2 dégagée par la consommation nationale exprimée en $teco_2$/Tep. C'est un indicateur de performance environnementale du système énergétique.
ICO_2	$\frac{\text{Total des émissions de } CO_2 \text{ Due à l'utilisation de l'énergie}}{\text{PIB}}$	**Intensité en CO_2** est un deuxième indicateur environnemental qui mesure la quantité de CO_2 émise par la production d'une unité du PIB ($teco_2$/$ppa)

Remarque:

-L'IEF peut être exprimée soit au niveau de l'économie entière, soit au niveau sectoriel en utilisant la valeur ajoutée du secteur en question.

-Le PIB est généralement exprimé en dollars États-unien pour rendre possible la comparaison entre les pays. Il est préférable d'exprimer le PIB en parité de pouvoir d'achat (PPA) afin d'inhiber l'effet de la différence d'inflation de l'analyse. [15].

-La PFE, et la PSPE sont exprimées en valeur monétaire. La RCEFEP, le TDE et le $FECO_2$ expriment des valeurs physiques et enfin les IEP et IEF expriment des valeurs physiques rapportées à des valeurs monétaires.

-Il existe d'autres indicateurs d'ordre macroéconomique tel que le taux de consommation moyenne d'énergie primaire par habitant, la consommation moyenne d'électricité par habitant.

[15] PNUE/PLAN BLEU : Fiches méthodologiques des 34 indicateurs prioritaires pour le suivi de la Stratégie Méditerranéenne pour le Développement Durable, mai 2006 p.20

3.2. Les indicateurs de transformation d'énergie

Tableau 3: Les principaux indicateurs de transformation énergétique

Indicateur	Formule de calcul	Nom / Interprétation
ETE	Output d'énergie (production du secteur transformation / Input d'énergie (entrée d'énergie primaire)	**Le ratio de l'efficience moyenne du secteur transformation** donne le rapport entre la quantité d'énergie dérivée produite et la quantité d'énergie primaire qui a servi à sa production.
UCPE	Production Totale D'électricité / Capacité de Production Totale installée	**Le ratio d'utilisation de la capacité de production d'électricité installée** rapporte la production totale d'électricité à la capacité totale installée c'est le taux de productivité électrique.
EPE	Electricité totale produite / Input d'énergie primaire	**L'efficience de production électrique** est un indicateur qui renseigne sur l'efficience des centrales de production électrique
CSCCF	Consommation totale D'énergie fossile / Production totale D'électricité par les centrales	**La consommation spécifique des centrales thermiques** exprime le rapport entre la quantité d'énergie fossile entrée dans les centrales thermiques et leur production totale d'électricité. (sans l'électricité issue du renouvelable)
ETDE	1 − (Consommation finale + Exportation d'électricité / Production brute + Importation d'électricité)	**L'indicateur d'efficience de transmission et de distribution d'électricité** mesure la performance du système de transport et de distribution d'électricité. Il montre les pertes dans le système technique
FEPEE	Total des émissions de CO_2 Dans le secteur de l'électricité / Production Brute d'électricité	**Le facteur des émissions dans la production électrique** mesure la contrainte environnementale de la production de l'électricité
PRPE	Production d'électricité issue Des énergies renouvelables / Production totale d'électricité	**La part du renouvelable dans la production de l'électricité** mesure la part de l'électricité issue des énergies renouvelable dans la production totale d'électricité.

Il est à signaler que l'ensemble de ces indicateurs sont des indicateurs physiques (ils sont exprimés en volume soit en GWh, GWh/Tep et Te CO_2/GWh).

3.3. Les indicateurs du secteur industriel

Tableau 4: Les principaux indicateurs énergétiques du secteur industriel

Indicateur	Formule de calcul	Nom / Interprétation
IEF-I	Consommation énergétique Totale de l'industrie / Valeur ajoutée du Secteur industriel	**Intensité énergétique finale de l'industrie** mesure l'intensité finale à l'échelle sectorielle de l'industrie. Elle donne la quantité d'énergie consommée par unité de valeur ajoutée (tep/$ppa)
CSES-S	Consommation spécifique D'énergie du sous-secteur / Production totale du Sous-secteur	**La consommation spécifique d'énergie** met en relation la consommation d'un sous-secteur et sa production (en volume). Il indique la quantité d'énergie consommée pour la production d'une tonne de produit.
PFEI	Montant de la facture Energétique de l'industrie / Valeur Ajoutée du secteur	**Le ratio de la facture énergétique industrielle** indique la part de la valeur monétaire consommation d'énergie du secteur rapportée à la valeur ajoutée
$FECO_2$ -I	Total des émissions de CO_2 Dans le secteur industriel / Consommation d'énergie Dans le secteur industriel	**Le facteur des émissions dans le secteur industriel** mesure la contrainte environnementale de la production industrielle en en $teco_2$/Tep
ICO_2-I	Total des émissions de CO_2 Dans le secteur industriel / Valeur ajoutée du secteur	**Intensité en CO_2 du secteur industriel** est un deuxième indicateur environnemental qui mesure la quantité de CO_2 émise par la production d'une unité de valeur ajoutée dans le secteur ($teco_2$/$ppa)

Remarque :

-L'IEF-I se mesure aussi bien au niveau sectoriel qu'au niveau des différents sous-secteurs en remplaçant la consommation et la valeur ajoutée sectorielle par la consommation et la valeur ajoutée d'un sous-secteur donné.

-Le CSES-S mesure la consommation d'énergie spécifique à un sous secteur rapportée à la production en volume de ce dernier. Exemple le CSES-S du sous-secteur du ciment mesurera la consommation énergétique exprimée en Tep de cette branche rapportée à la production totale de ciment exprimée en tonnes.

3.4. Les indicateurs du secteur tertiaire

Tableau 5: Les principaux indicateurs énergétiques du secteur tertiaire

Indicateur	Formule de calcul	Nom / Interprétation
IEF-T	Consommation énergétique Totale du tertiaire / Valeur ajoutée du Secteur tertiaire	**Intensité énergétique finale du secteur tertiaire** mesure l'intensité finale à l'échelle sectorielle. Elle donne la quantité d'énergie consommée par unité de valeur ajoutée (tep/$ppa)
CEHN	Consommation énergétique Des hôtels / Nombre total de nuitées	**La consommation énergétique des hôtels par nuitées** indique la quantité d'énergie consommée par ce sous-secteur, rapportée au nombre de nuitées qu'il a enregistré
CEPET	Consommation énergétique Totale du tertiaire / Nombre total d'employés Du secteur	**La consommation énergétique par emploie** mesure la quantité d'énergie consommée par emplois
PFET	Montant de la facture Energétique du tertiaire / Valeur Ajoutée du secteur	**Le ratio de la facture énergétique tertiaire** indique la part de la valeur monétaire consommation d'énergie du secteur rapportée à la valeur ajoutée
$FECO_2$ -T	Total des émissions de CO_2 Dans le secteur tertiaire / Consommation d'énergie Dans le secteur tertiaire	**Le facteur des émissions dans le secteur tertiaire** mesure la contrainte environnementale de l'activité du tertiaire en $teco_2$/Tep
ICO_2-T	Total des émissions de CO_2 Dans le secteur tertiaire / Valeur ajoutée du secteur	**Intensité en CO_2 du secteur tertiaire** est un deuxième indicateur environnemental qui mesure la quantité de CO_2 émise par la production d'une unité de valeur ajoutée dans le secteur ($teco_2$/$ppa)

Remarque :

-Comme pour le secteur industriel, l'intensité énergétique finale du secteur tertiaire donne possibilité de la décomposer pour mesurer l'intensité énergétique de chaque sous-secteur. Ex : l'intensité énergétique de la branche hôtellerie est calculée par le rapport entre la consommation énergétique totale du sous-secteur en Tep, et la valeur ajoutée qu'il dégage exprimée en $.ppa.

-La consommation énergétique par emploi peut elle aussi être mesurée à un niveau sous-sectoriel en faisant le rapport entre la consommation d'une branche et le nombre de ses

employés. Elle peut également exprimer la consommation spécifique de l'électricité, dans ce cas, elle exprime la quantité d'électricité consommée par employé.

-Le nombre de nuitées, unité utilisée dans le calcul de la Consommation énergétique des hôtels est calculée par la multiplication du nombre de clients et de nuits passées dans les hôtels[16]. Ex : 4 clients passent 7 nuits dans un hôtel : le nombre de nuitées sera de 28 (4 x 7).

3.5. Les indicateurs du secteur résidentiel

Tableau 6: Les principaux indicateurs énergétiques du secteur résidentiel

Indicateur	Formule de calcul	Nom / Interprétation
IEF-R	Consommation énergétique Totale des ménages / Valeur ajoutée	**Intensité énergétique finale du secteur résidentiel** mesure l'intensité finale à l'échelle sectorielle. Elle donne la quantité d'énergie consommée par unité de valeur ajoutée (tep/$ppa)
CESM	Consommation énergétique Totale du résidentiel / Nombre de ménages	**La consommation énergétique spécifique des ménages** mesure le nombre d'unités énergétiques consommées par ménage.
CSm²	Consommation énergétique Totale du résidentiel / Superficie totale	**La consommation spécifique par m²** indique le nombre d'unités énergétique consommée par mètre carré du résidentiel
DC-ESR	Surface installée de capteurs Solaire pour le chauffage de l'eau / Nombre d'habitants	**Le ratio de la diffusion des chauffe-eau solaires** indique la surface totale en m² de capteurs solaire pour les besoins des chauffe-eau, rapportée au nombre d'habitants.
RDEAC	Nombre total d'unités D'équipement d'air conditionné / Nombre total des ménages	**Le ratio de diffusion des équipements d'air conditionné** indique la proportion des ménages disposant de ce type d'équipement.
FECO$_2$-R	Total des émissions de CO_2 Dans le résidentiel / Consommation d'énergie Dans le secteur	**Le facteur des émissions dans le secteur résidentiel** mesure la contrainte environnementale du secteur résidentiel en teco$_2$/Tep
ICO$_2$-T	Total des émissions de CO_2 Dans le résidentiel / Valeur ajoutée du secteur	**Intensité en CO_2 du secteur résidentiel** est un deuxième indicateur environnemental qui mesure la quantité de CO_2 émise par la production d'une unité de valeur ajoutée dans le secteur (teco$_2$/$ppa)

[16] http://www.insee.fr/fr/methodes/default.asp?page=definitions/nuitee.htm date de consultation: le 17/02/2016.

Remarque :

Les indicateurs IEF-R, CESM, et CSm² peuvent être réduite à la seule consommation électrique en remplaçant dans leurs calculs, la quantité d'énergie consommée par la seule quantité d'électricité consommée par le secteur.

Les indicateurs de diffusion des chauffe-eau solaires et des équipements d'air conditionné font partie des « end-use indicators » ils sont important pour l'analyse de l'efficience énergétique dans le secteur résidentiel.

3.6. Les indicateurs du secteur des transports

Tableau 7: Les principaux indicateurs énergétiques du secteur des transports

Indicateur	Formule de calcul	Nom / Interprétation
IEF-Tr	Consommation énergétique Totale des transports / Valeur ajoutée	**Intensité énergétique finale des transports** mesure l'intensité finale à l'échelle sectorielle. Elle donne la quantité d'énergie consommée par unité de valeur ajoutée (tep/$ppa)
CEM/V	Consommation énergétique Totale transport routier / Nombre de voitures	**La consommation énergétique moyenne par voiture** mesure le nombre moyen d'unités énergétiques consommées par une voiture.
CS/T.Tr	Consommation énergétique D'un type de transport / Nombre de P-km	**Consommation spécifique d'un type de transport** mesure le rapport entre la consommation d'un type de transport et le nombre de P-km pour ce type.
TM	Population / Nombre de véhicules	**Le taux de motorisation** indique le nombre de personnes partageant le même véhicule
FECO_2 Tr	Total des émissions de CO_2 Dues aux transports / Consommation d'énergie Dans le secteur	**Le facteur des émissions dans le secteur transport** mesure la contrainte environnementale de l'utilisation des transports en $teco_2$/Tep
ICO_2-Tr	Total des émissions de CO_2 Dues aux transports / Valeur ajoutée du secteur	**Intensité en CO_2 du secteur transports** est un deuxième indicateur environnemental qui mesure la quantité de CO_2 émise par la production d'une unité de valeur ajoutée dans le secteur ($teco_2$/$ppa)

Remarque :

-L'IEF-Tr peut être mesuré à l'échelle sous-sectorielle en remplaçant la consommation énergétique et la valeur ajoutée totales du secteur, par celles spécifiques au sous-secteur donné.

-La CEM/V peut être exprimée de façon spécifique à un type de voitures donné, ex : la consommation totale d'énergie des voitures roulant au gasoil rapportée au nombre total de ces véhicules.

-Le taux de motorisation TM peut aussi mesurer le taux de motorisation des ménages en remplaçant la population par le nombre des ménages dans l'équation.

3.7. Les indicateurs du secteur agricole

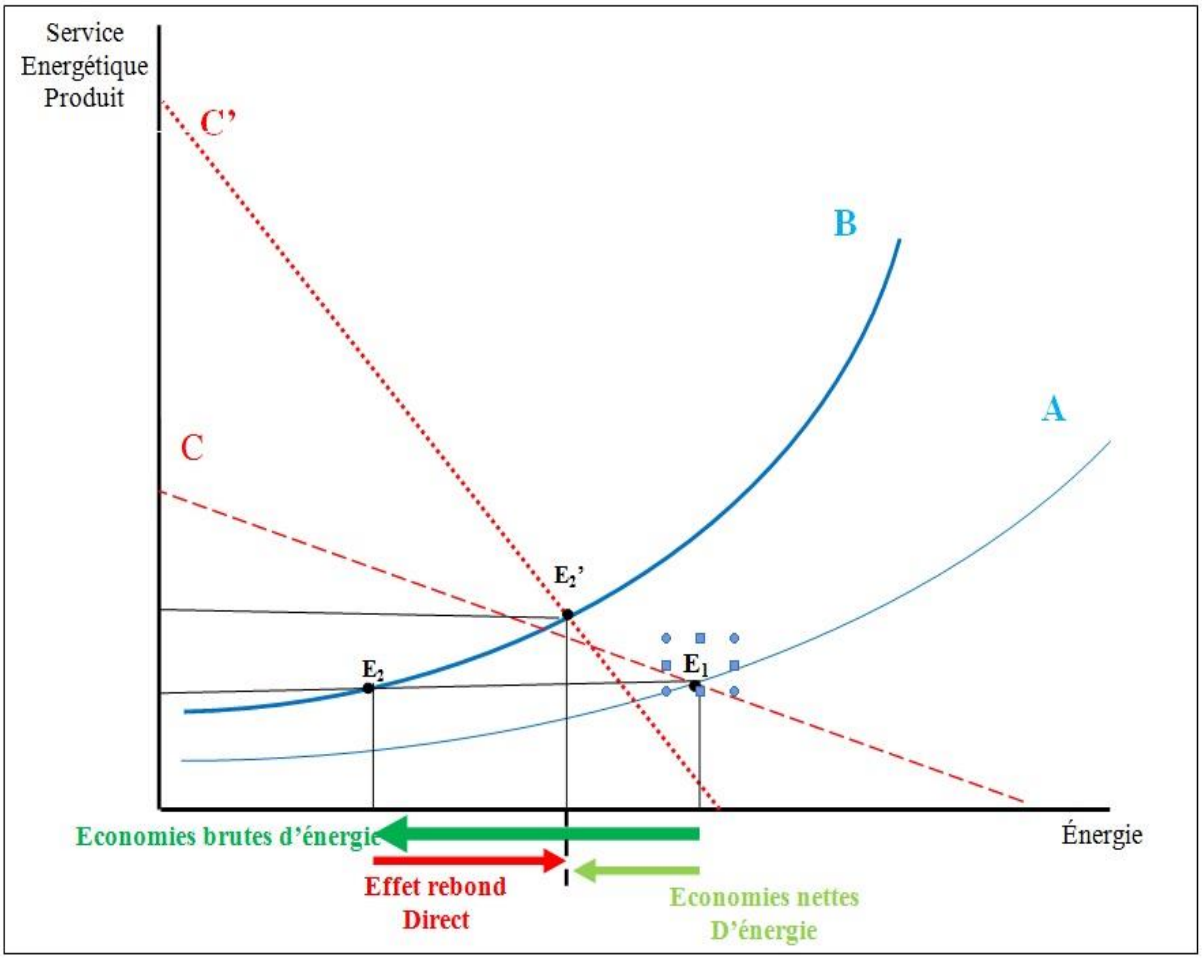
Tableau 8: Les principaux indicateurs énergétiques du secteur agricole

Indicateur	Formule de calcul	Nom / Interprétation
IEF-A	Consommation énergétique Totale de l'agriculture / Valeur ajoutée du Secteur agricole	**Intensité énergétique finale du secteur agricole** mesure l'intensité finale à l'échelle sectorielle. Elle donne la quantité d'énergie consommée par unité de valeur ajoutée (tep/$ppa)
PTCS	Superficie des terres cultivée A sec / Superficie des terres cultivées	**Part des terres cultivées à sec** indique le pourcentage des terres cultivées sans recours à l'irrigation
PTI	Superficie des terres cultivée Irriguées / Superficie des terres cultivées	**Part des terres cultivées irriguées** indique le pourcentage des terres cultivées ayant recours à l'irrigation
$FECO_2$ -A	Total des émissions de CO_2 Dans l'agriculture / Consommation d'énergie Dans le secteur agricole	**Le facteur des émissions dans le secteur agricole** mesure la contrainte environnementale de l'activité agricole en $teco_2$/Tep
ICO_2-A	Total des émissions de CO_2 Dans le secteur agricole / Valeur ajoutée du secteur	**Intensité en CO_2 du secteur agricole** est un deuxième indicateur environnemental qui mesure la quantité de CO_2 émise par la production d'une unité de valeur ajoutée dans le secteur ($teco_2$/$ppa)

4. Les barrières à l'efficience énergétique

4.1. L'effet rebond

Figure 4: Illustration graphique de l'effet rebond[17]



Nous avons repris le même schéma que nous avons utilisé pour expliquer le principe de l'efficience énergétique et pour illustrer la signification de l'effet rebond, nous avons ajouté les courbes C et C' représentant la contrainte budgétaire respectivement avant et après les efforts d'efficience énergétique.

Comme nous l'avons précédemment dit, le service énergétique est composé implicitement du bien d'usage de l'énergie combiné à la consommation d'énergie. De même, comme pour tout bien marchand, le service énergétique obéit aux mêmes principes. Ainsi, toute diminution du prix d'un bien induit l'augmentation de sa consommation et il en va de même pour le service énergétique.

[17] Élaboré par nos soins à base de nos différentes lectures

Après un effort d'efficience énergétique, pour un même niveau de service énergétique, la consommation d'énergie diminue et fait passer l'isoquant du point E_1 sur la courbe A vers le point E_2 sur la courbe B. L'écart $E_1 – E_2$ représente les économies brutes d'énergie.

Or les efforts d'efficience ayant amélioré le rendement du service énergétique, vont provoquer l'amélioration de la contrainte budgétaire illustrée par le déplacement de la courbe C vers C'. Ceci va induire une plus grande consommation de service énergétique et de nouveau, relativement augmenter la quantité d'énergie consommée passant du point E_2 à E_2'.

Ce regain de consommation issue de l'amélioration de la contrainte budgétaire est appelé ''l'effet rebond direct'' illustré par le déplacement $E_2 – E_2$'. Ainsi le gain net en économies d'énergie va régresser pour représenter seulement l'intervalle E_1-E_2'.

L'amélioration de l'efficience énergétique a donc induit une détérioration de la sobriété énergétique. On peut donc dire qu'elles sont économiquement liées et plus précisément, « partiellement antagoniste ». L'effet rebond direct est constaté dans tous les secteurs et surtout dans celui des transports[18].

Nous avons attribué jusqu'ici le qualificatif ''direct'' à l'effet rebond. Il existe donc de fait un effet rebond indirect qui peut être expliqué par le fait que les économies d'énergies réalisées par les efforts d'efficience énergétique induisent une baisse de coût et donc des revenus disponibles qui peuvent être utilisés dans la consommation de biens et services dont la production nécessite la consommation d'énergie.

Il existe également une extension de l'effet rebond au niveau macro économique. En effet, une amélioration de l'efficacité énergétique au niveau national ou mondial induit une baisse de la demande d'énergie, cela conduit à la baisse des prix de l'énergie améliorant ainsi la productivité mondiale et inciterait à de nouvelles consommations énergétiques[19].

4.2. Le paradoxe de l'efficience énergétique

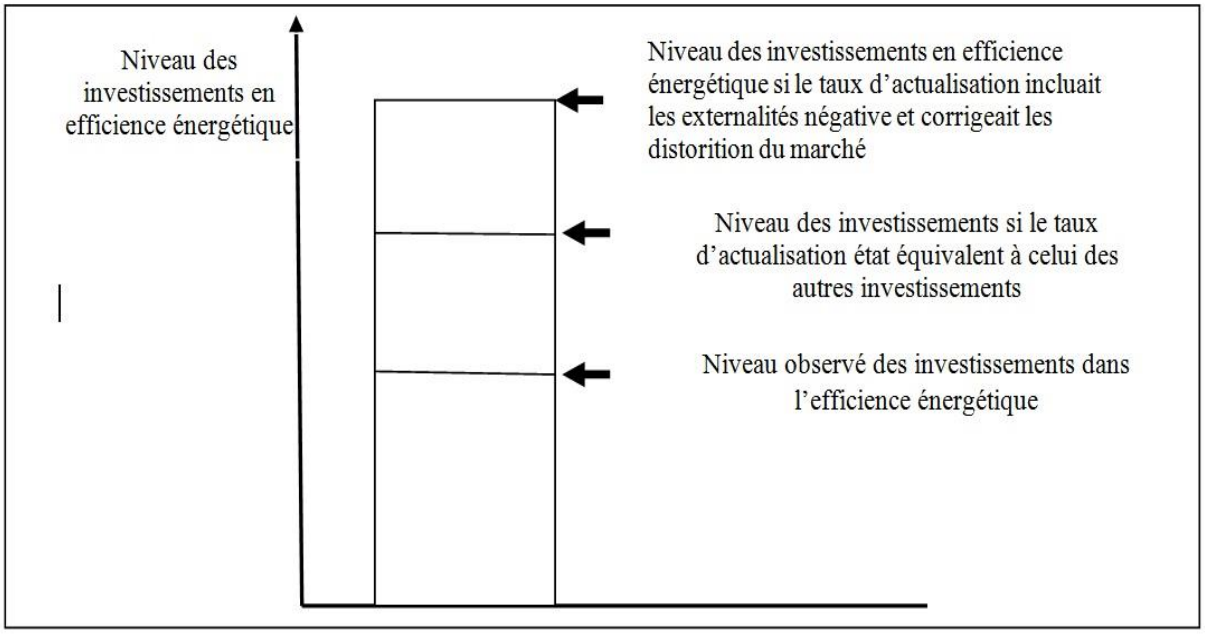
Du point de vue de l'économiste, les agents rationnels (faisant référence aux entreprises et ménages) sont sensés réaliser tout les investissements qui ont une valeur actualisée nette positive (qui sont rentables compte tenu du coût de l'investissement déduit de l'addition des

[18] SORRELL Stive, DIMITROPOULAS john: The rebound effect: Microeconomic definitions, limitations and extensions. Ecological economics 65 (2008)p. 636 – 649

[19] ADEME: Les effets rebond des mesures d'efficacité énergétique : comment les atténuer? ADEME & vous, stratégie & études N°24-5, mai 2010

valeurs actualisées nettes annuelles) ce qui est le cas des investissements en utilisation rationnelle de l'énergie. Or, l'observation montre que les investissements effectivement réalisés restent systématiquement inférieurs au potentiel exploitable comme l'illustre la figure suivante :

Figure 5 : Le déficit d'efficience énergétique[20]



L'écart existant entre le potentiel exploitable en efficience énergétique et le niveau des investissements effectivement réalisés est appelé en Anglais « efficiency gap » (gisement d'efficience) ou « efficiency paradox » (le paradoxe de l'efficience énergétique)[21].

Le taux d'actualisation (implicite) élevé concernant les investissements en efficience énergétique qu'illustre cet écart, est présenté pour mettre en évidence le paradoxe d'efficience énergétique. Jugé anormalement élevé par rapport au taux d'intérêt conventionnel, ce taux d'actualisation s'explique par le fait qu'il incorpore l'incertitude liée au futurs prix de l'énergie au long de la durée de vie de l'investissement. En effet, l'évolution du prix futur de l'énergie passible de valoriser l'investissement, ne peut être connue au moment de l'investissement. De ce fait, le taux d'actualisation implicite élevé peut être considéré comme manifestation de ce paradoxe et non pas un élément explicatif de ses causes.

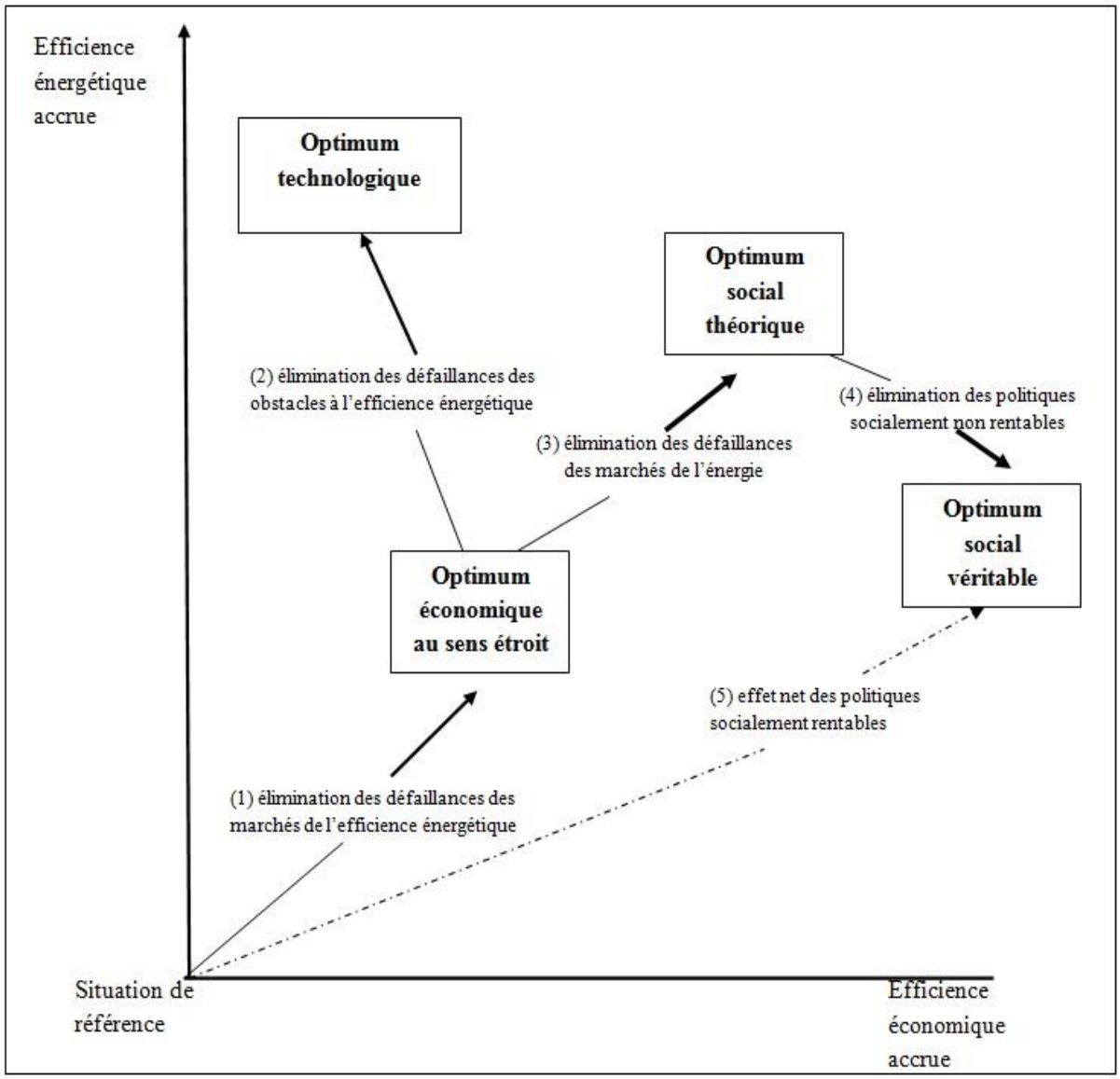
[20] GOLOVE William, ETO Joseph: Market Barriers to Energy Efficiency: A Critical Reappraisal of the Rationale for Public Policies to Promote Energy Efficiency Lawrence Berkeley National Laboratory University of California, 1996, p 09.

[21] JAFFE Adam, STAVINS Robert: The energy-efficiency gap what does it mean? Energy Policy 1994 Volume 22 Number 10 p.804-810

4.3. barrières des marchés vs dysfonctionnement des marchés

Jaffe et Stavins[22] , en affirmant la primauté de l'optimum de PARETO comme référence de l'efficience économique collective, cherchent avant tout à distinguer les défaillances des marchés des autres barrières à l'efficience énergétique. Cette distinction fait ressortir nombres de notions du « energy efficiency gap ». La figure suivante illustre l'effet contrasté des politiques correctives sur l'efficience énergétique et l'efficience économique.

Figure 6: Différentes notions du gisement d'efficience énergétique selon Jaffe[23]

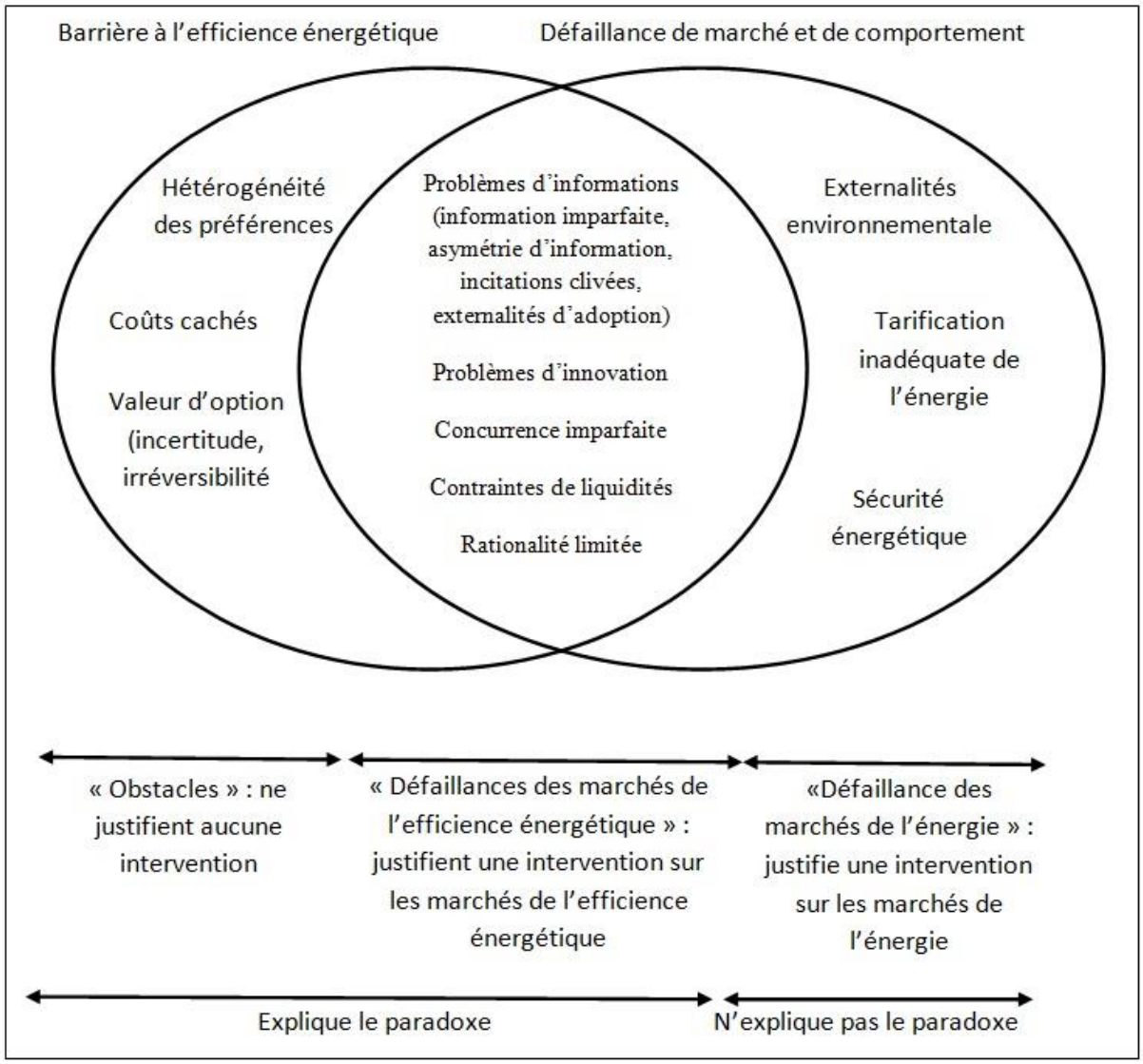


[22] Op.cit GIRAUDET Louis-Gaëtan, , p 36.
[23] Idem

Ainsi la correction des défaillances des marchés (illustrée par les flèches 1,3 et 5) aboutit à l'accroissement des deux grandeurs (efficience énergétique et efficience économique) tandis que la correction des simples obstacles sacrifie la seconde grandeur à la première (les flèches 2 et 4).

Jaffe et Stavins reconnaissent que le paradoxe de l'efficience énergétique repose sur une sous diffusion d'équipements technologiquement matures. Le schéma suivant est issue de la classification la plus récente de Jaffe (2004) enrichie par d'autres auteurs pour expliquer les causes du paradoxe :

Figure 7: Les différents types de barrières et défaillances, d'après Sorrell (2004), Jaffe et al. (2004), Quirion (2004 et Gillingham et al. (2009)[24]



[24] Sorrell (2004), Jaffe et al. (2004), Quirion (2004) et Gillingham et al. (2009) in GIRAUDET Louis-Gaëtan, Thèse de doctorat, Les instruments économiques de maîtrise de l'énergie : une évaluation multidimensionnelle, Université Paris-Est, 2011 p.38

Seules les défaillances des marchés justifient des interventions publiques correctives, les autres barrières qualifiées d'obstacles sont considérées comme des composantes normales des marchés et ne justifient pas une intervention.

Les coûts cachés, l'hétérogénéité des consommateurs, le risque et l'accès aux capitaux sont donc désignés dans la littérature comme les barrières de marché « market barriers » et se distinguent des autres obstacles relevant du mauvais fonctionnement des marchés « market failures » qui ne justifient pas l'intervention publique.

Les principaux disfonctionnements des marchés qui contribuent à expliquer l'efficiency gap sont : Le manque d'informations et l'asymétrie de l'information : certaines informations sont peu ou pas du tout accessibles à différents niveaux : exemple une entreprise n'a aucun intérêt à diffuser une information si elle n'en tire pas bénéfice, surtout lorsqu'il s'agit d'une information à caractère stratégique comme par exemple, l'adoption de tel ou tel service énergétique qui peut constituer un avantage concurrentiel. L'asymétrie de l'information désigne la situation où les différentes parties d'une transaction ne possèdent pas le même niveau d'information. Les incitations clivées ou séparées représentent une situation où l'une des parties n'a pas intérêt à assumer un investissement dès lors que l'autre partie en tirerait bénéfice sans en assumer le coût. L'exemple classique donné est celui du locataire qui n'a pas intérêt à mener un investissement pour l'isolation de son logement sans avoir la garantie de l'occuper suffisamment longtemps pour amortir cet investissement.[25]

4.4. L'apport des nouvelles théories

Le relâchement théorique par rapport aux hypothèses néoclassiques de rationalité, concurrence et informations parfaites depuis les travaux d'Herbett SIMON (1959= a donné lieu à une ouverture du champ d'analyse et la référence faite à la rationalité limitée remplaçant la rationalité parfaite et qui substitue la satisfaction à l'utilité.

- La théorie des coûts de transaction s'étant développée avec les travaux d'Oliver WILLIAMSON essaye de déterminer l'impact de la nature et l'ampleur des coûts de transactions sur les structures de gouvernance mises en place par les parties contractantes. Partant de l'hypothèse de l'opportunisme de chacune des parties, les coûts de transaction sont définis comme les coûts de l'élaboration d'un contrat et ceux de son administration, certaines

[25] Paul-Marie Boulanger, « Les barrières à l'efficacité énergétique », Reflets et perspectives de la vie économique 2007/4 (Tome XLVI), p. 55.

closes restant ouverte et sujette à un désengagement potentiel. Ils varient en fonction de la complexité et la fréquence des transactions. Cette théorie offre une interprétation alternative à certaines barrières. Les investissements en efficience énergétique sont souvent de taille plus réduite que les investissements stratégique d'augmentation de capacité et le développement de nouveaux produits. Ils induisent des coûts de transaction relativement élevés qui finissent par altérer leur réalisation. Si l'on reprend l'exemple précédent du locataire et du propriétaire d'un logement, le partage des coûts et bénéfices d'un investissement en isolation n'est pas impossible mais il est découragé par l'importance des coûts qui lui sont associés (négociation, contrôle). Néanmoins, cette théorie présente une limite qui est pointée du doigt par SORRELL (2004) qui présente les grandes lignes de l'apport de cette théorie dans l'économie de l'efficience énergétique. Il met en cause sa portée plus explicative que prescriptive.

- L'économie comportementale (behavioural economics) enchaîne dans la remise en cause de la rationalité parfaite et approfondit l'analyse en introduisant la notion de défaillance comportementale pour expliquer une situation ou la prise de décision ne répond pas à la maximisation d'utilité. Dans un contexte où les préférences sont mal définies et changeantes, les agents prennent des décisions de façon « heuristique » (en se basant sur des routines préalables). Cette défaillance issue de l'existence de routines décisionnelle tenant notamment du fait que les individus tiennent compte plus des risques affectant le gain potentiel que celui affectant les manque à gagner (pertes potentielles) oriente la prise de décision vers le « statu quo ». Pour l'illustrer, on prend l'exemple d'un ménage qui va préférer sa situation courante à un investissement en efficience énergétique qui porte une part d'incertitude.
- L'approche organisationnelle tient au fait que les acteurs économiques endossent très souvent le caractère collectif. Cela peut constituer une source supplémentaire d'obstacles à l'efficience énergétique. Le comportement des agents collectifs résulte de l'interaction de ses membres. On sait que si chaque individu poursuit de façon rationnelle son propre intérêt, rien ne garantit l'optimalité du résultat au niveau du groupe. D'autres obstacles que nous avons cité au niveau individuel se retrouve également au niveau organisationnel comme l'asymétrie de l'information entre les membres mais aussi les incitations séparées qui pousserait, par exemple, un manager (dont la durée de vie à son poste est très courte), à éviter les investissement dont les retombées positives n'apparaissent qu'à moyen ou long terme tel qu'il est le cas pour ceux concernant l'efficience énergétique. L'approche organisationnelle va plus loin pour chercher les barrières au niveau des structures et culture de l'organisation pour dire que la structure joue le rôle d'un filtre pour les technologies et détermine la nature de

l'information qui va circuler de l'extérieur vers l'intérieur de l'organisation, ainsi que la nature de l'investissement à mener. Une structure centralisée serait plus adaptée à investir dans une technologie coûteuse tandis qu'une structure plus décentralisée serait adaptée à la prise en compte de l'information contextuelle.[26]

Pour finir nous donnons dans le tableau suivant les principales barrières par type et exemple :

Figure 8: Types et exemples de barrières à l'efficience énergétique[27]

Type	barrière	exemple
Barrières économiques	Coûts cachés	Overheads, arrêt de la production, formation du personnel (entreprises) perte de confort pendant les travaux (ménages), coûts de collecte d'information (tous).
	Accès au capital	Problème pour les administrations publiques (contribution à l'endettement de l'État), le non-marchand et le secteur associatif (mauvais risque pour les banques), les ménages à faible revenu ou sans garantie. Accès différencié des différents acteurs aux ressources financières au sein des grandes entreprises.
	Risques	Aversion au risque spécifique selon la nature de l'entreprise, du ménage, etc.
	Hétérogénéité	Cas spécifiques (nature de l'activité, de l'environnement, etc.)
Mauvais fonctionnement des marchés	Information imparfaite	Manque d'informations lié à la nature de bien public de l'information, coûts de l'information plus élevés sur les moyens d'économiser l'énergie que sur les moyens d'en consommer.
	Asymétrie d'information	Les vendeurs ou loueurs d'un bâtiment ont une information supérieure à celle du locataire ou de l'acheteur potentiel sur les coûts énergétiques d'utilisation. Le tiers-investisseur connaît mieux que son client le potentiel d'économies réalisable.
	Incitants divergents	Le propriétaire n'est pas incité à réaliser des investissements en efficacité énergétique puisque c'est le locataire qui touchera les dividendes. Le locataire n'a pas non plus intérêt à faire un investissement puisqu'il ne possède pas le principal.
Organisationnel Et Comportemen-taux	Rationalité limitée	Les routines et procédures organisationnelles peuvent négliger la problématique énergétique.
	culture	L'intérêt pour et les compétences en matière technologiques (en particulier énergétiques) et/ou environnementales varient selon la culture d'entreprise et entre les ménages.
	Pouvoir	Le système d'incitants mis en place dans l'entreprise (rotation rapide des cadres, intéressements aux profits immédiats) peut privilégier une vision à très court terme de la part des managers (payback times très courts). La nature des relations hiérarchiques peut inhiber l'accès aux moyens financiers ou au pouvoir de décision des départements et/ou managers en charge de l'énergie.

[26] CEBON (1992) in Paul-Marie Boulanger, « Les barrières à l'efficacité énergétique », Reflets et perspectives de la vie économique 2007/4 (Tome XLVI), p. 58.
[27] SPRU (2000) in Paul-Marie Boulanger, « Les barrières à l'efficacité énergétique », Reflets et perspectives de la vie économique 2007/4 (Tome XLVI), p 60.

Conclusion

Dans ce premier chapitre, nous avons introduit différents concepts en lien avec la maîtrise de l'énergie, en les plaçant dans leur contexte d'évolution. Nous avons également essayé de recadrer conceptuellement la notion d'optimalisation de l'utilisation de l'énergie en substituant le concept d'efficience à celui d'efficacité que nous avons jugé moins significatif. Par la suite, nous avons tenté de détailler les principaux indicateurs par secteur et degré d'agrégation, après avoir fourni un aperçu méthodologique et une vue d'ensemble des principales approches de construction des indicateurs énergétiques Pour aboutir, dans le dernier point, à la mise en perspective des barrières à l'efficience énergétique.

Pour finir, il est nécessaire de préciser le lien existant entre les efforts d'efficience énergétique et la promotion des énergies renouvelables, justifiant l'inclusion du volet portant sur cette dernière parmi les questions traitées par notre travail :

Pour commencer, les deux notions représentent un intérêt commun pour la lutte contre le réchauffement climatique. C'est d'ailleurs à travers la généralisation des problématiques environnementales que se sont développés les efforts visant à rationnaliser la consommation de l'énergie et la promotion des énergies non polluantes.

Ensuite, signalons qu'un système énergétique est capable de prendre l'énergie directement de l'environnement réduisant ainsi sa consommation d'énergie provenant des réseaux de distribution (énergie polluante) à l'exemple des chauffe-eau solaires qui en tirant la chaleur du soleil grâce aux capteurs thermiques, contribuent à réduite l'énergie utilisée tout en gardant le même niveau de bien-être fourni par le service énergétique et cela correspond donc parfaitement à la définition de l'efficience énergétique. Ce type d'énergies renouvelables est souvent appelé ''on site renewables'' ou ''renewable behind the metter''[28] (renouvelable sur site, ou renouvelable derrière le compteur). La politique de promotion de ces types d'énergie vise donc simultanément deux objectifs : celui développement du renouvelable et celui d'améliorer l'efficience.

Toutefois, certaines utilisations du renouvelable dites ''passives'', à l'exemple de l'éclairage et le refroidissement naturels, sont souvent marginalisées et ne suscitent pas autant d'intérêt que celles dites ''actives »''. De ce fait, elles ne reçoivent pas leur parts des

[28] Boonekamp, P.G.M., Thomas, S. (2009) In PEREZ-LOMBARD luis, ORTIZ José, VELAZQUEZ David, revisiting energy efficiency fundamentals, revue spinger, energy efficiency, volume 06, issue 2, mai 2013 p.250.

subventions attribuées au renouvelable, bien qu'elles aussi, peuvent êtres considérées comme améliorant les efforts d'efficience.

Par ailleurs, l'impact de l'utilisation du renouvelable sur l'intensité en CO_2 ne doit pas être considéré à tort comme une amélioration de l'efficience énergétique. En effet, certaines énergies renouvelables bien qu'ayant un impact positif sur la réduction des GHG, présentent une efficience énergétique inférieures à des technologies utilisant des énergies fossiles à l'exemple de la chaudière à biomasse considérée comme moins polluante que la chaudière à gaz mais qui est beaucoup moins efficiente.

Pour conclure, nous dirons que la promotion des énergies renouvelables complémente dans bien des cas, les efforts d'efficience énergétique tout en contribuant, toutes deux, à la lutte contre le réchauffement climatique. L'étude conjointe des deux questions relatives à l'amélioration de la performance énergétique et celle de la promotion des énergies renouvelables devient donc une évidence dans le cadre des programmes de maîtrise de l'énergie.

Ainsi, le prochain chapitre aura, pour objectif d'introduire ces énergies renouvelables en les plaçant, elles aussi, dans leur contexte de protection de l'environnement.

Chapitre Deux : Protection de l'environnement et énergies renouvelables

- **Introduction**
- **Changements climatiques et protection de l'environnement**
- **Les énergies renouvelables**
- **conclusion**

Introduction

Comme précédemment signalé, nous admettons que d'une part, les efforts d'efficience énergétique sont intimement liés à la promotion des énergies renouvelables. D'autre part, ces deux phénomènes interdépendants s'inscrivent tout deux sous le socle de la lutte contre le réchauffement climatique et la protection de l'environnement.

Ainsi, après avoir introduit différents concepts et indicateurs d'efficience énergétique (chapitre un), nous essayerons à travers le présent chapitre de donner une rétrospective historique des principaux événements liés à la lutte pour la protection de l'environnement depuis les années 1970 à nos jours, avant de passer à la définition des principales énergies renouvelables.

Dans ce sens, et dans un souci d'efficacité, nous allons traiter uniquement des énergies alternatives pour lesquelles l'Algérie présente de fortes potentialités à savoir : L'énergie solaire, l'énergie du vent, la géothermie et la biomasse.

1. Changements climatiques et protection de l'environnement

De nos jours, nul ne peut ignorer les transformations que subit notre environnement et les dégradations sur les plans quantitatifs et qualitatifs dont souffrent les ressources naturelles. Les apparitions de ces dégradations que subit notre environnement sont multiples : réchauffement climatique ; menaces sur les écosystèmes et la biodiversité ; érosions des sols arables ; épuisement probable de certaines ressources minières ou combustibles ; raréfaction de l'eau douce… etc.

Cela dit, ces questions ont été pendant une longue période, ignorées par les sciences économiques. Période durant laquelle on pensait que les ressources naturelles étaient inépuisables comme l'illustre si bien l'exemple de Jean-Baptiste SAY qui écrivait dans son cours d'économie politique : « ***les ressources naturelles sont inépuisables car sans cela nous ne les obtiendrons pas gratuitement…Ne pouvant être multipliées ni épuisées, elles ne sont pas l'objet des sciences économiques*** » [1]

Ce n'est que depuis le début des années 1970 que les questions relatives au réchauffement climatique, à la protection de l'environnement et au développement durable vont s'inviter dans les débats publics pour devenir à partir des années 1990 une préoccupation internationale majeure.

Nous allons donc dans ce qui suit, nous essayer à une rétrospectives des principaux événements ayant contribué à l'émergence de cette cause puis à son développement depuis le début des années 1970 jusqu'à l'accord de Paris en 2015, mais avant, nous allons introduire un certain nombre de notions relatives à la question :

1.1. Définitions

1.1.1. L'environnement

L'environnement est par définition « ce qui entoure de tous côtés ». « C'est l'ensemble des éléments (biotiques ou abiotiques) qui entoure un individu ou une espèce et dont certains contribuent directement à subvenir à ses besoins »[2]

[1] LAHCEN Abdelmalki, MUNDLER Patrick, économie de l'environnement et du développement durable, éditions De-Book, paris, 2010 p.05

[2] http://www.larousse.fr/dictionnaires/francais/environnement/30155 Date de consultation le 12/04/2016

Il peut aussi être défini comme « l'ensemble des conditions naturelles (physiques, chimiques, biologiques) et culturelles (sociologiques) susceptibles d'agir sur les organismes vivants et les activités humaines »[3]

Nous pouvons donc dire que l'environnement est l'ensemble des éléments vivants ou inertes, physiques, chimiques ou biologiques, naturels ou artificiels qui entoure la vie d'un individu ou d'une espèce, et qui sont susceptibles d'avoir une influence directe ou indirecte sur l'existence de cet individu/espèce.

1.1.2. Le climat

Le climat désigne généralement le "temps moyen"; il s'agit plus précisément d'une description statistique du temps en termes de moyennes et de variabilité de grandeurs pertinentes sur des périodes de plusieurs décennies (trois décennies en principe, d'après la définition de l'OMM). Ce sont le plus souvent des variables de surface – température, précipitations et vent, par exemple – mais au sens large le "climat" est la description de l'état du système climatique[4].

1.1.3. Changement climatique

- « Terme tout à fait général qui englobe toutes les formes d'inconstance climatique (c'est-à-dire toute différence dans les statistiques à long terme des éléments météorologiques calculées pour des époques différentes mais se rapportant au même endroit), quelle que soit leur nature statistique ou leur cause physique. Le changement climatique peut résulter de facteurs tels que des modifications de l'émission solaire, des changements à long terme d'éléments de l'orbite terrestre (excentricité, obliquité de l'écliptique, précession des équinoxes), des processus naturels intervenant à l'intérieur du système climatique, ou un forçage anthropique (par exemple une augmentation de la concentration de dioxyde de carbone et d'autres gaz à effet de serre dans l'atmosphère). Le terme "changement climatique" est souvent employé aussi dans un sens plus restreint pour désigner un changement significatif (c'est-à-dire entraînant des effets importants sur le plan économique, social et celui de l'environnement) des valeurs moyennes d'un élément météorologique (en particulier la température ou la hauteur de précipitation) au cours d'une période donnée, les moyennes étant prises sur des durées de l'ordre de la décennie ou davantage ».[5]

[3] Le grand robert de la langue Française, Paris, Robert, 2001
[4] https://www.ipcc.ch/pdf/glossary/ipcc-glossary.pdf Date de consultation le 12/04/2017
[5] http://wmo.multicorpora.net/MultiTransWeb/Web.mvc Date de consultation : le 12/04/2017.

- L'article premier de la convention cadre des nations unies sur les changements climatique définit le changement climatique comme étant : « des changements de climat qui sont attribués directement ou indirectement à une activité humaine altérant la composition de l'atmosphère mondiale et qui viennent s'ajouter à la variabilité naturelle du climat observée au cours de périodes comparables »[6].

- Enfin, le groupe intergouvernemental d'experts sur le climat estime que les changements climatiques signalés dans les relevés climatologiques sont attribuables aux variations internes du système climatique ou des interactions entre ses composantes, ou aux modifications du forçage externe d'origine naturelle ou anthropique. Il n'est généralement pas possible d'établir clairement les causes. Dans les projections qu'il établit sur l'évolution du climat, le GIEC ne tient généralement compte que de l'influence sur le climat de l'augmentation des gaz à effet de serre imputable aux activités humaines et d'autres facteurs liés à l'homme[7].

1.1.4. Les gaz à effet de serre

L'effet de serre est produit par un bâtiment couvert de vitres, qui laisse bien passer la lumière du soleil, mais empêche que la chaleur qui se forme à l'intérieur de la serre, sous l'effet de la lumière du soleil, ne se dissipe trop vite vers l'extérieur. Deux effets contribuent à retenir la chaleur prisonnière à l'intérieur de la serre : D'abord un effet mécanique puisque les parois vitrées empêchent physiquement l'air chaud de se déplacer de l'intérieur de la serre vers l'extérieur. Ensuite, l'effet dit de serre qui correspond à l'opacité du verre à l'infrarouge émis par le sol en réaction à l'énergie reçue.

Il existe parmi les composants naturels de notre atmosphère, des gaz naturels qui jouent ce même rôle d'effet de serre sans pour autant empêcher physiquement l'air de se déplacer. Ces gaz étant transparents à au rayonnement solaire, laissent entrer librement la lumière mais interceptent comme le fait le verre, les infrarouges émis par le sol terrestre et les empêchent de repartir vers l'espace.

Les principaux gaz à effet de serre présent naturellement dans notre atmosphère et qui sont aussi produits par l'activité humaine sont la vapeur d'eau (H_2O) et le dioxyde de carbone (CO_2) auxquels on peut ajouter le méthane (CH_4), le protoxyde d'azote (N_2O) aussi connu sous le nom de gaz hilarant et l'ozone (O_3).

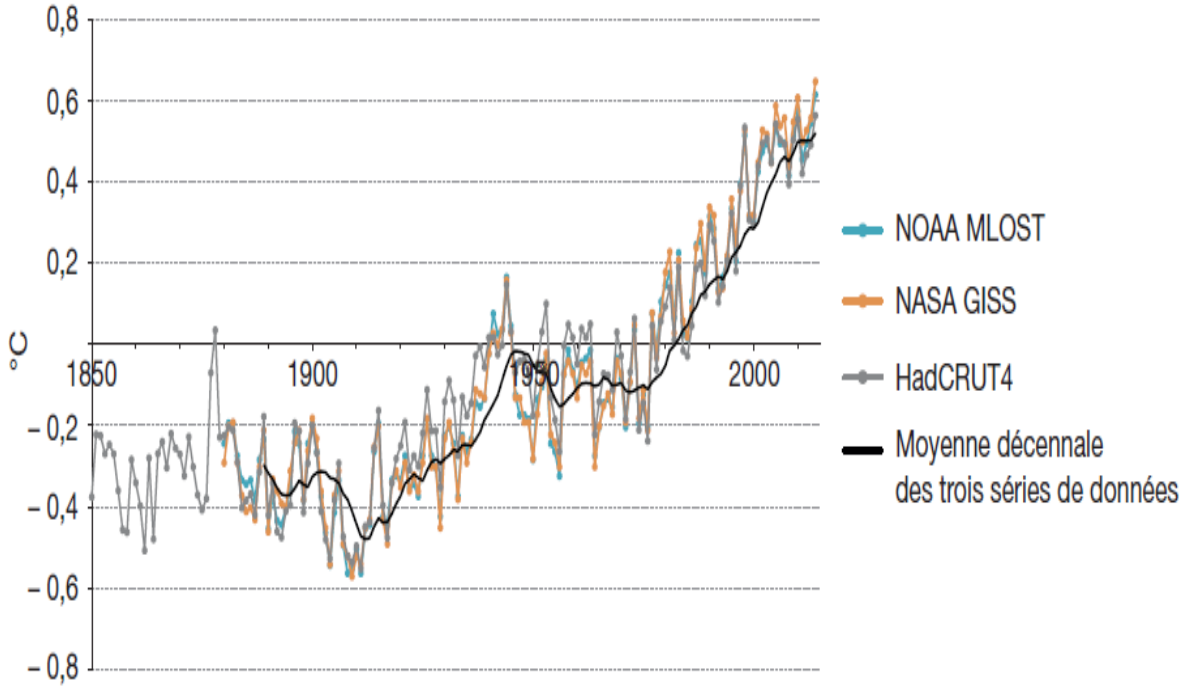
[6] Convention cadre des nations unies sur les changements climatiques, 1992
[7] https://www.ipcc.ch/pdf/glossary/ipcc-glossary.pdf Date de consultation le 12/04/2017

On trouve également d'autres gaz a effet de serre qui sont exclusivement issus de l'activité humaine (qui n'existent pas naturellement dans l'atmosphère) parmi lesquels : les principaux gaz fluorés, à savoir les chlorofluorocarbures (CFC), le tétrafluorométhane (CF_4) et l'hexafluorure de soufre (SF_6)[8].

1.1.5. Le réchauffement climatique

Notre planète a connu au cours de son existence, plusieurs périodes de réchauffement climatique. Le réchauffement atmosphérique fait donc partie d'un processus climatique cyclique naturel. Toutefois, des augmentations rapides et inhabituelles sont enregistrées au cours du XXème siècle, qui sont dues aux émissions humaines de gaz à effet de serre. Le graphique suivant représente l'évolution des températures globales moyennes de 1850 à 2014 par rapport à la période de référence (1961-1990) :

Figure 1: Evolution des températures globales moyennes de la terre entre 1850 et 2014[9]



Nous voyons à travers ces données l'intensification du phénomène de réchauffement à partir du début du XXème siècle causée par la progression l'intensité de l'activité économique corrélée aux émissions de GES. Le tableau suivant représente l'historique des statistiques du

[8] http://www.connaissancedesenergies.org/quels-sont-les-principaux-gaz-a-effet-de-serre-120207 Date de consultation le 13/04/2017

[9] Chiffres clés du climat France et Monde, Ministère Français de l'écologie, du développement durable et de l'énergie, édition 2016

PIB et de la population mondiale pour la période (1820-2000) et montre l'augmentation significative de ces deux variables durant la période visée et conforte la thèse du lien entre l'activité humaine et l'intensification du phénomène de réchauffement climatique :

Tableau 1Statistiques historiques de la population et du PIB mondial période 1820-2000[10]

Année	Population en milliers d'habitants	PIB en millions de Dollars internationaux
1820	**1 041 834**	695 346
1870	**1 271 916**	1 112 655
1900	**1 563 622**	1 973 716
1913	**1 791 323**	2 732 131
1950	**2 524 324**	5 329 719
1975	**4 065 408**	16 644 898
2000	**6 149 005**	36 501 872

Statistiquement, la population mondiale s'est multipliée par quatre entre 1900 et 2000 alors que l'activité économique représentée par le PIB, s'est multiplié par 18. Il apparait donc très clairement de ce tableau que durant ce siècle l'activité économique s'est accentuée grandement et a eu comme conséquence directe, l'augmentation des émissions de GES.

Le groupe intergouvernemental d'experts sur le climat (GEIC) présente les principales caractéristiques relatives aux GES pris en charge par le protocole de Kyoto, notamment leur pouvoir de réchauffement global et la durée de leur présence dans l'atmosphère :

Tableau 2: Quelques caractéristiques des GES anthropiques[11]

Caractéristique	CO_2	CH_4	N_2O	HFC	PFC	SF_6
Concentration atmosphérique en 2013	395 ppm	1 814 ppb	326 ppb	>123 ppt	> 83 ppt	7.9 ppt
Durée de séjour dans l'atmosphère		-9 ans	131ans	Entre 0.1 et 270 ans	Entre 2000 et 50 000 ans	3200 ans
Pouvoir de réchauffement global (cumulé sur 100 ans)	1	28-30	265	1.4 - 14800	6630 – 11100	23500

[10] MADDISON ANGUS, l'économie mondiale statistiques historiques, études du centre de développement, OCDE, 2003

[11] Op.Cit Chiffres clés du climat France et Monde, édition 2016

Origine des émissions atmosphériques	Combustion d'énergie fossile et déforestation tropicale	Décharge agricoles, élevages, et procédés industriels	Agriculture, procédés industriels, utilisation d'engrais	Sprays, réfrigération, procédés industriels

(ppm : parties par million, ppb : partie par milliard, ppt : partie par trillion)

Le pouvoir de réchauffement global (PRG) est le rapport entre l'énergie renvoyée vers le sol en 100 ans par 1 kg de gaz et celle que renverrait 1 kg de CO2. Il dépend des concentrations et des durées de vie des gaz.

L'augmentation des émissions anthropiques de GES dans l'atmosphère accroît le renvoi d'énergie vers le sol. Il en résulte un déséquilibre du système provoquant l'élévation de la température terrestre. La modification, par rapport à une année de référence, de la radiation induite par un élément est appelée forçage radiatif. Un forçage radiatif positif indique une contribution positive au réchauffement climatique.

Certaines activités humaines comme l'émission d'aérosols contribuent à diminuer le renvoi d'énergie vers le sol. En 2013 par rapport à 1750, ce forçage radiatif négatif est estimé à -0,45 ± 0,5 W/m2, alors que le forçage radiatif des GES anthropiques est de + 2,90 ± 0,29 W/m2. Ainsi, l'ensemble du forçage radiatif d'origine anthropique s'élève à + 2,55 ± 1,1 W/m2 en 2013 par rapport à 1750[12].

1.2. Lutte pour la protection de l'environnement

Pour bien cerner les efforts de la lutte pour la protection de l'environnement et particulièrement celle contre le réchauffement climatique, qui nous intéresse plus dans le cadre de ce travail, nous allons essayer de dresser une brève rétrospective non exhaustive des principaux événements et efforts consentis par la communauté internationale depuis le début des années 1970 jusqu'à la conférence de Paris ayant abouti à la signature de l'accord historique dont nous aborderons les contours au cours de ce chapitre.

Il est à noter que cette lutte ne se résume pas aux événements que nous allons citer ci-après, mais englobe un ensemble de mesures et d'efforts plus ou moins importants et divers. Ainsi les éléments présentés ici ne représentent qu'une partie de l'effort global.

[12] GIEC, Premier groupe de travail, 2013

1.2.1. Conférence de Stockholm 1972

Aussi appelée « conférence des nations Unis sur l'environnement », elle s'est déroulée à la capitale suédoise du 05 au 16 Juin 1972. Elle a vu pour la première fois la question environnementale être placée comme préoccupation mondiale et déboucha sur la signature d'une déclaration qui allait souligner la question des droits et devoirs de l'humanité envers son environnement.

Cette déclaration comporte 26 principes qui abordent le droit de l'Homme à bénéficier de l'égalité d'accès à un environnement stable, sain et paisible, tout en mettant l'accent sur la nécessité de préserver l'environnement en précisant notamment dans le principe 02 : « ***Les ressources naturelles du globe, y compris l'air, l'eau, la terre, la flore et la faune, et particulièrement les échantillons représentatifs des écosystèmes naturels, doivent être préservés dans l'intérêt des générations présentes et à venir par une planification ou une gestion attentive selon que de besoin*** »[13]

Le droit à un environnement « sain et de qualité » en contre partie de la responsabilité envers ce dernier ont donc été posés au cours de cette conférence qui sera plus tard qualifiée de « premier sommet de la terre ».

Cette conférence va aussi déboucher sur la création du Programme des Nations Unies pour l'Environnement (PNUE) incitant également de nombreux pays à créer leurs agences nationales de protection de l'environnement.

1.2.2. Charte des nations unies pour la nature

Après la convention de Washington s'étant déroulée en Mars 1973, relative à la protection de la biodiversité, cette charte est proclamée le 28 octobre 1982 sous forme de résolution (résolution 37/7 du 28/10/1982) adoptant le principe selon lequel toute forme de vie est unique et doit être respectée. Dans le volet principes généraux de cette charte nous lisons : « ***La viabilité génétique de la terre, ne sera pas compromise. La population de chaque espèce, sauvage ou domestique, sera maintenue au moins à un niveau suffisant pour en assurer la survie. Les habitats nécessaires à cette fin seront sauvegardés*** »[14]

[13] Déclaration de Stockholm, Conférence des nations unies sur l'environnement, du 05 au 16 juin 1972
[14] Résolution 37/7 des nations unies portant charte mondiale de la nature, le 28/10/1982

1.2.3. Convention de Vienne pour la protection de la couche d'Ozone

Après des années de recherche sur les effets des GES sur la couche d'ozone, la pression de la communauté scientifique va commencer à avoir ses fruits à travers l'adoption de cette convention à Vienne, le 22 mars 1985.

Cette convention souligne, en effet, la nécessité de limité, réduire ou prévenir les activités susceptibles de porter atteinte à la couche d'ozone comme le stipule l'article 02 Obligations générales : « ***1. Les Parties prennent des mesures appropriées conformément aux dispositions de la présente Convention et des protocoles en vigueur auxquels elles sont parties pour protéger la santé humaine et l'environnement contre les effets néfastes résultant ou susceptibles de résulter des activités humaines qui modifient ou sont susceptibles de modifier la couche d'ozone….*** »[15]

En outre, l'article 06 de cette convention instaure **« la conférence des parties »** qui continue de nos jours, de jouer un rôle considérable sur le chemin de la sauvegarde de l'environnement.

1.2.4. Rapport « notre avenir à tous »

Egalement connu sous le nom du rapport Brundtland en référence à la première ministre Norvégienne G. H. BRUNDTLAND qui avait présidé la séance de la commission mondiale sur l'environnement et le développement qui s'est achevée par la rédaction dudit rapport.

Le texte intitulé « Our common future » introduisait pour la première fois, une définition à la notion de développement durable vu comme le lien qui existe entre les enjeux économiques, environnementaux, sociaux voire culturels.

Ce rapport est considéré comme un tournant majeur dans la prise de conscience mondiale en relation avec les enjeux environnementaux.

[15] Convention de Vienne pour la protection de la couche d'ozone, PNUE, 22/03/1985

1.2.5. La création du GIEC

Le groupe intergouvernemental d'experts sur le changement climatique (GIEC) fut créé par le PNUE et l'organisation météorologique mondiale (OMM) en juin 1988 dans le but de fournir une évaluation sur les fondements scientifiques du changement climatique anthropique.

Aujourd'hui, le GIEC est l'organisme international chef de file en matière d'évaluation des changements climatiques. Il a pour mission d'examiner et d'évaluer la littérature scientifique, technique et socio-économique la plus récente publiée dans le monde et utile à la compréhension des changements climatiques. Il n'est pas chargé de conduire des travaux de recherche, ni de suivre l'évolution des données ou paramètres climatologiques.

Sous l'égide du PNUE et de l'OMM, le GIEC est ouvert à tous ses membres qui sont aujourd'hui au nombre de 195 pays. Il se réunit en assemblée générale représentant tous les pays membres au moins une fois par année pour prendre les grandes décisions relatives à la fixation du programme de travail du groupe ainsi que l'élection du bureau exécutif. Le GIEC est donc organisé en bureau, un comité exécutif ainsi que des groupes de travaux organisés comme suit[16] : -Groupe de travail I : éléments scientifiques

-Groupe de travail II : Conséquences, adaptation et vulnérabilités

-Groupe de travail III : Atténuation du changement climatique

-Equipe spéciale pour les inventaires nationaux de gaz à effet de serre

1.2.6. Le fond pour l'environnement mondial

Créé en 1991, il accorde des financements aux pays en développement et aux pays en transition pour des projets qui concernent la biodiversité, le changement climatique, les eaux internationales, la dégradation des sols, la couche d'ozone et les polluants organiques persistants.

[16] https://www.ipcc.ch/home_languages_main_french.shtml Date de consultation: le 23/04/2017

1.2.7. Sommet de la terre à RIO

S'étant déroulé à Rio Dé Janeiro au Brésil, du 03 au 14 juin 1992, ce sommet reste l'événement référence dans le cadre de la protection de l'environnement.

Les parties signataires de la déclaration de Rio, ont réaffirmé la charte de la nature et la notion de développement durable en plaçant l'être humain « ***au centre des préoccupations relatives au développement durable*** ». Le principe 04 de cette déclaration souligne également l'inévitable rapprochement entre développement économique et protection de l'environnement : « ***Pour parvenir à un développement durable, la protection de l'environnement doit faire partie intégrante du processus de développement et ne peut être considérée isolément.*** »[17]

En outre, bien que qualifiée « insuffisante » par les analystes, cette déclaration ne fut pas le seul texte émanant de cette conférence. En effet un ensemble de mesures et de déclarations et conventions (juridiquement non contraignantes pour certaines) furent adoptées au cours de cet événement. Parmi lesquelles nous pouvons citer[18] :

- **La déclaration de principes sur les forêts** juridiquement non contraignante qui cherchait à poser les assises en vue de la préservation des forêts.
- **La convention Cadre des nations unies sur les changements climatiques** qui comporte 26 articles et qui rappelle que le réchauffement climatique est l'affaire de toute l'humanité reconnaissant ainsi la responsabilité commune mais différenciée puisqu'il impose différents engagements aux Etats tenant compte de la situation spécifique de certains pays en développement. Son objectif principal étant précisé dès l'article 02 est de stabiliser les concentrations de GES à un niveau limitant les perturbations atmosphériques qui en résultent.
- **La convention sur la diversité biologique** : En un préambule en 23 points et 42 articles, la convention, tout en proclamant que les États sont responsables de la conservation de leur diversité biologique et de l'utilisation durable de leurs ressources biologiques, paraît marquer l'abandon de la notion de patrimoine commun de l'humanité En effet, l'article 3 qui pose le principe même de la conservation, stipule que celle-ci est assurée par les États conformément à leur « droit souverain d'exploiter leurs propres ressources selon leur politique d'environnement.

[17] Déclaration de RIO sur l'environnement et le développement, CNUED, 14 juin 1992
[18] Kiss Alexandre-Charles, Doumbe-Bille Stéphane. Conférence des Nations Unies sur l'environnement et le développement (Rio de Janeiro-juin 1992). In: Annuaire français de droit international, volume 38, 1992. pp. 823-843

- **Mise en place du « comité 21 »** qui représente un réseau d'acteurs engagés dans la mise en œuvre opérationnelle du développement durable et de l'Agenda 21 de Rio au niveau local. Il a pour mission de créer les conditions d'échange et de partenariat entre ses adhérents, issus de tous les secteurs afin qu'ils s'approprient et mettent en œuvre, ensemble, le développement durable à l'échelle des territoires.

Le plan agenda 21 s'agit du plan d'action pour le 21e siècle. L'appellation n'est d'ailleurs pas fixée. Le terme qui figure dans les textes est celui «d'Action 21», bien que celui d'Agenda 21, proche du nom anglais, soit devenu le plus courant. Il comporte 40 chapitres divisés en trois sections (dimensions sociales et économiques, conservation et gestion des ressources aux fins du développement, renforcement du rôle des groupes principaux, moyens d'exécution), précédés d'un préambule constitué par le chapitre 1[19].

1.2.8. Le Protocole de Kyoto

Face à un consensus scientifique devenu incontournable, les membres de la Conférence des Parties des Nations unies signent le Protocole de Kyoto, qui engage les pays industrialisés à réduire les émissions totales de plusieurs gaz responsables de l'effet de serre de 5,2 % par rapport aux émissions de 1990, d'ici 2012.

La principale caractéristique du Protocole est qu'il dispose **d'objectifs obligatoires sur les émissions de gaz à effet de serre** pour les pays économiquement forts qui l'ont accepté. Les engagements au titre du Protocole varient d'une nation à l'autre. L'objectif global, de 5% pour les pays développés, est à atteindre au travers de réductions par rapport aux niveaux de 1990. Il est de 8% pour l'Union Européenne (l'UE à 15), la Suisse et la plupart des pays d'Europe Centrale et Orientale, 6% pour le Canada, 7% pour les États-Unis (bien que ces derniers se soient depuis retirés du Protocole), 6% pour la Hongrie, le Japon et la Pologne. La Nouvelle Zélande, la Russie et l'Ukraine doivent stabiliser leurs émissions, tandis que la Norvège pourrait augmenter ses émissions d'1%, l'Islande de 10% et l'Australie de 8% (laquelle s'est également, par la suite, retirée du Protocole)[20].

Pour compenser ces objectifs contraignants, l'accord offre la flexibilité aux pays sur les manières d'atteindre leurs objectifs. Par exemple, ils peuvent partiellement compenser leurs émissions en augmentant les puits, terme utilisé pour désigner les forêts qui absorbent du

[19] Op.cit Kiss Alexandre-Charles, Doumbe-Bille Stéphane. pp. 823-843

[20] http://unfccc.int/portal_francophone/essential_background/feeling_the_heat/items/3294.php Date de consultation le 23/04/2017

dioxyde de carbone provenant de l'atmosphère. Ceci peut se réaliser sur leur propre territoire ou dans d'autres pays. Ils peuvent également financer des projets à l'étranger ayant pour but de réduire l'émission de gaz à effet de serre. Plusieurs mécanismes ont été mis en place à cet effet. Le processus de ratification a été lent et pénible. Le protocole est entré en vigueur le 16 février 2005 après la ratification de la Russie deux mois plus tôt. De nos jours, 191 pays ont ratifié le protocole. Il est à signaler le refus continuel des USA de s'inscrire dans l'esprit du protocole avant l'accord de Paris en 2015.

1.2.9. Les années 2000

Outre le phénomène « El Niño » (1997-1998) traduit par un réchauffement généralisé des eaux autour de l'équateur, responsable de nombreux dérèglements climatiques planétaires (pluies torrentielles dans certaines parties du globe, sécheresse dans d'autres mais aussi de nombreux ouragans, les années 2000 ont vu la protection de l'environnement et le développement durable s'inscrire parmi les objectifs du millénaire (sommet du millénaire des nations unies, New-York, 6-8/09/2000).

En outre, dix ans après le sommet de la terre de Rio, les nations unies réunies à Johannesburg en Afrique du sud du 26/08 au 04/09 2002, renouvellent les engagements pris pour le développement durable. S'en suivra en 2005, l'entrée en vigueur du protocole de Kyoto, avec l'objectif, pour la période (2008-2012), de réduction globale des émissions de GES de 5.2% par rapport aux taux référence de 1990 ainsi que d'innombrables accords et actions nationaux et régionaux s'attelant à ce défit et dont on peut citer : la stratégie Européenne du développement durable 2006, la charte de Leipzig sur les villes Européennes durables (2007), le Grenelle de l'environnement en France (octobre 2007), Programme des nations unies contre la déforestation et le changement climatique (2008).

Par ailleurs, le Tsunami qui a touché l'Asie du sud Est le 26/12/2004 (220 000 morts et des milliards de dollars de dégâts selon l'ONU) a frappé les esprits les plus réticents sur l'ampleur des dégâts que peuvent causer les catastrophes naturelles et a donc renforcé la nécessité de prendre en charge le plus rapidement possible, la lutte contre les dérèglements de l'environnement.

Enfin, signalons que la catastrophe nucléaire de Fukushima au Japon, causée par un autre tsunami suite au tremblement de terre sur les côtes du pacifique, ayant été classée du même niveau que la catastrophe de Tchernobyl, a ouvert les yeux sur le danger que

représentent les centrales nucléaires et l'incapacité apparente de prévenir ce genre de catastrophes. Cet événement frappera les esprits et poussera certains pays à l'image de l'Allemagne, la France ou encore le Japon, à précipiter le processus de transition énergétique donnant plus d'intérêt au développement des énergies vertes.

1.2.10. Les négociations COP

Les conférences des parties instaurées par l'article 06 de la convention de vienne (1985) sont des cycles de négociation annuels pour la lutte contre le réchauffement climatique. La COP 01 s'étant déroulée à Berlin en 1995 est la première de 23 autres conférences.

C'est dans le cadre de la troisième COP en 1997 qu'a été signé le protocole de Kyoto qui a posé les assises d'un accord contraignant pour des réductions des émissions de GES.

Depuis, les négociations se sont poursuivies avec des hauts et des bas. En effet, après l'entrée en vigueur du protocole de Kyoto en 2005 qui devait couvrir la période 2008-2012, les ambitions d'un nouvel accord couvrant la période 2013-2020 furent portées par la COP 13 à Bali en 2007 (feuille de route de Bali) dans l'objectif de finaliser le nouvel accord au cours de la COP 15 en 2009 à Copenhague. Cette feuille de route avait alors, échoué à déboucher sur un accord contraignant à Copenhague ouvrant ainsi la voie à une période de latence qui allait durer 2 ans.

C'est ainsi qu'à la COP 17 à Durban en 2011, une autre tentative de signature d'un accord contraignant fut projetée et programmée pour la COP 21 qui se déroulerait 4 ans plus tard à Paris, en Décembre 2015. Entre temps, une année plus tard, à Doha et faute d'un nouvel accord mondial, un amendement à l'accord de Kyoto fut tout de même adopté par 190 pays. Cela dit, seulement 37 pays ont adopté des objectifs contraignants couvrant une seconde période (entre 2013 et 2020). Ni les Etats-Unis, ni le Japon, pas plus que le Canada et la Nouvelle Zélande ne prendront part à ces objectifs chiffrés.

1.2.11. L'accord de Paris

La COP 21 s'est donc déroulée du 30 novembre au 11 Décembre 2015 portant de grandes ambitions sur la signature d'un accord contraignant qui va tourner la page du revers de Copenhague et lancer une nouvelle ère pour la lutte contre le changement climatique.

Après des négociations ardues et d'immenses doutes tout au longs des tractations, les parties aboutirent finalement à la signature d'un accord historique, une prise de responsabilité mondiale pour réduire les émissions de CO_2. Les principales décisions de l'accord sont les suivantes[21] :

- limiter la hausse de la température moyenne globale en dessous de 2°C par rapport au niveau préindustriel tout en visant l'objectif de 1.5°C et ce, avant la fin du 21ème siècle avec dans un premier temps, des objectifs de réduction (pic d'émission) différenciés selon les pays (pays développés le plus rapidement possible et Pays en développement avec des objectifs plus souples) au plus tard en 2050, puis par la suite, atteindre l'équilibre entre les émissions anthropiques et l'absorption par les puits de gaz à effets de serre.
- Elaboration d'un mécanisme de révision des objectifs de réduction des GES (INDC) tous les cinq ans à partir de 2020 afin d'atteindre des résultats plus ambitieux avec un premier état des lieux dès 2023.
- Etablissement d'un plancher annuel de 100 milliards USD approvisionnant le fond vert créé en 2010 à la conférence de Cancun dont l'objectif d'aider les pays en développement à réduire leurs émissions ainsi que l'encouragement du développement bas-carbone. En outre, Il a été décidé de revoir à la hausse ce plancher à partir de 2020 sans pour autant poser des références chiffrées à cette hausse du financement. Par ailleurs, une partie distincte nommée pertes et dommages a été érigée pour garantir un mécanisme d'entraide au profit des pays les plus vulnérables.

Le processus de ratification par les pays signataires devra se faire entre avril 2016 et avril 2010. L'accord va entrer en vigueur lorsqu'un ensemble de pays représentant au moins 55% des émissions mondiales l'auront ratifié.

[21] Résumé par nos soins à partir de L'accord de Paris, COP 21, CCNUCC 12/12/2015

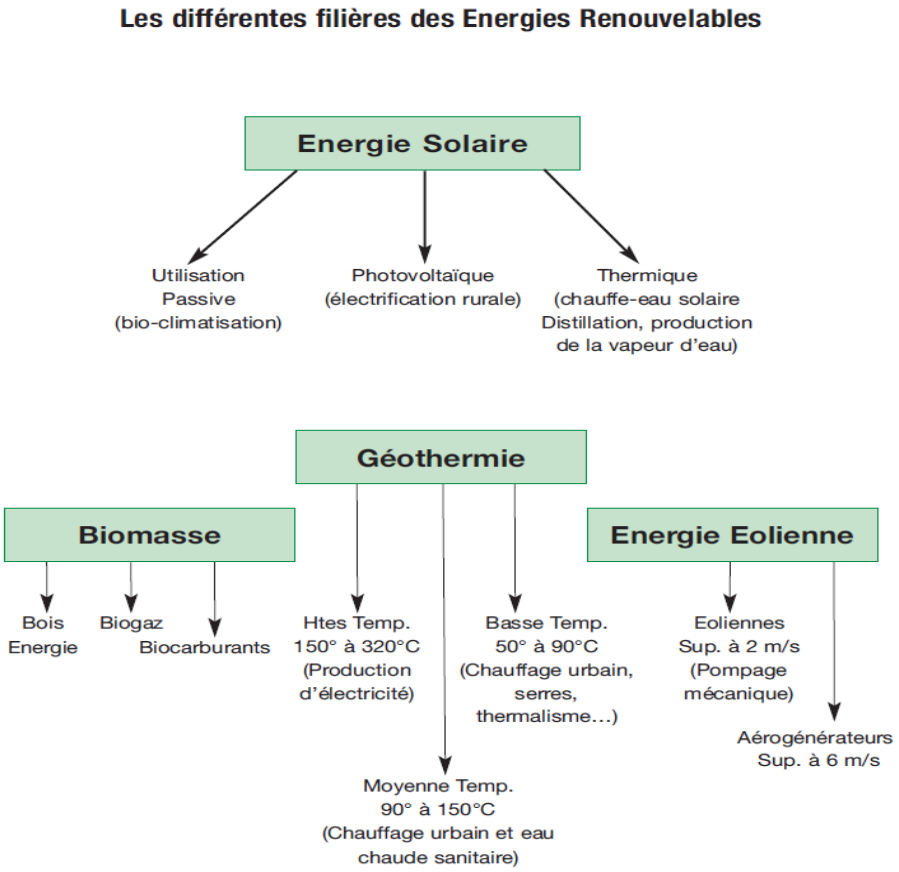
2. Les énergies renouvelables

L'utilisation des énergies non polluantes dites « renouvelables » représente l'un des deux axes majeurs de lutte contre le réchauffement climatique, aux cotés des efforts d'efficience énergétiques en vue de réduire les GES.

Le deuxième point de ce chapitre concernera donc l'introduction des sources d'énergie renouvelables qui sont les plus prometteuses du point de vue technique et économique. Il s'agira essentiellement de l'énergie solaire, l'énergie du vent, la biomasse et les biocarburants auxquelles s'ajoutent la géothermie et l'énergie de l'eau.

Il est utile de rappeler qu'outres ces sources citées, il existe une multitude d'autres possibilités d'utilisation renouvelable de l'énergie.

Figure 2Les différentes fillières des énergies renouvelables[22]



Par ailleurs, l'objectif de ce titre n'est pas d'explorer les modalités techniques et technologiques relatives à l'exploitation de ces énergies mais uniquement d'introduire leur

[22] Guide des énergies renouvelables, ministère Algérien de l'énergie et des mines, édition 2007, P 09.

principe de fonctionnement de façon générale tout en essayant de nous appuyer sur les données statistiques relatives à leur exploitation et leurs perspectives de développement.

2.1. L'énergie du soleil

Le soleil, bien que distant de 150 millions de kilomètres de notre planète, est assurément notre plus grande source d'énergie. Les réactions nucléaires qui y ont lieu entretiennent et renouvellent en permanence cette source d'énergie.

L'énergie reçue est bien sûr variable. Les saisons, les nuits, les passages nuageux sont autant de moments où l'énergie solaire est inexistante ou moindre. En moyenne, la puissance reçue annuellement par la surface du globe peut aller de 85 à 290 watt/m^2 entre les régions les moins ensoleillées et les régions les plus ensoleillées[23].

L'énergie solaire peut être exploitée essentiellement de trois manières différentes : D'abord de façon passive en permettant une pénétration optimale de la lumière et la chaleur du soleil dans les habitations, Ensuite, le solaire thermique consiste à capter la chaleur du soleil et l'utiliser soit directement pour le chauffage, soit la convertir en électricité (soleil-chaleur-électricité). Enfin, le solaire photovoltaïque consistant à capter l'énergie photonique du soleil et la convertir directement en électricité.

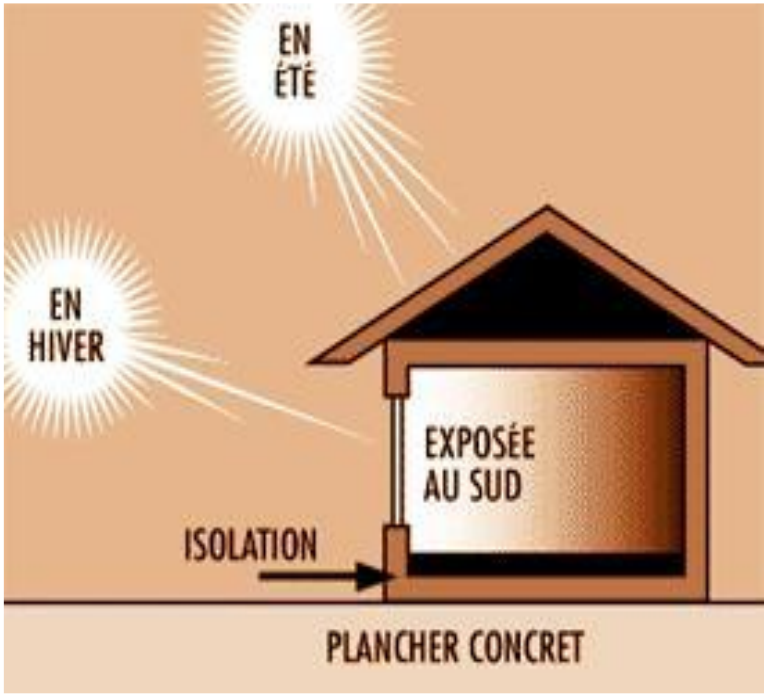
2.1.1. L'architecture solaire passive

Le moyen le plus sûr de bénéficier « passivement » de la chaleur et de la lumière du soleil est de construire et d'aménager les bâtiments de manière à profiter au maximum et naturellement des apports du soleil. C'est le principe de l'architecture solaire passive.

Le principe consiste à installer de grandes baies (surfaces) vitrées, côté sud lorsqu'on se situe dans l'hémisphère nord du globe, pour permettre au soleil de pénétrer généreusement. Inversement les ouvertures doivent être réduites au nord (cela peut se faire notamment en installant, au nord, les locaux de service : archives pour les bureaux ; halls, escaliers, garages, buanderies, ou salles de bain pour les logements). Et on fait l'inverse lorsqu'on est dans l'hémisphère sud de la planète. Dans les pays chauds, une bonne architecture peut aussi avoir pour but d'éviter la climatisation en été et permettre ainsi d'économiser de l'énergie comme l'illustre la photo suivante :

[23] VERNIER Jacques, les énergies renouvelables, collection « que-sais-je » parutions universitaires de France, Paris, 2007.

Figure 3: Illustration de l'architecture solaire passive dans l'hémisphère nord [24]



Les économies de chauffage et d'éclairage que génère une bonne architecture solaire passive peuvent être très considérables elles varient entre 30 et 80 % selon l'emplacement géographique. Ces économies peuvent atteindre les 100% dans des bâtiments tertiaires en particulier les écoles qui ne sont occupées que la journée, lorsque la chaleur et la lumière du soleil sont directement exploitées. Celles-ci sont désertées la nuit (économie de chauffage et d'éclairage) et l'été (pas de risque de surchauffe, pas de consommation énergétique pour la climatisation)[25].

2.1.2. Le chauffage et chauffe-eau solaires

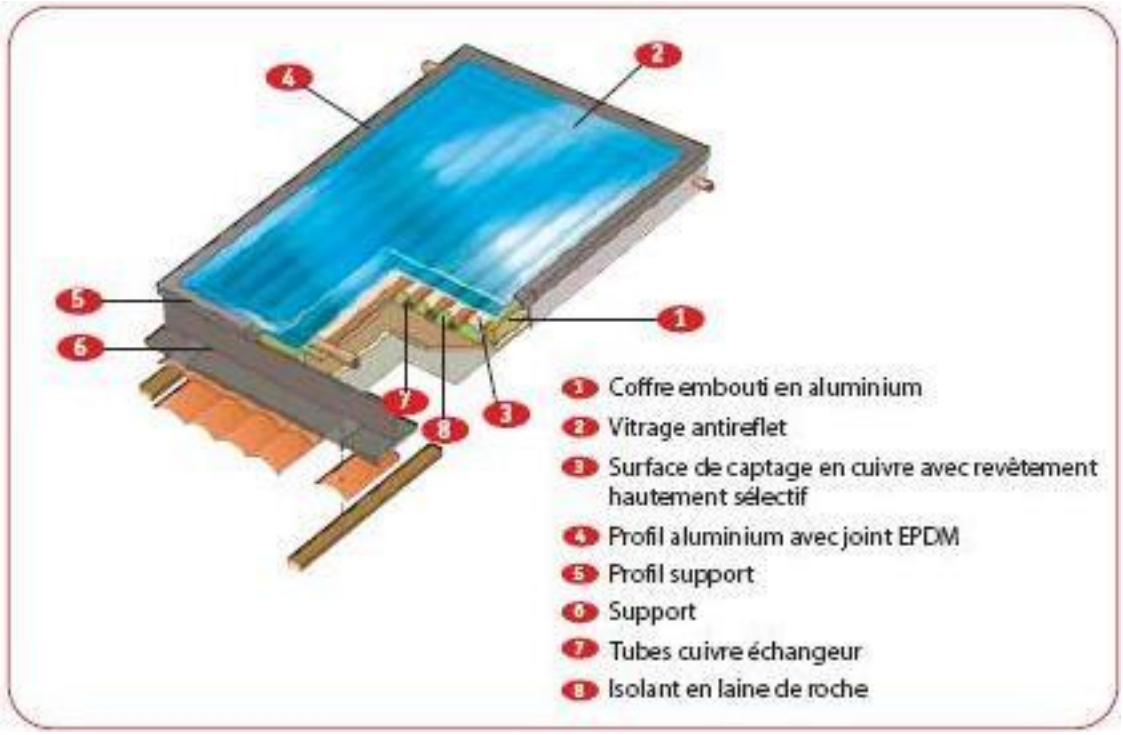
La production d'eau chaude sanitaire ou le chauffage des locaux ne nécessitent pas d'atteindre de hautes températures : 50 à 60 °C suffisent pour l'eau chaude sanitaire ou pour l'eau des radiateurs, et cette température peut même être abaissée lorsque les radiateurs classiques font place à des planchers chauffants, dont la température n'a guère besoin de dépasser 25 °C[26]. Il paraît assez simple d'obtenir cette chaleur à basse température (quelques dizaines de degrés) à partir du soleil. À ces basses températures, il suffit de capter le rayonnement solaire sur des surfaces planes. Dans ces capteurs plans circule soit de L'air, soit

[24] In YAMOUN karim, Mémoire de licence : secteur énergétique en Algérie entre énergies fossiles finissantes et énergies renouvelables à l'état embryonnaire, UMMTO, juin 2012.
[25] Op.Cit VERNIER Jacques, les énergies renouvelables, collection « que-sais-je » parutions universitaires de France, Paris, 2007
[26] Agence de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie, ADEME

directement l'eau à réchauffer, soit un liquide « caloporteur » qui transférera sa chaleur à l'eau à travers un « échangeur ». Les plus utilisés sont ceux qui utilisent un liquide caloporteur.

Ces capteurs plans sont constitués d'une surface plane absorbante en métal, dans laquelle sont sertis des tubes où circule le fluide caloporteur. La surface métallique est en général noircie pour absorber au maximum le rayonnement et en réémettre le moins possible. La plaque absorbante et ses tubes sont en général inclus dans un caisson vitré, de manière à emprisonner la chaleur dans ce caisson (effet de serre.

Figure 4: Vue en coupe d'un capteur solaire thermique[27]



2.1.3. Les centrales électriques solaires thermiques

Ce type d'utilisation du solaire consiste à concentrer le rayonnement solaire pour chauffer un fluide à haute température et produire ainsi de l'électricité ou alimenter en énergie des procédés industriels.

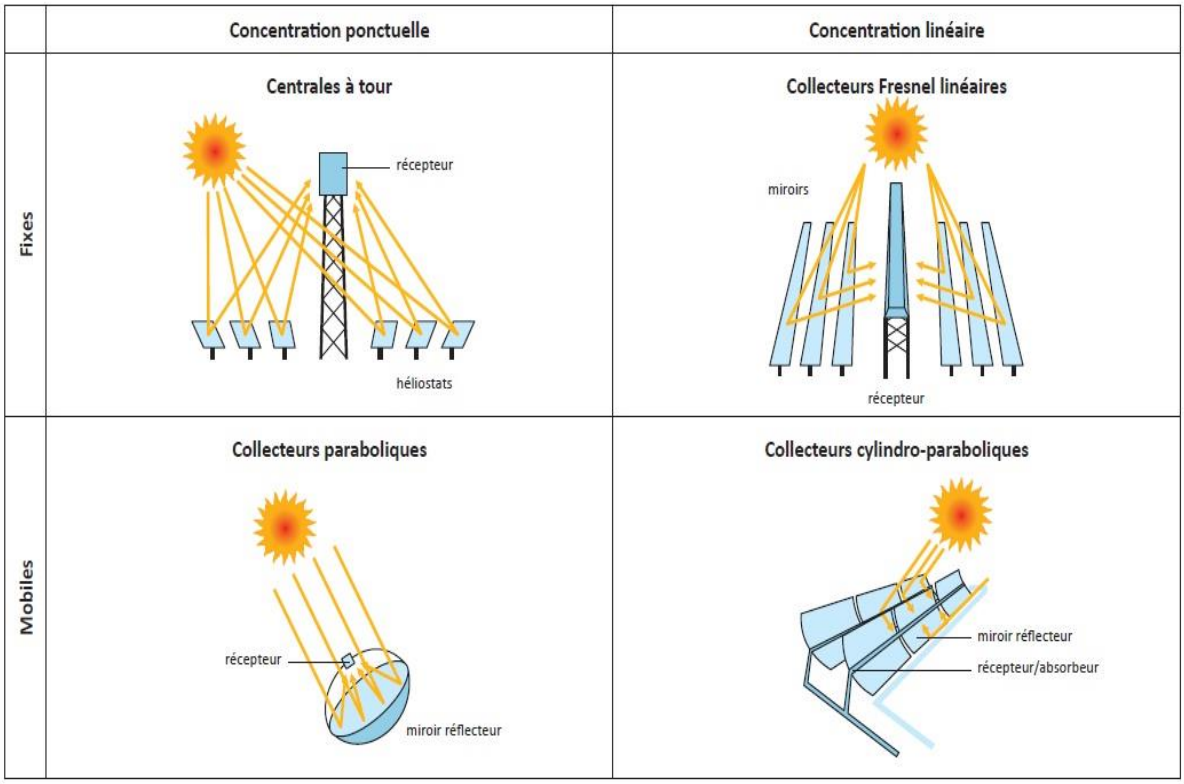
L'énergie solaire étant peu dense, il est nécessaire de la concentrer, via des miroirs réflecteurs, pour obtenir des températures exploitables pour la production d'électricité. Le rayonnement peut être concentré sur un récepteur linéaire ou ponctuel. Le récepteur absorbe l'énergie réfléchie par le miroir et la transfère au fluide thermodynamique. Les systèmes à

[27] http://www.leguideduchauffage.com/photogallery/technologie/capteur-solaire.JPG Date de consultation le 23/10/2017

concentration en ligne ont généralement un facteur de concentration inférieur à celui des concentrateurs ponctuels.

La figure suivante montre quelques unes des techniques utilisées pour ce type d'utilisation :

Figure 5: Différentes techniques d'exploitation du solaire thermodynamique[28]



Il existe donc différents types de centrales solaires thermodynamiques parmi lesquelles on peut citer :

-Les centrales à collecteur cylindro-parabolique : Ce type de centrale se compose de rangées parallèles de longs miroirs cylindro-paraboliques qui tournent autour d'un axe horizontal pour suivre la course du soleil. Les rayons solaires sont concentrés sur un tube récepteur horizontal, dans lequel circule un fluide caloporteur dont la température atteint en général 400 °C. Ce fluide est ensuite pompé à travers des échangeurs afin de produire de la vapeur surchauffée qui actionne une turbine ou un générateur électrique.

-Les centrales à miroir de FRESNEL[29] : Un facteur de coût important dans la technologie des collecteurs cylindro-paraboliques repose sur la mise en forme du verre pour obtenir sa forme parabolique. Une alternative possible consiste à approximer la forme parabolique du

[28] Syndicat des énergies renouvelables, Principe de fonctionnement du solaire thermodynamique, Paris, 2012 www.enr.fr Date de consultation le 23/10/2017
[29] Idem

collecteur par une succession de miroirs plans. C'est le principe du concentrateur de Fresnel. Chacun des miroirs peut pivoter en suivant la course du soleil pour rediriger et concentrer en permanence les rayons solaires vers un tube ou un ensemble de tubes récepteurs linéaires fixes.

-Les centrales à tour : Les centrales solaires à tour sont constituées de nombreux miroirs concentrant les rayons solaires vers une chaudière située au sommet d'une tour. Les miroirs uniformément répartis sont appelés héliostats. Chaque héliostat est orientable, et suit le soleil individuellement et le réfléchit précisément en direction du receveur au sommet de la tour solaire. Le facteur de concentration peut dépasser 1000, ce qui permet d'atteindre des températures importantes, de 600 °C à 1000 °C. L'énergie concentrée sur le receveur est ensuite soit directement transférée au fluide thermodynamique (génération directe de vapeur entraînant une turbine ou chauffage d'air alimentant une turbine à gaz), soit utilisée pour chauffer un fluide caloporteur intermédiaire. Ce liquide caloporteur est ensuite envoyé dans une chaudière et la vapeur générée actionne des turbines. Dans tous les cas, les turbines entraînent des alternateurs produisant de l'électricité.

-Les centrales à capteurs paraboliques : Ayant la même forme que les paraboles de réception satellite, les capteurs paraboliques fonctionnent d'une manière autonome. Ils s'orientent automatiquement et suivent le soleil sur deux axes afin de réfléchir et de concentrer les rayons du soleil vers un point de convergence appelé foyer. Ce foyer est le récepteur du système. Il s'agit le plus souvent d'une enceinte fermée contenant du gaz qui est monté en température sous l'effet de la concentration. Cela entraîne un moteur Stirling qui convertit l'énergie solaire thermique en énergie mécanique puis en électricité. Le rapport de concentration de ce système est souvent supérieur à 2000 et le récepteur peut atteindre une température de 1000 °C.[30] Un de leurs principaux avantages est la modularité : ils peuvent en effet être installés dans des endroits isolés, non raccordés au réseau électrique. Pour ce type de système, le stockage n'est pas possible.

[30] Op.Cit Syndicat des énergies renouvelables, Principe de fonctionnement du solaire thermodynamique, Paris, 2012 www.enr.fr

2.1.4. Le solaire photovoltaïque

L'effet photovoltaïque permet la conversion directe du rayonnement solaire en électricité. Lorsque les photons (particules de lumière) frappent certains matériaux, ils délogent et mettent en mouvement les électrons des atomes de ces matériaux. Or le courant électrique n'est rien d'autre qu'un mouvement d'électrons.

Le rendement énergétique de ces cellules n'est pas du tout ridicule (rapport entre l'énergie électrique créée et l'énergie solaire reçue) : il est de 10 à 15 % en pratique «et frôle les 30 % en laboratoire). Or le rendement d'une traditionnelle centrale thermique brûlant du charbon ou du fioul ne dépasse guère 35 %[31]. Le développement de "énergie photovoltaïque n'est donc pas freiné par son rendement mais par son coût qui le limite à certaines applications.

On distingue plusieurs types de cellules photovoltaïques (ou photopiles) :

- Les cellules faites de silicium « cristallin ». Par refroidissement de silicium fondu, on obtient un lingot, soit fait d'un seul cristal de silicium (monocristallin), soit constitué de multiples cristaux ;
- Les cellules faites de silicium « amorphe » (sans forme), c'est-à-dire non cristallisé. Ce matériau absorbe la lumière beaucoup plus que le silicium cristallin ;
- les cellules faites avec d'autres matériaux, notamment à base de tellurure de cadmium (Cd Te) ou de di-séléniure de cuivre et d'indium (CIS), qui offrent aussi l'avantage d'absorber très fortement la lumière et de pouvoir être déposés en couches minces.

En général, une seule « cellule » au silicium cristallin (dont la tension électrique est voisine de 0,5 V et dont la puissance, faible, est d'environ 1 W) ne permet pas d'alimenter directement un équipement électrique dont les tensions de fonctionnement sont normalisées (12, 24, 48 V)[32]. Pour atteindre le voltage souhaité, plusieurs cellules doivent être connectées en série. Et, pour obtenir la puissance souhaitée, plusieurs de ces séries de cellules peuvent être montées en parallèle. On obtient ainsi un panneau rectangulaire, un « module photovoltaïque» aux, voltage et puissance désirés.

[31] Op.Cit VERNIER Jacques,
[32] IDEM

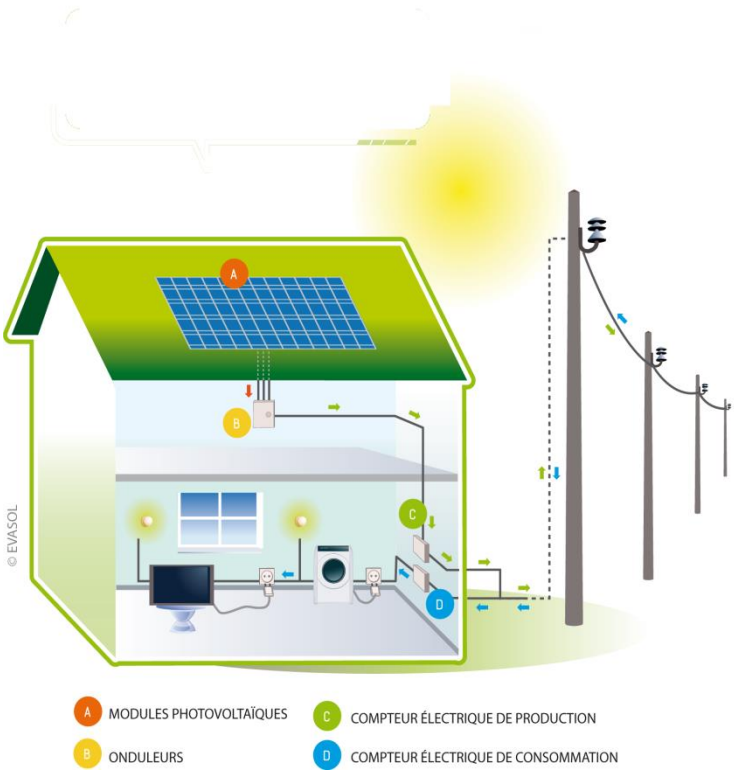
Mais une installation photovoltaïque ne s'arrête pas là. Elle comporte aussi :

-des châssis et supports pour l'installation et la fixation des modules sur le site ;
-des accessoires de câblage (câbles, protection anti foudre, etc.) ;
-un onduleur lorsqu'il faut convertir le courant continu issu des modules photovoltaïques en courant alternatif nécessaire à beaucoup d'appareils électriques.
-Des batteries afin de pouvoir stocker l'énergie étant donné que l'énergie solaire est de nature intermittente et que l'usager doit disposer d'énergie en permanence.

C'est donc, de nos jours, ces accessoires qui pèsent sur la performance des installations photovoltaïques d'une part le rendement et la maintenance et d'autre part sous l'ongle des coûts. Cette complexité présente aussi un potentiel d'abaissement des coûts et d'amélioration de la performance globale de l'installation grâce aux efforts en R&D.

Les deux figures suivantes illustrent le principe général de fonctionnement d'une installation photovoltaïque de maison et celui d'une centrale industrielle :

Figure 6: Principe de fonctionnement d'une installation photovoltaïque dans une maison[33]

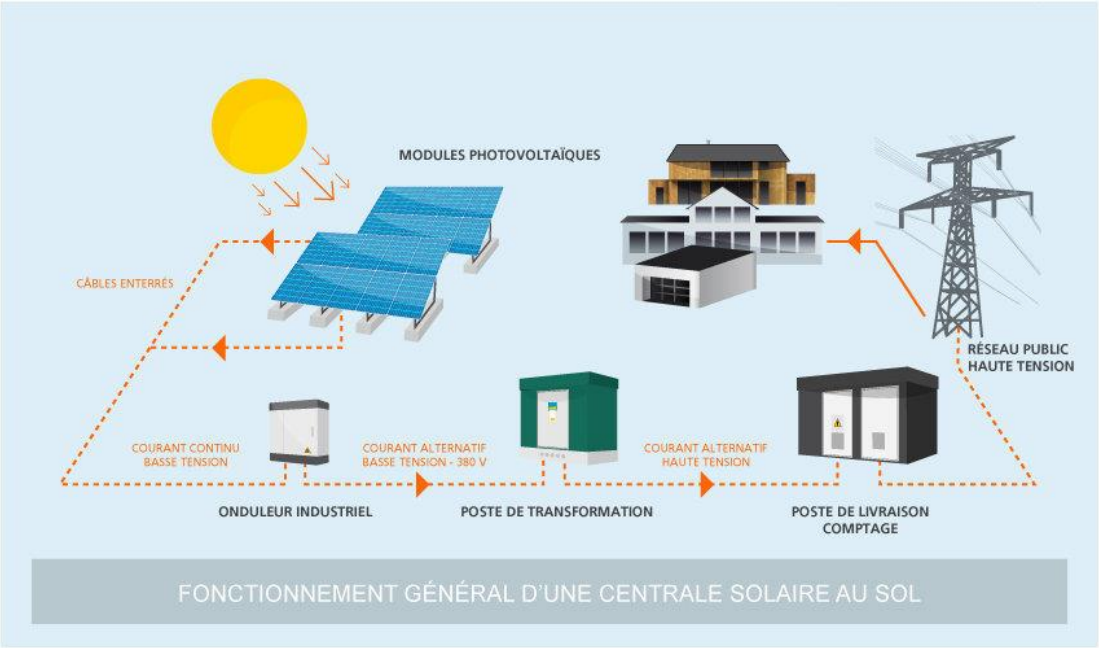


Le module photovoltaïque posé sur le toit reçoit les photons de lumière et dégage des électrons transmis à l'onduleur sous fourme de courant continu afin d'être transformés en courant alternatif. L'énergie est ensuite directement raccordée au réseau de distribution passant par un compteur de production. La maison reçoit ensuite par un circuit parallèle l'énergie à consommer passant par le compteur à la consommation (raccordement classique à l'électricité).

L'énergie peut également être stockée directement sur des batteries à la sortie de l'onduleur, sans passer par le réseau de distribution. Ceci est idéal dans les zones isolées, non raccordée à l'électricité classique.

[33] http://panneaux-solaires-photovoltaiques.evasol.fr/photovoltaique-pourquoi-dois-je-le-faire.html Date de consultation le 23/10/2017

Figure 7 Principe de fonctionnement d'une centrale électrique Photovoltaïque[34]



L'installation photovoltaïque industrielle transmet un courant continu, basse tension dans un onduleur industriel qui produit un courant alternatif destiné ensuite, à un transformateur dans le but de transformer le courant en haute tension et enfin le raccorder au réseau de distribution haute tension qui va alimenter des installations industrielles ou des habitations.

2.1.5. Le potentiel de l'Algérie

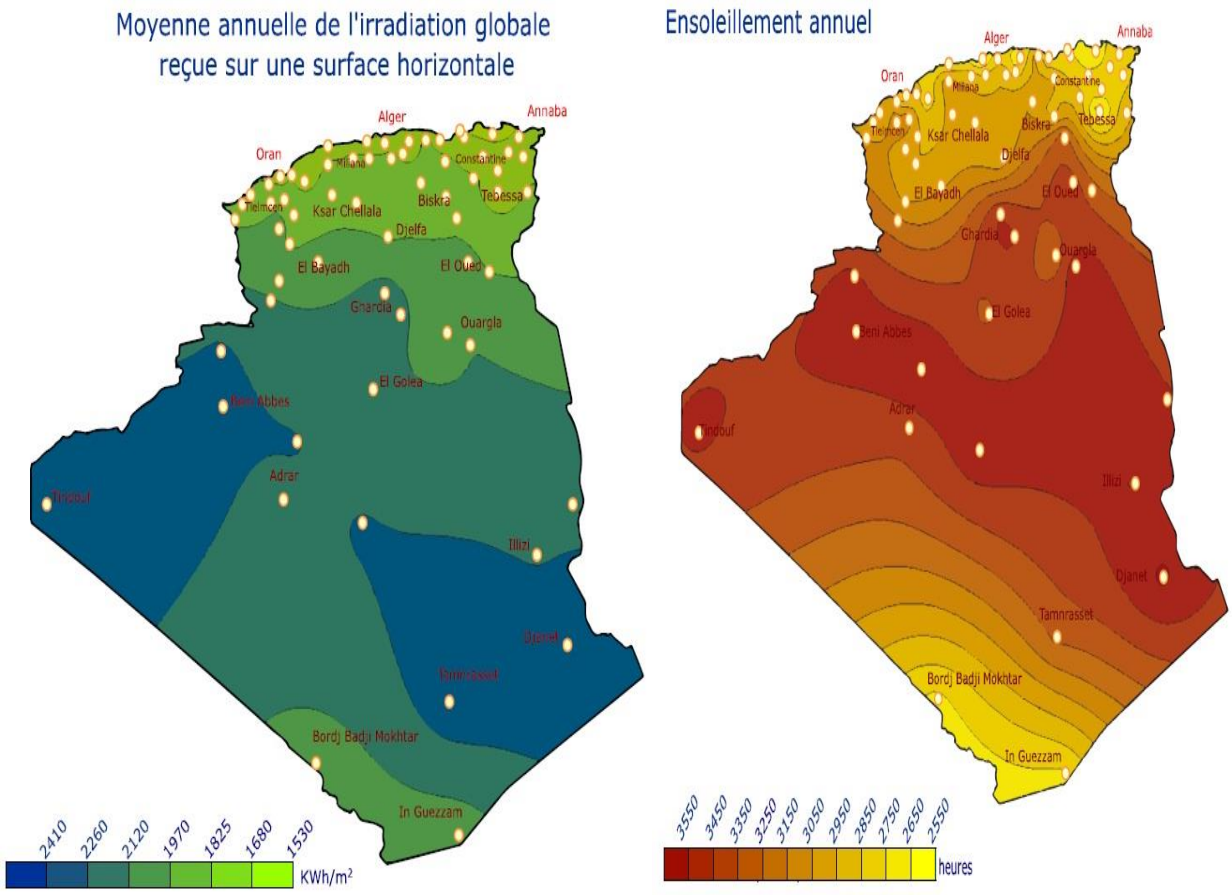
L'Algérie est classée parmi les pays les plus ensoleillés au monde. Son emplacement géographique ainsi que la surface globale du pays lui donnent un énorme potentiel solaire à exploiter.

De plus, la présence de silicium en Algérie accentue cet avantage naturel que lui donne son ensoleillement. En effet, et à titre d'exemple, un gisement a été découvert en 2015 à SIG dans la wilaya de MASCARA, contenant des réserves allant jusqu'à six millions de tonnes de silicium. Cette découverte dans le cadre du projet de partenariat Algéro-Japonais dans le domaine de la recherche et développement, pourrait permettre à l'Algérie, à terme, de produire ses propres modules photovoltaïques.[35]

Voici, dans ce qui suit, les cartes d'ensoleillement annuel de l'Algérie :

[34] http://www.iel-energie.com/solutions-techniques/centrale-au-sol/ Date de consultation le 27/10/2017
[35] http://portail.cder.dz/spip.php?article4881 Date de consultation le 29/10/2017)

Figure 8: Cartes d'irradiation moyenne et heures d'ensoleillement annuel en Algérie[36]



Comme nous le constatons sur ces cartes, pratiquement tout le territoire national dispose d'une irradiation riche et d'une moyenne d'heures d'ensoleillement riche.

Selon les données du ministère de l'énergie en Algérie, la durée moyenne et l'énergie moyenne reçue par les différentes régions sont résumées comme suit :

Tableau 3: Irradiation moyenne et durée moyenne d'ensoleillement par région en Algérie[37]

Régions	Régions côtières	Hauts plateaux	Sahara
Superficie (%)	4%	10%	86%
Durée moyenne d'ensoleillement (heures/an)	2650	3000	3500
Energie moyenne reçue KWh/m²/an)	1700	1900	2650

[36] http://portail.cder.dz/spip.php?rubrique66 Date de consultation le 29/10/2017

[37] In YAMOUN karim, Mémoire de licence : secteur énergétique en Algérie entre énergies fossiles finissantes et énergies renouvelables à l'état embryonnaire, UMMTO, juin 2012.

2.2. L'énergie du vent

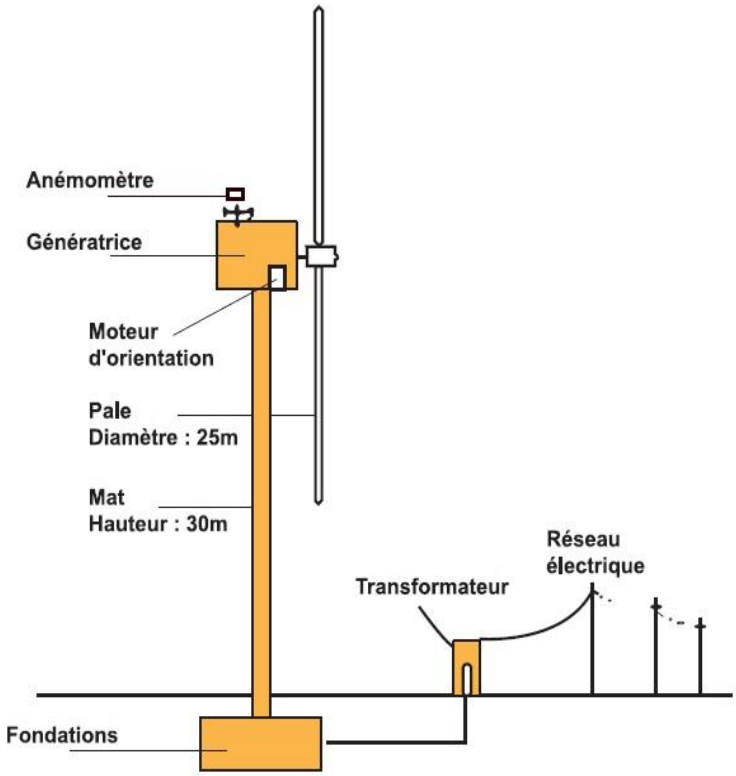
L'utilisation de l'énergie du vent est très ancienne. En effet, les bateaux à voile et les moulins à vent furent quelques unes des applications de cette énergie.

De nos jours, l'application de cette énergie se résume essentiellement à faire tourner les hélices des éoliennes afin de produire de l'énergie mécanique qui sera ensuite transformée en électricité.

2.2.1. Principe de fonctionnement

Comme on le voit sur la figure ci-dessous, une éolienne est généralement composée d'un long mat d'une hauteur de 30 à 100 mètres fixé au sol grâce à un bloc nommé « fondation » et qui porte dans son sommet un système composé d'une génératrice qui porte dans sa façade supérieure un anémomètre et auquel est fixée une hélice à trois pales reliée à un système d'orientation.

Figure 9: Les différentes composantes d'une éolienne[38]



L'anémomètre sert à mesurer la vitesse et l'orientation du vent et permet d'ajuster l'orientation de l'hélice grâce au moteur d'orientation afin de s'adapter à l'orientation du vent. Ce dernier fait donc tourner les pales de l'hélice dont la rotation génère de l'énergie mécanique qui fait tourner le rotor de la génératrice permettant ainsi de produit un courant électrique qui sera transmis par voie de câblage intégré au mat, vers un transformateur dans l'objectif de normaliser le courant électrique qui sera transmis ensuite, directement au réseau de distribution.

[38]Op.Cit Guide des énergies renouvelables, P 15.

Selon leur puissance, il existe différents types d'éoliennes parmi lesquelles :

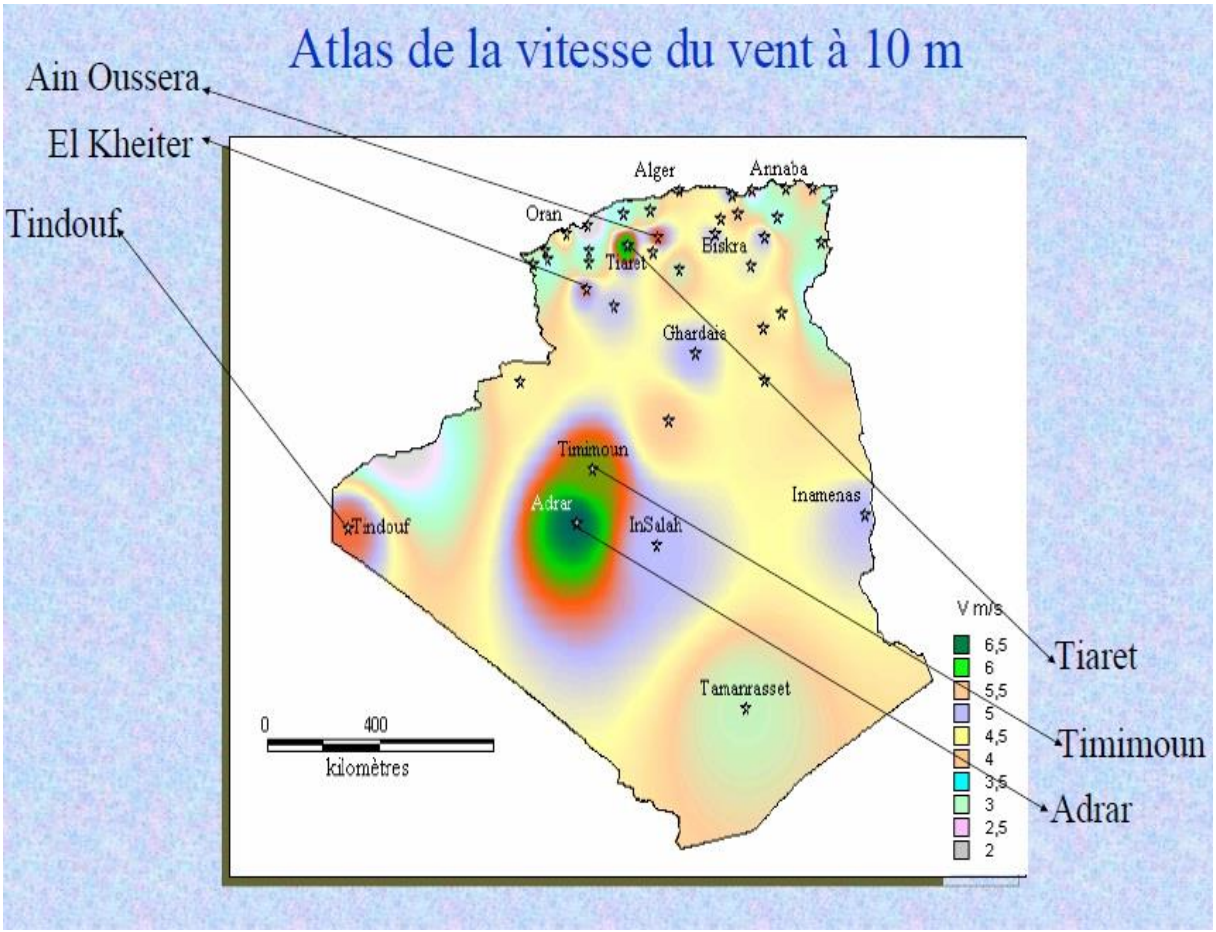
Les grands Aérogénérateurs installés dans les parcs éoliens qui développent une puissance d'environ 2 mégawatts chacun. Le mât est généralement deux fois plus grand que les pâles (100 mètres pour des pales de 50 mètres).

On trouve également de petites éoliennes destinées aux particuliers leur puissance varie entre 0.1 et 20 kilowatts et le mât mesure entre 10 et 35 mètres.[39]

2.2.2. Le potentiel de l'Algérie

L'Algérie à un régime de vent modéré (2 à 6 m/s, Ce potentiel énergétique convient parfaitement pour le pompage de l'eau particulièrement sur les Hauts Plateaux.

Figure 10: Atlas de la vitesse du vent à dix mètres du sol en Algérie[40]



[39] Op.Cit VERNIER Jacques,

[40] N.KASBADJI, M. MARZOUK, Perspectives du pompage éolien en Algérie, Laboratoire énergie éolienne, CDER, Alger

La ressource éolienne en Algérie varie beaucoup d'un endroit à un autre. Ceci est principalement du à une topographie et un climat très diversifiés. En effet, notre vaste pays, se subdivise en deux grandes zones géographiques distinctes.

Le Nord méditerranéen est caractérisé par un littoral de 1200 Km et un relief montagneux, représenté par les deux chaines de l'Atlas tellien et l'Atlas saharien. Entre elles, s'intercalent des plaines et les hauts plateaux de climat continental. Le Sud, quant à lui, se caractérise par un climat saharien.

La carte représentée ci-dessus montre que le Sud est caractérisé par des vitesses plus élevées que le Nord, plus particulièrement dans le Sud-ouest, avec des vitesses supérieures à 4 m/s et qui dépassent la valeur de 6 m/s dans la région d'Adrar.

Concernant le Nord, on remarque globalement que la vitesse moyenne est peu élevée. On note cependant, l'existence de microclimats sur les sites côtiers d'Oran, Bejaïa et Annaba, sur les hauts plateaux de Tiaret, Ain Oussara et Kheiter ainsi que dans la région délimitée par Bejaïa au Nord et Biskra au Sud.

2.3. L'énergie géothermique

Le principe de la géothermie consiste à extraire l'énergie contenue dans le sol pour l'utiliser sous forme de chauffage ou d'électricité. Par rapport à d'autres énergies renouvelables, la géothermie présente l'avantage de ne pas dépendre des conditions atmosphériques (soleil, pluie, vent), ni même de la disponibilité d'un substrat, comme c'est le cas de la biomasse. C'est donc une énergie fiable et stable dans le temps. La chaleur est produite pour l'essentiel par la radioactivité naturelle des roches constitutives de la croûte terrestre. Elle provient également, pour une faible part, des échanges thermiques avec les zones internes de la Terre dont les températures s'étagent de 1000°C à 4300°C.

On distingue quatre types de géothermie ; la haute, la moyenne, la basse et la très basse énergie. La géothermie de haute énergie (> 180 °C) et de moyenne énergie (température comprise entre 100 °C et 180°C) valorisent les ressources géothermales sous forme d'électricité. La géothermie basse énergie (températures comprises entre 30 °C et 100 °C) permet de couvrir une large gamme d'usages : chauffage urbain, chauffage de serres, utilisation de chaleur dans les process industriels, thermalisme…etc.[41]

[41] Op.Cit Guide des énergies renouvelables, P 16.

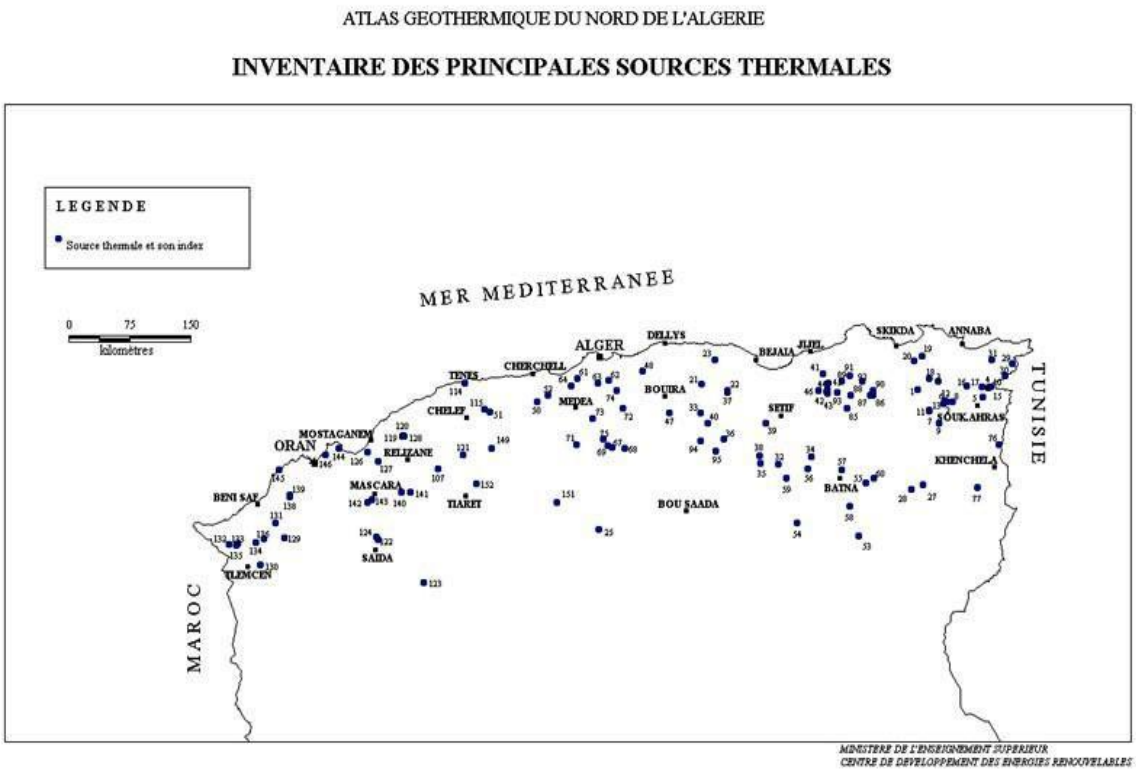
2.3.1. Potentiel Algérien

Les calcaires jurassiques du Nord algérien qui constituent d'importants réservoirs géothermiques, donnent naissance à plus de 200 sources thermales localisées principalement dans les régions du Nord-est et Nord-Ouest du pays. Ces sources se trouvent à des températures souvent supérieures à 40°C, la plus chaude étant celle de Hammam Meskhoutine

(96°C). Ces émergences naturelles qui sont généralement les fuites de réservoirs existants, débitent à elles seules plus de 2 m3/s d'eau chaude. Ceci ne représente qu'une infime partie des possibilités de production des réservoirs. Plus au Sud, la formation du continental intercalaire, constitue un vaste réservoir géothermique qui s'étant sur plusieurs milliers de Km2. ce réservoir, appelé communément « nappe albienne » est exploité à travers des forages à plus de 4 m3/s. l'eau de cette nappe se trouve à une température moyenne de 57 °C.

Si on associe le débit d'exploitation de la nappe albienne au débit total des sources thermales, cela représenterait, en termes de puissance, plus de 700 MW[42].

Figure 11: Atlas géothermique du nord de l'Algérie[43]



[42] In YAMOUN karim, Mémoire de licence : secteur énergétique en Algérie entre énergies fossiles finissantes et énergies renouvelables à l'état embryonnaire, UMMTO, juin 2012.
[43] http://portail.cder.dz Date de consultation le 29/10/2017

2.4. La biomasse

On peut appeler « houille verte » l'énergie en provenance des végétaux. Il peut s'agir soit de biocarburants pour les véhicules, soit de biocombustibles qu'on brûle dans les chaudières ou dans des appareils de cuisson. On appelle aussi cette énergie la « biomasse ».

L'utilisation du bois comme combustible remonte aux origines de l'humanité. Le bois a été pendant des millénaires le seul combustible, pour des usages domestiques ou pour des usages industriels. Parfois on utilisait directement le bois, parfois le charbon de bois. Le bois est, de très loin, le principal biocombustible végétal. Il y en a cependant d'autres, notamment des résidus agricoles.

2.4.1. Le bois énergie

Le bois ne brûle pas ! En réalité, dès qu'il est chauffé, le bois sèche, puis se décompose : c'est la pyrolyse (en grec, « décomposition par le feu »). Et ce sont les produits issus de cette décomposition qui brûlent.

L'utilisation énergétique du bois passe ainsi par trois phases qui sont résumées comme suit :

-**Le séchage** : Même lorsque le bois est convenablement sec, il contient encore 15 à 20 % d'humidité. Le bois chauffé laisse d'abord se dégager cette humidité. Cette phase consomme de la chaleur.

-**Le dégazage** : À partir de 200 °C environ, des gaz commencent à s'échapper massivement du bois. En présence d'air, les gaz combustibles s'enflamment. Cette phase, contrairement à la précédente, produit de la chaleur, laquelle entretient le processus. La température monte jusqu'à 800 °C[44].

-**La combustion des braises** : Le bois, « libéré » de ses gaz, se transforme en charbon de bois, lequel représente environ 30 % du poids sec initial. Si on ne fournit pas assez d'air, on peut récupérer ce charbon de bois et l'utiliser, ultérieurement, comme combustible. Si, en revanche, on fournit assez d'air, le charbon de bois brûle à son tour, presque sans flamme, et devient incandescent : ce sont les braises.

Les gaz issus de la combustion (oxyde de carbone CO, oxydes d'azote NOX, méthane CIL) sont très variables selon l'appareil de combustion, mais les foyers et chaudières modernes ont nettement amélioré la situation. Les meilleurs chiffres sont évidemment obtenus dans les

[44] Op.Cit VERNIER Jacques,

grandes chaufferies collectives, où la pollution est mieux maîtrisable. En fait, le bois contribue à la lutte contre le réchauffement de la Terre. En effet, le CO; rejeté par la combustion du bois est réabsorbé par les plantes et les arbres pour leur croissance : il est, en somme, recyclé, à condition, bien sûr de replanter au moins autant d'arbres que l'on a abattu et servi à la combustion.

2.4.2. Les biocarburants

L'autre atout de la biomasse est la possibilité de fabriquer des biocarburants. Il en existe deux types : les éthanols et les biodiesels. Les éthanols, destinés aux moteurs à essence, sont issus de différentes plantes comme le blé, le maïs, la betterave et la canne à sucre. Le procédé consiste à extraire le sucre de la plante pour obtenir de l'éthanol après fermentation. Quant aux biodiesels, ils sont extraits des oléagineux (colza, tournesol, soja …etc.) Les esters d'huile obtenus peuvent alors être mélangés au gazole.

En règle générale, ces biocarburants sont mélangés aux carburants classiques, essence et gazole. Ils entraînent alors une petite diminution des rejets de monoxyde de carbone et de dioxyde de carbone, gaz responsable de l'effet de serre. Mais ces biocarburants ont un énorme inconvénient ; ils occupent des surfaces agricoles au détriment des cultures vivrières.

2.4.3. Les biogaz

Le biogaz est un mélange composé essentiellement de méthane (CH4) et de gaz carbonique (CO2). Suivant sa provenance, il contient aussi des quantités variables d'eau, d'azote, d'hydrogène sulfuré (H2S), d'oxygène, d'aromatiques, de composés organo-halogénés (chlore et fluor) et des métaux lourds, ces trois dernières familles chimiques étant présentes à l'état de traces[45]. Le biogaz est produit par un processus de fermentation anaérobie des matières organiques animales ou végétales, qui se déroule en trois étapes (hydrolyse, acidogènes et méthanogènes) sous l'action de certaines bactéries.

Il se déroule spontanément dans les centres d'enfouissement des déchets municipaux, mais on peut le provoquer artificiellement dans des enceintes appelées "digesteurs" où l'on introduit à la fois les déchets organiques solides ou liquides et les cultures bactériennes.

Cette technique de méthanisation volontaire peut s'appliquer :

-aux ordures ménagères brutes ou à leur fraction fermentescible,

[45] Op.Cit Guide des énergies renouvelables, P 21.

-aux boues de stations d'épuration des eaux usées urbaines ou industrielles,
-aux déchets organiques industriels, (cuirs et peaux, chimie, parachimie,…),
-ainsi qu'aux déchets de l'agriculture et de l'élevage (fientes, lisier, fumier,…).

Les voies de valorisation du Biogaz sont : chaleur seule, électricité seule, cogénération, carburant automobile, injection dans le réseau de gaz naturel.

2.4.4. Le potentiel national

-Potentiel de la forêt

L'Algérie se subdivise en deux parties :
-Les régions selvatiques qui occupent 25.000.000 hectares environ, soit un peu plus de 10% de la superficie totale du pays.
-Les régions sahariennes arides couvrant presque 90% du territoire.

Dans le nord du l'Algérie, qui représente 10% de la surface du pays, soit 2 500 000 hectares, la forêt couvre 1 800 000 hectares et les formations forestières dégradées en maquis 1 900 000 hectares. Le pin maritime et l'eucalyptus sont des plantes particulièrement intéressantes pour l'usage énergétique : actuellement elles n'occupent que 5% de la forêt algérienne.

Les déjections animales

La valorisation des déchets organiques et principalement des déjections animales pour la production du biogaz pourrait être considérée comme une solution économique, décentralisée et écologique avec une autonomie énergétique qui permettra un développement durable des zones rurales.

Tableau 4: Chaptel Algérien pour l'année 2014[46]

Animal	Quantité (têtes)
Ovine	26 880 000
Bovine	1 900 000
Caprine	4 900 000
Cameline	344 310

Selon l'agence nationale des déchets (AND), L'Algérie génère annuellement plus de 12 millions de tonnes de déchets ménagers qui peuvent être valorisés en les utilisant comme matière première à la production d'énergie

[46] http://www.leconews.com/fr/actualites/nationale/agriculture/le-cheptel-national-depasse-34-millions-tetes-31-05-2015-174536_291.php (date de consultation : le 31/10/2017)

Conclusion

Nous avons essayé à travers ce deuxième chapitre de la première partie, d'introduire les concepts relatifs à la lutte contre les réchauffements climatiques puis nous avons tenté de dessiner une description rétrospective des principaux événements ayant marqué les 30 dernières années du XXème siècle et le début du XXI siècles concernant les efforts internationaux pour la protection de l'environnement et l'atténuation des émissions de gaz à effet de serre.

Dans la seconde partie du chapitre, nous nous sommes intéressés aux principales énergies renouvelables pour lesquelles l'Algérie présente un potentiel conséquent. Il s'agissait essentiellement des applications de l'énergie solaire, de l'énergie du vent, de l'énergie de la terre et enfin celles de la biomasse. Nous avons vu que l'Algérie recèle d'avantages concurrentiels concernant l'exploitation de l'énergie solaire et son potentiel éolien et géothermique est également considérable. A cela s'ajoute les opportunités qu'offre la biomasse pour le pays.

Enfin, il est important de conclure sur le fait que les contributions des différents pays sont loin d'être égales. En effet, que ce soit dans le cadre des efforts pour la lutte contre le réchauffement climatique ou de la pénétration des énergies renouvelables dans les mix énergétiques nationaux, l'échiquier mondial présente des « bons et des mauvais élèves ». Un fossé multidimensionnel (sur le plan financier, technologique, culturel, humain…) sépare les pays concernant les efforts pour une économie respectant l'environnement et qui permet d'assurer les besoins présents sans altérer ceux des générations futures.

Chapitre trois : Le secteur énergétique En Algérie

- Introduction
- Présentation du secteur de l'énergie
- Le bilan énergétique national
- Eléments macroéconomiques
- Programme des énergies renouvelables et efficience énergétique
- Conclusion

Introduction

Les hydrocarbures (gaz naturel et pétrole) étant les principales ressources énergétiques en Algérie, le secteur de l'énergie du pays se compose, par conséquent, quasi exclusivement des activités relatives à ces richesses.

L'histoire du secteur est donc reliée à celle des hydrocarbures. Ce secteur va jouer à partir des années 1960 un rôle prépondérant dans l'économie nationale qui prit dès lors, une orientation rentière basée sur l'exploitation des hydrocarbures pour financer l'économie naissante.

C'est sous le joug colonial que les premières découvertes vont se faire (gisement d'EDJELEH, non loin de la frontière Libyenne, en janvier 1956, puis en Juin de la même année, la découverte du grand gisement de HASSI MESSAOUD[1].

A l'indépendance, le secteur était encore sous l'emprise des sociétés françaises du fait de l'incapacité de l'Algérie naissante à se défaire de ces dernières. Le « Mano à Mano » entre les autorités Algériennes et françaises se poursuivra jusqu'au début des années 1970 et va déboucher sur la nationalisation des hydrocarbures Algériens, le 24/02/1971[2].

Ayant rejoint l'OPEP en 1969, l'Algérie va jouer un rôle central sur le plan international durant les années 1970 et va jouir des envolées des prix liées aux deux chocs pétroliers de 1973 et 1979. Dans un second temps, elle subira les conséquences du contre choc de 1986 qui va la plonger dans une grave crise économico-politique durant les années 1990.

Au début du XXIème siècle, le rebond des prix du pétrole va de nouveau revigorer la finance du pays et lui permettre le remboursement de sa dette extérieure et la constitution d'une manne financière avoisinant les 200 milliards USD.

Néanmoins, la chute des prix du pétrole enregistrés à partir du second semestre de l'année 2014 va de nouveau mettre à mal l'économie Algérienne et faire apparaitre le spectre de la crise qui se confirmera avec l'aggravation de la chute des prix en 2015 et 2016.

[1] HOCINE MALTI : Histoire secrète du pétrole Algérien, édition la découverte, Paris 2010, p.15
[2] IDEM

Ce chapitre sera donc consacré dans un premier temps à la description de ce secteur définissant le cadre juridique général qui le régit et faisant apparaitre les principales activités et branches qu'il abrite.

Dans un second temps, il sera question de présenter les principales informations que font ressortir les bilans énergétiques du pays pour la période d'étude choisie (2010-2014) suivis de quelques éléments macroéconomiques indiquant la place qu'occupe le secteur dans la configuration économique nationale. Enfin, un dernier point traitera du programme national des énergies renouvelables et de l'efficacité énergétique élaboré en 2011 et actualisé en 2015.

1. Présentation du secteur de l'énergie

Le secteur est mis sous tutelle du ministère de l'énergie, anciennement appelé ministère de l'énergie et des mines. Ce portefeuille connait une importante instabilité puisqu'il a vu se suivre 4 ministres en trois ans : Mr YOUCEF YOUSFI du 08/05/2014 au 13/05/2015 ; Mr Salah KHEBRI du 14/05/2015 au 11/06/2016 ; Mr Noureddine BOUTERFA du 12/06/2016 au 24/05/2017 et enfin Mr Mustapha GUITOUNI du 25/05/2017 à ce jour.[3]

1.1. Cadre général et réglementaire

1.1.1. cadre général

Ce département représente le 12ème plus grand budget de l'Etat avec un montant de 44.793.741.000 DA pour l'exercice 2016.[4] Il prend en charge essentiellement les branches hydrocarbures et énergie.

Sont placées sous sa tutelle, les entreprises Sonatrach et filiales, créée en 1963 dans le cadre de l'exploitation des hydrocarbures ainsi que Sonelgaz et filiales créée en 1969 dans le cadre de la distribution de l'énergie. Il chapote également deux agences: l'autorité de régulation des hydrocarbures (ARH) et l'agence nationale pour la valorisation des hydrocarbures (ALNAFT). Il assure, enfin, la représentation du pays dans les institutions internationales du secteur dont l'Algérie est membre en l'occurrence l'OPEP et l'APPA (association des producteurs de pétrole Africains).

Il est aussi à signaler l'affaiblissement de la Sonatrach causé par les multiples scandales de corruption se reliant à ses cadres (affaires Sonatrach I et II, affaire SAIPEM...) Cela est en partie responsable de la baisse des volumes de production enregistrés ces dernières années.

Par ailleurs, l'ensemble de l'économie nationale, étant très étroitement lié au sort du secteur énergétique (les hydrocarbures représentent plus de 95% du total des exportations), souffre de scandales de corruption ayant tendance à se généraliser et toucher différents secteurs, ce qui va contribuer à l'aliénation des retombées économiques attendues des différents investissements Etatiques et altérer le processus de diversification économique.

[3] http://www.energy.gov.dz/francais/index.php?page=liste-des-ministres-de-l-energie (date de consultation 25/10/2017)

[4] Loi n° 15-18 du 18 Rabie El Aouel 1437 correspondant au 30 décembre 2015 portant loi de finances pour 2016

Voici dans ce qui suit une rétrospective du classement de l'Algérie selon l'indice de perception de la corruption établi par l'ONG Transparency International :

Tableau 1 : Note et classement de l'Algérie sur l'indice de perception de la corruption entre 2004 et 2016[5]

Année	2004	2008	2012	2016
Note (/100)	27	32	34	34
Classement	97/146	92/180	105/174	108/176

Cet indice est élaboré sur la base d'enquêtes réalisées auprès d'hommes d'affaires, d'analystes de risque et d'universitaires. Il attribue une note allant de 0 (où le pays est perçu comme très corrompu) à 100 (où le pays est considéré comme étant très peu corrompu).

La note de l'Algérie est très largement inférieure à 50 et le pays se place au-delà de la 100ème place dans ce classement qui regroupe 176 pays pour l'édition de 2016.

1.1.2. Cadre réglementaire

1.1.2.1. Des hydrocarbures

Le secteur des hydrocarbures est régi par la loi n° 05-07 du 19 Rabie El Aouel 1426 correspondant au 28 avril 2005.

Elle définit selon son **article 01** le régime juridique des activités de recherche, d'exploitation, de transport par canalisation, de raffinage, de transformation des hydrocarbures, de commercialisation, de stockage, de distribution des produits pétroliers ainsi que des ouvrages et installations permettant leur exercice ; le cadre institutionnel permettant d'exercer les activités susvisées ; les droits et obligations des personnes exerçant une ou plusieurs des activités susvisées.

Elle se subdivise en 10 parties dites « titres » dans le texte de la loi, chacune se référant à un volet. Elle se résume comme suit :

-Le titre I relatif aux dispositions générales et aux définitions qui comporte les articles de 01 à 18 ;

-Le titre II consacré à la prospection, à la recherche et l'exploitation des hydrocarbures comprenant les articles 19 jusqu'à 58 ;

-Le titre III concerne quand à lui le gaz et contient les articles 59 à 67 ;

[5] https://www.transparency.org/research/cpi/cpi_2008/0/ Date de consultation le 01/10/2016

-Le titre IV régit les activités de transport par canalisation (articles 68-76) ;
-Le titre V dédié au raffinage et à la transformation des hydrocarbures (article 77) ;
-Le titre VI regroupe les articles 78 et 79 réglementant le stockage, le transport et la distribution des produits pétroliers ;
-Le titre VII vise le transfert de propriété en fin de contrat ou de concession (articles 80-82) ;
-Le titre VIII définissant le régime fiscal applicable aux activités de recherche et d'exploitation (articles 83-99) ;
- les deux derniers titres contiennent respectivement les dispositions transitoires et les dispositions particulières.

La Loi n° 13-01 du 19 Rabie Ethani 1434 correspondant au 20 février 2013 est venue modifier et compléter la loi n° 05-07.

L'introduction de **l'article 23 Bis** portant sur l'ouverture des activités liées aux schistes dont le contenu est le suivant : « ***L'exercice des activités relatives à l'exploitation des formations géologiques argileuses et/ou schisteuses imperméables ou à très faible perméabilité (gaz de schiste ou huile de schiste) utilisant les techniques de fracturation hydraulique est soumis à l'approbation du Conseil des ministres*** », ayant suscité une vague de contestation dans la société civile notamment les militants pour les causes environnementales ainsi que les populations des régions concernées par ces activités, a conduit les autorités du payer à le geler durant l'année 2014.

1.1.2.2. Electricité et distribution du gaz

La loi n° 02-01 du 22 Dhou El Kaada 1422 correspondant au 5 février 2002 relative à l'électricité et à la distribution du gaz par canalisations régit les activités liées à la production de et la distribution de l'électricité ainsi que la distribution du gaz par voie de canalisation.

L'article 01 de cette loi stipule : « *La présente loi a pour objet de fixer les règles applicables aux activités liées à la production, au transport, à la distribution, à la commercialisation de l'électricité ainsi qu'au transport, à la distribution et à la commercialisation du gaz par canalisations. Ces activités sont assurées, selon les règles commerciales, par des personnes physiques ou morales de droit public ou privé et exercées dans le cadre du service public.* ».

Elle se subdivise en 17 chapitres dits « titres » dans le texte de loi. Les principales dispositions qu'elle promulgue sont les suivantes :

-l'article 03 stipule que la distribution de l'électricité est du gaz est une activité de service public.

-l'articles 06 ouvre les activités de production de l'électricité à la concurrence.

-Les articles 29 et 45 soulignent que le transport de l'électricité et du gaz est un monopole naturel dont la gestion est assurée par un gestionnaire unique.

-L'article 61 indique que les marchés de l'électricité et du gaz seront ouverts au plus tard 3 ans après la promulgation de la loi à hauteur d'au moins 30% chacun. ;

-L'article 85 autorise les opérations d'importation et d'exportation de l'électricité ;

-L'article 111 crée la commission de régulation des ressources dont la mission est définie par l'article 113 comme suit : *« La commission de régulation a pour mission de veiller au fonctionnement concurrentiel et transparent du marché de l'électricité et du marché national du gaz, dans l'intérêt des consommateurs et de celui des opérateurs »*. Elle est dite indépendante et doté de la personnalité juridique et de l'autonomie financière (article 112) et son fonctionnement est régi par les articles 114- 140.

1.2. Infrastructure de la maîtrise énergétique en Algérie

La maîtrise de l'énergie est mise sous tutelle du ministère de l'énergie. Elle englobe un certain nombre d'organismes dont l'APRUE (agence nationale de promotion et la rationalisation de l'utilisation de l'énergie) et de textes législatifs dont la loi Loi n° 99-09 du 28 juillet 1999 relative a la maîtrise de l'énergie.

1.2.1. Cadre Législatif

Il existe un tissu législatif assez riche, encadrant la maîtrise de l'énergie en Algérie. Nous allons dans ce qui suit, présenter les principaux textes de loi la régissant :

- **Décret n°85-235 du 25/Août 1985** Portant création d'une agence pour la promotion et la rationalisation de l'utilisation de l'énergie : Ce texte avait pour objectif la création et l'APRUE. Il comporte dans ses articles la dénomination, les objectifs et missions, l'administration et la gestion, ainsi que les dispositions financières relatives à cette agence.
- **Loi n° 99-09 du 15 Rabie Ethani 1420 correspondant au 28 juillet** 1999 relative à la maîtrise de l'énergie : C'est la loi cadre de référence en matière de maîtrise de l'énergie. Elle définit les trois contours de cette dernière à savoir l'utilisation prioritaire du gaz naturel, la promotion des énergies renouvelables et l'économie d'énergie.

Cette loi énonce les principes et les objectifs de la maîtrise énergétique dans sont première titre. Elle instaure les modalités de concrétisation de cette dernière à savoir : **Article 08** : « *La mise en œuvre de la maîtrise de l'énergie repose notamment sur les obligations, les conditions et les mesures nécessaires suivantes: l'introduction des normes et exigences d'efficacité énergétique; le contrôle d'efficacité énergétique; l'audit énergétique obligatoire et périodique; le programme national de maîtrise de l'énergie; la recherche / développement ; le financement de la maîtrise de l'énergie; les mesures d'encouragement et d'incitation; la coordination des actions de maîtrise de l'énergie ; l'amélioration de la connaissance du système énergétique; la sensibilisation des utilisateurs;*»[6].

Elle instaure également les normes et exigences d'efficacité énergétique classées dans des sections relatives à : L'isolation thermique dans les bâtiments neufs ; Les appareils fonctionnant à l'électricité, aux gaz et aux produits pétroliers ;

Elle régit les modalités d'audit énergétique des grands consommateurs d'énergie et la sensibilisation des utilisateurs.

Elle instaure le programme national de la maîtrise énergétique ainsi que son mode de financement, à travers la création d'un fond national pour la maîtrise énergétique.

Cette loi sera suivie d'un ensemble de lois et décrets fixant différentes modalités contenues dans cette loi cadre, qui vont se suivre tout au long des années 2000, parmi lesquels :

- **Décret exécutif n° 2000-90 du 19 Moharram 1421 correspondant au 24 avril 2000** portant réglementation thermique dans les bâtiments neufs.
- **Décret exécutif n° 2000-116 du 25 Safar 1421 correspondant au 29 mai 2000** fixant les modalités de fonctionnement du compte d'affectation spéciale N° 302-101 intitulé « Fonds national pour la maîtrise de l'énergie », modifié et complété par l'Arrêté interministériel du 07 Octobre 2012.
- **Décret exécutif n° 04-149 du 29 Rabie El Aouel 1425 correspondant au 19 mai 2004** fixant les modalités d'élaboration du programme national de maîtrise de l'énergie (PNME). Ce dernier institue la création d'un comité intersectoriel dénommé « comité intersectoriel de la maîtrise de l'énergie » (article 07).

Placé sous tutelle du ministère de l'énergie, ce dernier regroupe des représentants ayant une qualification de directeur au minimum, des ministères de l'intérieur, des finances, de

[6] Loi n° 99-09 du 15 Rabie Ethani 1420 correspondant au 28 juillet 1999 relative à la maîtrise de l'énergie

l'énergie, de l'environnement, de l'industrie, de l'habitat et urbanisme, des travaux publics, des transports, de l'agriculture, des PME et PMI, des ressources en eau, de l'enseignement supérieur et de l'éducation nationale. Il fait appel également à des représentants de la SONELGAZ et de la SONATRAK ainsi que le directeur général de l'APRUE et quatre chercheurs issus des universités et écoles nationales.

- **Loi n° 04-09 du 27 Joumada Ethania 1425 correspondant au 14 août 2004** relative à la promotion des énergies renouvelables dans le cadre du développement durable. Elle instaure les modalités de promotion des énergies renouvelables notamment les certificats d'origine (article 14). Elle institue également la création d'un organisme national chargé de la promotion de ces énergies dénommé « observatoire national de promotion des énergies renouvelables » (article 17).
- **Décret exécutif n° 05-495 du 24 Dhou El Kaada 1426 correspondant au 26 décembre 2005** relatif à l'audit énergétique des établissements grands consommateurs d'énergie : Il fixe les conditions dont doivent disposer les auditeurs ainsi que les consommations minimales à dépasser pour l'assujettissement d'un consommateur à l'audit. Elle régit également le suivi de ces évaluations ainsi que les sanctions en cas d'infraction du décret. Ce décret et modifié et complété par Décret exécutif n° 13-424 du 18 Décembre 2013.

D'autres écrits seront décrétés concernant notamment les règles spécifiques d'efficacité énergétique applicables aux appareils fonctionnant à l'électricité, au gaz naturel et aux produits pétroliers **(Décret exécutif n° 05-16 du 11 janvier 2005)**, les étiquetages des appareils à usage domestique **(arrêté du 21 février 2009)** ou encore les cahiers des charges définissant la méthodologies, le rapport d'audit et sa synthèse, le guide méthodologique, les valeurs des pouvoirs calorifiques, les facteurs de conversion pour le calcul de la consommation ainsi que les modalités d'agrément des auditeurs .**(Arrêté du 29 septembre 2010, modifié et complété par l'arrêté interministériel du 19 juin 2014).**

En outre, d'autres textes de loi relatifs à la protection de l'environnement et à la gestion des déchets ont aussi vu le jour durant la période 2000 -2014.

1.2.2. Cadre Institutionnel

La loi 99-09 susnommée met la maîtrise énergétique sous la tutelle du ministère chargé de l'énergie. Depuis 1985, un certain nombre d'organismes ont été créés dans le cadre de cette branche.

1.2.2.1. L'APRUE

L'agence pour la promotion et la rationalisation de l'utilisation de l'énergie, créée par le décret n°85-235 du 25/Août 1985, modifié et complété par le décret exécutif n° 04-314 du 25 Septembre 2004, est l'organisme phare de la maîtrise énergétique en Algérie.

Dans le cadre de la loi 99-09, et des décrets susnommés, le législateur accorde à cet organisme les missions et objectifs suivants :

«L'agence a pour missions, en concertation avec l'ensemble des partenaires concernés, l'élaboration et le suivi du programme national de maîtrise de l'énergie (PNME), l'animation et la promotion de la maîtrise de l'énergie à l'échelle nationale, l'impulsion de programmes et de projets élaborés en partenariat… » (Article 04 du décret 85-235 modifié et complété).

Dans le cadre de ses missions, l'agence est appelée à : « a) proposer les orientations du développement à long terme de la maîtrise de l'énergie ainsi qu'une programmation à moyen terme de son développement en termes d'objectifs à atteindre et de moyens à mettre en œuvre. Dans ce cadre, elle assure notamment l'instruction des dossiers sollicitant l'accès aux avantages du fonds national de maîtrise de l'énergie (FNME) ; b) établir en son sein un "observatoire de la maîtrise de l'énergie" chargé de l'établissement du bilan énergétique et des études de prospective énergétique ainsi que de l'évaluation des potentiels à moyen et long termes de la maîtrise de l'énergie ; c) organiser et diffuser l'information appropriée aux besoins du développement de la maîtrise de l'énergie et développer des activités de communication et de sensibilisation dans ce domaine… ; d) organiser des programmes de formation en direction, notamment, des intervenants de la maîtrise de l'énergie en partenariat avec les secteurs concernés (éducation nationale, universités et écoles d'ingénieurs, associations professionnelles) ; e) animer le développement de la maîtrise de l'énergie par l'organisation du partenariat…»[7].

[7] Décret exécutif n°04-314 du 10 Chaâbane 1425 correspondant au 25 septembre 2004 modifiant et complétant le décret n°85-235 du 25 août 1985

1.2.2.2. Le CDER

Le Centre de Développement des Énergies Renouvelables (CDER) est un Centre de Recherche, issu de la restructuration du Haut Commissariat à la Recherche, créé le 22 mars 1988.

C'est un Etablissement Public à caractère Scientifique et Technologique (EPST) chargé d'élaborer et de mettre en œuvre les programmes de recherche et de développement, scientifiques et technologiques, des systèmes énergétiques exploitant l'énergie solaire, éolienne, géothermique et l'énergie de la biomasse.

Dans le cadre de son activité, il est appelé à assurer les missions suivantes :

« -Réunir les éléments nécessaires à l'identification des projets de recherche à entreprendre ainsi que les données permettant leur programmation, leur exécution et leur évaluation ;
-Impulser et favoriser l'assimilation, la maîtrise, le progrès des sciences et techniques ainsi que l'innovation technologique dans le domaine des énergies renouvelables ;
-Assurer une veille scientifique et technologique en rapports avec les énergies renouvelables ;
-Rassembler et traiter l'information scientifique et technique et en assurer la conservation et la diffusion ;
-Contribuer à la valorisation des résultats de la recherche en veillant notamment à leur diffusion, à leur exploitation et à leur utilisation ;
-Assurer la formation continue, le recyclage et le perfectionnement des personnels de la recherche ;
-Contribuer à la formation par et pour la recherche ;
-Assurer la coordination, le suivi et l'évaluation des unités, des laboratoires et des équipes de recherche. »[8]

Dans le cadre des différents textes de loi, d'autres organismes ont été créés. Il s'agit essentiellement du comité intersectoriel de la maîtrise de l'énergie (Décret exécutif n° 04-149) et de l'observatoire de promotion des énergies renouvelables (Loi n° 04-09). Cela dit, la mise en vigueur de ces organismes a non seulement tardé mais leur installation n'a pas été suivie d'une production effective.

[8] http://www.cder.dz/spip.php?rubrique231 Date de consultation le 30-3- 2016)

2. Le bilan énergétique national

2.1. Définition et méthodologie d'élaboration

Le document qui présente le bilan énergétique national pour un exercice donné fait suite aux travaux de même genre publiés annuellement par le ministère de tutelle depuis 1975. Il est défini comme étant « *un instrument de premier ordre pour l'analyse du système énergétique national. Il présente une première évaluation de la mise en œuvre de la politique énergétique à travers la pénétration des différentes formes d'énergie dans le bilan. Il décrit de manière synthétique les flux énergétiques à travers les différents agrégats : production, échange, transformation et consommation. Il est présenté sous forme de matrice (tableaux), avec en colonnes les différents produits énergétiques de base et en ligne les différents flux énergétiques.* »[9]

Les bilans énergétiques étaient élaborés sur la base comptable retenue en 1975. Toutefois, la méthodologie d'élaboration a connu des changements respectivement en 1991 et en 2010 obéissant à la nécessité d'adaptation aux standards internationaux et pour tenir compte des évolutions des sources et des besoins d'information des différents utilisateurs.

Ainsi, la structure globale retenue en 2010 est la suivante :

-La production primaire d'énergie, à laquelle on ajoute les importations, puis on soustrait les exportations et les variations des stocks (producteurs) pour obtenir l'énergie intérieure disponible.

-De cette dernière, on soustrait la variation des stocks chez les consommateurs pour obtenir la consommation brute (consommation primaire).

-La consommation brute à laquelle on soustrait les transformations et la consommation non énergétique pour obtenir la consommation nette.

-En soustrayant à cette dernière les consommations des industries énergétiques, on aboutit à la consommation finale.

-Pour calculer l'écart statistique, on déduit les pertes (transport et distribution) de la consommation finale.

[9] Bilan énergétique national de l'année 2010, ministère de l'énergie, édition 2011

2.2. Unités de mesure et équivalence

Les unités de mesure des différentes sources d'énergie diffèrent selon la nature de la source. Ainsi, pour les combustibles durs (charbon, bois, pétrole brute, produits pétroliers…) l'unité de mesure retenue est la Tonne. Pour les produits gazeux en revanche, on utilise le mètre cube (m^3). Enfin pour l'électricité, on utilise généralement le wattheure (Wh).

L'une des propriétés fondamentales de l'énergie est qu'elle se conserve et se transforme, en d'autres termes, l'énergie ne disparait pas mais elle se transforme d'un état à un autre (exemple de chaleur en mouvement ou en lumière). Cela implique que toutes les unités de mesure de l'énergie sont convertibles. De ce fait, et pour une meilleure efficacité d'analyse, on exprime habituellement toutes les données des formes d'énergie traitées dans une unité de mesure commune.

L'unité de mesure officielle concernant l'énergie, retenue dans le système international d'unités est le joule (J) qui représente 1 newton (unité de mesure de la force physique) qui se déplace de 1 mètre (unité de mesure de la distance). Toutefois, l'unité de référence généralement utilisée comme équivalant dans l'élaboration des bilans énergétiques est la Tonne équivalant pétrole (tep). Une Tep est égale à 7.33 barils de pétrole et vaut 42 milliards de joules[10].

Ainsi, pour ce qui va suivre, nous allons retenir la tonne équivalant pétrole comme unité de référence. Nous présentons dans le tableau à la page suivante, les équivalences en TEP des principales ressources énergétiques, calculées sur la base de leur pouvoir calorifique inférieur.

L'équivalence pour l'électricité est calculée sur la base d'un coefficient à la production nommé coefficient moyen d'équivalence pour l'électricité. Enfin il est important de signaler la différence entre le Watt qui est l'unité de mesure de la puissance (1Watt =1joule /seconde) et le wattheure qui mesure l'énergie électrique proprement dite. Ce dernier est l'unité utilisée pour l'expression des valeurs liées à la production ou la consommation de l'électricité.

[10] COPINSCHI Philippe, le pétrole une ressource stratégique, la documentation Française, Paris 2012, p.12

Tableau 2 : Principaux taux d'équivalence énergétique[11]

Produits énergétiques	Unités de base	Tonne équivalant pétrole
Houille de charbon	Tonne équivalant charbon TEC	0.70
Coke		
Bois	m³ bois	0.2
Pétrole brut	Tonne	1.103
Condensat		1.132
Produits raffinés		1.10
Gaz naturel	1000 m³	0.945
GNL	1m³ GNL	0.5859
GPL	Tonne	1.099
Electricité	GWh	252.1

2.3. Analyse des bilans

Nous allons dans ce qui suit, présenter les principaux résultats figurant dans les bilans énergétiques des cinq dernières années disponibles. Cela concerne les exercices des années 2010 à 2014. Respectivement publiés dans les éditions de 2011 à 2015 du bilan énergétique national.

Nous avons choisi une démarche comparative concernant ces 5 éditions étudiées. Dans un premier temps en analysant les chiffres synthétiques, puis dans un second temps, nous essayerons de comparer séparément l'évolution des différents agrégats (production, échanges, transformation et consommation).

Cette démarche adoptée va nous permettre d'avoir une vue d'ensemble sur le secteur à travers ses résultats, avant de nous intéresser plus en détail à la consommation énergétique.

[11] Bilan énergétique national de l'année 2013, ministère de l'énergie, édition 2014

2.3.1. Analyse synthétique

Dans le tableau ci-dessous, nous présentons le bilan global des 5 derniers exercices :

Tableau 3: Principaux résultats des bilans énergétiques étudiés[12]

(Chiffres en millions de TEP)

Agrégat	2010	2011	2012	2013	2014
Production	162.833	157.704	155.6	148.8	155.3
Importations M	1.945	3.0	5.5	5.9	4.0
Energie disponible	165	161	161.1	154.6	158.1
Exportations X	120.0	114.4	110.0	101.5	100.4
Echanges (X-M)	118.164	111.4	104.5	95.3	96.4
Consommation nette	43.362	46.1	50.9	53.3	55.9
Consommation finale	31.650	34	36.4	38.5	39.4

La lecture de ce tableau nous donne en colonne, les différents agrégats pour une année donnée et en ligne l'évolution annuelle pour un même agrégat.

Nous pouvons constater les éléments suivants :

-La production, l'énergie disponible et les exportations sont globalement sur une tendance baissière avec une reprise de la production durant l'année 2014.
-En revanche, on constate la forte hausse des importations ainsi que des consommations finales et nettes.

La baisse de la production et de l'énergie disponible font suite à la baisse en volume d'exploitation et aussi celle des investissements.

La hausse des importations est conséquence essentiellement de la baisse de l'activité raffinage, ce qui nécessite l'importation de produits pétroliers.

Enfin la baisse des exportations est causée d'une part par la baisse de la production et d'autre part, par l'augmentation de la consommation nationale qui enregistre sur la période étudiée un taux de croissance moyen de 7.3%

[12] tableau élaboré par nos soins sur la base des bilans énergétiques nationaux éditions 2011, 2012, 2013, 2014 et 2015.

2.3.2. Analyse des agrégats

2.3.2.1. La production

Tableau 4: Production d'énergie primaire et proportions par ressource (2010-2014)[13]

produits	2010	2011	2012	2013	2014
Production totale Ktep	162 648	157 663	155 626	148 842	155 327
Pétrole brut	38%	38%	36%	36.7	36.1%
Condensat	7%	7%	7%	6.5%	7.1%
Gaz naturel	50%	50%	52%	51.8	50.7%
GPL champs	4.9%	4.9%	4.7%	4.9%	6.1%
Autre	0.1%	0.1%	0.3%	0.1%	0.1%

Nous remarquons à travers ce tableau, les baisses sensibles des volumes de production entre 2010 et 2013, avec une reprise significative de la production pour l'année 2014.

La structure de la production primaire est relativement stable durant la période étudiée, on note une prépondérance de la production de gaz naturel aux alentours de 50%, suivie de celle du pétrole brut à près de 38% en moyenne. Enfin, il est à signaler que 99.9 % de la production d'énergie primaire provient des hydrocarbures. La part des combustibles solides (bois et charbon) et de l'électricité primaire (solaire+hydraulique) ne dépasse pas 0.2%.

Tableau 5: Production d'énergie dérivée et proportions par ressources (2010-2014)[14]

produits	2010	2011	2012	2013	2014
Production totale Ktep	59 897	57 863	53 560	55 214	65 374
Produits pétroliers	47%	47%	44.%	44.4%	48.4%
GNL	31%	28%	27%	26.6%	26.0%
Electricité thermique	20%	23%	27%	27.2%	23.4%
Autres	02%	02%	02%	01.8%	02.2%

[13] Tableau élaboré par nos soins sur la base des bilans énergétiques nationaux éditions 2011, 2012, 2013, 2014 et 2015.
[14] Idem

La production d'énergie dérivée a connu de fortes baisses entre 2010 et 2012 puis rebondit durant les deux dernières années. Cette baisse était essentiellement due aux travaux de réhabilitation, dont faisaient l'objet certaines raffineries.

Les produits pétroliers comptent pour plus de 40% du total de la production, tandis que le GNL et l'électricité thermique représentent respectivement une moyenne de 27% et 23% sur la période étudiée. Enfin, la production de GPL ne dépasse pas la hauteur de 02%.

2.3.2.2. Transformation d'énergie

L'activité de la branche transformation énergétique inclut entre autres le raffinage, la cokéfaction du charbon, la liquéfaction et la génération de l'électricité

Tableau 6 : Evolution de la transformation d'énergie (2010-2014)[15]

produits	2010	2011	2012	2013	2014
Transformation Ktep	60 541	57 914	54 658	55 873	67 152

Nous remarquons la même baisse durant la période 2010-2012 puis une forte croissance durant l'année 2014. Celles-ci sont dues à la réhabilitation des raffineries de SKIKDA et ARZEW.

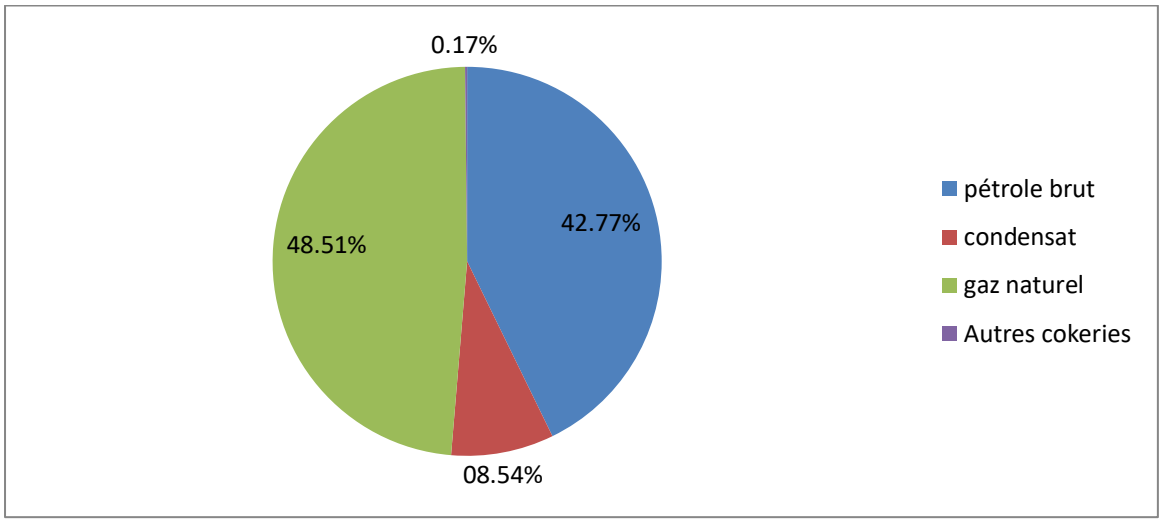
Le gaz naturel et le pétrole brut sont les deux plus importantes ressources transformées cumulant toutes deux plus de 90% de l'activité.

A noter que 54% de l'activité liée au gaz naturel concernent les unités GNL alors que les 46% restant regroupent les enlèvements de la SONELGAZ pour les besoins des centrales électriques. (Année 2014).

Le graphe à la page suivante présente la structure de l'activité de transformation pour l'année 2014 en forte hausse de plus de 20% par rapport à 2013.

[15] Élaboré par nos soins sur la base des bilans énergétiques nationaux éditions 2011, 2012, 2013, 2014 et 2015

Figure 1: structure de l'activité de transformation d'énergie en 2014[16]



2.3.2.3. Echanges d'énergie

Tableau 7: Echanges d'énergie primaire (2010-2014)[17]

Années		2010	2011	2012	2013	2014
Exportations						
Pétrole brut	Ktep	36 271	35 666	35 165	31 021	25 976
	%	42.3	42.9	42.7	42.2	39.7
Condensat	Ktep	6 688	6 540	5 779	6 131	5 440
	%	7.8	7.9	7.0	8.3	8.3
Gaz naturel	Ktep	35 792	33 754	35 227	30 463	25 587
	%	41.7	40.6	42.9	41.4	39.1
GPL	Ktep	6 988	7 102	6 050	5 876	8 486
	%	8.1	8.6	7.4	7.99	12.9
Total 01 (T1)		85 739	83 063	82 270	73 497	65 488
Importations (Ktep)						
Pétrole brut réduit		352	227	224	161	323
Charbon		0	0	0	0	11
Total 02 (T2)		352	227	224	161	335
Solde T1-T2		+85 387	+82 836	+82 046	+73 336	+65 153

[16] Bilan énergétique national de l'année 2014, ministère de l'énergie, édition 2015
[17] Élaboré par nos soins sur la base des bilans énergétiques nationaux éditions 2011, 2012, 2013, 2014 et 2015

Le tableau précédent montre que les exportations d'énergie primaire ont connu une baisse continue au cours de la période étudiée, elles perdent plus de 23% entre 2010 et 2014. Les importations restent à un niveau très faible comparé à celui de l'exportation. Elles représentent les importations de pétrole brut réduit utilisé dans la production des bitumes. Le solde des échanges est positif mais connait lui aussi une baisse causée par la baisse des exportations.

La structure des produits exportés reste relativement stable, même si le pétrole brut et le gaz naturel connaissent une légère baisse contrastée par l'augmentation de la proportion du GPL qui progresse de près de 05% durant cette période.

Tableau 8 : Echanges d énergie derrivée (2010-2014)[18]

Années		2010	2011	2012	2013	2014
Exportations (Ktep)						
GNL		18 262	16 034	14 183	14 322	16 580
Electricité		206	206	249	97	209
Produits pétroliers		15 544	14 854	13 083	13 566	18 091
Dont : %	NAPHTA	53.05%	52.14%	53%	50.25%	50.55%
	Fuel oil	39.40%	42.16%	41.5%	41.00%	37.81%
	Jet A1	6.56%	5.55%	5.5	8.75%	8.66%
	autre	0.68%	0.15%	0	0	3%
Total 01 (T1)		34 012	31 095	27 514	27 986	34 881
Importations (Ktep)						
Coke		315	275	265	170	149
Electricité		189	170	236	74	169
Produits pétroliers		1 089	2 326	4 707	5 519	3327
Dont : %	Gasoil	/	60.44%	62.64%	52%	34.28%
	Essences	/	19.16%	26.78%	30.4%	32.60%
	Bitumes	/	10.9%	6.01%	12.3%	24.36%
	Bunker C	/	9.48%	4.55%	3.9%	5.68
Total 02 (T2)		1593	2 771	5 208	5 763	3 639
Solde T1-T2		32 419	28 324	22 306	22 223	31 242

[18] Élaboré par nos soins sur la base des bilans énergétiques nationaux éditions 2011, 2012, 2013, 2014 et 2015

L'exportation d'énergie dérivée est portée par le GNL et les produits pétroliers. La proportion de l'électricité étant négligeable. A noter, la baisse significative des exportations entre 2010 et 2013 avant de rebondir en 2014 pour avoisiner le niveau de 2010.

Les importations ont, quand à elles, connu une très forte progression de 2010 à 2013 pour ensuite enregistrer une baisse significative en 2013. Les essences et gasoil représentent l'essentiel des importations.

Le solde global étant positif, présente toutefois une tendance baissière de 2010 à 2013.

Cette situation est essentiellement due aux besoins d'importation nécessaires pour compenser la baisse du volume de raffinage lors des réhabilitations des raffineries.

2.3.2.4. La consommation d'énergie

La consommation énergétique constitue l'objet de notre travail dans la perspective de déterminer les moyens de mesure de l'évolution de cet agrégat et les répercussions de sa croissance. Nous aurons donc à développer plus en détail les chiffres liés à la consommation dans les prochains chapitres. Toutefois, nous présentons dans le tableau suivant un aperçu synthétique de l'évolution de la consommation nationale d'énergie :

Tableau 9 : Evolution de la consommation nationale d'énergie (2010-2014)[19]

Agrégat		2010	2011	2012	2013	2014
Consommation nationale	Ktep	43 823	46 096	50 866	53 268	55 882
	TCA	-	+5.2%	+10.8%	+5.4%	+7.8
Conso. non énergétique	Ktep	2 185	2 031	3 045	2 862	3 746
	TCA	-	-7.0%	+49.9%	-5.2%	+33.3%
Conso. Industrie énergétique	Ktep	6 695	6 869	7 510	7 534	9 059
	TCA	-	+2.6%	+2.6%	+2.2%	+22.7%
Pertes	Ktep	3 293	3 215	3 916	4 328	3 710
	TCA	-	-2.4%	+12.4%	+14.2%	-11.0%
Consommation finale	Ktep	31 650	33 982	36 385	38 543	39 368
	TCA	-	+7.4%	+10.0%	+6.0%	+5.0%

[19] Élaboré par nos soins sur la base des bilans énergétiques nationaux éditions 2011, 2012, 2013, 2014 et 2015

La consommation nationale d'énergie est donc en très forte progression. Entre 2010 et 2014, la consommation nationale à augmenté de plus de 29%.

La consommation non énergétique qui représente tous les produits utilisés comme matières premières ou inputs dans la pétrochimie ou dans d'autres secteurs tels que le BTP et les transports (bitumes et lubrifiants), progresse de plus de 70% entre 2010 et 2014. Elle ne représente néanmoins, que près de 7% de la consommation nationale.

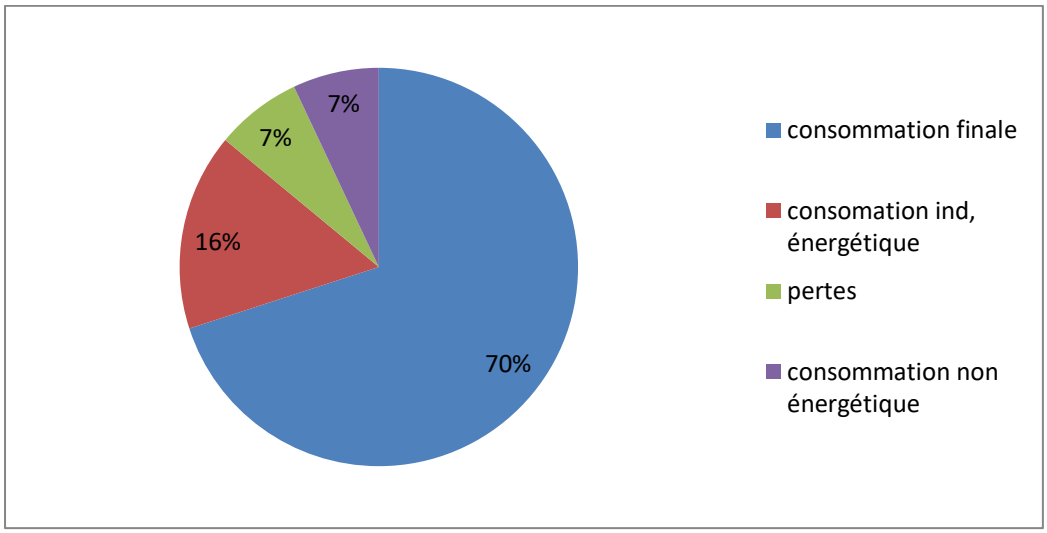
La consommation des secteurs énergétiques croît de 30% durant la période étudiée. Elle représente environ 15% de la consommation totale.

La consommation finale est en hausse de 28.4% en 2014 par rapport à son niveau de 2010. Elle représente la consommation des industries et BTP, celle des transports et celle des ménages (y compris le secteur tertiaire et agriculture).

Enfin, les pertes de l'année 2014 sont supérieures de 12% à leur niveau de 2010. Elles enregistrent, toutefois, une baisse significative de 11% par rapport à leur niveau de 2013.

Le graphe suivant montre la structure de la consommation nationale d'énergie pour l'année 2014 :

Figure 2: Structure de la consommation nationale d'énergie en 2014[20]



[20] Op.sit Bilan énergétique national édition 2015

3. Eléments macroéconomiques

Après avoir traité le secteur énergétique d'un point de vu, général et réglementaire, et après avoir passé en revue les chiffres relatifs aux principaux agrégats liés à la production, la transformation, les échanges et la consommation d'énergie, nous allons essayer de présenter quelques agrégats d'ordre macroéconomique tout en précisant le rôle que joue la branche énergie dans l'environnement économique national.

Concernant l'activité économique, nous allons présenter l'évolution du produit intérieur brut (le PIB) et le PIB par habitant en mettant en exergue la proportion des hydrocarbures.

Pour ce qui est du commerce extérieur, nous allons donner l'évolution des exportations et des importations, toujours en mettant l'accent sur le secteur énergétique.

Enfin nous allons traiter l'évolution de l'inflation et du chômage selon les chiffres donnés par l'Office national des statistiques

3.1. Le produit intérieur brut

Tableau 10: PIB, PIB/Habitant et population entre 2010 et 2014[21]

Agrégat	2010	2011	2012	2013	2014
Population (millions)	36.300	36.70	37.80	38 297	39 114
Le PIB* (milliards $	162.82	190.71	196.72	223.86	228.29
Dont Hydrocarbures :	34.9%	35.8%	34.1%	29.8	27%
Taux de croissance	3.6%	2.8%	3.3%	2.8%	3.3%
PIB/habitant ($)	4 488	5 196	5 204	5 845	5 836

Les chiffres relatifs à la population et le taux de croissance sont issus des données de l'office national des statistiques, les chiffres relatifs au PIB et au PIB par habitant proviennent des statistiques de l'OPEP. Enfin, les proportions des hydrocarbures dans le PIB sont publiées par la banque d'Algérie.

Il est à signaler que le PIB et le PIB/habitant sont calculés à prix courant alors que le taux de croissance est estimé en volume (à prix constant) pour inhiber l'effet de l'inflation.

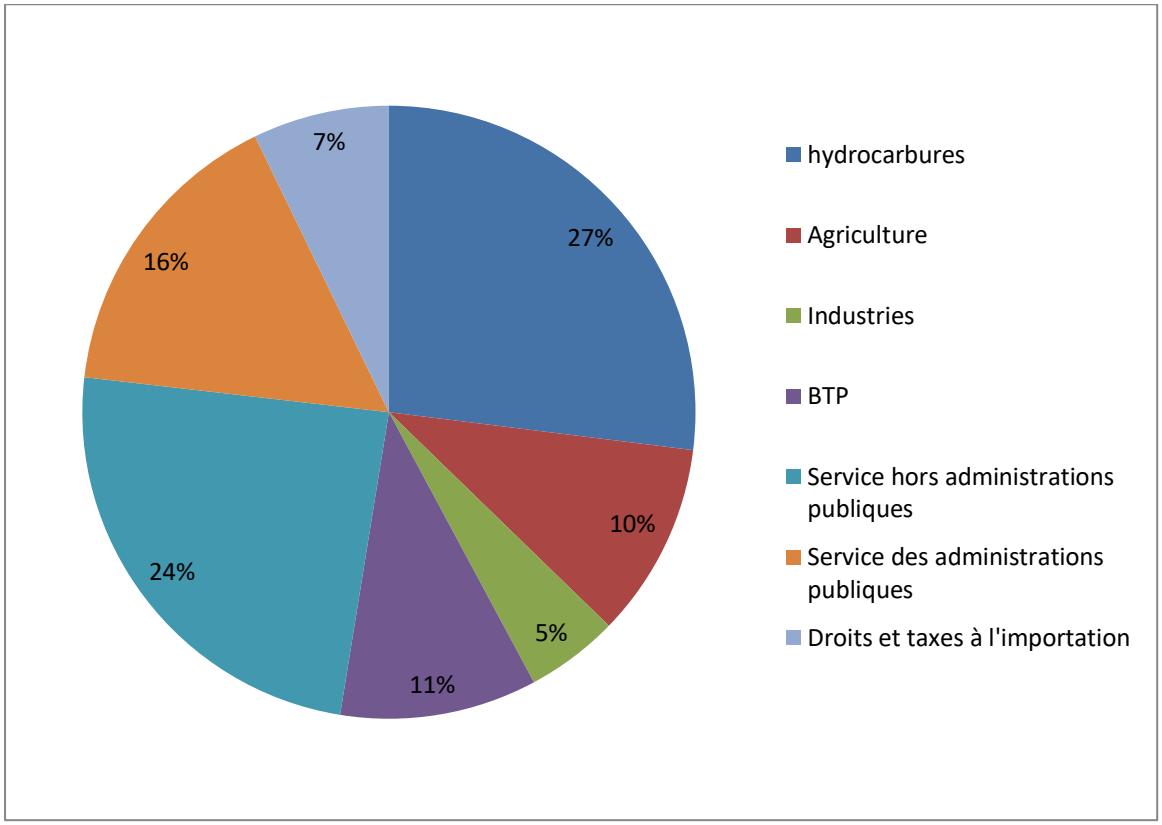
[21] Elaboré par nos soins sur la base des statistiques de la banque d'Algérie, de l'office nationale des statistiques ainsi que les bulletins statistiques annuels de l'OPEP (éditions 2011, 2012, 2013, 2014 et 2015)

Nous remarquons à travers ce tableau, qu'il y a un ralentissement économique à partir de 2013, issu essentiellement de la baisse des prix du pétrole.

A noter également que la proportion des hydrocarbures en volume du PIB a significativement baissé à partir de l'année 2012. Néanmoins, ce secteur représente toujours des parts considérables dans l'économie Algérienne. (Plus de 27% en 2014).

Nous présentons dans le graphe suivant la ventilation sectorielle du PIB pour l'année 2014. Les données sont issues du bulletin statistique de la banque d'Algérie et sont dites « données provisoires » :

Figure 3: Ventilation sectorielle du PIB pour l'année 2014[22]



Outre la proportion très importante des hydrocarbures, nous pouvons remarquer la prépondérance de l'agent public dans l'activité économique en Algérie.

Enfin, nous observons que la part des industries y compris le BTP et de l'agriculture ne dépasse pas 25%. La part du secteur tertiaire étant de plus en plus importante dans la structure du PIB.

[22] Elaboré par nos soins sur la base du Bulletin statistique trimestriel de la banque d'Algérie, N°32, Décembre 2015

3.2. Le commerce extérieur

Tableau 11: Solde extérieur de l'Algérie entre 2010 et 2014[23]

Agrégat (milliards USD)	2010	2011	2012	2013	2014
balance commerciale	**+18.20**	**+25.96**	**+20.17**	**+09.31**	**+0.32**
Importations	-38.89	-46.93	-51.57	-55.06	-59.67
Exportations dont :	+57.09	+72.89	+71.74	+64.38	+59.99
hydrocarbures _vol.	56.12	71.66	70.58	63.33	58.36
_ %	98.30%	98.31%	98.38	98.36	97.28
Solde global	**+15.58**	**+20.14**	**+12.06**	**+0.13**	**-5.88**

Nous constatons à travers ces données que les importations n'ont pas cessé de progresser durant tout la période alors que les exportations sont en baisse depuis 2012suivant la tendance des hydrocarbures qui représentent plus de 97% du total des exportations.

Le solde global connait un déficit de 5.88 milliards USD en 2014 plombé par la baisse du volume des exportations d'hydrocarbures et la chute des prix du pétrole à partir du second semestre de l'année 2014.

Enfin les chiffres encore provisoires présentent un déficit du solde global à hauteur de 20.77 milliards de $ au cours des 9 premiers mois de l'année 2015.

3.3. Chômage et inflation

Tableau 12: Taux de chômage et d'inflation en Algérie entre 2010 et 2014[24]

Agrégat (%)	2010	2011	2012	2013	2014
Taux de chômage	10.0%	10.0%	11.0%	09.8%	10.6%
Taux d'inflation	3.90%	4.5%	8.89%	3.25%	2.91%

Nous remarquons que le taux de chômage « officiel » est relativement stable au tour de 10%. Le chômage chez les jeunes est entre 25 et 30% durant la période.

L'inflation après avoir eu un pic à près de 9% en 2012, est restée relativement stable durant les deux dernières années.

[23] Elaboré par nos soins sur la base des Bulletins statistiques trimestriels de la banque d'Algérie, N° 26 juin 2014 et N°32, Décembre 2015

[24] http://www.ons.dz/-Prix-a-la-consommation-.html (date de consultation le 02/02/2016

4. Le programme national des énergies renouvelables et de l'efficacité énergétique

Ce programme est élaboré par le ministère de l'énergie et des mines, publié en mars 2011, il se subdivise en cinq volets relatifs à :

-Le développement des énergies renouvelables ;
-les efforts d'efficience énergétique ;
-Le développement des capacités industrielles ;
-La recherche & développement ;
-Le cadre juridique et les mesures incitatives.

4.1. Le développement des énergies renouvelables

Le programme prévoyait un programme de développement axé essentiellement sur l'énergie solaire pour laquelle le pays présente de très fortes potentialités. Prévoyant une proportion de 37% pour le solaire, du total de la production nationale d'électricité, à l'horizon 2030.

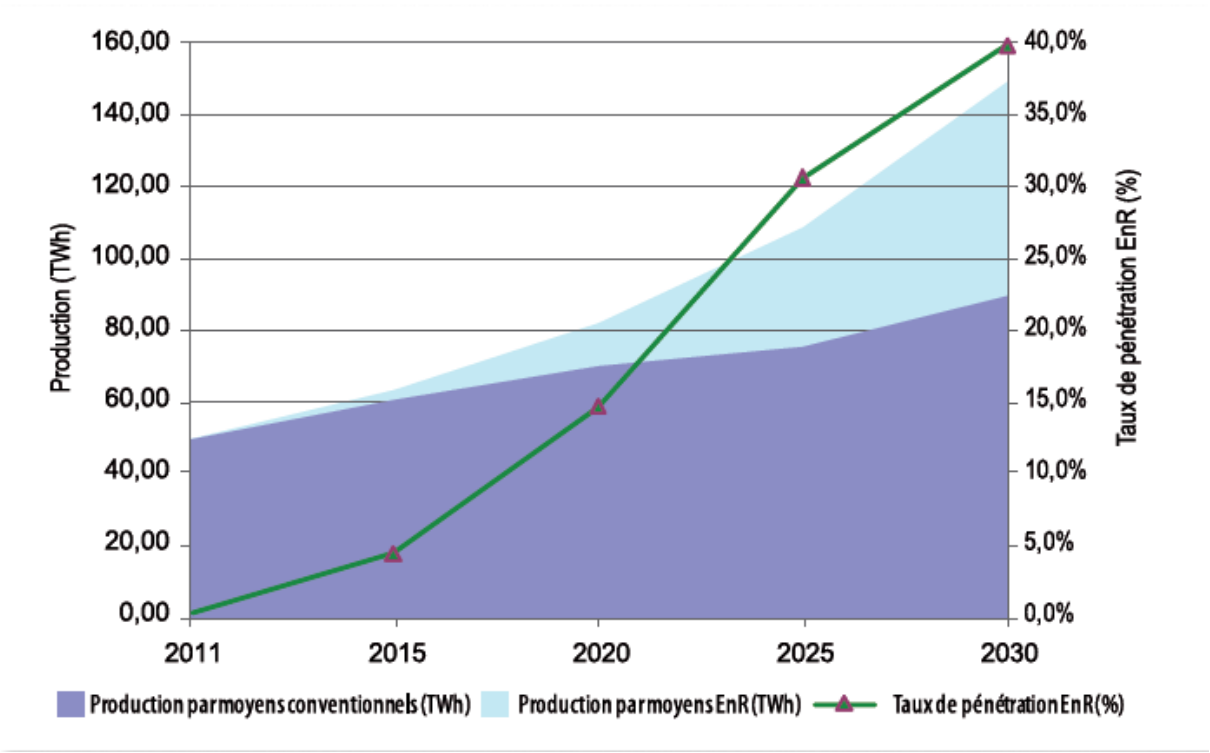
Le programme attribuait également à l'énergie éolienne une part de 03% du total d'électricité produite d'ici 2030.Il prévoit également des installations à titre expérimental, de technologies géothermique et de biomasse afin de tester et maîtriser ces technologies.

Le programme est réparti en 4 phases successives avec des installations progressives des puissances suivantes :

- Entre 2011 et 2013 : installation d'une puissance totale de 110 Mégawatts
- A l'horizon 2015 : une puissance avoisinant les 650 Mégawatts serait installée
- A l'échéance 2020 : installation d'une puissance de l'ordre de 2600 mégawatts pour le marché national avec une possibilité d'exporter une puissance de l'ordre de 2000Mwatts.
- A l'horizon 2030 : Il est prévu l'installation d'une puissance avoisinant les 12000 Mégawatts pour le marché national ainsi qu'une possibilité d'exportation allant jusqu'à 10 000 mégawatts.

La figure suivante présente la puissance prévue annuellement entre 2011 et 2030 :

Figure 4: Prévision de la pénétrations des EnR dans la production électrique nationale en TWattheure[25]



4.2. Programme d'efficience énergétique

Le programme prévoit d'introduire des mesures afin de réduire les consommations finales par secteur comme suit :

- Dans le secteur résidentiel : des mesures sont prévues pour l'isolation thermique des bâtiments afin d'améliorer le rendement du chauffage et permettre la diminution de l'ordre de 30% de la consommation liée au chauffage. L'amélioration de la pénétration des chauffe-eau solaires en remplacement des chauffe-eau classiques afin de réaliser des économies d'énergie liée au chauffage de l'eau. Enfin, le programme prévoit le remplacement progressif des lampes traditionnelles par les lampes à basse consommation. Il est également prévu l'interdiction progressive des lampes classiques à l'horizon 2020.
- Dans le secteur des transports : La promotion du GPL/c pour remplacer les autres sources d'énergie utilisées dans les transports (essence). Il est prévu de porter la part du GPL/c à 20% du parc automobile d'ici 2020. La conversion des véhicules roulant à l'essence vers le GPL/c est subventionnée par une aide directe de l'autorité publique. En outre, un

[25] Programme de développement des énergies renouvelables et de l'efficacité énergétique, ministère de l'énergie et des mines, Mars 2011, P.09.

programme de développement du GN/c est lancé pour permettre la conversion des véhicules roulant au gasoil vers le gaz naturel carburant. Il est prévu dans un premier temps de faire rouler des bus avec ce type de carburant, au niveau de la wilaya d'Alger et à titre expérimental, puis, par la suite, étendre l'opération aux autres wilayas du pays.

- Dans le secteur industriel : Il est prévu de cofinancer les audits énergétiques et les études de faisabilité pour permettre aux industriels de définir avec exactitude les solutions technico-économiques les mieux adaptés pour réduire leur consommation énergétique. Par ailleurs, le cofinancement des surcoûts liés à l'introduction de l'efficience énergétique pour les projets viables techniquement et économiquement.
- Le programme prévoit également des mesures pour l'amélioration de la performance énergétique dans l'éclairage public. En effet, le programme prévoit la subvention totale du remplacement des lampes à mercure (énergétivores), utilisées par les collectivités locales pour l'éclairage public, par les lampes à sodium qui sont plus économiques.
- Enfin, il est prévu de promouvoir l'utilisation de l'énergie solaire dans le secteur tertiaire notamment par l'incitation à utiliser la climatisation solaire et/ou le chauffage solaire dans les établissements du tertiaire d'autant plus que ces derniers ne sollicitent de l'énergie que durant la journée (présence du soleil), ce qui ne nécessite pas la présence d'une source d'énergie dite d'appoint.

4.3. Développement des capacités industrielles

- Solaire photovoltaïque :

Sur la période 2011-2013, il est prévu d'atteindre un taux d'intégration de l'industrie algérienne de 60 %. Cet objectif ambitieux devrait être atteint grâce à la réalisation d'une usine de fabrication de modules photovoltaïques d'une capacité équivalente à 120 MWc/an par le Groupe Sonelgaz à travers sa filiale Rouiba-Eclairage et dont la mise en service est prévue fin 2013.

Sur la période 2014-2020, l'objectif est d'atteindre un taux d'intégration des capacités algériennes de 80%. Pour ce faire, il est prévu la construction d'une usine de fabrication de silicium. Sur la période 2021-2030, l'objectif est d'atteindre un taux d'intégration supérieur à 80%. C'est pourquoi, la capacité de production des modules photovoltaïques devrait être étendue pour atteindre les 200 MWc/an. Cette période serait marquée par le développement

d'un réseau de sous-traitance nationale pour la fabrication des équipements nécessaires à la construction d'une centrale photovoltaïque.[26]

- Solaire thermique

La période 2011-2013 connaîtra le lancement des études pour la fabrication locale des équipements de la filière solaire thermique. Sur la période 2014-2020, il est prévu un taux d'intégration de 50% à travers la mise en œuvre de trois projets majeurs qui seront menés en parallèle à des actions de renforcement des capacités d'engineering :

-Construction d'une usine de fabrication de miroirs;
-Construction d'usines de fabrication d'équipements de fluide caloporteur et de stockage d'énergie;
-Construction d'une usine pour la fabrication des équipements du bloc de puissance;

Sur la période 2021-2030, le taux d'intégration devrait être supérieur à 80% grâce à la concrétisation des projets suivants :

-Extension de la capacité de fabrication des miroirs;
-Extension de la capacité de fabrication d'équipements de fluides caloporteurs et de stockage d'énergie;
-Extension de la capacité de fabrication des équipements du bloc de puissance;
-Conception, procurement et réalisation de centrales par des moyens propres[27].

- Energie éolienne :

Entre 2011 et 2013, il est prévu de lancer les études pour la mise en place de l'industrie éolienne. Sur la période 2014-2020, l'objectif est de parvenir à un taux d'intégration de 50%. Le taux d'intégration devrait être supérieur à 80% sur la période 2021-2030.

4.4. L'actualisation du programme (2015)

Ce programme que nous venons de présenter a été actualisé en 2015 suite au conseil des ministres qui s'est tenu en Mars 2015. Publié en janvier 2016 par le ministère de l'énergie, le programme actualisé comporte les points suivants :

[26] Op.cit Programme de développement des énergies renouvelables et de l'efficacité énergétique, p.19
[27] IDEM, p.20

- Energies renouvelables : dont le programme est récapitulé comme suit :

Tableau 13: récapitulatif du programmes des énergies renouvelables actualisé en 2015 (données en mégawatt)[28]

Energie	1ère phase 2015-2020	1ère phase 2021-2030	TOTAL
Photovoltaïque	3 000	10 575	13575
Eolien	1070	4 000	5 010
CSP	-	2 000	2 000
Cogénération	150	250	400
Biomasse	360	640	1 000
Géothermie	05	10	15
Total	4 525	17 475	22 000

- Programme de l'efficacité énergétique

Le programme réaffirme les mesures contenues dans celui de 2011 tout en précisant les économies d'énergie potentiellement réalisables et aussi les émissions de GES potentiellement évitables par l'application de ce programme.

-Bâtiment : 30 millions de TEP

-Industrie : 30 millions de TEP

-Transports : 16 millions de TEP (en essence et gasoil)

Il est à signaler que pour le secteur des transports, le remplacement de l'essence et gasoil par le GPL/c et le GN/c générerait une surconsommation de ces derniers de l'ordre de 17 Millions de TEP[29] qui doivent être déduit du bilan global des économies réalisées. Cela dit, des externalités positives sont attendues notamment du fait des émissions de GES, plus faibles de ces carburants par rapport à l'essence ou au gasoil.

[28] Programme actualisé de développement des énergies renouvelables et de l'efficacité énergétique, ministère de l'énergie et des mines, Janvier 2016 p.09

[29] IDEM

Conclusion

A travers ce troisième chapitre, nous avons essayé de construire une vue d'ensemble du secteur énergétique en Algérie.

Nous avons passé en revue l'histoire de ce secteur depuis la jeune indépendance du pays. Nous avons vu le lien très fort qui s'est créé entre le destin du pays et celui de ce secteur et nous avons cité les principales étapes par lesquelles il est passé, mais aussi les scandales de corruption qui l'ont entaché. Par la suite, nous avons essayé de cadrer le secteur en précisant le cadre général puis réglementaire qui l'entoure. A partir de là, nous avons entamé l'analyse du bilan énergétique national au cours de la période d'étude choisie (2010-2014). Enfin nous avons montré la prépondérance de ce secteur dans l'activité économique nationale en le plaçant dans l'ensemble macroéconomique national. A travers les différents tableaux et graphes construits, on aboutit aux conclusions suivantes :

-les hydrocarbures constituent l'essentiel des activités du secteur énergétique et représentent plus de 97% du total des exportations du pays.
-Le secteur énergétique engendre plus d'un quart de la richesse nationale en contribuant à 27% au produit intérieur brut.
- Le volume de production (primaire et dérivée) est sur une tendance baissière engendrant la baisse des volumes exportés et la hausse du volume d'énergie dérivée importée.
-La baisse des volumes d'hydrocarbures exportés conjuguée avec la chute des prix du pétrole à partir du second semestre de l'année 2014 engendre la dégradation de la position financière du pays avec un solde extérieur global déficitaire dès l'année 2014
-La consommation de son coté enregistre **des hausses très importantes** durant la période étudiée **progressant de près de 30%** de 2010 à 2014. Ceci implique des quantités supplémentaires de production affectées à la consommation intérieure. Ainsi, la part de l'usage interne d'énergie du total de la production est passée de **26% en 2010 à 36% en 2014**.

Conclusion de la partie une

A travers la première partie de notre travail, Nous avons tenté de lever le voile sur le secteur énergétique en Algérie et le placer dans le contexte international qui est le sien.

Au cours du premier chapitre, nous avons tenté d'apporter un éclairage conceptuel concernant l'ensemble des mots clés qui caractériseront notre travail. La définition des concepts clés mais aussi un recadrage conceptuel concernant le remplacement du concept d'efficacité énergétique par « l'efficience énergétique » que nous jugeons plus adéquat. Ensuite, nous avons progressé par la mise en évidence des méthodologies et des différentes approches d'élaboration des indicateurs d'efficience énergétique, puis introduire la formule de calcul et l'utilité de chacun d'entre eux. Enfin, nous avons essayé d'introduire certaines barrières à l'efficience énergétique mais également de mettre en évidence le lien d'interdépendance entre les efforts d'efficience énergétiques et ceux de la promotion des énergies renouvelables, sous le socle commun de la protection de l'environnement.

C'est ainsi, qu'à travers cette évidence d'interdépendance que nous est apparue la nécessité d'inclure un chapitre introduisant communément les efforts de lutte contre les changements climatiques et les événements inhérents consentis à travers le globe, ainsi que les différentes énergies renouvelable dont le potentiel arrive de nos jours à concurrencer en terme de coûts et surtout en terme d'opportunité d'avenir, les formes d'énergies conventionnelles. Ce fut donc l'essence du troisième chapitre de cette présente partie.

Enfin, le troisième chapitre fut entièrement consacré à la mise en évidence du poids du secteur énergétique dans la configuration économique nationale. Après un bref historique retraçant les principales étapes par lesquelles est passé ce secteur au fil des différentes conjonctures par lesquelles le pays est passé, nous avons essayé de donner un aperçu juridique et organisationnel sur la gestion du secteur à travers l'introduction des principaux acteurs qui y figurent. Ensuite, nous avons résumé l'essentiel des bilans énergétiques nationaux des années 2010 à 2014 pour déterminer les tendances de la production, des échanges, de la transformation et surtout de la consommation d'énergie en Algérie. Ce chapitre nous a fourni bon nombre de renseignements relatifs à la baisse de la production et des exportations d'hydrocarbures, la croissance infernale de la consommation d'énergie mais aussi l'entichement du secteur par différents scandales de corruption.

Partie deux : Etude empirique de l'efficience énergétique en Algérie

- **Introduction**
- **Chapitre quatre : Analyse de la consommation énergétique en Algérie**
- **Chapitre cinq : les indicateurs d'efficience énergétique en Algérie**
- **conclusion**

Après avoir consacré la première partie de ce travail au volet théorique de la maîtrise énergétique passant par la définition des différents concepts puis l'introduction des différentes approches de construction des indicateurs d'efficience énergétique, après avoir mis en exergue le contexte international marqué par la prise de conscience mondiale pour la protection de l'environnement et la promotion des énergies renouvelables, et après avoir présenté le secteur de l'énergie en Algérie, cette seconde partie se donne pour objectif la mise en pratique des indicateurs d'efficience énergétique présentés précédemment et leur analyse.

Le chapitre quatre mettra l'accent sur la réalité de la consommation énergétique en Algérie tout en la comparant avec cinq autres pays choisis, en l'occurrence les deux voisins Nord-Africains que sont le Maroc et la Tunisie, les deux voisins Européens que sont la France et l'Italie, ainsi qu'un pays présentant la même dépendance à l'exportation des hydrocarbures : il s'agit du Venezuela.

Après cela, il sera question avec le cinquième chapitre d'appliquer les indicateurs d'efficience énergétique à l'économie Algérienne pour déceler les faiblesses de son système énergétique grâce à une comparaison avec quatre des cinq pays initialement choisis. En effet, vu l'indisponibilité des ressources statistiques pour le Venezuela, ce dernier ne sera pas inclus dans l'analyse comparative concernant la plupart des indicateurs d'efficience énergétique. A ce titre, il est à signaler que nous avons adopté l'approche Top-down en commençant par les indicateurs macroéconomiques et essayant de descendre le plus profondément possible au long de la pyramide des indicateurs présentée au cours du premier chapitre.

Chapitre quatre : Analyse de la consommation énergétique en Algérie

- Introduction
- Consommation nationale
- Consommation finale
- Analyse comparative
- conclusion

Introduction

Avant de traiter de la question des indicateurs d'efficience énergétique qui vont nous renseigner sur la tendance de cette dernière, Il est important de cerner les contours de la consommation énergétique de l'Algérie.

Ce premier chapitre se donne ainsi pour objectif de décortiquer les chiffres nationaux de la consommation énergétique. Commençant d'abord par la consommation nationale, nous essaierons ensuite d'analyser la composition sectorielle de la consommation finale en décomposant, dans la mesure du possible, la consommation de chaque secteur.

Enfin, il sera question de comparer ces chiffres nationaux avec les chiffres équivalents concernant les pays voisins. Il s'agira essentiellement de la Tunisie et du Maroc pour les voisins nord Africains, et de la France, l'Espagne et l'Italie pour la rive nord de la méditerranée.

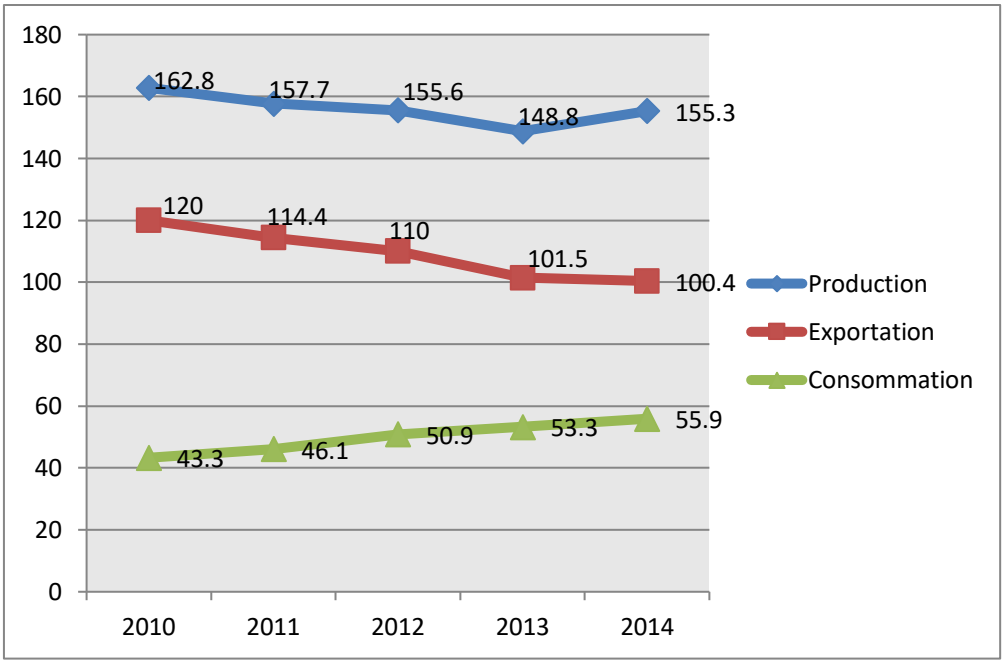
1. La consommation nationale d'énergie

1.1. La consommation dans l'échiquier énergétique Algérien

La consommation nationale ou consommation intérieure brute correspond au total consommé quelque soit la finalité. En d'autres termes, cet agrégat prend en considération les consommations finales ainsi que celles utilisées dans la transformation d'énergie et celles des industries non énergétiques comme le bitume.

Comme nous l'avons vu dans le premier chapitre la consommation nationale en Algérie est en progression positive contrairement à la production qui est en décroissance.

Figure 1 Evolution de la production de la consommation et de l'exportation d'énergie en million de TEP[1]



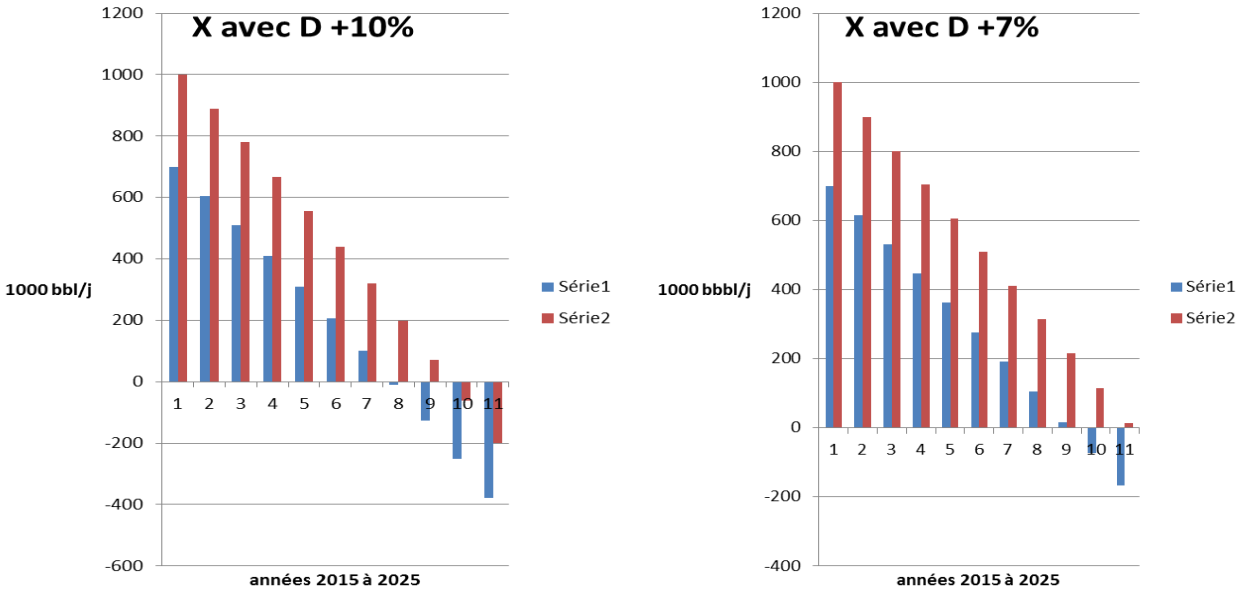
Nous pouvons constater clairement sur la figure ci-dessus, la tendance **croissante** de l'évolution de la consommation nationale d'énergie. A contrario, la production pour sa part est sur une **tendance baissière** durant la période étudiée. Par ricochet, les quantités exportées sont sur une **pente décroissante**.

Par ailleurs, nous admettons que le volume des exportations (X) est égal à la différence entre la production (Y) et la consommation domestique (C).

Sachant que le taux de croissance de la production est en moyenne de (–5% / an), et celui de la consommation domestique est en moyenne de (+7% / an), l'Algérie pourrait avoir des exportations nulles d'hydrocarbures dès l'année 2022 (± une année) comme le montre la projection suivante :

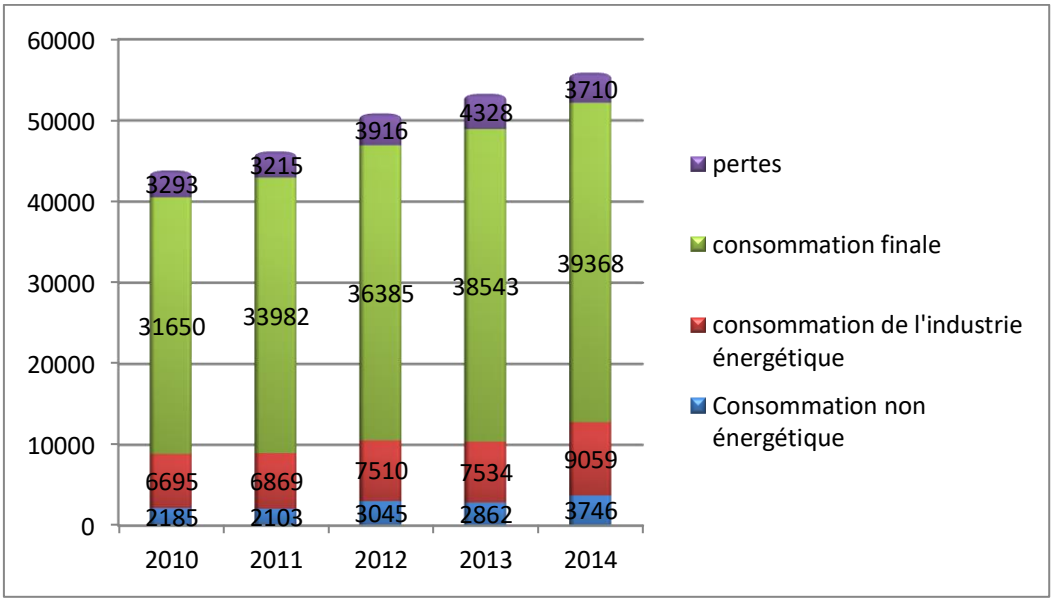
[1] Élaboré par nos soins sur la base des bilans énergétiques nationaux éditions 2011, 2012, 2013, 2014 et 2015

Figure 2: Projection des exportations de pétrole en Algérie (2015-2025)[2]



1.2.Structure de la consommation nationale

Figure 3: évolution de la structure de la consommation nationale en milliers de TEP[3]



La consommation de l'industrie énergétique représente celle des industries de la chaine énergétique (infrastructures de transport, raffineries, centrales électriques, unités GNL & GPL…).

[2] Dr. ALI KEFAIFI, Etat Rentier VS Politique pétrolière Algérienne, Université MOULOUD MAMMERI de TIZI OUZOU, le 05/04/2017

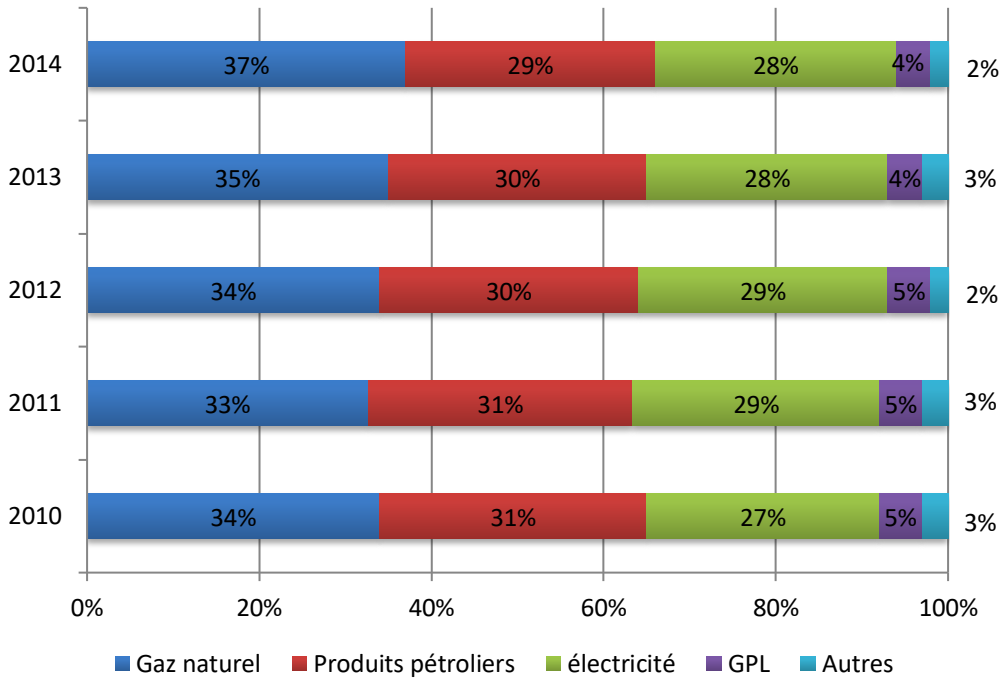
[3] Élaboré par nos soins sur la base des bilans énergétiques nationaux éditions 2011, 2012, 2013, 2014 et 2015

La consommation non énergétique représente 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).

Mis à part l'augmentation de la consommation nationale dans sa globalité, nous pouvons dire à travers cette figure que les parts des différentes consommations sont relativement stables dans l'évolution annuelle.

En outre, il est à signaler la part importante que représentent les pertes d'énergie qui se situent selon les années entre 07% et 08% du total de la consommation nationale et constituent ainsi **l'un des maillons faibles** de la chaine énergétique nationale.

Figure 4: Consommation nationale par type d'énergie entre 2010 et 2014[4]



La consommation nationale est principalement composée de gaz naturel, d'électricité et de produits pétroliers avec une légère ascendance de l'utilisation du gaz naturel qui passe de 33% en 2010 à 37 % en 2014. Le GPL ne représente pas plus de 05% du mix.

Il est à remarquer également que la présence des énergies renouvelables (hors hydroélectricité) est insignifiante état inférieure à 01% du total consommé.

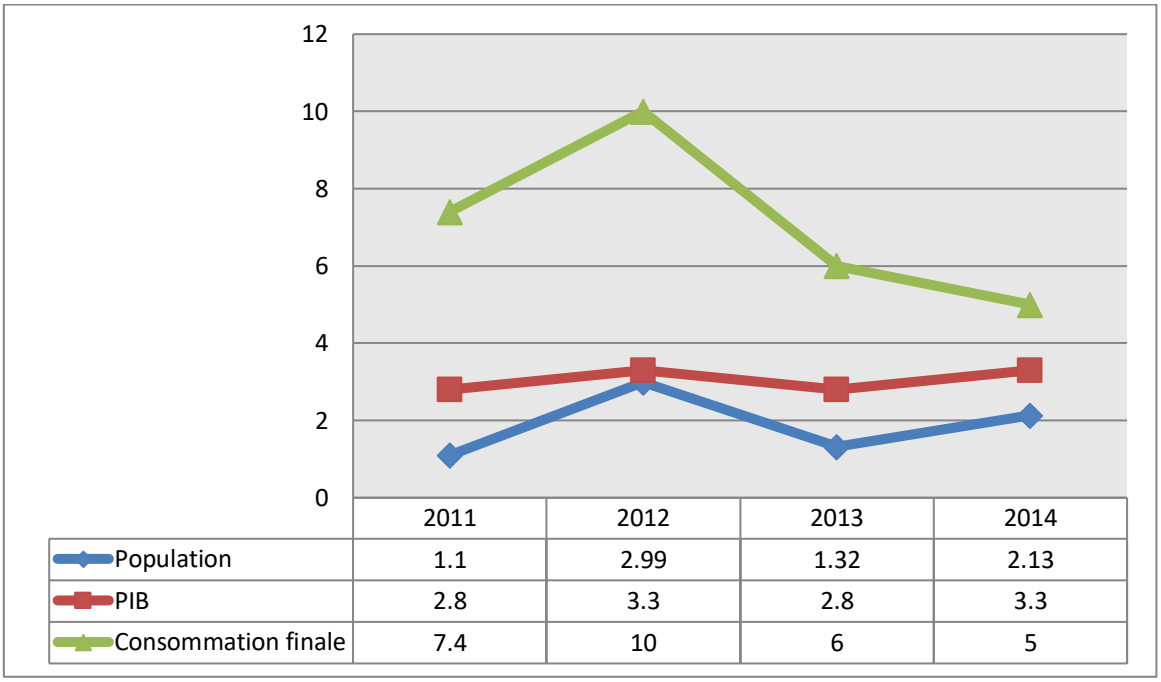
[4] Élaboré par nos soins sur la base des bilans énergétiques nationaux éditions 2011, 2012, 2013, 2014 et 2015

2. La consommation finale

La Consommation finale d'énergie présente un taux de croissance annuel moyen de 7.1% durant la période étudiée progressant de près de 25% sur 5ans.

Ce taux de croissance étant deux fois plus élevé que celui du PIB, celui de la population quand à lui tourne autour de 1.85% en moyenne comme le montre la figure suivante :

Figure 5: Evolution des taux de croissance du PIB, de la population et de la consommation finale d'énergie (2011-2014)[5]



	2011	2012	2013	2014
Population	1.1	2.99	1.32	2.13
PIB	2.8	3.3	2.8	3.3
Consommation finale	7.4	10	6	5

Ce schéma nous indique que la croissance de la consommation énergétique évolue plus rapidement que la croissance économique et démographique. En d'autre terme l'économie nationale utilise une proportion supplémentaire d'énergie plus importante que la proportion supplémentaire de richesse produite.

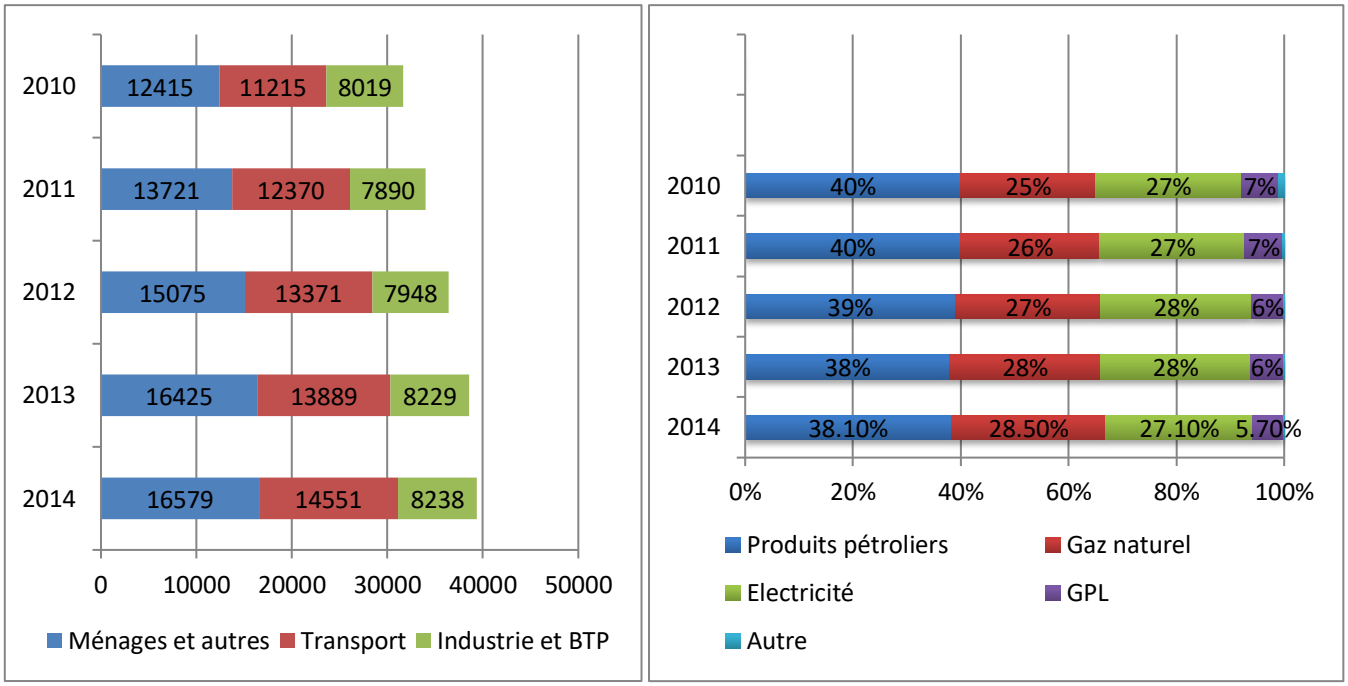
Par ailleurs, on constate la non corrélation des courbes de croissance du PIB et celle de la consommation d'énergie ainsi qu'une disproportion entre leur progression.

Cette disproportion assez apparente pourrait indiquer qu'au moins une partie de la consommation énergétique ne correspond pas à une logique économique, elle est notamment résultante de phénomènes tel que le gaspillage d'énergie.

[5] Elaboré par nos soins sur la base des statistiques de la banque d'Algérie, de l'office nationale des statistiques et des bilans énergétiques éditions 2011 à 2015.

2.1.Structure de la consommation finale

Figure 6 Consommation finale par secteurs et par type d'énergie (2010-2014)



Elle se décompose essentiellement en trois groupes de consommateurs :

D'abord le secteur des ménages et autres qui regroupe le résidentiel ainsi que l'agriculture. Ce groupe occupe une position prépondérante du total consommé se situant à 40% en 2010 et progressant à hauteur de 42% en 2014.

Ensuite, vient le secteur des transports qui occupe la seconde place avec 37% en 2014 et qui regroupe la consommation des moyens de transports routier, ferroviaire, maritime et aérien.

Enfin, le secteur industriel vient en dernier tout en enregistrant une tendance baissière passant de 25% en 2010 à seulement 21% en 2014. Il regroupe les industries des matériaux de construction, celle du BTP, l'industrie manufacturière, l'industrie de la chimie et autres industries.

Pour ce qui est des types d'énergie utilisés, Il ressort clairement la prépondérance de l'utilisation des produits pétroliers à hauteur de 39 % en moyenne suivie du gaz naturel proportionnellement en hausse durant la période étudiée progressant de 25% en 2010à plus de

[6] Élaboré par nos soins sur la base des bilans énergétiques nationaux éditions 2011, 2012, 2013, 2014 et 2015

28% en 2014 et passant devant l'électricité qui culmine à hauteur de 27%. Ceci correspond notamment à la politique de raccordement des zones rurales en gaz naturel entreprise par la SONELGAZ.

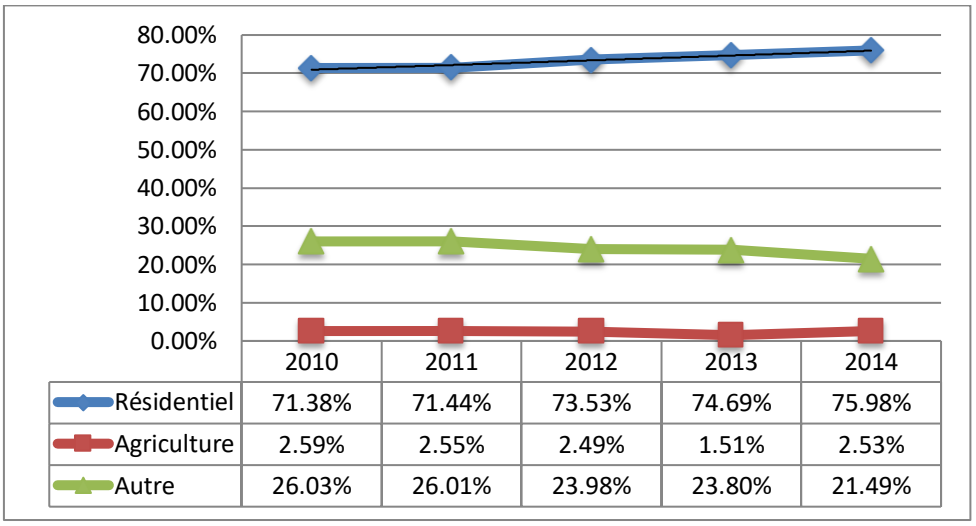
Le GPL quant à lui recule de 07% en 2010 à un peu moins de 6% en 2014. Cette faible utilisation est notamment due à la faible proportion qu'occupe cette énergie dans les transports et ceux malgré la politique de promotion exercée par les autorités du pays.

Par ailleurs, les autres formes d'énergie tel que le bois ou autres énergies renouvelables restent sur la marge avec moins de 0.5 %.

2.1.1. Structure de la consommation du secteur des ménages et autres

Le secteur ménages et autres représente la proportion la plus forte de la consommation finale d'énergie en Algérie, tournant autour des 40%. Celui-ci est composé du résidentiel, de l'agriculture et la catégorie autre.

Figure 7: Composition de la consommation finale du secteur des ménages et autres entre 2010 et 2014[7]



	2010	2011	2012	2013	2014
Résidentiel	71.38%	71.44%	73.53%	74.69%	75.98%
Agriculture	2.59%	2.55%	2.49%	1.51%	2.53%
Autre	26.03%	26.01%	23.98%	23.80%	21.49%

La figure fait ressortir la prépondérance du résidentiel en courbe croissante passant de 71.38% en 2010 à 76% en 2014. L'agriculture quant à elle ne compte que pour moins de 2.6% du total du secteur.

Ceci nous renseigne sur la très faible consommation du secteur agricole, ce qui est notamment dû au caractère traditionnel de ce secteur ainsi qu'à la place marginale qu'il occupe dans la

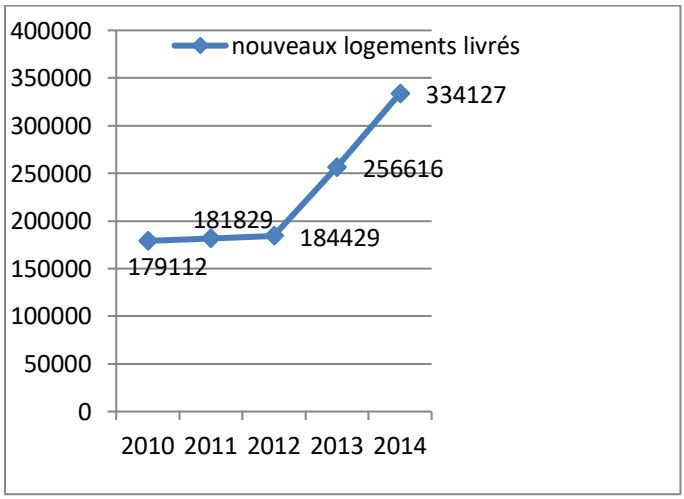
[7] Élaboré par nos soins sur la base des bilans énergétiques nationaux éditions 2011, 2012, 2013, 2014 et 2015

configuration économique nationale. (L'agriculture ne comptait que pour 10% dans la ventilation sectorielle du PIB Algérien pour l'année 2014 (voir figure 3, chapitre un).

Le secteur résidentiel pour sa part en progression positive profite des politiques de raccordement à l'électricité et au gaz naturel pour les zones rurales, initié par la SONELGAZ. La faiblesse du prix de l'énergie contribue également à la forte consommation dans ce secteur comme nous le verrons dans les prochains titres.

En outre la progression du parc national de logements contribue, elle aussi, à l'agrandissement de la part de ce secteur du total consommé. En effet le nombre de logements livrés n'a cessé de s'accroitre au cours de la période étudiée comme le montre la figure suivante :

Figure 8: Logements livrés en Algérie entre 2010 et 2014 (hors auto-construction)[8]



Comme nous pouvons le constater sur la figure 8, le nombre de nouvelles livraisons de logements est en croissance continue avec un pic à la hausse à partir de 2012.

Néanmoins, les chiffres que nous venons de présenter n'incluent pas les auto-constructions et en l'absence de statistiques nationales concernant l'évolution du parc national de logements, nous avons élaboré une estimation du nombre de logements en se basant sur la méthode suivante :

-Utilisation des statistiques de la SONELGAZ concernant le nombre de clients raccordés en basse tension[9] sachant que les clients en basse tension représentent les ménages et par conséquent les logements.

[8] ONS : L'Algérie en quelques chiffres éditions des années 2012, 2014 et 2015 N° 42, N° 44 et N°46

Se basant sur les statistiques de la banque mondiale concernant le taux de raccordement à l'électricité en Algérie estimé à près de 100%[10], Nous avons estimé le nombre de logements en Algérie à travers les deux paramètres que nous venons de citer. Ainsi l'estimation de l'évolution du parc national de logements est donnée par le tableau suivant :

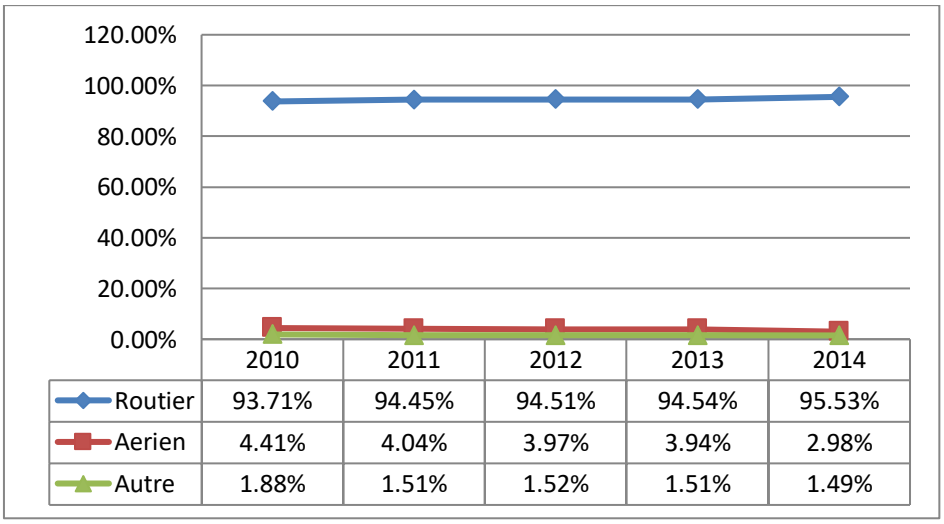
Tableau 1: Estimation du parc national de logements entre 2011 et 2014

Année	2011	2012	2013	2014
Estimation du parc national de logements en millions)	7.389	7.672	8.042	8.400
Taux de croissance	/	+3.82%	+4.82%	+4.45%

Le nombre de logements est donc estimé à 8 400 000 au terme de l'année 2014 alors que la consommation est de 12. 597 TEP durant la même année. Le rapport entre les deux valeurs nous donne la consommation moyenne par ménage qui est de l'ordre de 1.49 Tep/Ménage pour l'année 2014.

2.1.2. Structure de la consommation du secteur des transports

Figure 9 : Composition de la consommation finale du secteur des transports entre 2010 et 2014[11]



Les transports occupent la seconde place dans la consommation finale d'énergie en Algérie. Le transport routier s'accapare quasi exclusivement la consommation de ce secteur avec 95% du total consommé. Le transport aérien ne compte que pour 4% du total consommé. Les transports maritimes et ferroviaires pour leur part représentent Moins de 02%.

[9] Sonelgaz, rapports d'activité et comptes de gestion consolidés, éditions 2012, 2013, 2014 et 2015

[10] https://donnees.banquemondiale.org/indicateur/EG.ELC.ACCS.ZS?end=2014&locations=DZ&start=2011 Date de consultation : 06/10/2017

[11] Élaboré par nos soins sur la base des bilans énergétiques nationaux éditions 2011, 2012, 2013, 2014 et 2015

Cette configuration est essentiellement due à la structure infrastructurelle très limitée dont dispose l'Algérie concernant les différents types de transports (aérien, ferroviaire et maritime). A titre d'exemple, la capacité de lignes ferroviaires installées ne dépasse pas 3854 Km au 31/12/2013[12]

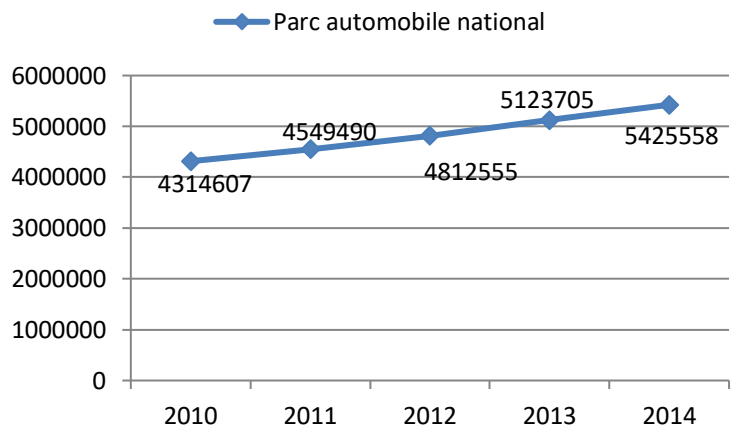
L'essence et le gaz oïl représentent l'essentiel des produits énergétiques consommés par ce secteur auxquels s'ajoute le GPL qui demeure à de très faibles proportions en dépit des efforts de valorisation consentis par les autorités énergétiques du pays.

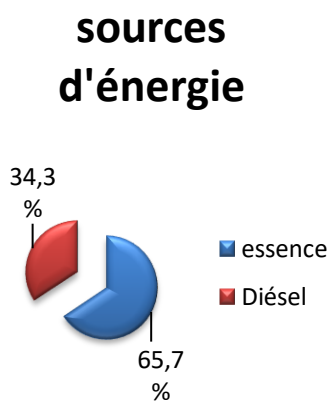
Le tableau sur la page suivante retrace l'évolution du parc national automobile (y compris remorques et semi-remorques) :

Tableau 2: évolution du parc automobile national et sa répartition selon la source d'énergie du véhicule entre 2010 et 2014[13]

Année	2010		2011		2012		2013		2014	
Total	**4 314 607**		**4 549 490**		**4 812 555**		**5 123 705**		**5 425 558**	
Source d'énergie %	E*	D**	E	D	E	D	E	D	E	D
	65.73	**34.27**	**65.34**	**34.66**	**65.62**	**34.38**	**65.80**	**34.20**	**65.71**	**34.29**

*Essence **Diesel





Il apparait clairement de ce tableau, l'évolution croissante du parc automobile national avec une augmentation de plus de 1 million de véhicules entre 2010 et 2014 soit une augmentation de 25.75 % sur 5 ans.

Cette augmentation est en partie responsable de la demande supplémentaire en produits pétroliers enregistrée durant cette période, ce qui a induit le recours à l'importation afin de

[12] Office national des statistiques, L'Algérie en quelques chiffres, N° 44 édition 2014.
[13] Statistiques de l'office national des statistiques

soutenir la production nationale de ces sources d'énergie comme le montre le tableau n°08 du premier chapitre, relatif aux échanges d'énergies dérivées durant la période étudiée.

En outre, le tableau précédent montre que plus de 65% des véhicules roulent à l'essence tandis que les 34% restants roulent au diésel. Cette large prépondérance des véhicules roulant à l'essence fait donc entrevoir les perspectives du développement de l'utilisation du GPL carburant puisque la conversion vers ce type de carburant ne se fait que si le modèle à convertir roule à l'essence comme nous allons le voir dans les prochains chapitres.

3. Analyse comparative

Pour mieux cerner la réalité de la consommation d'énergie en Algérie, Nous allons essayer de procéder à une analyse comparative des chiffres énergétiques du pays avec d'autres pays voisins ainsi qu'une comparaison avec les moyennes mondiales.

Nous avons choisi cinq pays présentant des caractéristiques différentes les uns des autres : Il s'agit des deux voisins directs de l'Algérie, Tunisie et Maroc, pays en développement qui présentent pour le premier une population faible et pour le second une population à des taux avoisinant ceux de l'Algérie. Ensuite Nous avons choisi deux pays Européens, la France et l'Italie, pays développés avec des populations supérieures au taux Algérien. Enfin un pays producteur d'hydrocarbures qui présente des caractéristiques proches de celles de l'Algérie. Il s'agit du Venezuela.

Au-delà de la contrainte de la disponibilité des statistiques, le choix de ces pays repose sur un certain nombre d'éléments résumés comme suit :

-La distance géographique plus ou moins faible qui a tendance à évincer l'effet des différences climatiques sur la consommation des différents pays (sauf pour le Venezuela)

-Le choix de deux pays développés et trois pays en développement conjugué avec l'appartenance ou non à l'Agence internationale de l'énergie (France et Italie étant des membres de l'AIE alors que la Tunisie, le Venezuela et le Maroc n'en font pas partie, au même titre que l'Algérie.). Ce critère revêt toute son importance sachant que l'AIE a toujours été à l'avant-garde des efforts liés à l'efficience énergétique (voir le titre 2 du chapitre un).

-La diversité des sources d'énergie prépondérantes (nucléaire pour la France, gaz naturel pour la Tunisie pétrole et gaz pour l'Italie et forte proportion de charbon pour le Maroc).

-La relative similitude des caractéristiques économiques, tel que l'orientation de l'économie (production et exportation d'hydrocarbures) ainsi que la dépendance presque totale à ce secteur, justifie le choix se portant sur le Venezuela.

Pour des raisons de cohérence des statistiques, nous allons utiliser celles présentes sur le site de l'Agence internationale de l'énergie concernant les six pays objets de comparaison. Il est important de souligner qu'il existe des écarts plus ou moins grands entre les données fournies par les différentes banques de données Algériennes et celles offertes par les sites des institutions internationales.

Pour l'année 2014, nous avons estimé l'écart entre les données à +21.56% pour les données fournies par la banque d'Algérie concernant le PIB, et entre +06% et +08% pour les données fournies par le ministère de l'énergie concernant la production les échanges et la consommation d'énergie. En d'autres termes, les chiffres nationaux sont supérieurs à ceux des institutions internationales de 21.5% pour les données macroéconomiques et de 7% pour les données énergétiques.

Néanmoins, bien que les chiffres soient dans l'ensemble différents, les deux bases (nationale et internationale) affichent les mêmes cohérences concernant les proportions des différents secteurs consommateurs d'énergie ce qui rend possible et acceptable, la comparaison entre les différents pays se basant sur les statistiques de l'AIE.

3.1.Eléments macroéconomiques

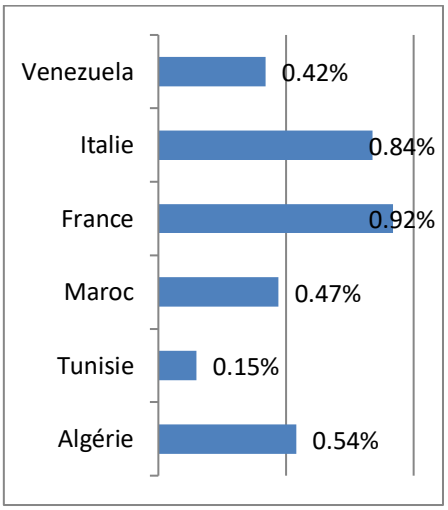
Avant de traiter les données énergétiques, nous avons jugé nécessaire de regrouper quelques données macroéconomiques. Cette première comparaison sur le plan macroéconomique a pour objectif de faire apparaitre les différences entre les pays comparés que ce soit le niveau de développement économique mesuré par le PIB que le paramètre de la population afin de pouvoir expliquer via ces derniers, certaines des différences constatées sur le plan énergétique.

3.1.1. La population

La population mondiale était à fin 2014 de l'ordre de 7,24733 milliards d'habitants alors que la population réunie des six pays nous concernant, ne dépasse pas les 3.35% du total de la population mondiale.

Tableau 3 Evolution de la population des pays objets d'étude entre 2010 et 2014[14]

Année		2010	2011	2012	2013	2014
Agrégat	Pays					
Population (millions	ALG	36.04	36.72	37.44	38.19	38.93
	TUN	10.64	10.76	10.88	11.01	11.13
	MAR	32.11	32.53	32.98	33.45	33.92
	FRA	64.97	65.29	65.62	65.93	66.23
	ITA	59,83	60.06	60.34	60.65	60.97
	VEN	29.00	29.43	29.85	30.28	30.69



L'Algérie occupe la troisième place parmi les pays étudiés, en terme de population. Devancée par la France et l'Italie qui occupent respectivement la première et la seconde place. La Tunisie pour sa part vient en dernier avec 11.13 millions d'habitants en 2014.

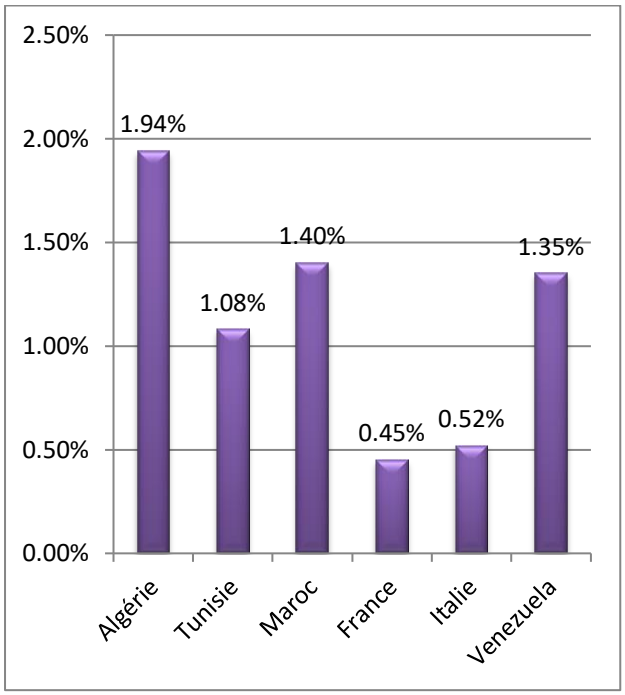
La population de la France est 1.7 fois supérieure à celle de l'Algérie, alors que cette dernière est 3.5 fois plus élevée que celle de la Tunisie. Le Maroc et le Venezuela se chevauchent aux alentours de 33 et 30 millions respectivement, non loin du chiffre de l'Algérie.

Cette différence du nombre d'habitants va partiellement expliquer les différences constatées dans les paramètres qui vont suivre.

Enfin sur un champ plus large, aucun des pays étudiés n'atteint 1% du total de la population mondiale.

[14] Synthétisé par nos soins à partir des données fournies par l'agence internationale de l'énergie

Figure 10: Taux de croissance de la population dans les pays étudiés en 2014[15]



Pour ce qui concerne le taux de croissance de la population, l'Algérie possède le taux le plus élevé avec près de 2% pour l'année 2014.

La France pour sa part enregistre le taux le plus faible du groupe avec 0.45.

Ce taux est important dans l'étude démographique à moyen et long terme puisque un taux faible est synonyme de vieillissement de la population alors qu'un taux très élevé conduit au surpeuplement.

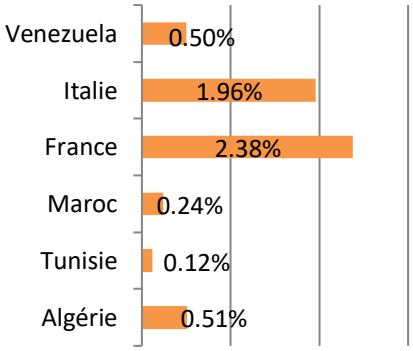
3.1.2. Le produit intérieur brut

Pour rendre la comparaison possible, le PIB est exprimé en dollar Américain pour chaque pays étudié. Les valeurs sont exprimées en parité de pouvoir d'achat (PPA) dans le but d'évincer les différences des taux d'inflations entre les pays (voir le titre 3 du chapitre deux).

Pour ce qui nous concerne les données sont donc fournies en USD PPA référence de l'année 2010 pour touts les chiffres exprimés en dollar américain.

Tableau 4: Evolution des PIB et part du PIB mondial des pays étudiés entre 2010 et 2014[16]

Année		2010	2011	2012	2013	2014
Agrégat	Pays					
PIB PPA (milliards USD constant 2010)	ALG	455.40	468.57	484.38	497.79	516.65
	TUN	109.32	107.22	111.51	114.85	118.14
	MAR	207.63	218.52	225.10	235.31	241.31
	FRA	2342.75	2391.46	2395.83	2409.63	2424.97
	ITA	2079.20	2091.19	2032.24	1997.12	1999.39
	VEN	470.55	490.21	517.78	524.74	504.30



[15] Calculé à partir du Tableau 3.
[16] Synthétisé par nos soins à partir des données fournies par l'agence internationale de l'énergie

Le PIB planétaire était de 101773.3 milliards (USD PPAS 2010) pour l'année 2014 pour une population de 7.25 milliards d'habitants.

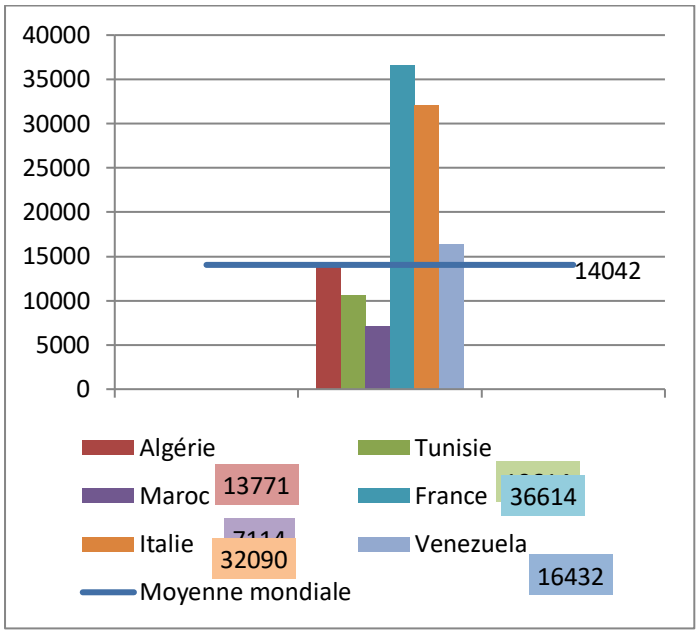
Le tableau précédent met en exergue une grande différence entre les niveaux économiques des pays étudiés. D'une part, la France et l'Italie, pays développés qui enregistrent les PIB les plus forts du groupe, viennent ensuite l'Algérie et le Venezuela qui se chevauchent à un peu plus de 500 milliards (USD PPA 2010). La Tunisie pour sa part ferme la marche.

Il ressort de ce tableau que le PIB Français est 4.66 fois supérieur à celui de l'Algérie. Ce dernier pour sa part est 2 fois plus supérieur que celui du Maroc et 4 fois plus supérieur à celui de la Tunisie. Cette supériorité du PIB Algérien est due essentiellement au poids du secteur hydrocarbures dans la ventilation du PIB (27% en 2014), tandis que ses deux voisins ne sont pas de grands producteurs d'hydrocarbures et présentent des structures économiques différentes.

D'autre part, nous constatons que les PIB Algérien, Français, Tunisien et Marocain suivent une évolution positive sur toute la période étudiée (2010-2014). A contrario, le PIB Italien enregistre des baisses pour 2012 et 2013 pour rebondir de nouveau en 2014, ce qui est essentiellement dû à l'impact de la crise de la dette Européenne sur l'économie Italienne. Le Venezuela pour sa part suit une évolution positive entre 2010 et 2013 pour enregistrer une baisse en 2014, ce qui coïncide avec la chute des prix du pétrole ayant eu une influence immédiate sur l'économie Vénézuélienne.

3.1.3. Le PIB par habitant

Figure 11: PIB par habitant dans les pays objets d'étude en 2014 (USD PPA 2010)[17]



Le PIB par habitant correspond au rapport entre le PIB d'un pays et le nombre de ses habitants. Il permet de mesurer le niveau de vie des habitants.

La moyenne mondiale pour l'année 2014 est de 14042 (USD PPA 2010). Elle correspond à un niveau de vie moyen auquel sont comparés ceux des différents pays.

La France et l'Italie présentent des taux largement supérieurs à la moyenne mondiale (2.60 fois pour la France et 2.28 fois pour l'Italie)

Le taux vénézuélien, quand à lui, est légèrement supérieur à la moyenne mondiale tandis que l'Algérie présente un taux légèrement en dessous du taux mondial moyen. La Tunisie et surtout le Maroc sont, pour leur part, à des taux très inférieurs à la moyenne mondiale.

Les cinq pays comparés aux cotés de l'Algérie présentent donc des caractéristiques macroéconomiques différentes : D'abord sur le plan démographique France et Italie sont plus peuplées que l'Algérie alors que les trois autres le sont moins, la Tunisie présente une petite population de 11 millions d'habitants, ce qui concorde avec sa superficie inférieure à celle des autres pays.

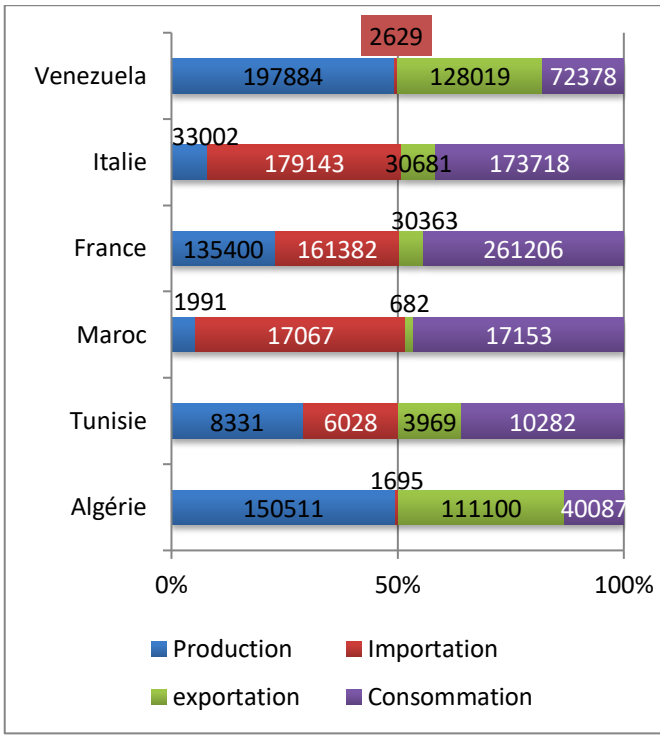
Ensuite, sur le plan du développement économique France, Italie et Venezuela présentent des PIB supérieurs à ceux de l'Algérie qui devance le Maroc et la Tunisie. Même chose pour le PIB par habitant pour lequel le Maroc présente le taux le plus faible du groupe,

Enfin, nous pouvons dire que pour les paramètres macroéconomiques étudiés, le Venezuela est le plus proche de l'Algérie ce qui s'ajoute au caractère de producteur et exportateur d'hydrocarbures qui réunit les deux pays, comme nous allons le voir dans le point suivant :

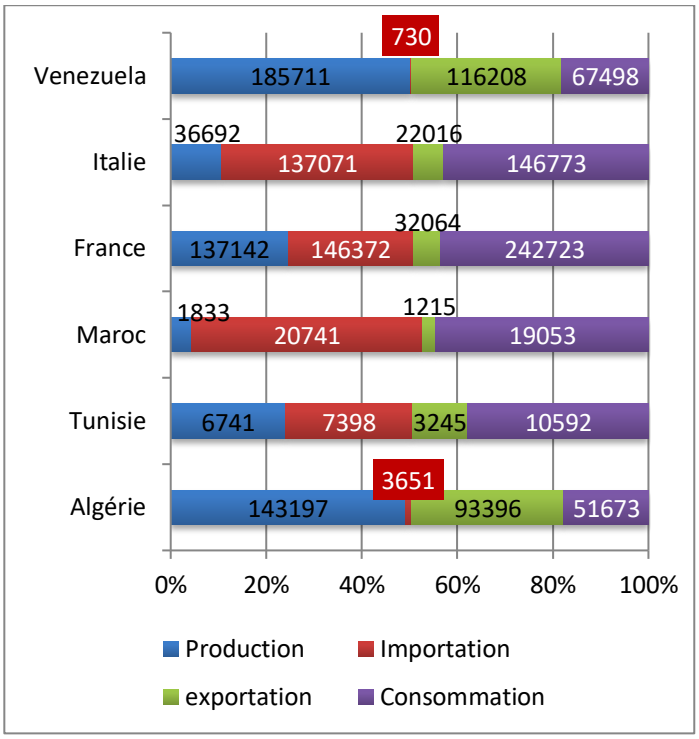
[17] Elaborée par nos soins à partir des données fournies par l'agence internationale de l'énergie

3.2. Caractéristiques énergétiques générales

Figure 12 : Production, importation, exportation et consommation nationale d'énergie dans les six pays étudiés en ktep en 2010 et 2014[18]



2010



2014

Etant riches en hydrocarbures, Le Venezuela et l'Algérie prennent la tête des pays étudiés concernant la production d'énergie, avec respectivement 1.35% et 1.04% de la production mondiale d'énergie. Ces deux pays sont d'ailleurs les seuls exportateurs nets d'énergie (le montant exporté est supérieur à celui importé) parmi les six cas objets d'étude.

Les quatre autres pays présentent un solde extérieur négatif en matière d'énergie, vu que ceux-ci ne sont pas riches en hydrocarbures.

En volume, la France est le pays qui importe le plus d'énergie parmi les six pays étudiés bien que sa production d'énergie soit assez conséquente. Par contre, en termes de proportion de la consommation, le Maroc présente la plus grande contrainte extérieure vu qu'il ne produisait pas plus de 09.61% de sa consommation nationale en 2014. Nous pouvons dire, à cet effet que quatre des six pays présentent une dépendance énergétique extérieure.

[18] Elaborée par nos soins à partir des données fournies par l'agence internationale de l'énergie

En termes d'évolution de la production, nous enregistrons une baisse entre 2010 et 2014 pour les quatre pays en développement. Les productions Italienne et Française sont, quant à elles, en hausse respectivement de 11.18 et de 1.28% sur 5 ans.

Le Maroc, le Venezuela et l'Algérie perdent en 2014, respectivement 7.93%, 6.15% et 4.86 % de leurs volumes de production enregistrés en 2010 alors que la production Tunisienne régresse de plus de 19% sur la même période. Ces baisses engendrent pour la Tunisie et le Maroc l'aggravation de leur contrainte énergétique extérieure tandis que pour le couple Algéro-vénézuélien, elles sont synonymes de baisse des volumes exportés.

Les volumes exportés par la France sont en hausse d'un peu plus de 05% sur la période alors que les autres pays enregistrent tous des baisses. L'exportation énergétique de l'Italie perd plus de 28% sur la période. En volume, c'est l'Algérie qui enregistre la plus grande baisse à plus de 17000 Ktep correspondant à un peu plus de 15% de perte en 5 ans. Le Venezuela régresse sur la même période de près de 10%. Enfin, l'exportation Marocaine progresse de plus de 78% par rapport à 2010 mais en volume, elle demeure très marginale.

Pour ce qui est de l'évolution de l'importation, les factures Françaises et Italiennes sont en baisse sur la période, Cet allégement est la contre partie de l'évolution positive de leurs productions. A contrario, l'Algérie, la Tunisie et le Maroc enregistrent une hausse des importations d'énergie, correspondant elles aussi à la baisse de leur production conjuguée avec l'augmentation de leurs consommations nationales. Enfin, les importations vénézuéliennes sont très marginales et ne représentent que 1% du total de sa consommation nationale en 2014.

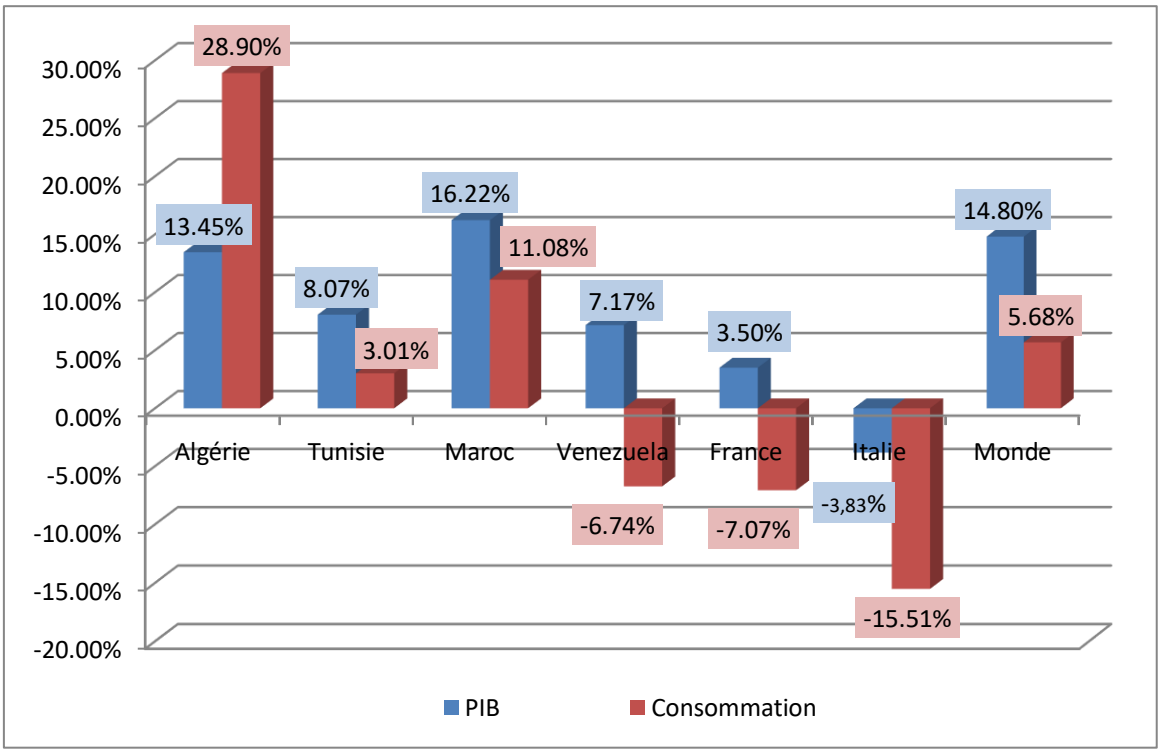
En termes de consommation justement, les volumes Français et Italien prennent la tête du groupe alors que la Tunisie ferme la marche. Nous constatons que les volumes consommés sont proportionnels aux niveaux économiques. En d'autres termes, le classement des pays étudiés en termes de PIB, (du plus fort au plus Faible, correspond au classement en volumes consommés.

Toutefois, nous ne pouvons pas parler de corrélation de la progression de ces deux agrégats pour les raisons suivantes :

-D'abord, nous constatons l'évolution croisée entre les deux paramètres pour les cas Français et Vénézuélien Dont les Taux du PIB sont en hausse alors que les consommations énergétiques baissent.

-Ensuite, Pour le reste des pays étudiés (mis à part l'Algérie), le taux de croissance du PIB, est nettement Plus important que celui de la consommation ce qui veux dire que dans ces pays, l'augmentation de la consommation énergétique est proportionnellement moins importante que celle du PIB, comme le montre la figure suivante :

Figure 13: Taux de croissance sur 5 ans du PIB et de la consommation nationale des pays étudiés (2014/2010)[19]



A ce stade de l'analyse, nous mettons en exergue une première grande particularité que présente le cas Algérien :

Le taux de croissance de la consommation nationale d'énergie en Algérie est **deux fois plus important** que le taux de croissance de son PIB, tandis que dans tous les autre pays étudiés, la croissance du PIB est nettement supérieure à celle de la consommation d'énergie, lorsque cette dernière n'est pas carrément en baisse (cas français, Italien et Vénézuélien).

[19] Elaborée par nos soins à base de la figure 12 et du tableau 4.

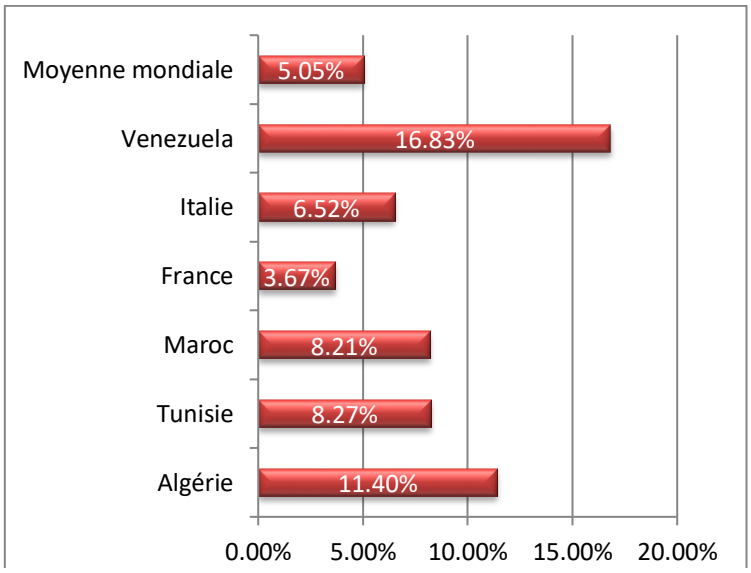
En termes plus clairs, pour tous les autres pays étudiés, il fallait moins d'unités d'énergie consommée pour produire une unité du PIB en 2014 qu'il n'en fallait en 2010. Ceci présage l'amélioration du rendement des systèmes énergétiques de ces pays. Hors, le cas contraire se produit pour l'Algérie qui fait recours en 2014 à plus d'unité d'énergie pour produire une unité du PIB qu'elle ne le faisait en 2010. Ceci suggère, **Une détérioration du rendement du système énergétique national.**

Cette dégradation du rendement énergétique explique d'un point de vue général la problématique de l'augmentation galopante de la croissance énergétique en Algérie à contre sens de la tendance mondiale.

3.3. Transformation d'énergie

La transformation d'énergie correspond à la différence entre la consommation nationale et la consommation finale d'énergie. Elle consiste en la transformation d'énergie primaire tel que le pétrole brut, le gaz naturel en énergie dérivée (produits pétroliers, électricité).

Figure 14: Proportion des pertes de transformation en 2014 dans les pays étudiés[20]



[20] Elaborée par nos soins à partir des données fournies par l'agence internationale de l'énergie

Ce qui nous intéresse le plus dans l'étude de cet agrégat est la proportion des pertes occasionnées par cette activité. Ainsi, plus les pertes sont basses, plus la transformation d'énergie est performante.

Pour ce paramètre, l'Algérie et le Venezuela obtiennent les plus mauvais scores avec respectivement 11.40% et 16.83%. La France, pour sa part, arrive en tête avec seulement 03.67% de pertes enregistrées.

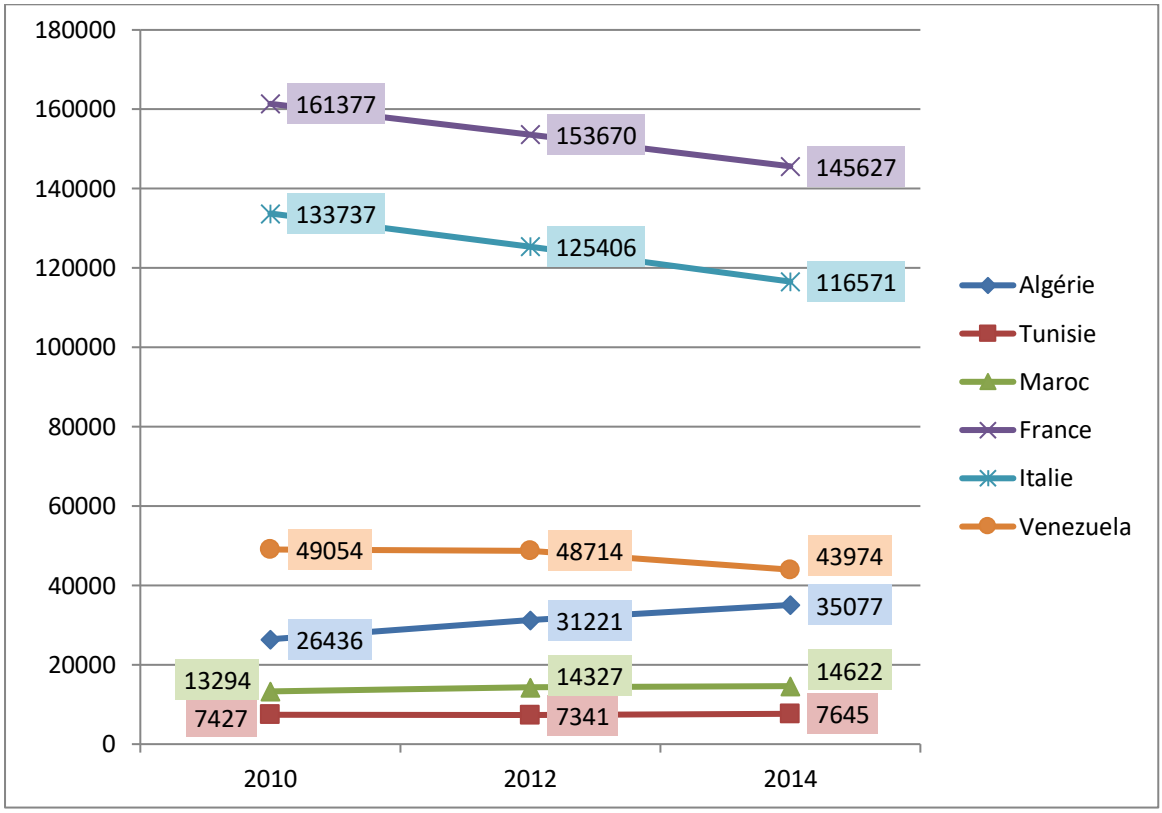
La proportion importante des pertes liées à la transformation en Algérie comparée aux autres pays (mis à part le Venezuela), indique une faible performance de ses structures de transformations. En d'autre terme, afin de produire une unité d'énergie dérivée, l'Algérie perd plus d'unités d'énergie primaire que les autres pays auxquels elle est comparée.

A ce stade, nous pouvons donc diagnostiquer la première cause contribuant à l'augmentation disproportionnée de la consommation énergétique en Algérie : **Il s'agit du rendement de l'activité transformation, plus faible que celui de ses pairs.**

3.4. La consommation finale

La consommation finale d'énergie concerne toutes celles qui n'ont pas pour objectif la production d'énergie dérivée. Il s'agit des consommations des secteurs résidentiels, industriel, des transports et des services auxquels s'ajoute celle de l'agriculture et la pêche. Il est important de signaler qu'à la différence de la méthodologie utilisée dans l'élaboration du bilan énergétique Algérien qui comptabilise la consommation des industries non énergétiques (pétrochimie, bitumes…) dans une rubrique séparée, l'AIE inclut cette dernière dans la consommation finale.

Figure 15: Evolutions des consommations finales des pays étudiés (en ktep) entre 2010 et 2014[21]



Trois des six courbes sur la figure 15 présentent des pentes négatives correspondant à une baisse absolue da la consommation finale sur la période étudiée. Il s'agit des courbes Française Italienne et Vénézuélienne. Toutefois, la ponte de la courbe Française et Italienne est plus raide que celle du Venezuela. Cela traduit des économies d'énergie réalisées par ces pays.

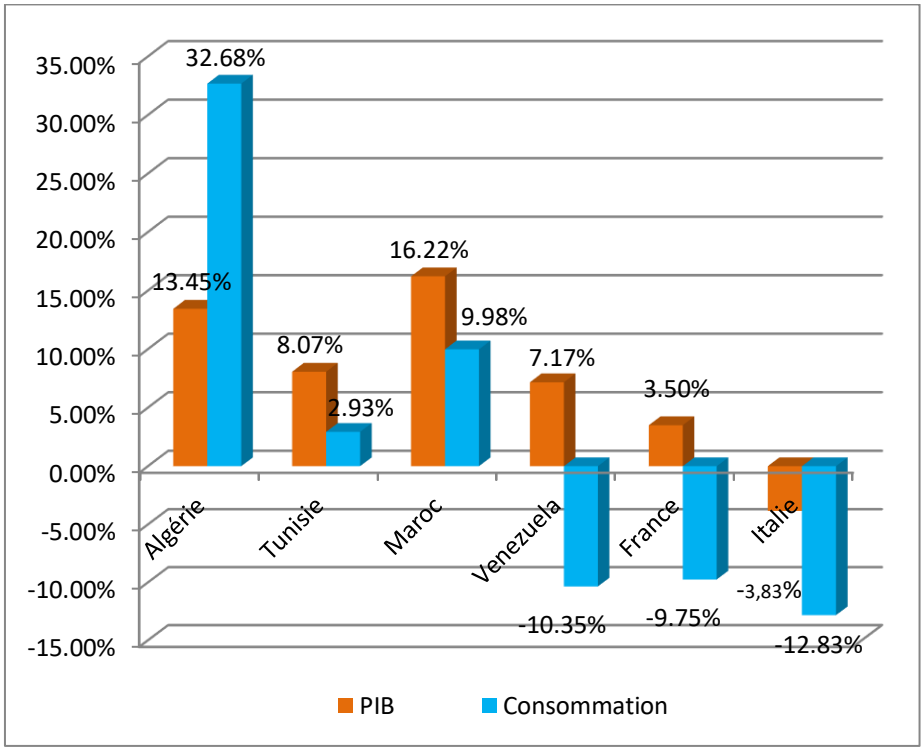
Les trois autres pays présentent pour leur part des pentes positives correspondant à l'augmentation absolu de leur consommation finale. La courbe représentant la consommation Algérienne est cependant plus conséquente que celles de la Tunisie et du Maroc. L'Algérie présente donc l'augmentation la plus importante en ce qui concerne la consommation finale.

En volume, la consommation Française est en première place avec plus de 145000 ktep en 2014 talonnée par l'Italie avec 116571 ktep. Les quatre autres pays sont bien loin avec 43 000 et 35 000 ktep respectivement pour le Venezuela et l'Algérie. La Tunisie ferme la

[21] Elaborée par nos soins à partir des données fournies par l'agence internationale de l'énergie

marche avec seulement 7645 ktep derrière le Maroc dont la consommation finale s'élève à 14622 ktep en 2014.

Figure 16 : Taux de croissance du PIB et de la consommation finale dans les pays étudiés sur cinq ans (2014/2010)[22]



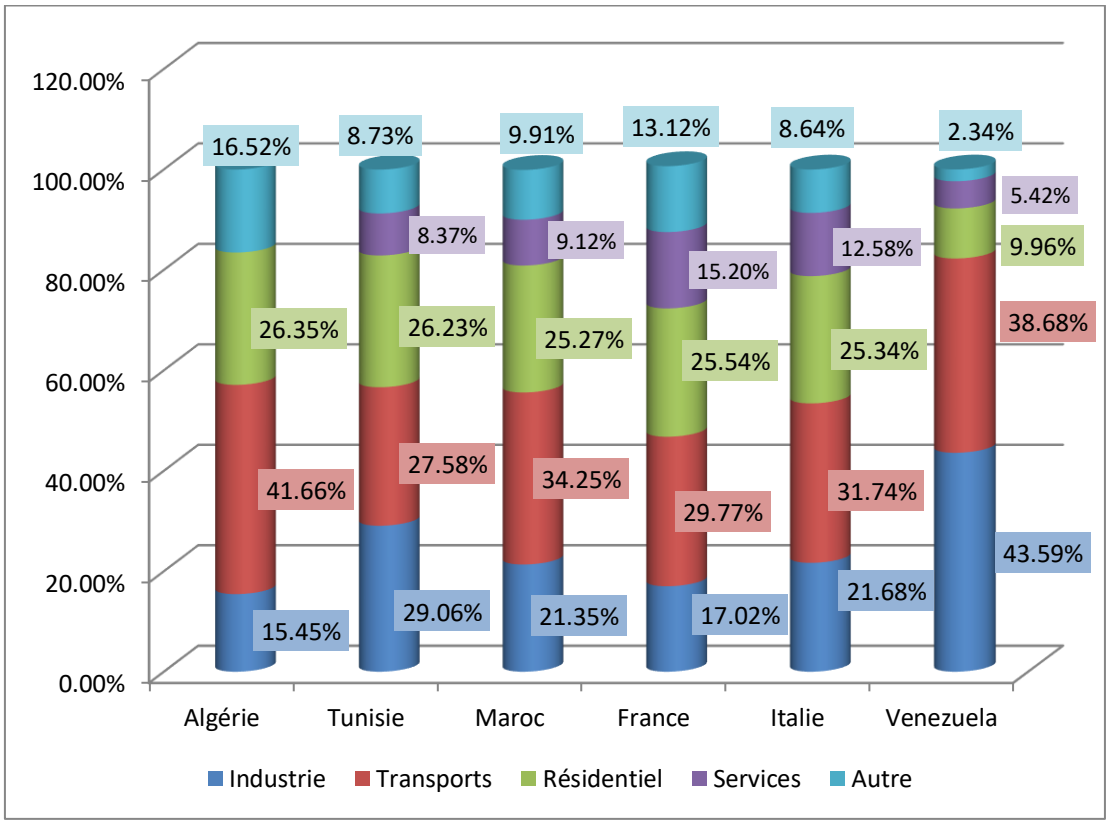
Les pays présentent les mêmes caractéristiques que celles constatées lors de la comparaison des taux de croissances de la consommation nationale et celui du PIB. Toutefois, la disproportion de l'augmentation de la consommation par rapport à celle du PIB en Algérie est plus aggravée puisque son taux de croissances est 2.42 fois supérieure à celle du PIB.

Ceci suggère que **le rendement des structures énergétiques relatives à la consommation finale souffre de faiblesse plus importante que celui, de la transformation.**

Il est donc nécessaire de décortiquer la consommation finale pour en déterminer les secteurs dont la consommation est prépondérante. Le tableau suivant résume la répartition sectorielle des consommations finales des six pays étudiés :

[22] Elaborée par nos soins à base de la figure 12 et du tableau 4

Figure 17: Répartition sectorielle de la consommation finale des pays étudiés en 2014[23]



La figure nous apprend que pour 4 des six pays, plus de 75 % de la consommation finale se répartie entre l'industrie, le résidentiel et les transports. Une légère prépondérance du secteur industriel est constatée en Tunisie alors que pour le Maroc, la France et l'Italie, c'est le secteur des transports qui arrive en tête.

L'Algérie et le Venezuela présentent des particularités puisque pour le premier pays, le secteur des transports consomme à lui seul, près de 42% du total consommé tandis que le secteur industriel (hors hydrocarbures) obtient la proportion la plus faible comparativement aux autres pays avec seulement 15.45%. De plus, pour ce pays, la consommation du secteur des services n'est pas déterminée. Ensuite, pour le Venezuela, c'est le secteur industriel qui arrive en tête avec 43.59 % suivi des transports avec 38%. Le résidentiel dans ce pays n'atteint pas les 10% de la consommation finale alors que pour les cinq autres pays, il tourne autour des 25%.

[23] Elaborée par nos soins à partir des données fournies par l'agence internationale de l'énergie

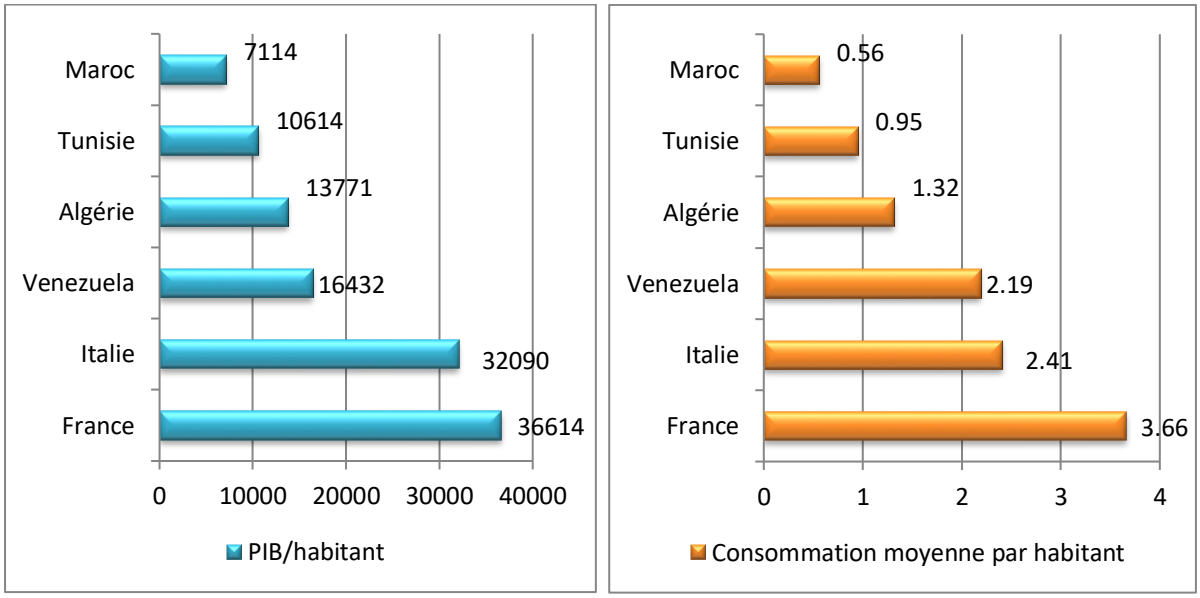
En outre, le secteur des services en Italie et surtout en France, consomme plus d'énergie proportionnellement que dans les quatre autres pays ce qui concorde avec la part qu'occupent les services dans les pays développés en général.

Enfin, il est important de préciser que le champ « autre » dans la figure précédente inclut l'agriculture, la pêche et la consommation des industries non énergétiques (pétrochimie, bitumes…).

Les transports représentent donc le plus gros consommateur d'énergie finale en Algérie aux côtés du secteur résidentiel. Nous essaierons dans le prochain chapitre de déterminer les causes de ces proportions importantes, à travers l'Analyse des indicateurs d'efficience énergétique.

3.5.Consommation et niveau de vie

Figure 18: PIB/HABITANT (USD PPA 2010) et consommation moyenne /habitant (en Tep) pour l'année 2014 dans les pays étudiés[24]

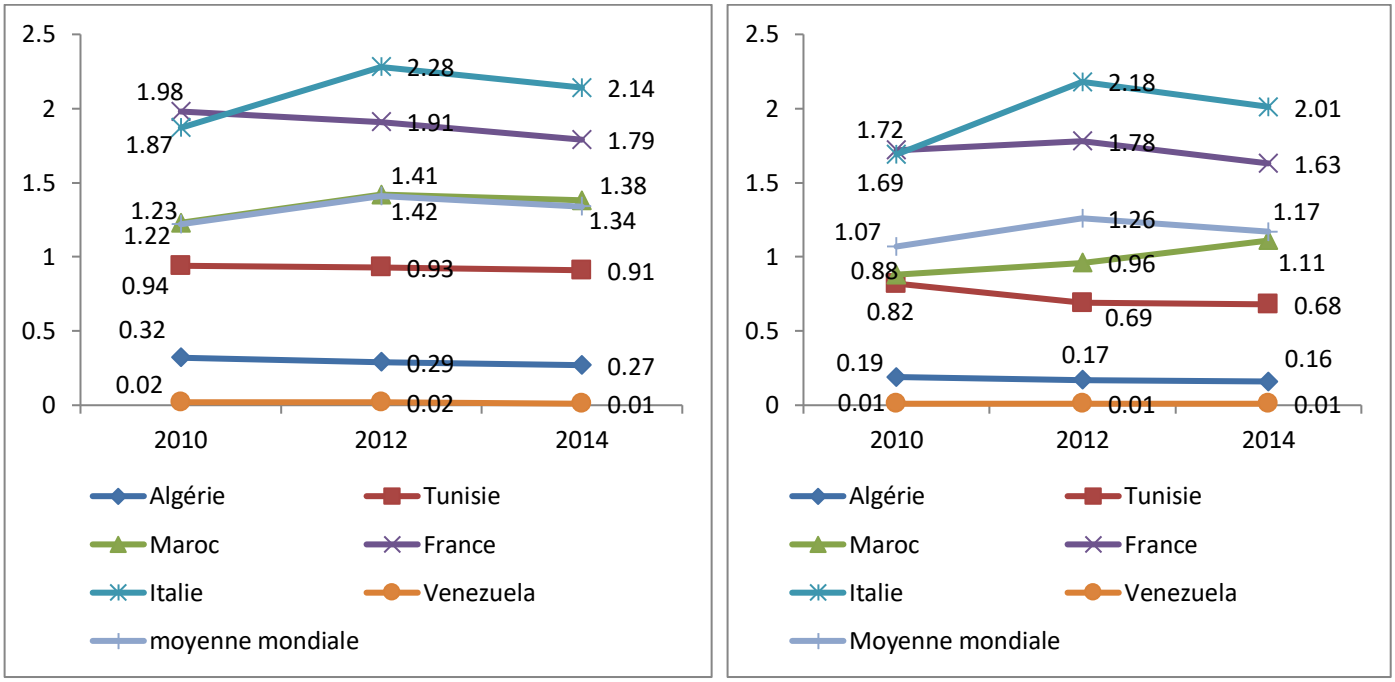


Nous constatons que les deux parties de la figure affichent une grande similarité, ce qui veut dire que le niveau de la consommation moyenne par habitant dans un pays est corrélé avec son niveau du PIB par habitant. En d'autres termes, cette figure montre que **le niveau de vie des habitants d'un pays influence leur niveau de consommation d'énergie** (voir l'effet rebond direct, titre 4 chapitre deux).

[24] Elaborée par nos soins à base du tableau 3 et des figures 11 et 12

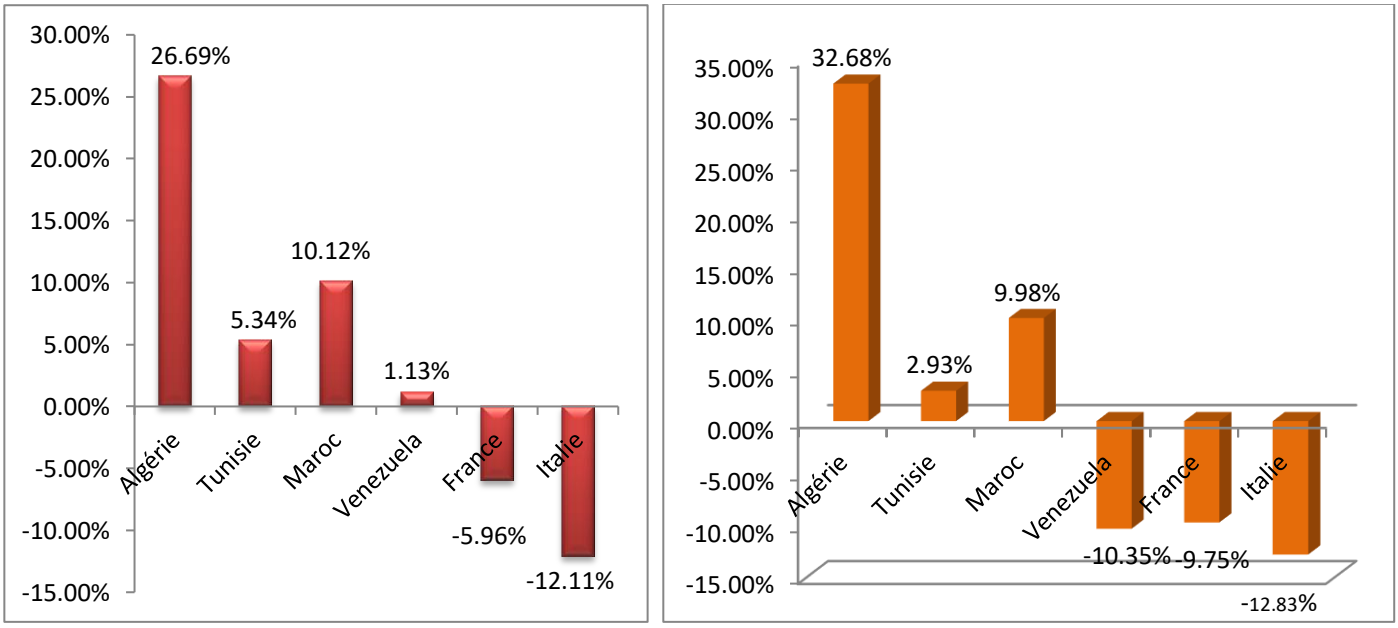
3.6. Consommation et prix de l'énergie

Figure 19 : évolution des prix à la pompe de l'essence et du Gasoil en USD dans les pays étudiés entre 2010 et 2014[25]



Essence Gasoil

Figure 20 : Taux de croissance de la consommation de produits pétroliers sur cinq ans (2014/2010) dans les pays étudiés[26]



Produits pétroliers Consommation finale

[25] www.donnees.banquemondiale.org/indicateur/EP.PMP.DESL.CD?locations=DZ date de consultation 11/10/2017

[26] Elaborée par nos soins à partir des données fournies par l'agence internationale de l'énergie

Nous essayons à travers les figures 19 et 20 d'établir un lien entre la croissance spécifique de la consommation des produits pétroliers et le niveau de leurs prix à la pompe dans les pays étudiés.

La figure 19 nous apprend que les prix observés au Venezuela sont les plus bas du groupe voire même dans le monde entier. L'Algérie occupe la seconde place du groupe et la 4ème place au niveau mondial.[27] D'un autre coté, l'Italie et la France présentent les prix les plus élevés du groupe.

La figure 20 présente d'une part le taux de croissance de la consommation finale des produits pétroliers sur 5 ans et d'autre part, celui de la consommation finale totale. Nous remarquons que les deux taux de croissances sont sur les mêmes tendances (croissance positive pour l'Algérie, la Tunisie et le Maroc et croissances négatives pour la France et l'Italie). En revanche, pour le Venezuela, bien que la consommation finale soit largement en baisse sur la période à -10.35%, la tendance spécifique des produits pétroliers est elle, à la hausse affichant 1.13% de croissance sur cinq ans.

Grâce à la lecture conjointe des deux figures (19 et 20), nous pouvons constater clairement que le niveau des prix influe sur la croissance de la consommation finale. En d'autres termes, les pays pour lesquels les prix de l'énergie sont trop bas, ont tendance à avoir une croissance positive de la consommation de cette énergie. A contrario, pour les pays qui appliquent des prix très élevés, la consommation finale est sur une tendance baissière.

Ainsi, Nous pouvons dire que la **seconde raison** qui engendre l'augmentation disproportionnée de la consommation d'énergie en Algérie se trouve être l'application de **prix trop bas** par les autorités Algériennes ce qui éloigne la contrainte budgétaire du consommateur.

[27] www.globalpetrolprices.com (date de consultation le 12/10/2017)

Conclusion

Nous avons essayé, à travers ce quatrième chapitre, d'effectuer une analyse détaillée de la consommation énergétique en Algérie, dans un premier temps, puis dans un second temps la comparant à celles de 5 pays de dimension et caractéristiques différentes (Tunisie, Maroc, France, Italie et Venezuela).

Commençant par la consommation nationale brute, nous avons déterminé en comparant l'évolution de cette dernière à celles de la production et de l'exportation, et en nous basant sur les projections de certains spécialistes, que l'Algérie pourrait devenir **importateur net d'énergie d'ici 2022**. Nous avons pu également dresser le bouquer énergétique national de l'Algérie essentiellement composé d'hydrocarbures (gaz naturel et produits pétroliers à plus de 65%).

Par la suite, nous nous sommes intéressés à la consommation finale d'énergie pour en déduire que les **transports et les ménages** sont les secteurs les plus gros consommateurs d'énergie avec près de 80% en 2014 alors que la proportion de l'industrie est en baisse, de même que celle de l'agriculture qui est marginale. Les produits pétroliers sont consommés à hauteur de 38% tandis que l'électricité et le gaz naturel se chevauchent à hauteur des 28%.

En outre, jetant l'œil sur l'évolution des taux de croissance du PIB et de la population, comparés à celui de la consommation finale, nous avons relevé la disproportion qui les caractérise vu que la croissance de la consommation est proportionnellement plus élevée que celle du PIB et de la population.

En outre, s'intéressant aux différents secteurs séparément, nous avons conclu que le secteur **résidentiel compte pour 75%** de la consommation du secteur ménages et autres, et nous avons déduit que l'amélioration du taux de raccordement à l'électricité (100% et au gaz naturel 54%) doublée de l'augmentation du nombre de logements (8.4 millions en 2014) sont les facteurs ayant contribué à la croissance de ce secteur. D'autre part, nous avons pu voir que **le transport routier** s'accapare la quasi-totalité de la consommation du secteur transports. Plus d'un million de nouveaux véhicules sont recensés entre 2010 et 2014 avec une prépondérance de l'essence sur le diésel.

Nous avons ensuite, entamé l'analyse comparative par quelques éléments macroéconomiques justifiant le choix des pays objets de comparaison dont le PIB, la population et le PIB par habitant.

Nous nous sommes intéressés par la suite à quelques caractéristiques énergétiques générales (production, importation, et exportation d'énergie). Nous avons souligné la **baisse** de la **production et exportation** du Venezuela au même titre que l'Algérie et nous avons précisé la **dépendance extérieure** dont souffrent **les quatre autre pays**.

A partir de là, comparant les taux de croissance des consommations nationales des différents pays et celui de leur PIB, nous avons clairement vu la particularité de l'Algérie qui est le **seul pays** dont le taux de croissance du PIB est largement **inférieur** à celui de la consommation d'énergie. Une première conclusion s'est alors imposée : **la faiblesse de la performance du système énergétique Algérie face à celles des autres pays comparés**

Analysant la transformation d'énergie, nous avons pu relever que les **pertes** liées à la **transformation** d'énergie en Algérie sont **très hausses** comparativement à celles des autres pays (mis à part le Venezuela dont les pertes sont encore plus importantes que celle de l'Algérie). Nous avons donc conclu que l'Algérie souffre **d'un rendement de la transformation d'énergie plus faible** que dans les pays pairs.

Procédant de la même manière que pour la consommation nationale, nous avons déterminé que le taux de croissance de la consommation finale en Algérie souffre de la même disproportion que celle de sa consommation nationale vis-à-vis de celui du PIB. Comparant les consommations sectorielles des différents pays, nous avons relevé la particularité du cas Algérien dont le secteur des transports est le seul à atteindre plus de 40% du total, alors qu'on relève plus ou moins un équilibre entre les secteurs dans les autres pays. Le secteur des ménages en Algérie, obtient une proportion plus importante que dans tous les autres pays.

Ensuite nous nous sommes intéressés au **niveau de vie des habitants** pour lequel nous avons pu déterminer une **corrélation** avec **la consommation d'énergie.**

Enfin, nous nous sommes intéressés aux prix des produits énergétiques dans les différents pays et nous avons pu, à travers ce paramètre, déceler **un lien croisé** entre le niveau des prix de l'énergie et la **consommation** puisque cette dernière **augmente** dans les pays où **les prix** appliqués sont **faibles** et vis vers ça.

Chapitre cinq : Application des indicateurs d'efficience au système énergétique Algérien

- Introduction
- Les indicateurs macroéconomiques
- Les indicateurs de transformation d'énergie
- Les indicateurs du secteur résidentiel
- Les indicateurs du secteur des transports
- Industrie, agriculture et services

Introduction

Après avoir consacré le chapitre précédent à l'étude détaillée de la consommation énergétique en Algérie, et après avoir procédé à la comparaison entre cette dernière et celles d'autres pays, nous avons conclu que le rendement du système énergétique Algérien est inférieur à celui des pays pairs.

Le présent chapitre aura pour objectif l'application des indicateurs d'efficience énergétique que nous avons développés (voir titre 3 du chapitre deux). En d'autre terme, nous allons essayer de présenter les indicateurs pour le cas Algérie et dans la mesure du possible, comparer les résultats avec ceux d'autres pays afin de déterminer avec plus de précision, les secteurs pour lesquels l'Algérie souffre le plus de la faiblesse du rendement énergétique.

Il est important de souligner que la contrainte de la disponibilité des données statistiques désagrégées justifie notre choix d'adopter l'approche « top down » dans la construction des indicateurs. Partant du niveau agrégé (macroéconomique), nous allons essayer de descendre le long de la pyramide des indicateurs autant que la disponibilité des statistiques le permet. Dans l'approche comparative, la contrainte de disponibilité des bases de données est d'autant plus importante, ce qui justifie l'absence de comparaison concernant certains indicateurs que nous allons calculer.

1. Les indicateurs macroéconomiques

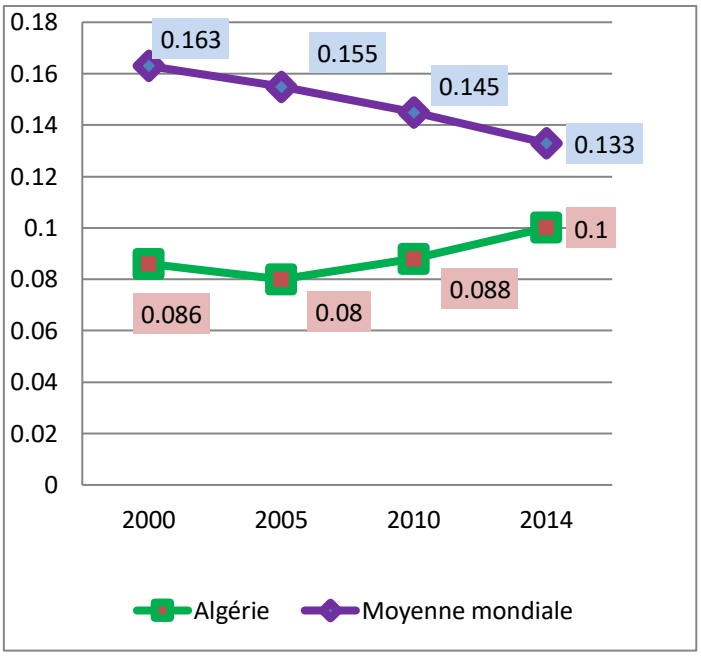
Ces indicateurs sont à l'échelle globale de l'économie, ils mesurent le rendement général du système énergétique national et nécessitent la disponibilité des données macroéconomiques :

1.1. L'intensité énergétique primaire (IEP)

Elle mesure la quantité d'énergie primaire nécessaire à la production d'une unité du PIB et se calcule par le rapport entre la consommation nationale et le PIB exprimé en parité de pouvoir d'achat.

Tableau 1: Intensité énergétique primaire entre 2000 et 2014 dans les pays étudiés (kep/USDppa2010)[1]

Année		2000	2005	2010	2014
Agrégat	Pays				
IEP	ALG	0.086	0.08	0.088	0.100
	TUN	0.101	0.094	0.094	0.089
	MAR	0.086	0.091	0.082	0.079
	FRA	0.121	0.120	0.111	0.100
	ITA	0.085	0.088	0.083	0.073
	VEN	0.15	0.14	0.15	0.13



Nous remarquons à travers ce tableau que l'Algérie Partage la 4ème place avec la France pour l'intensité énergétique primaire en 2014, parmi les pays étudiés. Le Venezuela obtient le plus mauvais score avec 0.13 kep/USD ppa 2010. Par contre, en observant l'évolution de cet indicateur, nous constatons que le taux Algérien est en croissance continue alors que tous les autres pays étudiés sont sur une tendance baissière comme le montre la courbe de la moyenne mondiale sur la figure sous-jacente.

[1] Calculé d'après les données de l'AIE

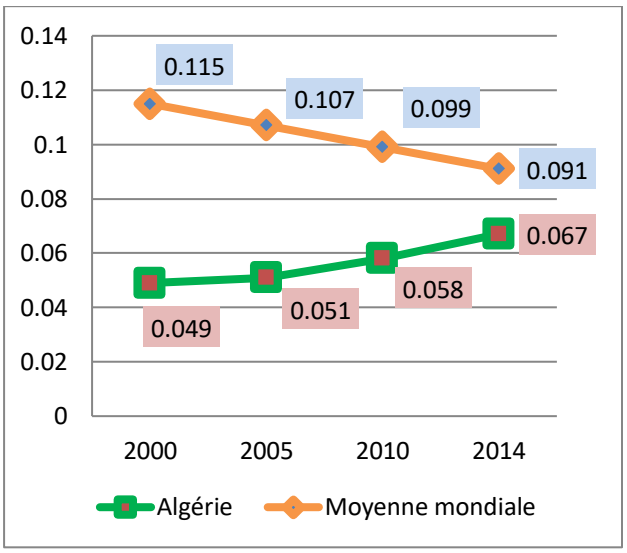
La hausse de l'intensité énergétique primaire en **Algérie**, à contre sens de la **tendance mondiale à la baisse** représente la première **faiblesse du système énergétique** Algérien qui consomme plus d'énergie pour produire une unité du PIB que ceux des pays voisins (Tunisie, Maroc, Italie).

1.2. L'intensité énergétique Finale (IEF)

Elle mesure la quantité d'énergie finale nécessaire à la production d'une unité du PIB et se calcule par le rapport entre la consommation finale et le PIB exprimé en parité de pouvoir d'achat.

Tableau 2: Intensité énergétique finale dans les pays étudiés entre 2000 et 2014 (en kep/USD ppa 2010)[2]

Année		2000	2005	2010	2014
Agrégat	Pays				
IEF	ALG	0.049	0.051	0.058	0.067
	TUN	0.076	0.076	0.067	0.064
	MAR	0.066	0.069	0.064	0.060
	FRA	0.078	0.074	0.068	0.060
	ITA	0.063	0.066	0.064	0.058
	VEN	0.095	0.103	0.104	0.087



Comme pour l'IEP, l'intensité énergétique finale en Algérie présente une courbe croissante à contre sens de la tendance mondiale qui est à la baisse. En 2014, l'Algérie occupe la 5ème place parmi les six pays étudiés ne devançant que le Venezuela qui ferme la marche comme pour l'IEP.

Le système énergétique Algérien a tendance à utiliser plus d'unité d'énergie finale pour produire une unité du PIB.

[2] Calculé d'après les données de l'AIE

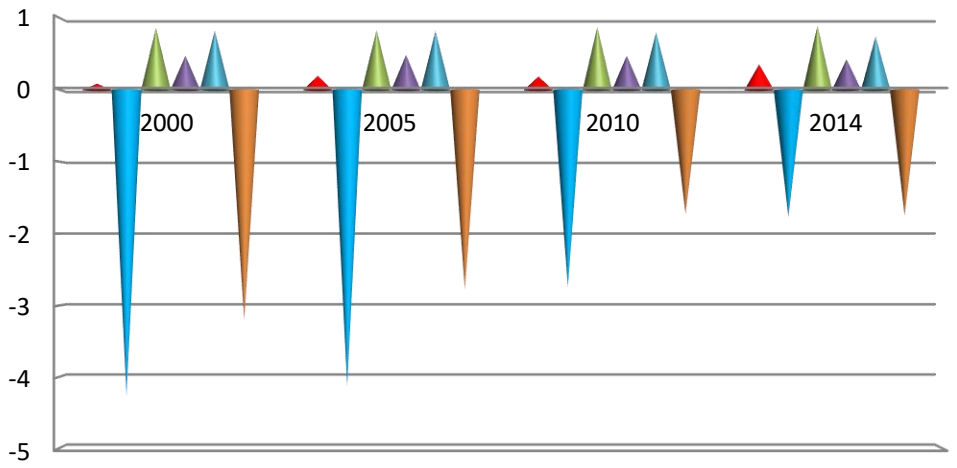
1.3.Le taux de dépendance énergétique

Ce taux mesure la proportion de couverture de la consommation énergétique nationale par la production nationale. Lorsqu'il est positif, il indique que le pays est dépendant de l'extérieur pour ses besoins énergétiques, en revanche, lorsqu'il est négatif, il indique que le pays en question est exportateur net.

Il est donné par la formule suivante :

$$TDE = 1 - \frac{\text{Production totale d'énergie primaire}}{\text{Consommation nationale brute}}$$

Figure 1: Taux de dépendance énergétique dans les pays étudiés entre 2000 et 2014[3]



	2000	2005	2010	2014
Tunisie	0.09	0.2	0.19	0.36
Algérie	-4.27	-4.14	-2.75	-1.77
Maroc	0.87	0.84	0.88	0.9
France	0.48	0.49	0.48	0.43
Italie	0.83	0.83	0.81	0.75
Venezuela	-3.21	-2.78	-1.73	-1.75

Vu qu'ils sont tout deux producteurs d'hydrocarbures, l'Algérie et le Venezuela possèdent un taux négatif signifiant que les deux pays sont exportateurs nets alors que les quatre autres pays présentent une dépendance énergétique positive.

[3] Calculé d'après les données de l'AIE

Le Maroc est le pays qui présente le taux le plus élevé avec 0.9 en 2014 ce qui signifie que le taux d'importation est de 90% de la consommation nationale.

L'évolution sur la période 2000-2014 nous apprend que la dépendance de l'Italie et celle de la France sont en baisse alors que celles du Maroc et de la Tunisie sont haussières. D'un autre coté, l'écart entre la production et la consommation nationales pour le Venezuela et surtout pour l'Algérie, est en baisse sur la période passant pour le cas de l'Algérie de -4.27 en 2000 à seulement -1.77 en 2014.

L'évolution de ce taux **confirme** ainsi les **projections** présentée au cours du chapitre quatre et selon lesquelles, **l'Algérie** pourrait devenir **importateur net** d'énergie dans les prochaines années.

1.4. Les indicateurs environnementaux

A ces indicateurs d'efficience énergétique macroéconomiques, s'ajoutent des indicateurs environnementaux parmi lesquels l'intensité en CO_2 et me taux de CO_2 par habitant

Les deux figures suivantes [4] résument l'évolution de ces deux indicateurs en Algérie, comparée à la moyenne mondiale :

Figure 3: Intensité en CO2 en Algérie et moyenne mondiale entre 2000 et 2014 (kCO2/USD ppa2005)

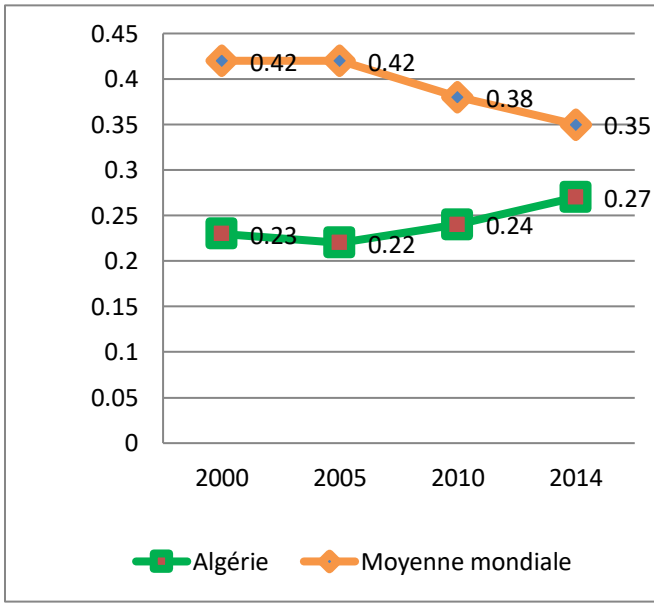
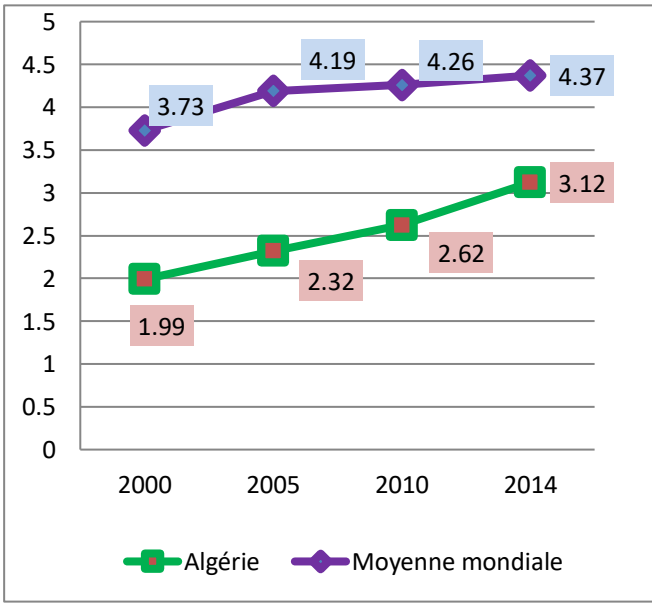


Figure 2: Emission de Co2 par habitant en Algérie et moyenne mondiale entre 2000 et 2014 (tCO2/habitant)



[4] Base de données ENERDATA (www.wec-indicators.enerdata.net)

Les émissions de CO_2 par habitant sont indiquées par le rapport entre les émissions totales de CO_2 et le nombre d'habitants. En Algérie, elles sont en nette progression sur la période, encore une fois à contre sens de la moyenne mondiale qui est elle en baisse.

L'intensité en CO_2 représente le rapport entre la quantité totale des émissions et le PIB. Elle est en courbe ascendante depuis 2005 en Algérie, progressant de plus de 22.5 % entre 2005 et 2014.

Ces deux indicateurs Montrent ainsi que **l'emprunte en CO_2** du pays est de plus en plus **grandissante**. Restant, toutefois très loin des émissions des pays industrialisés, ce paramètre doit être, à son tour, **maîtrisé** afin d'honorer les engagements environnementaux de l'Algérie.

2. Les indicateurs de transformation d'énergie

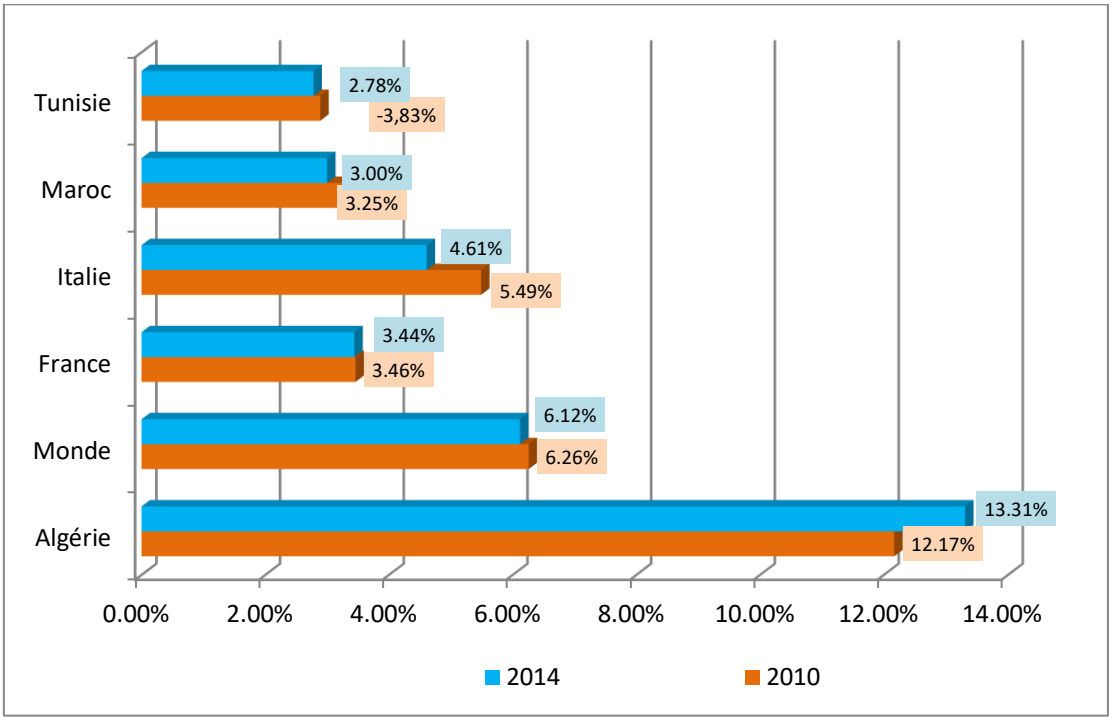
L'efficience de la transformation d'énergie est très importante dans le cadre de l'étude de la performance du système énergétique. Les activités qui y sont liées sont dans de nombreux cas un monopole public, ce qui rend l'intervention des autorités plus simple et directe afin d'améliorer le rendement de la transformation.

Dans le cadre du chapitre quatre, nous avions déjà abordé l'un des paramètres lié à cette activité. En l'occurrence les pertes de transformation. Nous avions conclu qu'elles étaient très importantes en Algérie comparée aux autres pays objets d'étude.

2.1. Consommation des industries énergétiques

Elle concerne la consommation de la chaine énergétique (infrastructures de transport, raffineries, centrales électriques, unités GNL et GPL…etc.)

Figure 4: Part de la consommation de l'industrie énergétique du total de la consommation nationale en 2010 et 2014[5]



La part de la consommation énergétique en Algérie est très supérieure à celles des autres pays et à la moyenne mondiale. Cette proportion est due au caractère de producteur de ce pays mais aussi à la faiblesse du rendement de ce secteur.

Notons également que la progression de cet indicateur est à la hausse en Algérie alors qu'il est en baisse dans les autres pays

2.2.Le ratio énergie finale en énergie primaire (RCEFEP)

Il s'exprime par le rapport entre la quantité d'énergie finale consommée et la quantité de la consommation nationale brut, multiplié par 100 afin de donner lieu à des pourcentages.

Cet indicateur mesure le degré d'efficience de l'activité de transformation d'énergie et plus le résultat est proche de 100%, plus la transformation est performante. Lorsque ce taux est très en dessous de 100%, cela signifie que l'économie en question consomme plus d'énergie primaire pour produire l'énergie finale qu'elle consomme.

Le tableau suivant résume l'évolution de ce taux dans les pays étudiés :

[5] Calculé d'après les données de l'AIE

Tableau 3: Ratio énergie finale énergie primaire dans les pays étudiés entre 2000 et 2014[6]

Année		2000	2005	2010	2014
Agrégat	Pays				
RCEFEP (%)	ALG	57.05	63.57	65.94	67.88
	TUN	75.46	80.55	72.23	72.17
	MAR	77.52	75.74	77.50	76.74
	FRA	64.79	62.24	61.78	60.00
	ITA	75.11	75.81	76.98	79.42
	VEN	64.23	72.44	67.77	65.15

Pour cet indicateur, l'évolution du taux Algérien est positive puisqu'il passe de 57% en 2000 à 67.88 % en 2014. Cela dit, ce taux reste bien inférieur à celui des voisins Tunisien, Marocain ou encore Italien.

Ceci veut dire que l'Algérie utilise plus de 32% de son énergie primaire disponible pour produire l'énergie dérivée qu'elle consomme.

L'activité de transformation d'énergie en Algérie, malgré **l'amélioration** de son rendement durant la période 2000-2014, présente **toujours des faiblesses** relativement aux autres pays étudiés

2.3. L'efficience de la production d'électricité (EPE)

Elle se mesure par le rapport entre la quantité totale de production électrique et la quantité d'inputs (énergie primaire injectée dans les différents types de centrales électriques). Les données sont généralement en Mtep et le résultat est multiplié par 100 afin d'obtenir un pourcentage.

Il indique le rendement général de la production d'électricité dans les centrales électriques tous types confondus.

[6] Calculé d'après les données de l'AIE

Tableau 4: Taux d'efficience de la production électrique entre 2000 et 2014 dans les pays étudiés[7]

Année		2000	2005	2010	2014
Agrégat	Pays				
EPE (%)	ALG	35.5	35.6	39.1	43.6
	TUN	36.8	43.1	41.7	42.0
	MAR	37.5	37.5	41.2	42.3
	FRA	36.4	35.2	35.7	36.9
	ITA	47.9	44.7	47.3	51.0
	Monde	38.9	38.8	40.4	41.5

Le rendement des centrales électriques en Algérie est en progression durant la période (2000-2014) passant de 35.5% à 43.6%. En 2014, il se situe en dessus de la moyenne mondiale et reste proche des niveaux Marocain et Tunisien.

L'efficience de production électrique est bien supérieure en Italie, se situant à 51% en 2014 tandis qu'en France, le taux est très inférieur à la moyenne mondiale ce qui est essentiellement du à la spécificité du système énergétique dans ce pays faisant majoritairement appel à l'énergie nucléaire.

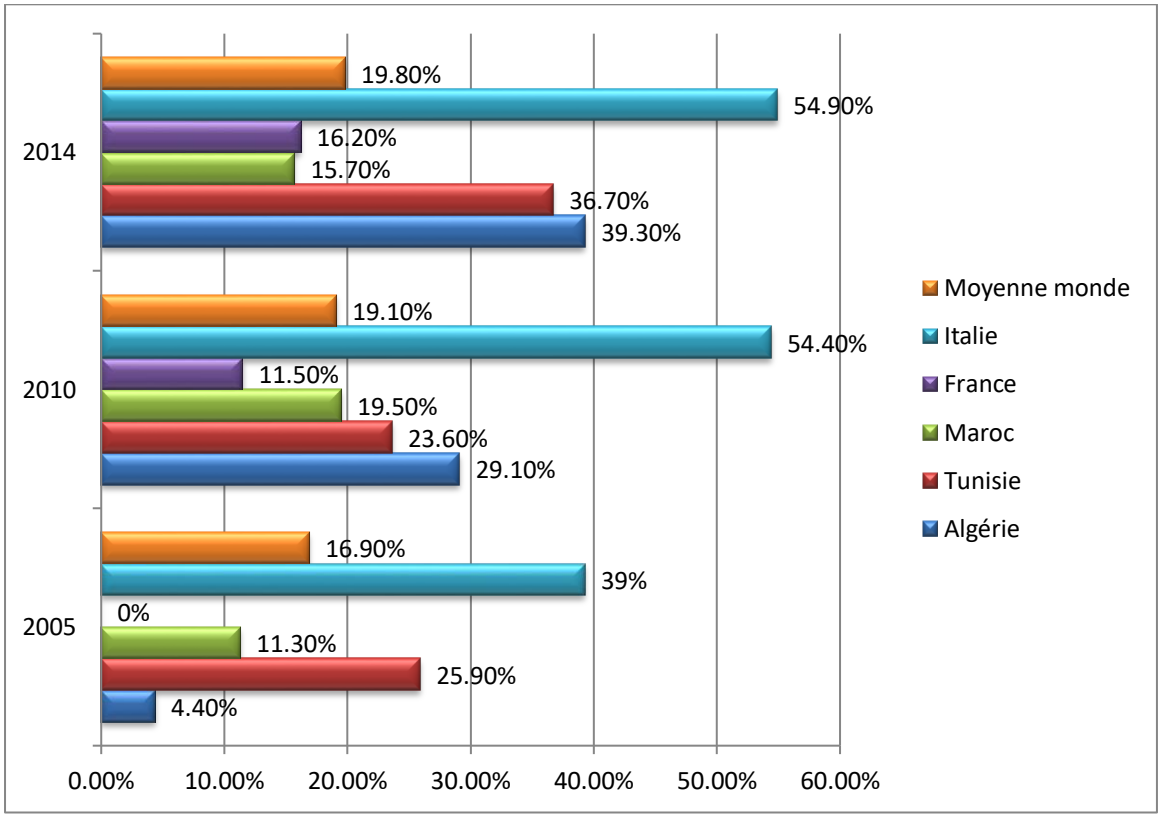
Les nouvelles technologies permettent d'atteindre de meilleurs rendements tout en améliorant les performances environnementales de la centrale électrique.

Il s'agit notamment du principe des centrales à cycle combiné de turbine à gaz (CCGT) qui produisent de l'électricité en combinant deux types de production (turbine à combustion et turbine à vapeur). Le pourcentage d'installation de ce genre de centrales dans le total des centrales électriques thermique installée représente donc un indicateur d'efficience de la production électrique.

La figure sur la page suivante présente l'évolution de ce paramètre dans les pays étudiés :

[7]Op.Cit Base de données ENERDATA (www.wec-indicators.enerdata.net)

Figure 5: Pourcentage des centrales à cycle combiné dans le total des centrales électriques thermiques installées dans les pays étudiés entre 2005 et 2014[8]



La lecture conjointe du tableau 4 et de la figure 4 indique que les pays possédant les pourcentages les plus élevés pour les CCGT (Italie et Algérie) sont ceux qui disposent des rendements de production électrique les plus élevés.

La conversion des centrales électriques thermiques en **centrale à cycle combiné** engendre donc **l'amélioration du rendement** de ces centrales. La proportion de ces dernières du total de la production installée **influence l'efficience de la production électrique.**

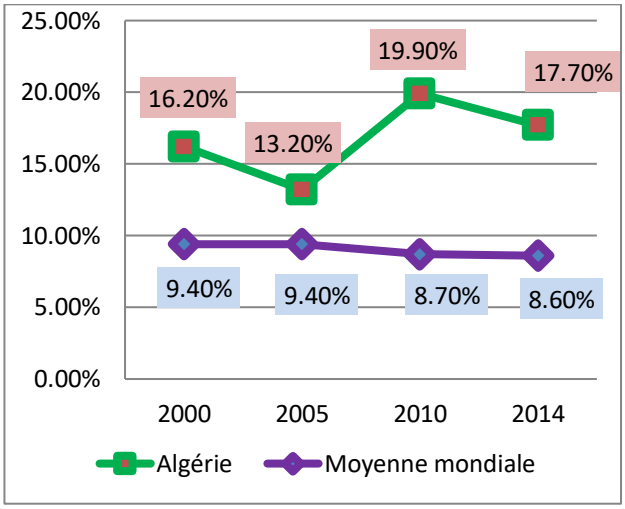
2.4. La proportion des pertes de transport et de distribution

La proportion des pertes de distribution et de transport d'électricité représente un indicateur important de l'efficience de la branche transformation qui mesure les pertes liées au transport de l'électricité et celles relatives à sa distribution (énergie perdue dans les canaux de transports et celle, consommée et non répertoriée y compris la fraude).

[8] Op.Cit Base de données ENERDATA (www.wec-indicators.enerdata.net)

Tableau 5: Evolution du taux de pertes de transport et de distribution dans les pays étudiés entre 2000 et 2014[9]

Année		2000	2005	2010	2014
Agrégat	Pays				
Pertes de transport et de distribution %	ALG	16.2	13.2	19.9	17.7
	TUN	11.1	14.2	11.8	15.4
	MAR	7.5	6.3	10.3	13.7
	FRA	6.9	6.7	7.0	7.6
	ITA	6.4	6.2	6.2	6.7
	Monde	9.4	9.4	8.7	8.6



Nous pouvons voir à travers ce tableau, que le taux de pertes en Algérie est le plus élevé parmi les pays étudiés, avoisinant les 18% en 2014 alors qu'il ne dépasse pas les 6.7% en Italie.

Ce taux très élevé comparé à la moyenne mondiale témoigne de la non-performance du réseau de distribution électrique en Algérie et constitue l'une des faiblesses du système énergétique du pays.

L'évolution de ce taux est à la hausse durant la période étudiée ce qui renseigne sur la dégradation du réseau de distribution qui perd de son efficacité autant en Algérie que dans ses deux pays voisins d'Afrique du Nord.

Nous pouvons donc dire que les **pertes de transport et distribution très élevées** en Algérie, représente un facteur expliquant **la faiblesse de la performance** du système énergétique nationale

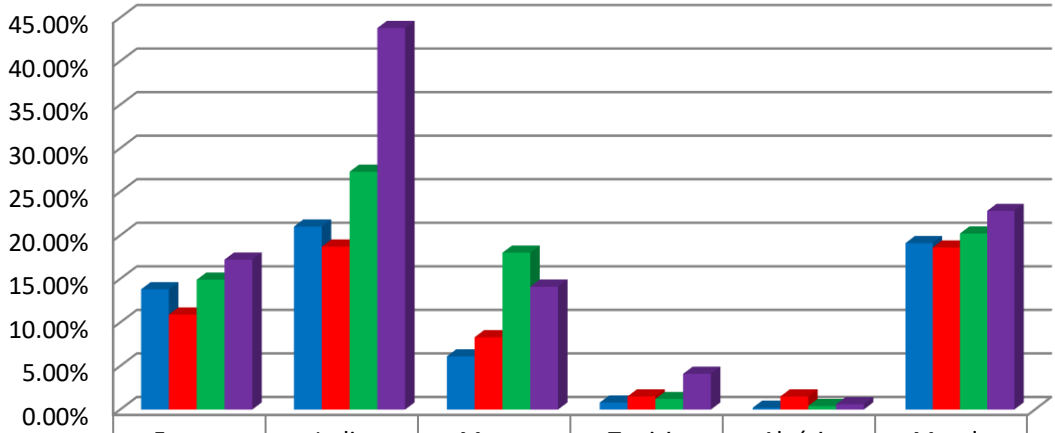
2.5. Part du renouvelable dans la production électrique

Cet indicateur représente à la fois un indicateur d'efficience énergétique puisque la production d'électricité à base d'énergie solaire ou du vent permet d'économie de l'énergie primaire qui aurait servie à la production conventionnelle de cette électricité, et un facteur de performance environnementale puisque la part du renouvelable utilisée dans la production d'électricité contribue à la baisse des émissions de gaz à effet de serre.

[9] Op.Cit Base de données ENERDATA (www.wec-indicators.enerdata.net)

La figure suivante retrace l'évolution de cet indicateur dans les pays étudiés

Figure 6: Part du renouvelable dans la production d'électricité dans les pays étudiés[10]



	France	Italie	Maroc	Tunisie	Algérie	Monde
2000	13.80%	21%	6.10%	0.80%	0.20%	19.10%
2005	10.90%	18.70%	8.30%	1.50%	1.50%	18.60%
2010	14.90%	27.30%	18.00%	1.20%	0.40%	20.20%
2014	17.20%	43.80%	14.10%	4.10%	0.60%	22.80%

Il est à souligner que les chiffres présentés couvrent l'hydroélectricité produite dans les pays étudiés.

La part du renouvelable en Algérie est la plus faible parmi les pays étudiés elle est très loin de la moyenne mondiale qui est de près de 23% en 2014.

Observant l'évolution de cet indicateur, nous remarquons que tous les autres pays on réalisé des progrès en la matière mis à part l'Algérie pour qui le taux est resté inférieur à 01%.

L'Italie, pour sa part réalise une très bonne avancée en doublant sa part du renouvelable dans la production électrique passant de 21% en l'an 2000 à plus de 43% en 2014.

Cette diffusion **quasi-nulle** du renouvelable et ce, malgré les **grandes potentialités** que présente le pays, notamment pour l'exploitation de **l'énergie solaire**, représente une **faiblesse du système énergétique en Algérie**.

Nous allons à présent dans ce qui suit nous intéresser à la consommation finale par secteur d'activité (Ménages, industrie, transport, tertiaire).

[10] Op.Cit Base de données ENERDATA (www.wec-indicators.enerdata.net)

Pour des raisons d'indisponibilité des statistiques, nous n'allons pas pouvoir développer les indicateurs spécifiques de la consommation au sein des secteurs à l'exemple de la consommation dédiée à l'électroménager dans le secteur résidentiel.

Ce genre d'indicateur nécessite le recours à des statistiques qui ne sont disponibles en Algérie que lors des recensements généraux effectués tout les dix ans.

3. Les indicateurs du secteur résidentiel

3.1. La consommation énergétique spécifique des ménages (CESM)

Un ménage est défini au sens statistique comme : « ***l'ensemble des occupants d'un même logement sans que ces personnes soient nécessairement unies par des liens de parenté (en cas de cohabitation, par exemple). Un ménage peut être composé d'une seule personne.*** »[11]

La consommation énergétique des ménages mesure le nombre d'unités énergétiques consommées par un ménage. Elle indique la consommation énergétique moyenne d'un ménage. On l'obtient par le rapport entre la consommation finale du secteur résidentiel et le nombre total des ménages.

En l'absence de statistiques directes pour cet indicateur, nous l'avons calculé sur la base des statistiques démographiques nationales comme suit :

Algérie : Estimation du nombre de ménage sur la base du nombre de logements selon l'hypothèse d'une moyenne d'un logement par ménage ce qui donne l'estimation suivante : nombre de ménages= nombre de logements.

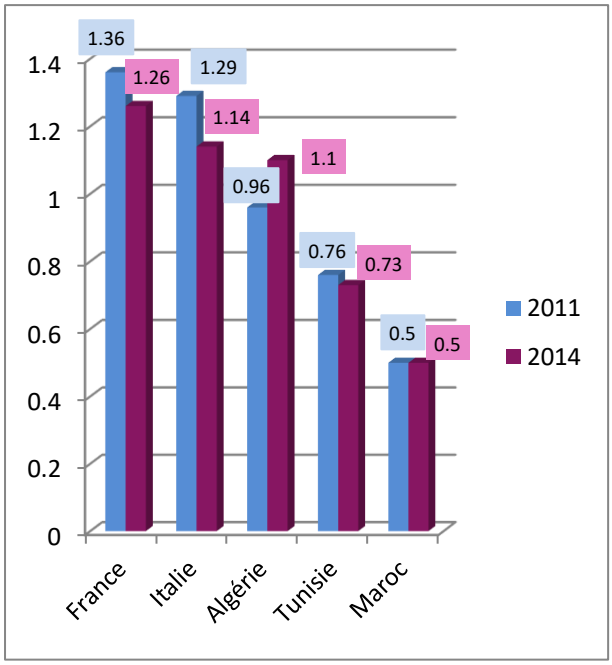
Tunisie : Institut national tunisien de la statistique :
http://www.ins.tn/fr/themes/m%C3%A9nages-et-conditions-de-vie
Maroc : Haut commissariat au plan au Maroc :
http://www.hcp.ma/Evolution-du-nombre-de-menages-en-milliers-par-milieu-de-residence-1960-2050_a707.html
France et Italie : Base de donnée EUROSTAT :
http://appsso.eurostat.ec.europa.eu/nui/show.do?dataset=lfst_hhnhtych&lang=fr
Une fois les statistiques relatives au nombre de ménages établies, nous les avons rapportées à la consommation énergétique du secteur résidentiel, fournie par l'Agence internationale de l'énergie.

[11] https://www.insee.fr/fr/metadonnees/definition/c1879

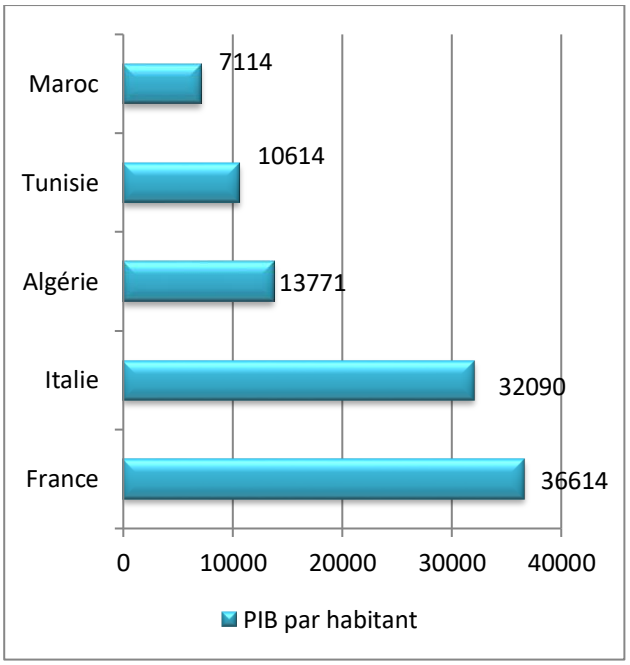
Les résultats obtenus résumés par la figure suivante Nous indiquent que la consommation moyenne par ménage en Algérie occupe la troisième place parmi les pays étudiés, très supérieure à celle de la Tunisie et surtout celle du Maroc.

Quand à l'évolution de cet indicateur, nous remarquons que l'Algérie est le seul pays parmi ceux présentés, dont la consommation moyenne est en croissance sur la période étudiée. Cela veut dire que les ménages en Algérie en tendance à consommer plus d'énergie sur la période alors que ceux des autres pays ont consommé moins en 2014 par rapport à 2011.

Figure 7: Consommation énergétique par ménage en 2011 et 2014 (Tep/ménage)



PIB par habitant reproduit à partir de la figure 18 du chapitre quatre



Comme nous l'avons démontré lors du titre 3.5 du chapitre quatre, le niveau de vie de la population est corrélé avec son niveau de consommation énergétique.

L'analyse conjuguée de la figure 6 avec le PIB par habitant des pays étudiés, repris du chapitre quatre, nous montre que les écarts entre les PIB/h des différents pays correspondent plus ou moins aux écarts de la CESM.

Hors, nous remarquons que pour l'Algérie, ces écarts ne sont pas cohérents. A titre d'exemple, le PIB/h en Algérie pour l'année 2014 représente 42.9% de celui de l'Italie, quand à sa CESM, elle correspond à 96.5% de celle de l'Italie.

En revanche, si l'on fait la même chose entre l'Italie et la France nous trouvons que le PIB/h italien représente 87.7% de celui de la France, sa CESM correspond à 90% de celle de la France. Même chose si l'on compare le Maroc et la Tunisie : le PIB/habitant marocain représente 67% de celui de la Tunisie et sa CESM représente 68% de celle Tunisienne.

Le niveau élevé de cet indicateur et son évolution à la hausse en Algérie est le fruit de plusieurs facteurs parmi lesquels :

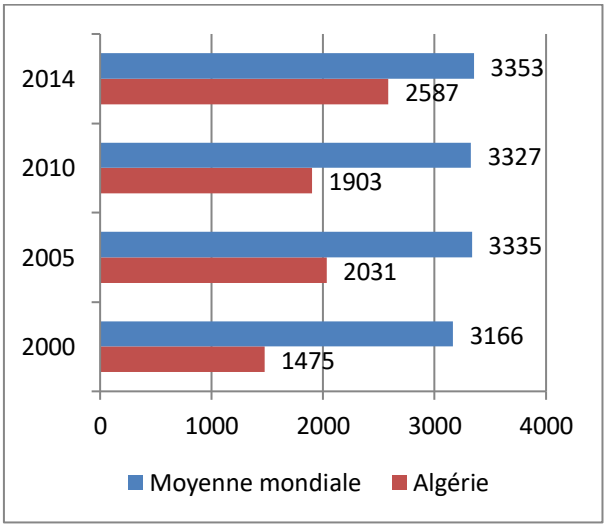
Le niveau très faible des prix de l'énergie en Algérie ce qui permet aux ménages d'avoir une contrainte budgétaire plus haute. Le niveau de sobriété énergétique des ménages en Algérie est ainsi affecté par ces niveaux bas des prix. A cela s'ajoute le rendement faible des systèmes énergétiques de ce secteur (notamment le non recours à l'isolation thermique des logements).

3.2.La consommation électrique spécifique des ménages

Il représente la consommation spécifique moyenne d'électricité par ménage sur une année, il est exprimé en kwh/ménage.

Tableau 6: Consommation élctrique par ménage dans les pays étudiés entre 2000 et 2014[12]

Année		2000	2005	2010	2014
Agrégat	Pays				
Conso. spécifique d'électricité par ménage (kwh/mén)	ALG	1475	2031	1903	2587
	TUN	1159	1317	1472	1584
	MAR	1225	1171	1368	1651
	FRA	5178	5202	5793	5036
	ITA	2750	2842	2767	2432
	Monde	3166	3335	3327	3353



La même tendance à la hausse est constatée pour ce qui est de la consommation électrique par ménage en Algérie qui passe de 1475 kwh/m en 2000 à 2587 kwh/m en 2014 soit plus de 75% d'augmentation sur la période. En 2014, l'Algérie devance l'Italie pour cet indicateur malgré la différence très grande en termes de niveau de vie entre les 2 pays.

[12] Op.Cit Base de données ENERDATA (www.wec-indicators.enerdata.net)

3.3.La surface installée des chauffe-eau solaires

Cet indicateur est également appelé le ratio de la diffusion des chauffe-eau solaires (RDCES). Il mesure la surface totale installée de capteurs solaires thermique à usage du chauffage de l'eau domestique par 1000 habitants.

Les données disponibles par rapport à ce facteur indiquent que la proportion en Algérie tend vers zéro. En d'autres termes, la diffusion de ces chauffe-eau solaire est nulle en Algérie tandis que dans les autres pays, les proportions sont les suivantes :

Tableau 7 Surface installée de chauffe eau solaires entre 2010 et 2014 (m2/1000habitants)[13]

Année	2010	2011	2012	2013	2014
Algérie	0	0	0	0	0
Tunisie	46.4	52.5	59.1	64.8	70.4
Maroc	10.8	10.6	11.7	12.6	n.d
France	32.3	33.7	36.8	39.1	41.7
Italie	42.2	51.7	57.1	58.4	61.6
Monde	40.8	48.4	63.9	71.7	80.9

Cet indicateur est considéré comme **un indicateur d'efficience énergétique** en milieu domestique puisqu'il permet au ménage de faire des économies d'énergie en valeur absolue (l'utilisation de l'énergie solaire pour chauffer l'eau permet de diminuer en absolu la consommation d'énergie du ménage puisque l'énergie utilisée ne sera pas comptabilisée dans la facture de consommation).

3.4.L'intensité en CO_2 des ménages

Il mesure la quantité moyenne de dioxyde de carbone émise par ménage et par an dans un pays. C'est un indicateur environnemental qui mesure l'emprunte en CO_2 des ménages dans un pays.

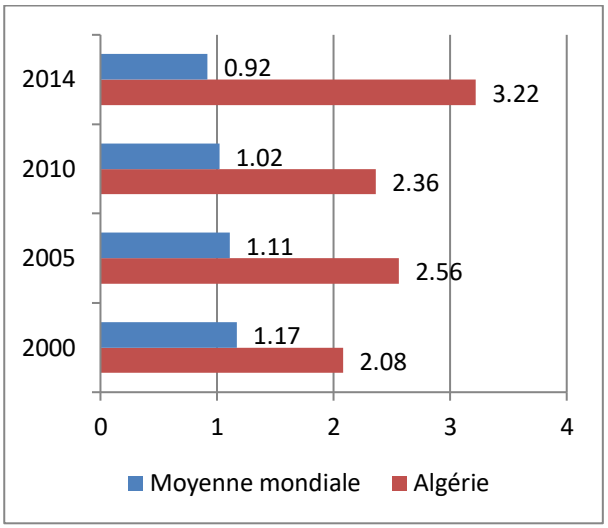
Il se calcule par le rapport entre la quantité totale de CO_2 dégagée par le secteur des ménages, et le nombre total de ménages dans un pays donné.

Les résultats sont donnés par le tableau sur la page suivante :

[13] IDEM

Tableau 8: Intensité en CO_2 par ménage dans les pays étudiés entre 2000 et 2014[14]

Année		2000	2005	2010	2014
Agrégat	Pays				
Intensité en CO_2 (tco_2/ménage)	ALG	2.08	2.56	2.36	3.22
	TUN	0.77	0.82	0.64	0.65
	MAR	0.46	0.47	0.58	0.65
	FRA	2.51	2.55	2.77	1.46
	ITA	2.3	2.47	2.11	1.54
	Monde	1.17	1.11	1.02	0.92



Les **émissions** de **dioxyde de carbone** du ménage Algérien sont **très supérieures** à la moyenne mondiale ce qui indique que **l'emprunte CO_2** des ménages Algériens est **très importante** et doit être maîtrisée pour respecter les engagements internationaux du pays, en matière de protection de l'environnement.

Les indicateurs d'efficience énergétique du secteur des ménages nous fournissent les renseignements suivants concernant l'Algérie :

La consommation moyenne par ménage est **très élevée** compte tenu du niveau de vie des habitants et en comparaison avec les pays étudiés et son **évolution est croissante** contrairement à la tendance dans les autres pays. Cela suggère un **rendement faible** du système énergétique du secteur, doublé d'un **niveau de sobriété bas** des résidents.

4. Les indicateurs du secteur des transports

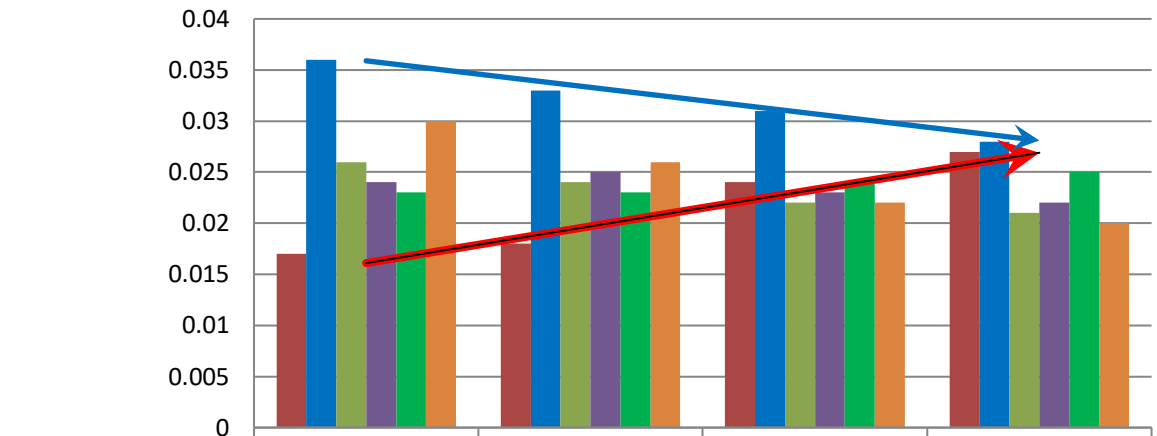
Le secteur des transports est le secteur le plus gourmand en énergie en Algérie avec plus de 40% de la consommation finale pour l'année 2014.

4.1.L'intensité énergétique finale du secteur des transports (IEF-Tr)

Elle se mesure par le rapport entre la consommation énergétique du secteur et sa valeur ajoutée en valeur monétaire. Elle indique le nombre d'unités d'énergie nécessaire au secteur pour la production d'une unité de valeur ajoutée.

[14] Op.Cit Base de données ENERDATA (www.wec-indicators.enerdata.net)

Figure 8: Intensité énergétique finale du secteur transports dans les pays étudiés en Kep/$2005ppa)[15]



	2000	2005	2010	2014
Algérie	0.017	0.018	0.024	0.027
Moyenne mondiale	0.036	0.033	0.031	0.028
France	0.026	0.024	0.022	0.021
Italie	0.024	0.025	0.023	0.022
Maroc	0.023	0.023	0.024	0.025
Tunisie	0.03	0.026	0.022	0.02

L'intensité énergétique des transports en Algérie est la plus élevée du groupe en 2014 alors qu'elle était la plus basse du groupe en 2000. La Tunisie, pour sa part emprunte le chemin inverse passant du taux le plus mauvais en 2000 au taux le plus bas du groupe en 2014.

La moyenne mondiale est sur une tendance baissière alors que celle de l'Algérie progresse de plus de 58% sur la période (2000-2014). En d'autres termes, le secteur des transports en Algérie emploie 58% de plus d'énergie pour produire une unité de valeur ajoutée en 2014 qu'il n'en fallait en l'année 2000.

Etant donné que le transport routier consomme la quasi-totalité de la consommation de ce secteur, nous allons nous pencher sur un autre indicateur appelé le taux de motorisation :

4.2.Le taux de motorisation TM

Il mesure le nombre de véhicules pour 1000 habitants dans un pays. On l'obtient par le rapport entre le nombre de véhicules et la population totale, puis on multiplie par 1000.

[15] Op.Cit Base de données ENERDATA (www.wec-indicators.enerdata.net)

Pour construire cet indicateur, nous avons commencé par recueillir les données relatives au parc automobile dans chacun des pays, que nous avons par la suite rapporter au nombre d'habitants selon les sources présentées sur la page suivante :

Algérie : Office nationale des statistiques
Tunisie : Ministère tunisien des transports : http://www.transport.tn/fr/terrestre/statistique
Maroc : Ministère marocain de l'équipement :
http://www.equipement.gov.ma/routier/Chiffres-cles/Pages/Transport-routier-en-chiffres.aspx
France et Italie : Base de données EUROSTAT :
http://appsso.eurostat.ec.europa.eu/nui/show.do?dataset=tran_r_vehst&lang=fr
Populations : Base de données de L'AIE.

Tableau 9: Taux de motorisation dans les pays étudiés entre 2011 et 2014

Année		2011	2012	2013	2014
Agrégat	Pays				
Taux de Motorisation (véhicule/ 1000 habitants)	ALG	123.9	128.5	134.2	139.4
	TUN	145.2	151.7	157.6	164.4
	MAR	90.8	94.7	98.2	101.3
	FRA	609.7	610.8	609.3	602.1
	ITA	700.0	695.7	689.3	689.7

Malgré un taux de motorisation faible, le transport routier en Algérie consomme une part très importante du totale de la consommation finale en Algérie (35.3% pour l'année 2014).

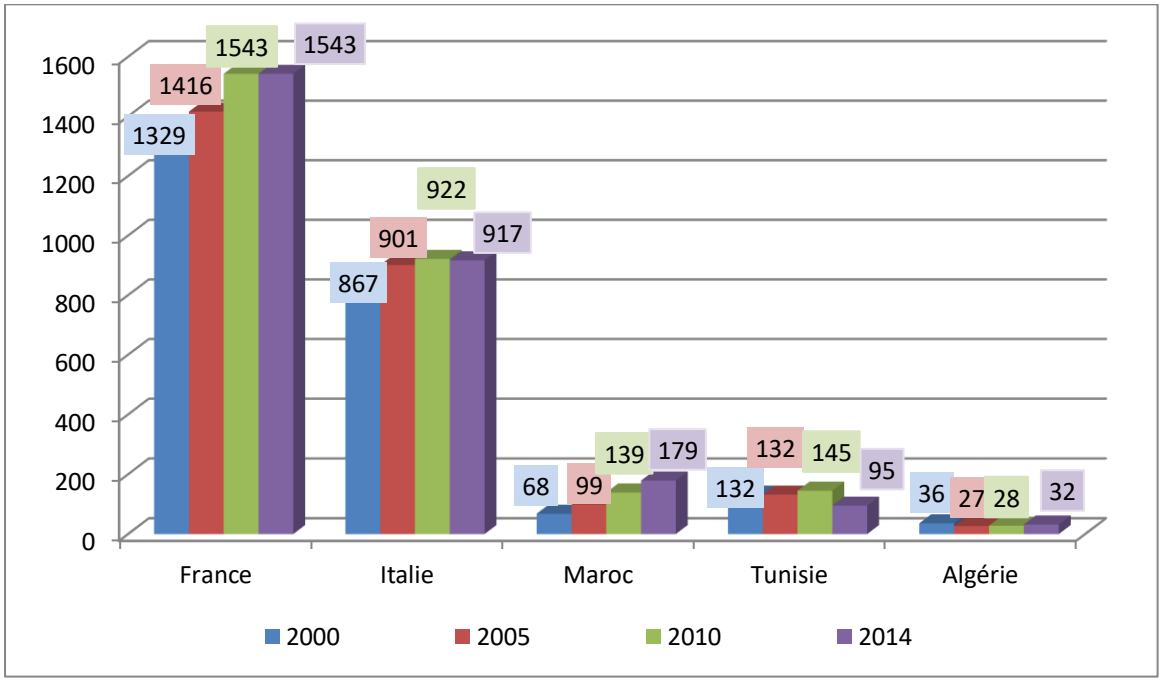
Le rendement énergétique du **transport routier** est donc **très faible** étant donné **l'intensité énergétique très élevée** du secteur doublée d'un **faible taux de motorisation**.

Cette situation est essentiellement due à la **faiblesse des prix des produits pétroliers** en Algérie, au caractère prépondérant du transport routier étant donné le **manque d'infrastructures** et de matériels **ferroviaires, maritimes et aériennes** dans le pays.

Voici dans la figure sur la page suivante, l'évolution du nombre de kilomètres-passagers par habitant pour le transport ferroviaire dans les pays étudiés :

4.3.L nombre de kilomètres-passagers du rail

Figure 9: Nombre de kilomètres passagers du transport ferroviaire dans les pays étudiés (km-passgers/ habitant)[16]



L'Algérie présente le taux le plus faible parmi les pays étudiés alors qu'en termes de surface globale, c'est le pays le plus vaste des cinq pays.

Cette proportion très faible du transport ferroviaire contribue elle aussi, à la croissance de la consommation du secteur du transport routier et par ricochet la consommation nationale.

On peut donc dire que le **faible développement** du transport **ferroviaire** en Algérie, constitue l'une des **faiblesses** de son système énergétique et **contribue** à la croissance de sa **consommation nationale d'énergie.**

4.4.L'intensité en CO_2 du secteur des transports

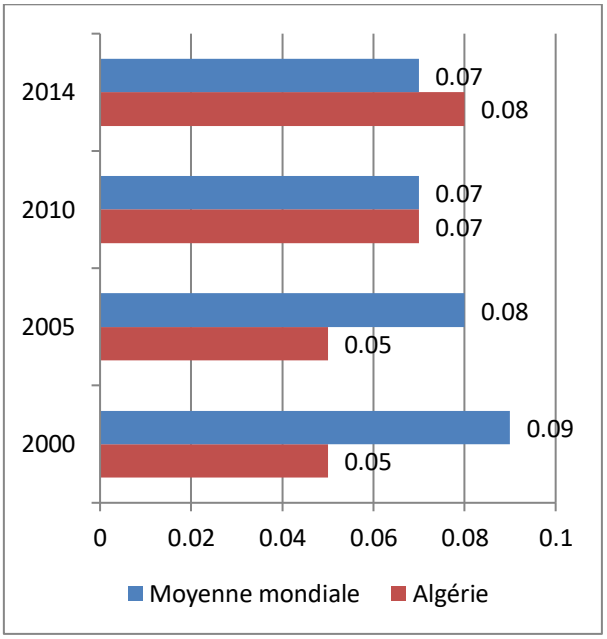
Cet indicateur environnemental mesure le nombre d'unités de dioxyde de carbone émises par la production d'une unité monétaire par le secteur des transports. Il est calculé par le rapport entre la quantité totale de CO_2 dégagée par les transports et la valeur ajoutée de ce secteur exprimée en PPA.

Le tableau sur la page suivante nous indique l'évolution de ce taux pour les pays étudiés durant la période (2000-2014)

[16] Op.Cit Base de données ENERDATA (www.wec-indicators.enerdata.net)

Tableau 10Intensité en CO2 du secteur des transports dans les pays étudiés entre 2000 et 2014[17]

Année		2000	2005	2010	2014
Agrégat	Pays				
Intensité en CO_2 (tco_2/ ppa USD 2005)	ALG	0.05	0.05	0.07	0.08
	TUN	0.09	0.08	0.07	0.06
	MAR	0.07	0.07	0.07	0.07
	FRA	0.08	0.07	0.06	0.06
	ITA	0.07	0.07	0.06	0.06
	Monde	0.09	0.08	0.07	0.07



Comme pour le secteur résidentiel, l'Algérie présente pour l'année 2014 l'emprunte en CO2 la plus élevée concernant le secteur des transports, avec une évolution croissante sur la période étudiée tandis que celles des autres pays sont à la baisse entre 2000 et 2014.

La part du transport routier du total de ce secteur, étant largement majoritaire, indique que des efforts doivent être mis en œuvre pou inverser la tendance haussière de l'emprunte carbone de ce type de transports.

Les moyens de transport en commun doivent être privilégiés et promus notamment ceux qui se caractérisent par une faible émission en gaz à effet de serre afin de maîtriser ces dernières et honorer les engagements environnementaux du pays exprimés par les INDC chaque année.

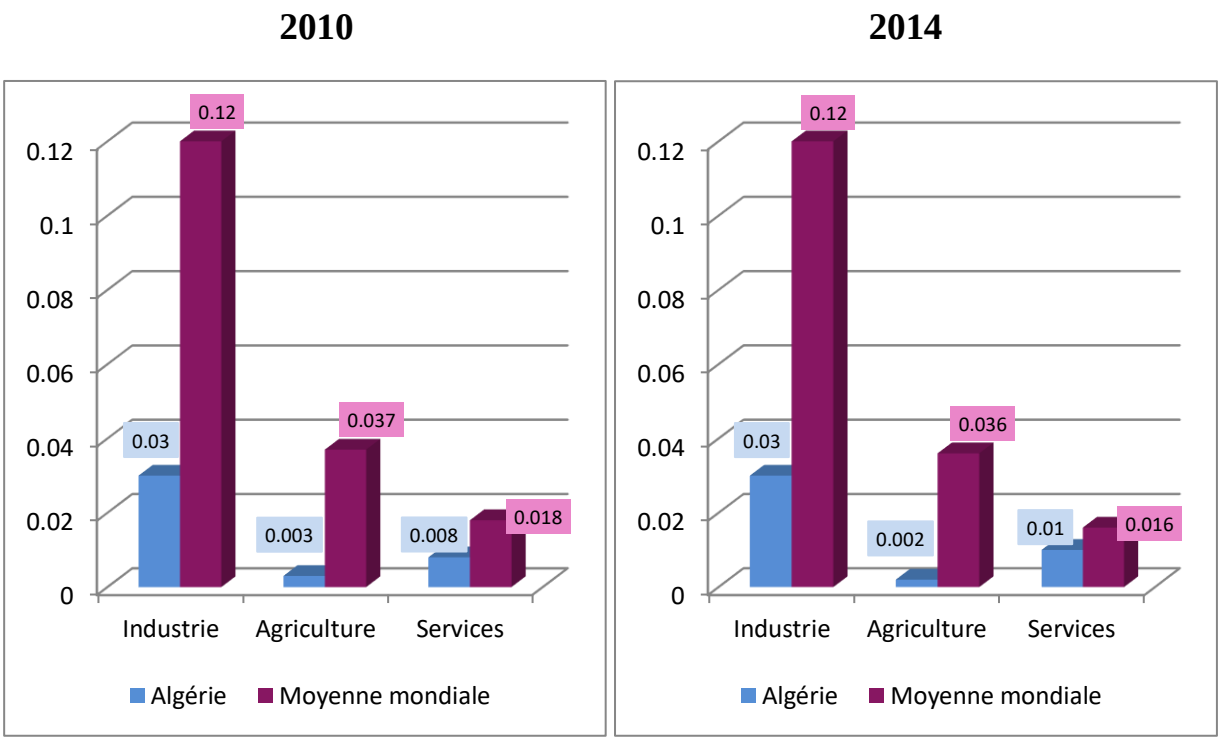
5. Industrie, services et agriculture

Etant donné les parts très faibles de ces secteurs dans le total de la consommation nationale en Algérie, et du fait de l'absence de statistiques détaillées, nous avons choisit de les regrouper dans un seul titre.

La figure sur la page suivante présente l'intensité énergétique pour chacun de ces secteurs pour les années 2010 et 2014 :

[17] Op.Cit Base de données ENERDATA (www.wec-indicators.enerdata.net)

Figure 10 : Intensité énergétique finale du secteur industriel, agricole et des services en Algérie comparée à la moyenne mondiale (ktep/usd2005ppa)[18]



Comme nous pouvons le voir, les niveaux d'intensité énergétique pour ces secteurs sont très bas par rapport à la moyenne mondiale, ce qui pourrait laisser croire que la performance énergétique de ces secteurs est plus grande. Mais réellement, ces taux bas sont dus à la faiblesse de l'activité de ces secteurs (industrie et agriculture) comparée à celles des autres pays.

Notons toutefois que l'intensité énergétique du secteur des services croît entre 2010 et 2014 pour se rapprocher de la moyenne mondiale qui est, elle, en baisse sur la période.

[18] Op.Cit Base de données ENERDATA (www.wec-indicators.enerdata.net)

Conclusion

Ce chapitre a été consacré à l'application des indicateurs d'efficience énergétique au système énergétique Algérien tout en le comparant à ceux d'autres pays.

Les résultats de cette analyse comparative nous indiquent les enseignements suivants :

Sur le plan Macroéconomique, l'intensité énergétique primaire et l'intensité énergétique finale de l'Algérie, étant en hausse continue, à contre sens de la tendance mondiale à la baisse, nous renseignent de la faiblesse du rendement du système énergétique et la non exploitation du gisement d'efficience énergétique. Le taux de dépendance énergétique bien qu'étant toujours négatif, se rapproche de plus en plus du seuil de 0 confirmant ainsi les projections selon lesquelles le pays pourrait devenir importateur net à l'horizon 2025. Par ailleurs, l'intensité en CO2qui progresse indique que l'emprunte environnementale du pays est grandissante.

S'agissant de la transformation, le rendement de l'Algérie est en amélioration, ce qui a été permis notamment par l'amélioration du rendement des centrales électriques avec l'introduction de la technologie du cycle combiné à partir de 2005. En revanche, cette amélioration est aliénée par des pertes de transformations très élevées, mais aussi par des pertes de transport et de distribution très importante. En outre, la diffusion quasi-nulle des énergies renouvelables dans le pays, en contradiction avec l'important potentiel qu'elles présentent, témoigne d'un manque à gagner très significatif pour le système énergétique national.

Pour ce qui est du secteur résidentiel, les indicateurs nous apprennent que la consommation moyenne par ménage est très élevée compte tenu du niveau de vie des habitants. Sa tendance à la hausse contrairement à la tendance mondiale à la baisse suggère une détérioration du rendement énergétique mais surtout de la sobriété énergétique des ménages. Ceci est notamment dû aux prix de l'énergie qui sont très bas en Algérie en comparaison avec la moyenne mondiale.

Le secteur des transports, pour sa part, nous apprend que le routier prend la part du lion du total de la consommation énergétique du secteur, malgré un taux de motorisation faible, ce type de transport présente une intensité énergétique très élevée et donc un rendement très faible. Ceci est essentiellement dû à la faiblesse des prix du carburant doublée

de la part très marginale qu'occupent les autres moyens de transports du total consommé par ce secteur, ce qui est causé par une infrastructure rudimentaire et des moyens très faibles concernant le ferroviaire, le maritime et l'aérien.

Enfin, les autres secteurs étudiés communément (industrie, agriculture et services) présentent des intensités énergétiques assez basses ce qui est la conséquence de l'activité très faible qui les caractérise. Toutefois, une progression à la hausse de l'intensité énergétique des service a été constatée sur la période étudiée).

Conclusion de la partie deux

Nous avons pu, à travers l'étude empirique contenue dans cette partie, répondre aux questionnements posés et mettre en évidence la confirmation des hypothèses dressées.

D'abord, nous avons constaté, à travers l'application des indicateurs d'efficience énergétique, la pertinence de ces derniers dans l'étude structurelle et comparative de l'ensemble des paramètres liés au système énergétique d'un pays. En effet, ces instruments offrent la possibilité d'avoir une visibilité sur l'évolution de tous les paramètres énergétiques : production, transformation, échanges, consommation et même émission de gaz à effet de serre. En d'autres termes, La construction d'indicateurs d'efficience énergétique permet d'avoir un tableau de bord à temps réel du secteur énergétique et chaque indicateur représente un voyant lumineux qui permet d'opérer des politiques énergétiques ciblées et efficaces en vue de l'amélioration de la performance. D'autre part, la possible harmonisation internationale de ces indicateurs permet d'opérer des benchmarks et s'inspirer des meilleurs procédés utilisés.

C'est justement à travers la comparaison des indicateurs nationaux avec ceux d'autres pays que nous avons pu cibler les faiblesses des différents secteurs qui nous ont apparues à travers les écarts entres les différentes performances :

1- L'évolution croisée de la production (en baisse) et de la consommation (en forte hausse) met en exergue un ensemble de conséquences :

-D'abord, il en résulte la baisse des exportations énergétiques et la hausse des importations des énergies dérivées, ce qui contribue à la dégradation de la situation financière extérieure du pays : le taux de dépendance énergétique, toujours négatif, mais en tendance haussière, confirme les projections selon lesquelles le pays serait importateur net d'énergie à l'horizon 2025.

-Ensuite, la faiblesse des prix de l'énergie en Algérie et le montant des subventions énergétiques rendent la facture énergétique plus lourde chaque année, ceci étant conjugué avec la baisse des prix du pétrole, contribue à l'aggravation du déficit public de l'Etat.

2- le niveau très élevé du taux de croissance de la consommation énergétique, étant très supérieur à celui du PIB auquel s'ajoutent les intensités énergétiques primaire et finale très élevées par rapport aux autres pays et toujours en évolution positive, nous permet de tirer la conclusion suivante : **Le rendement du système énergétique en Algérie est inférieur à**

celui des pays étudiés. De plus, son évolution en croissance indique **une dégradation de ce rendement alors que le contraire est constaté pour les autres pays.**

3- Le rendement de la transformation est en amélioration mais demeure plus faible que dans les pays étudiés. La reconversion des centrales électriques en cycle combiné a permis cette amélioration de la performance du pays. En revanche Les pertes de transformation très élevées notamment celles de transport et de distribution sont le maillant faible de cette branche. En effet cela nous permet de cibler la première faiblesse sectorielle du système énergétique en Algérie : **Les pertes de transformation** font que de plus grandes quantités d'énergie primaire doivent être injectées pour produire l'énergie dérivée et les pertes de transport et de distribution font que près de 20% de l'énergie produite soient perdus. C'est donc **la première cause de la croissance** aigue **de la consommation énergétique** en Algérie.

4- D'une part, le lien entre le niveau de vie exprimé par le PIB/habitant et le niveau de la consommation énergétique a été établi, à travers la corrélation entre les deux variables. Une augmentation du niveau de vie des habitants se traduit donc par une plus grande consommation énergétique. D'autre part, La consommation moyenne par ménage en Algérie est bien plus élevée par rapport au niveau de vie des citoyens. Les prix bas de l'énergie en Algérie conjugués avec des rendements énergétiques faibles (faible pénétration des appareils et procédés à économie d'énergie : isolation thermique, lampes basse consommation, chauffe-eau solaires, architecture bioclimatique…etc.) expliquent le taux très élevé de la consommation moyenne par ménage et son évolution à la hausse. Ainsi, la **faiblesse des prix** de l'énergie, le **niveau bas de sobriété énergétique** au niveau des ménages ainsi qu'un **rendement faible du système énergétique** sont diagnostiqués comme étant les facteurs ayant induit ces niveaux élevés de consommation.

5- Le secteur des transports est le plus énergétivore en Algérie. Le transport routier consomme 95% de l'énergie de ce secteur. Pourtant le taux de motorisation en Algérie est relativement faible. Tout cela nous indique que la proportion très mince des moyens de transport aérien, ferroviaire et maritime conjugué avec des prix du carburant très bas et un rendement faible fait que l'intensité énergétique de ce secteur est très élevée.

6- Les autres secteurs (services, agriculture et industrie) présentent des intensités énergétiques assez basses ce qui est dû à la faiblesse de l'activité économique liée à ces secteurs. Toutefois, l'intensité du tertiaire présente une évolution croissante ce qui est causé par les mêmes causes.

En résumé, les causes ayant conduit à la croissance galopante de la consommation énergétique en Algérie sont représentées par les faiblesses du système énergétique du pays qui sont essentiellement :

- Le taux élevé des pertes de transformation, de transport et de distribution de l'énergie ;
- Le rendement faible des centrales de transformation et des différents systèmes énergétiques sectoriels ;
- Le niveau très bas des prix de l'énergie ;
- Le niveau faible de sobriété énergétique des consommateurs ;
- Le développement faible des moyens de transports en commun (ferroviaire maritime et aérien) ;
- La faible pénétration des procédés et appareils permettant des économies d'énergie.

Conclusion générale

Parti du constat indiquant la tendance structurellement croissante de la consommation énergétique, croisée avec celle décroissante, de la production d'énergie en Algérie, ce travail de recherche a eu pour objectif, la détermination des facteurs ayant conduit à ce phénomène, les mécanismes de sa quantification et donc de sa surveillance et enfin les procédés qui pourraient éventuellement permettre l'inversion de la tendance constatée, sans provoquer dans son sillage le ralentissement économique du pays.

La première partie du travail fut consacrée à la mise en évidence de l'aspect théorique de la maîtrise énergétique avec ces trois compartiments complémentaires : la rationalisation de l'utilisation de l'énergie, la promotion des énergies renouvelables et la protection de l'environnement.

Ainsi, le premier chapitre comportait un ensemble de définitions des concepts clés dont le but était la mise en évidence des distinctions existant entre les différentes notions au sens voisins. Dans un second temps, il fut question de l'aspect théorique de la construction d'indicateurs d'efficience énergétique, puis des barrières et des obstacles qui se dressent devant la réalisation de cette efficience. Enfin un lien de complémentarité a été mis en exergue entre les efforts d'économies d'énergie et ceux concernant la promotion des énergies renouvelables sous le socle de la protection de l'environnement.

C'est pour ce, que le second chapitre se consacrait à la mise en perspective de la lutte contre le réchauffement climatique et l'introduction des sources d'énergies renouvelables les plus prometteuses pour l'Algérie, faisant ressortir le potentiel du pays pour chacune de ces ressources.

Le dernier chapitre de la première partie avait pour mot d'ordre, la présentation du secteur énergétique en Algérie. Commençant par la présentation du secteur du point de vue organisationnel et législatif, l'accent a été mis sur le volet « maîtrise énergétique » de son activité. Ainsi, fut faite, la présentation des principaux textes de loi et des organismes se reliant à l'exercice de la maîtrise énergétique dans le pays. Ensuite, une présentation des principaux résultats contenus dans les bilans énergétiques de l'Algérie pour la période étudiée, nous permît de souligner les tendances générales des différents agrégats énergétiques du pays. Pour finir, et dans le but de faire l'état des lieux de ce qui a été fait en matière de maîtrise énergétique en Algérie, nous nous sommes adonnés à la présentation du programme de promotion des énergies renouvelables et de l'efficience énergétique lancé en 2011 et actualisé en 2015.

Une fois le volet théorique parachevé, nous avons consacré la seconde partie du travail à l'étude empirique du secteur de l'énergie.

Le chapitre quatre avait pour objectif, l'analyse sectorielle et sous-sectorielle de la consommation énergétique en Algérie. Puis dans un second temps, l'analyse comparative de cette dernières avec les données des cinq pays choisis pour l'étude. Ainsi, chaque volet de la chaîne énergétique fut étudié séparément et comparé à ceux des autres pays.

Enfin, le cinquième et dernier chapitre se consacrait à l'application des indicateurs d'efficience énergétique au système Algérie, comparant les résultats à ceux des pays choisis et analysant les résultats de cette comparaison pour en déduire les faiblesses et les forces du système énergétique national.

Au terme de cette étude, Nous avons pu apporter des éléments de confirmation aux hypothèses de travail établies :

-D'abord, à travers l'étude théorique de la construction des indicateurs de l'efficience énergétique et la mise en exergue de l'utilité et l'importance de chacun d'entre eux, et après l'application empirique de ces indicateurs, l'évidence est apparue que ces derniers représentent des moyens efficaces, ciblés et permettant une comparaison internationale des rendements énergétiques. La construction de ces indicateurs représente ainsi, un outil de surveillance, d'analyse et de comparaison des systèmes énergétiques et permet la détection des faiblesses de ces derniers puis l'application des politiques correctives nécessaires.

-Ensuite, la mise en exergue des potentialités considérables dont dispose l'Algérie pour l'exploitation de certaines énergies renouvelables, dans un contexte national exigeant la diversification des sources d'approvisionnement énergétique et à travers un contexte international très favorable à la promotion de ces ressources, fait apparaitre le double gain qu'offrirait l'investissement dans ce créneau pour l'Algérie : D'une part, la mise à profit des avantages concurrentiels importants qu'offre notamment l'énergie solaire pour le pays afin d'opérer, dans les temps, la transition énergétique incontournable et maîtriser les processus technologiques inhérents. D'autre part, ces mêmes avantages concurrentiels assurant la viabilité et la rentabilité des investissements dans ce domaine, permettraient d'accomplir une partie de la diversification économique hors des hydrocarbures, de construire un nouveau pole industriel offrant un large éventail de réseaux de sous-traitance nationaux, mais aussi devenir une source de devise grâce, notamment à l'exportation de l'électricité en Europe.

-Par ailleurs, la comparaison des différentes données se reliant à chacun des chainons du système énergétique national avec celles des autres pays, a démontré d'une part, le lien direct entre le niveau de vie des habitants et leur niveau de consommation énergétique, et d'autre part, le lien croisé entre ce dernier et le niveau des prix de l'énergie. En d'autres termes, l'élévation du niveau de vie des citoyens augmente leur niveau de consommation énergétique tandis qu'un niveau élevé des prix de l'énergie permet de maintenir la consommation à des niveaux bas.

-Enfin, l'étude comparative des indicateurs d'efficience énergétique dans chaque pays choisi a permis de confirmer que le rendement du système énergétique impacte considérablement le niveau de consommation dans un pays.

Notre étude nous a permis de tirer des conclusions, mettant l'accent sur les principales faiblesses que présente le système énergétique national Pouvant être résumées comme suit :

1. Sur le plan Macroéconomique :

- Les intensités énergétiques, primaire et finale, étant non seulement élevée mais en croissance continue, nous permettent de dire que le rendement du système énergétique national souffre de faiblesse et de dégradation continue.
- Les niveaux décroissants de la production et de l'exportation d'énergie superposés avec la tendance structurellement haussière de la consommation énergétique conduisent à l'amoindrissement de l'excédent du solde des échanges énergétiques. Le pays, en se basant sur la continuité de ces tendances, serait importateur net d'énergie dès 2022.
- Les remaniements ministériels très fréquents concernant le portefeuille de l'énergie (quatre ministres entre 2014 et 2017) ainsi que les changements au niveau des directions des différents organismes et entreprises nationales du secteur provoquent une forte instabilité organisationnelle et institutionnelle qui freine et altère la mise en œuvre d'une politique énergétique structurelle.
- La lourdeur administrative dans l'application des différents textes de loi et la lenteur dans la mise en place des nouveaux organismes instaurés par ces textes législatifs (l'observatoire national des énergies renouvelables, bien que légiféré en 2004, n'a toujours pas effectivement vu le jour. Le comité intersectoriel pour la maîtrise de l'énergie instauré par la loi 99-09 de 1999 n'a été installé qu'en 2012 et n'a toujours pas produit de valeur ajoutée effective).

- En dépit de l'existence de textes législatifs instaurant des mécanismes pour la maîtrise de l'énergie, depuis bientôt 20 ans, le rendement du système énergétique du pays reste très inférieur à ceux des pays étudiés et des moyennes mondiales.
- En dépit du potentiel dont jouit le pays concernant les énergies renouvelables en particulier la ressource solaire, et malgré la mise en œuvre d'un programme national d'énergies renouvelables en 2011, le taux de pénétration de ces ressources reste insignifiant et tend vers zéro dans le mix énergétique du pays.

2. Sur le plan de la transformation d'énergie :

- Etant donné le statu de producteur d'hydrocarbures dont jouit le pays, il est utile de signaler que le niveau de production d'énergie dérivée (transformation) est jugé inférieur aux capacités de production qu'il devrait atteindre. Ceci induit une facture d'importation d'énergie dérivée de plus en plus lourde au cours de la période étudiée.
- Une amélioration du rendement global de la transformation a été constatée au cours de la période de l'étude. Toutefois, ce rendement reste toujours inférieur à ceux des pays auxquels est comparé celui de l'Algérie.
- L'amélioration significative du rendement des centrales électriques, sans doute à l'origine de l'amélioration globale enregistrée, est due à la conversion d'un certain nombre de centrales à la technique de production en cycle combiné, ce qui améliore le rendement de plus de 20%.
- D'autre part, les pertes de transformations restent globalement élevées et celles du transport et distribution d'électricité le sont d'avantage et frôlent les 20% ce qui absorbe les économies d'énergie issues de l'amélioration des performances des centrales électriques.

3. Au niveau du secteur résidentiel :

- Le secteur résidentiel est l'un des deux secteurs les plus énergétivores en Algérie. La consommation énergétique moyenne par ménage est très élevée en Algérie compte tenu du niveau de vie par habitant dans le pays.
- La pénétration des chauffe-eau solaires dans les ménages est quasi nulle, de même que l'application des normes d'isolation thermique dans les bâtiments, ce qui témoigne de la non diffusion des technologies à économie d'énergie.

- Les prix à la consommation très bas des produits énergétiques en Algérie, comparés aux autres pays induisent un comportement de gaspillage d'énergie issu d'un niveau faible de sobriété énergétique, lui-même fruit d'un manque de sensibilisation.

4. Au niveau du secteur des transports

- C'est le secteur le plus énergétivore en Algérie avec plus de 40% de la consommation finale. Le transport routier consomme plus de 90% du total de ce secteur, malgré un taux de motorisation assez faible.
- Les transports aérien, ferroviaire et maritime étant très peu développés ne consomment pas plus de 5% du total du secteur.
- Le secteur routier consomme majoritairement l'essence et le gasoil avec une très faible pénétration du GPL/c et la quasi inexistence du GN/c dans le mix énergétique du secteur routier.

Ces faiblesses permettent de mettre en exergue l'utilité de Réformer les statuts de l'agence pour la promotion et la rationalisation de l'utilisation de l'énergie dans le sens de lui offrir l'autonomie et les prérogatives nécessaires, lui permettant de mettre en œuvre et appliquer le programme pour la maîtrise de l'énergie. Ceci pourrait permettre de Mettre à jour le comité intersectoriel pour la maîtrise de l'énergie et le placer sous l'égide de l'APRUE dans le but d'harmoniser et coordonner les efforts sectoriels d'amélioration du rendement énergétique et éventuellement Promouvoir une politique de partenariat « gagnant-gagnant » avec des firmes et organismes internationaux (entreprises, institutions, universités…), aussi bien pour la rationalisation de l'utilisation de l'énergie que pour le développement des énergies alternatives, avec des configurations permettant le transfert effectif de technologie.

En outre, la créations de commissions techniques compétentes avec possibilité d'assistance internationale, chargées d'établir un diagnostic approfondi au niveau des raffineries, des stations de liquéfaction de gaz naturel et des centrales électriques, dans le but de diagnostiquer les « pots d'échappements » responsables de plomber le rendement de ces centres de transformation et leur apporter les correctifs nécessaires pour améliorer leur performance et augmenter leur productivité. Dans le même sens, la poursuite du processus de conversion des centrales électriques classiques en cycle combiné améliorant leur rendement, tout en privilégiant la production « hybride » (solaire--gaz naturel) dans les nouveaux projets de réalisation de centrales électriques pourrait à terme améliorer le rendement de la transformation d'énergie du pays. En parallèle, il serait nécessaire de consentir des efforts

dans le but de diminuer les pertes de transport et de distribution d'énergie et ce, par la mise à niveau progressive du réseau de distribution national ce qui pourrait, par la même, le rapprocher des standards Européens et permettre, à terme, l'intégration du marché national de l'électricité au marché commun Européen d'électricité.

Par ailleurs, la sobriété énergétique du consommateur Algérien étant très faible, des compagnes de sensibilisation organisées régulièrement à l'échelle nationale et faisant intervenir tous les acteurs concernés, pourrait aboutir à la maîtrise de la consommation des ménages, d'autant plus qu'une augmentation progressives des prix de l'énergie avec l'orientation des subventions publiques dans le sens de l'amélioration de l'efficience énergétique au lieu des subventions directes sur les prix de l'énergie, pourrait à terme permettre la production d'un niveau de haut confort énergétique tout en réduisant la consommation d'énergie.

D'autre part, le secteur des transports étant le plus énergétivore en Algérie, la promotion et la valorisation des transports en commun, plus économiques, ainsi que le développement des moyens de transports ferroviaire, aérien et maritime pourraient permettre de réduire la proportion d'énergie consommée par ce secteur. Ensuite, le GPL/ carburant étant plus économique et moins polluant, promouvoir sa pénétration sur le marché de l'automobile et l'augmentation du nombre de centres de conversion des moteurs automobiles vers ce type de carburant, aiderait simultanément à réduire la consommation du transport routier et réduire l'emprunte carbone du pays qui doit honorer ses engagements internationaux en matière de protection de l'environnement.

Enfin, le potentiel inexploité que représentent les énergies renouvelables pour l'Algérie ainsi que la nécessité de diversification des sources d'approvisionnement mettent en exergue la pertinence de créer une agence nationale pour le développement des énergies renouvelables en lui offrant les moyens organisationnels, législatifs et financiers avec l'installation d'un comité intersectoriel réunissant tous les acteurs susceptibles d'assurer une dynamique industrielle et le développement d'un savoir faire national en matière d'énergies renouvelables. Au vu de la tendance internationale favorisant les investissements dans ces types d'énergie et la contrainte environnementale qui poussent la communauté internationale à accélérer sa transition énergétique, la diminution des coûts de leur exploitation est de plus en plus rapide grâce aux efforts de recherche et développement offrant ainsi à l'Algérie une

aubaine intéressante de diversification énergétique doublée de la création d'une filière industrielle passible de contribuer aux efforts de diversification économique du Pays.

Références bibliographiques

- **Ouvrages**
- **Rapports et bulletins**
- **Articles et revues scientifiques**
- **Thèses et travaux de recherche**
- **Textes de loi**
- **Webographie**

Ouvrage :

-CHEVALIER Jean-Marie, les 100 mots de l'énergie, collection Que-sais-je ?, édition presse universitaire de France, paris 2008 ;

-CHEVALIER Jean-Marie : Les grandes batailles de l'énergie, éditions GALLIMARD, 2004 ;

-COPINSCHI Philippe : le pétrole une ressource stratégique, la documentation Française, Paris 2012 ;

-LAHCEN Abdelmalki, MUNDLER Patrick, économie de l'environnement et du développement durable, éditions De-Book, paris, 2010 ;

- Le grand robert de la langue Française, Paris, Robert, 2001 ;

- MADDISON ANGUS, l'économie mondiale, statistiques historiques, études du centre de développement, OCDE, 2003 ;

-MALTI Hocine : Histoire secrète du pétrole Algérien, édition la découverte, Paris 2010 ;

-MATHIS Paul : Les énergies comprendre les enjeux, éditions QUA, Paris, 2011 ;

-MING YANG ET XIN YU, energy efficiency Benefits for environment and society, Green energy and technology, London, 2015;

-VERNIER Jacques, les énergies renouvelables, collection « que-sais-je » parutions universitaires de France, Paris, 2007.

Articles et revues scientifiques:

-ALI KEFAIFI, Etat Rentier VS Politique pétrolière Algérienne, Université MOULOUD MAMMERI de TIZI OUZOU, le 05/04/2017 ;

-G.J.M. Phylipsen, Energy Efficiency Indicators Best practice and potential use in developing country policy making, Phylipsen Climate Change Consulting, Commissioned by the World Bank, 30 June 2010;

-GOLOVE William, ETO Joseph: Market Barriers to Energy Efficiency: A Critical Reappraisal of the Rationale for Public Policies to Promote Energy Efficiency Lawrence Berkeley National Laboratory University of California, 1996;

-JAFFE Adam, STAVINS Robert: The energy-efficiency gap what does it mean? Energy Policy 1994 Volume 22 Number 10 p.804-810 ;

-Kiss Alexandre-Charles, Doumbe-Bille Stéphane. Conférence des Nations Unies sur l'environnement et le développement (Rio de Janeiro-juin 1992). In: Annuaire français de droit international, volume 38, 1992. pp. 823-843;

-LOVINS.B.AMORY: Energy strategy: the road not taken? Friends of the earth's not man apart. Spec Reprint Issue 6(20):1977;

-MALTI Hocine, « Le gaspillage de l'or noir », Confluences Méditerranée 2012/2 (N°81), p. 103-116. ;

-N.KASBADJI, M. MARZOUK, Perspectives du pompage éolien en Algérie, Laboratoire énergie éolienne, CDER, Alger ;

-PEREZ-LOMBARD luis, ORTIZ José, VELAZQUEZ David, revisiting energy efficiency fundamentals, revue spinger, energy efficiency, volume 06, issue 2, mai 2013 p.239-254 ;

-Paul-Marie Boulanger, « Les barrières à l'efficacité énergétique », Reflets et perspectives de la vie économique 2007/4 (Tome XLVI), p. 49-62 ;

-SORRELL Stive, DIMITROPOULAS john: The rebound effect: Microeconomic definitions, limitations and extensions. Ecological economics 65 (2008)p. 636 – 649 ;

-Stephane de la Rue du Can, Jayant Sathaye, Lynn Price, and Michael McNeil Energy Efficiency Indicators Methodology Booklet ERNEST ORLANDO LAWRENCE BERKELEY NATIONAL LABORATORY, Mai 2010;

-ZACCAÏ EDWIN, conférence « Qu'est ce que le développement durable », cycle de conférences rio, développement durable, 10 ans après, Palais des sciences, Paris, 2002.

Thèses et travaux académiques

- BOUAMAMA WAHIBA, Thèse de magister en civil engeneering management, La politique d'efficacité énergétique en Algérie : approche systémique pour un développement durable, cas du programme ECO-BAT, Université de TLEMCEN, 2013 ;

- GIRAUDET Louis-Gaëtan, Thèse de doctorat, Les instruments économiques de maîtrise de l'énergie : une évaluation multidimensionnelle, Université Paris-Est, 2011 ;

-YAMOUN karim, Mémoire de licence : secteur énergétique en Algérie entre énergies fossiles finissantes et énergies renouvelables à l'état embryonnaire, UMMTO, juin 2012.

Rapports et Bulletins :

-accord de Paris, COP 21, Convention cadre des nations unies sur les changements climatiques, Paris le 12 décembre 2015 ;

-ADEME: Les effets rebond des mesures d'efficacité énergétique : comment les atténuer? ADEME & vous, stratégie & études N°24-5, mai 2010 ;

- Bilan énergétique national, ministère de l'énergie, éditions 2011, 2012, 2013, 2014, 2015 ;

-Bulletins statistiques trimestriels de la banque d'Algérie, N°26, Juin 2014, N°32, Décembre 2015 ;

-Chiffres clés du climat France et Monde, Ministère Français de l'écologie, du développement durable et de l'énergie, édition 2016 ;

- Convention de Vienne pour la protection de la couche d'ozone, PNUE, 22/03/1985 ;

-Déclaration de RIO sur l'environnement et le développement, CNUED, 14 juin 1992 ;

-Déclaration de Stockholm, Conférence des nations unies sur l'environnement, du 05 au 16 juin 1972 ;

-Energy Efficiency Policies around the World: Review and Evaluation Executive Summary World Energy Council 2008;

-Guide des énergies renouvelables, ministère Algérien de l'énergie et des mines, édition 2007;

- IEA, Energy Efficiency Indicators: Essentials for Policy Making, 2014;

-Office national des statistiques, l'Algérie en quelques chiffres, N°44, édition 2014 ;

- ONU : Convention cadre des nations unies sur les changements climatiques, 1992 ;

-OPEC, annual statistical review 2011, 2012, 2013, 2014, 2015 editions;

-OPEC Monthly oil market report, 18 Janvier 2016;

-PNUE / PLAN BLEU : Fiches méthodologiques des 34 indicateurs prioritaires pour le suivi de la Stratégie Méditerranéenne pour le Développement Durable, mai 2006 ;

-PNUE/PLAN BLEU : les indicateurs de maîtrise de l'énergie dans la rive sud de la Méditerranée, Rapport final de l'Algérie, 2011 ;

-Programme de développement des énergies renouvelables et de l'efficacité énergétique, ministère de l'énergie et des mines, Mars 2011 ;

-Programme actualisé de développement des énergies renouvelables et de l'efficacité énergétique, ministère de l'énergie et des mines, Janvier 2016

-Rapport d'Analyse des indicateurs énergétiques, direction de l'observation et de la programmation du Maroc, 2013 ;

- rapport BRUNDTLAND : notre avenir commun, organisation des nations unies, 1987 ;

- Rapport sur les Tendances de l'efficacité énergétique dans les pays du bassin méditerranéen réseau MEDENER, avril 2014 ;

- Résolution 37/7 des nations unies portant charte mondiale de la nature, le 28/10/1982 ;

-SONELGAZ, rapports d'activité et copte de gestion consolidés, édition 2012, 2013, 2014 et 2015 :

-Syndicat des énergies renouvelables, Principe de fonctionnement du solaire thermodynamique, Paris, 2012.

Textes juridiques et législatifs

- loi n° 02-01 du 22 Dhou El Kaada 1422 correspondant au 5 février 2002 relative à l'électricité et à la distribution du gaz par canalisations ;

- loi n° 05-07 du 19 Rabie El Aouel 1426 correspondant au 28 avril 2005 relative aux hydrocarbures ;

- Loi n° 13-01 du 19 Rabie Ethani 1434 correspondant au 20 février 2013 modifiant et complétant la loi n° 05-07 du 19 Rabie El Aouel 1426 correspondant au 28 avril 2005 relative aux hydrocarbures ;

- Loi n° 15-18 du 18 Rabie El Aouel 1437 correspondant au 30 décembre 2015 portant loi de finances pour 2016 ;

- Loi n° 99-09 du 15 Rabie Ethani 1420 correspondant au 28 juillet 1999 relative à la maîtrise de l'énergie ;

-Loi n° 04-09 du 27 Joumada Ethania 1425 correspondant au 14 août 2004 ;

-Décret n°85-235 du 25/Août 1985 Portant création d'une agence pour la promotion et la rationalisation de l'utilisation de l'énergie ;

-Décret exécutif n° 2000-90 du 19 Moharram 1421 correspondant au 24 avril 2000 ;

-Décret exécutif n° 04-149 du 29 Rabie El Aouel 1425 correspondant au 19 mai 2004 ;

-Décret exécutif n°04-314 du 10 Chaâbane 1425 correspondant au 25 septembre 2004 modifiant et complétant le décret n°85-235 du 25 août 1985, modifié et complété, portant création d'une agence pour la promotion et la rationalisation de l'utilisation de l'énergie ;

-Décret exécutif n° 05-495 du 24 Dhou El Kaada 1426 correspondant au 26 décembre 2005 relatif à l'audit énergétique des établissements grands consommateurs d'énergie

Webographie :

www.bank-of-algeria.dz

www.energy.gov.dz

www.iea.org

www.insee.fr

www.medener-indicateurs.net

www.ons.dz

www.opec.org

www.planbleu.org

www.larousse.fr

www.ipcc.ch

www.wmo.multicorpora.net

www.connaissancedesenergies.org

www.unfccc.int

www.globalpetrolprices.com

www.transparency.org

www.donnees.banquemondiale.org

www.wec-indicators.enerdata.net

www.ins.tn

www.hcp.ma

www.appsso.eurostat.ec.europa.eu

www.leguideduchauffage.com

www.enr.fr/

www.panneaux-solaires-photovoltaiques.evasol.fr

www.iel-energie.com

www.portail.cder.dz

www.leconews.com/fr

Annexes

ANNEXE 01 : Les entreprises nationales du secteur énergétique

Hydrocarbures

Sonatrach et ses Filiales

Désignation	Adresse	Téléphone	fax	Site internet
Direction Générale**SONATRACH**	D.G : Djenane El Malik Hydra - Alger	+213.21.54.70.00 +213.21.54.62.63 +213.21.54.80.11 +213.21.50.90.22	+213.21.54.77.00 +213.21.54.77.01	www.sonatarch-dz.com
Entreprise Nationale de Géophysique **ENAGEO**	BP 140 Z I Hassi Messaoud, 30500 Ouargla	029 73 77 00 029 73 41 57 029 73 69 75	029 73 72 12	
Entreprise Nationale de Forage **ENAFOR**	BP 211, 30500 Hassi Messaoud, Ouargla	029 73 75 40 029 73 81 85	029 73 21 70	www.enafor.dz
Entreprise Nationale de Grands Travaux Pétroliers**ENGTP**	BP 09 Zone Industrielle Réghaïa, Alger	021 85 98 38	021 84 80 55	www.engtp.com
Entreprise Nationale des Travaux aux Puits **ENTP**	BP 206/207 base du 20 Août 1955, Zone Industrielle Hassi Messaoud. Ouargla.	029 73 85 50 029 73 85 51 029 73 85 52 029 73 85 53 029 73 85 54 029 73 85 55	029 73 84 06	www.entp-dz.com
Entreprise Nationale de Services aux Puits **ENSP**	BP 83 Hassi Messaoud, 30500 Ouargla,	029 73 73 33	029 73 82 01	www.enspgroup.com
Compagnie des	54, Av.	021 54 15 35	021 54 13 29	http://www.cash-

assurances des hydrocarbures**CASH.SPA**	Frères Bouadou Bir Mourad Rais. Alger			assur.com/demo/index.php
Entreprise Nationale de Canalisations **ENAC SPA**	132, rue de Tripoli, Hussein Dey, Alger	021 77 04 63 021 77 04 64 021 23 13 31 021 47 67 75	021 77 03 04 021 47 61 69	www.enac-dz.com
Société Nationale de Commercialisation et de Distribution des Produits Pétroliers **NAFTAL**	Route des Dunes, Chéraga, BP 73 Alger	021 38 13 13	021 38 13 18	www.naftal.dz
Société Nationale de Génie Civil et Bâtiment **GCB**	Prolongement boulevard de l'ALN, Boumerdès	024 81 89 99	024 81 38 80	www.gcb.dz
HELIOS SPA	3A, boulevard Emir Abdelkader, 31200 Béthioua. Oran.	041 47 91 64 041 47 91 68	041 47 94 12	
Société de Conditionnement et de Commercialisation des Gaz Industriels **COGIZ**	BP 114 Aïn El Bia, Oran	041 48 01 42 041 48 02 86	041 48 01 42 041 48 02 86	
Société de Maintenance Industrielle de Skikda **SOMIK**	BP 02 zone industrielle, Skikda 21000	038 74 54 35 038 74 54 38	038 74 54 25 038 74 54 26	www.somik-dz.com
Société de Transport d'Arzew **SOTRAZ**	BP 29, Aïn El Bia, Arzew. Oran.	041 48 07 13 041 48 07 14	041 48 08 14 041 47 31 02	
Hyproc Shipping Company**HYPROC SC**	Siège social : Zhun USTO - BP 7200 Es-	041 42 62 62 041 42 63 63 041 47 48 55	041 42 32 75 041 47 34 45	www.hyproc.com

	Seddikia, Oran.			
Centre de Développement et d'application des Techniques Pétrolières et Gazières **NAFTOGAZ**	BP 54 Hassi Messaoud. Ouergla.	029 73 71 36 029 73 71 38	029 73 71 37	www.naftogaz-dz.com
Algerian Petroleum Institute**IAP**	Avenue du 1er Novembre, 35000 Boumerdès	024 81 90 56	024 81 86 30	www.iap.dz
Société Algérienne de Réalisation de Projets Industriels **SARPI SPA**	BP 105, 16035 El Biar,Alger	021 60 29 87 021 60 29 88 021 60 29 89 021 60 29 90 021 60 29 91	021 60 29 95	www.sarpi-dz.net

Agences Hydrocarbures

Désignation	Adresse	Téléphone	Fax	Site Internet
Autorité de régulation des Hydrocarbures **ARH**	**Tour B, Val d'Hydra, Hydra, Alger**	**021 48 21 16**	**021 48 83 15**	**www.arh.gov.dz**
Agence Nationale pour la Valorisation des Hydrocarbures **ALNAFT**	**Tour B, Val d'Hydra, Hydra, Alger**	**021 48 84 18**	**021 48 84 25**	**www.alnaft.gov.dz**

Source :

http://www.energy.gov.dz/francais/index.php?page=hydrocarbures-10 date de consultation le 28/01/2016

Distribution de l'Energie

Entreprise	Domaine d'Activité	Adresse	Téléphone	Fax
SONELGAZ	Production et commercialisation d'électricité et distribution du gaz naturel sur le territoire national	**Direction Générale:** 02, Boulevard Krim Belkacem. Alger	+213.21.72.31.00	+213.21.72.26.90
Filiales périphériques de SONELGAZ				
TRANSMEX	Société de Transport et de manutention Exceptionnels des Equipements Industriels et Electriques	Route Nationale N°38, BP 61 Gué de Constantine - Alger 16260	021.83.90.56 021.83.90.52	021.83.90.50 021.83.90.51 021.83.90.58
CAMEG	Comptoir Algérien du Matériel Electrique et Gazier	Route Nationale N°38 Gué de Constantine Alger	021.83.93.13	021.83.94.76
CREDEG	Centre de Recherche et de Développement de l'Electricité et du Gaz	Route de Ouled Fayet N°36 Colline des Grands Vents El Achour – Alger	021.38.61.73 à 79	021.38.62.11 021.38.62.12
OSE	Operateur Système Electrique	Route Nationale N°38 Immeuble des 500 Bureaux Gué de Constantine-Kouba-Alger	021.83.62.51	021.83.62.50
G R T G	Société Algérienne de Gestion du Réseau de Transport du Gaz	Route Nationale N°38 Immeuble des 700 Bureaux Gué de Constantine-Kouba-Alger	021.83.89.03	021.83.91.80
KAHRAKIB	Société de Travaux et Montage Electriques	127, Boulevard Krim Belkacem-Alger.	021.74.18.35 à 41	021.71.72.22
KANAGHAZ	Société de Réalisation de Canalisation	Route Nationale N°24, BP 115 Boumerdès 35000 Algérie	024.79.90.89	024.79.90.87

ETTERKIB	Société de Montage Industriel	Route Nationale N°01 BP 06 Boufarik-09400-BLIDA	025.47.32.54/56 025.47.24.86	025.47.37.13 025.47.32.52
KAHRIF	Société de Travaux d'Electrification	Hai Ain D'Heb-26001-Médéa	025.58.51.67 025.61.31.80 025.61.31.87	025.61.31.14
INERGA	Société de Réalisation d'Infrastructures	Route Nationale N°01 BP104, Boufarik -09400-BLIDA	025.47.33.64 025.47.33.08	025.47.13.63 025.47.15.51
GRTE	Société Algérienne de Gestion du Réseau de Transport de l'Electricité	Direction du Transport de l'Electricité: Route Nationale N°38 Gué de Constantine - Kouba-Alger	021.83.68.04	021.83.68.24
Société Algérienne de Production d'électricité (SPE)				
Centrale Alger Port		2, Rue de Digne le Port-Alger	021.42.34.27	021.42.35.20
Centrale d'Oran		Terre plein du Port - Oran	021.39.46.69	041.39.58.55
Centrale Marsat El Hadjadj		Zone Industrielle Arzew – Marsat El Hadjaj	041.37.02.56	041.37.02.44
Centrale Ras Djinet		BP 33 Bordj Menail Sonelgaz	024.87.82.43	024.87.82.4.43
Centrale de Jijel		Achouat Tahir BP 19 - Jijel	034.44.60.65	034.44.73.99
Centrale de Skikda		Zone Industrielle de Skikda	083.75.65.47	038.75.65.44
Centrale de Annaba		Port de Annaba	038.86.68.52	038.86.85.11
Groupement Turbines àgaz de M'Sila		BP 203 Draâ El Hadja Colonel Amirouche M''Sila	035.55.06.42 035.55.06.43	035.55.08.03
Groupement de H.R'MEL		BP 69 – Hassi R'Mel	029.98.88.99	029.98.81.40
Groupement de Béchar		Rue des Moudjahidines BP 236 - Béchar	049.81.70.46	049.81.63.20
Groupement de Hamma		7, Chemin Fernane Hanafi –Hamma Alger	021.67.48.07	021.67.40.74
Groupement de Hassi Messaoud		Sonelgaz SPE Hassi Messaoud	029.74.21.77	029.74.21.84
Groupement de Darguinah		Derguinah	034.25.81.23	034.25.81.18

Sociétés avec participation de SONELGAZ			
ALGESCO	BP 122 Hassi R'Mel	029.98.81.54	029.98.8357
A . E. C	45, Haouche Kaouche Dely Brahim ALGER	021.36.95.04 021.36.94.21	021.36.94.05
SAFIR	Zone Industrielle d'Arzew BP102 Bethioua Arzew	041.47.09.25 041.47.88.82	041.47.99.82 041.47.09.25
NEAL	10, Rue du Sahara Hydra - Alger	021.60.18.44	021.60.18.44
SKS / Spa	Zone industrielle Cité Larbi Ben M'hidi Skikda	038.74.55.57	038.74.55.54
SKB / Spa	Adresse provisoire Route Nationale N° 38 Immeuble des 700 Bureaux Gué de Constantine Kouba - Alger	021.83.57.72	021.83.57.68
SKC / Spa	Adresse provisoire 7, chemin Fernane Hanafi Hamma	021.67.27.90	021.67.27.90

Source :

http://www.energy.gov.dz/francais/index.php?page=distribution-de-l-energie date de consultation le 28/01/2016

ANNEXE 02 : Tableau synthétique du bilan énergétique national pour l'année 2014

Bilan Energétique 2014 Tableau 2 A	Houille, Et charbon	Coke sidérurgique	bois	Total Produits Solides	Pétrole Brut	LGN	Produits alimentation raffinerie	Total produits pétroliers	gasoil	fuel oil	essences	kérosènes	Jet fuel	Naphta	Autres Produits	Total produits liquides	GAZ naturel	GNL	GPL	Ethane	GNF	Gaz de coke.	Total produits gazeux	Electricité	Total général
	0,73		0,29		1,102	1,102	1,1	1,06	1,035	1,007	1,059	1,042	1,049	1,100	1,061		0,976		1,16	1,100	0,915			0,225	
PRODUCTION			6	6	58036	11089										67107	70715		9428				87154	60	172227
IMPORTATION	11	149		160			323	3327	1129	161	1104				914	3657								164	3974
EXPORTATION					25876	5410		17691		6509			1554	9508	121	49108	25587	16580	8438				50655	209	99968
SOUTAGES								401	53	211			101			101									401
VARI. STOCK (PROD.)		19		19	140	153		552	204	83	-19		6	52	11	1145		67	1				66		1230
DISPONIBILITE INTERIEUR	11	130	6	147	28172	5446	323	-14896	1097	-2622	1123		-1500	-9454	792	20108	53127	-16947	970				37405	15	57703
VARI. STOCK (CONSOM.)	-1			-1	49	-10	35	-90	-37	-4			-10		-40	-18			-13				-13		-29
CONSOMMATION BRUTE	12	130	6	148	28275	5436	288	-14898	902	-2619	1123		-1871	-9454	822	20121	53127	-16947	988				37448	15	57732
TRANSFORMATION	12	114	0	126	28134	5736	288	31279	8973	5640	3216	0	2099	9778	574	3180	32670	16982	1338	0	71	0	11127	15266	2168
COKERIES																									
HAUTS FOURNEAUX		-114		-114																	71		71		-44
UNITES DE LIQUEFACTION								106						105	1	106	-17692	16982	440				-260		-74
RAFFINERIES					-28474	-5736	-319	31472	9372	5640	3216		2099	9673	573	-7907			948				949		-6958
CENTRALES ELECTRIQUES								-285	-285							-285	-13919						-13919	14370	166
CENTRALES ELECTRIQUES des Autoproducteurs								-113	-113							-113	-967						-967	980	-100
AUTRES	12			12																					12
CONSOM. NON ENERGETIQUE	0	0	0	0	0	0	0	1071	0	0	0	0	0	0	1071	1071	2676	0	0	0	0	0	2676	0	3746
CONSOMMATION NETTE	0	16	6	22	836	-280	-1	15370	9073	21	4337	0	420	324	326	15370	17874	394	2357	0	71	0	20646	15280	51818
CONSOM. INTERS. ENERGETIQUE	0	0	0	0	551	0	0	250	0	0	0	0	0	238	11	810	5394	37	56	0	20	0	5507	1417	8059
CONSOM. AUX CHAMPS					29											29									29
GAZODUCS ET OLEODUCS																	591						591	15	606
UNITES DE LIQUEFACTION																	4945						4945	51	4996
RAFFINERIES					531			250						238	11	781	660						660	112	1553
AUTRES															0		198	37	56		20		311	1362	1674
CONSOMMATION FINALE	0	14	6	21	0	0	0	14980	9053	0	4337	17	435	0	17	14980	11207	0	2236	0	0	0	13444	10074	38368
INDUSTRIE	0	14	4	18	0	0	0	690	649	0	1	17	0	0	24	690	3674	0	98	0	0	0	3772	3822	8230
MATERIAUX DE CONSTRUCTION								5	5							5	2710		17				2727	815	3547
SIDERURGIE		14		14													244						244	404	663
SIDERURGIE DE BASE		14		14													244						244	265	523
CIMIL								27	2						24	27	48						48	266	340
INDUSTRIES MANUFACTURIERES																	493						493	464	957
AGROALIMENTAIRE																	461						462	382	843
INDUSTRIES CHIMIQUES ET PARACHIMIQUES																	32						32	82	113
BTP								339	334			5				339	5						5	59	404
AUTRES INDUSTRIES			4	4				319	307			12				319	109		78				185	1814	2322
TRANSPORTS	0	0	0	0	0	0	0	13970	9075	0	4367	0	435	0	94	13970	7	0	367	0	0	0	374	207	14551
RAIL								1							1	1								207	208
ROUTIER								13534	9075		4367				93	13534			367				367		13901
AERIEN								435					435			435									435
MARITIME																									
AUTRES																	7						7		7
MENAGES ET AUTRES	0	0	2	2	0	0	0	329	238	0	40	0	0	0	53	329	2586	0	1776	0	0	0	3362	6866	10579
RESIDENTIEL			2	2													8682		1720				8402	4194	12597
AGRICULTURES								21	21						1	21	56		10				66	355	421
TERTIAIRE ET AUTRES								307	215		40				52	307	848		46				895	2366	3261
PERTES	0	1	0	1	454	17	0	59	39	3	16	0	0	0	0	529	272	230	1	0	50	0	554	2025	3710
ECART STATISTIQUE	0	0	0	0	-125	-997	-1	14	-174	18	-87	-17	-6	86	143	-459	0	77	69	0	0	0	146	0	-318

ANNEXE 03 : Vue d'ensemble des indicateurs utilisés dans le projet d'indicateurs énergétiques de l'AIE :

Table 1 Overview of Intensity indicators, as well as activity and structural indicators at sector and sub-sector level used in the IEA Energy Indicator Project (2007)

Sector	Sub-sector	Activity	Structure	Intensity indicator
residential				
	Space heating	Population	Floor area/capita	Heat/floor area
	Water heating	population	Person/household	Energy/capita
	Cooking	population	Person/houshold	Energy/capita
	Lighting	Population	Floor area/capita	Electricity/floor area
	Appliances	Population	Ownership/capita	Energy/appliance
Passenger transport				
	Cars	Passenger-km Or vehicle-km	Share of total p-km	Energy/passenger-km Or energy/vehicle-km
	Bus	Passenger-km	Share of total p-km	Energy/passenger-km
	Rail	Passenger-km	Share of total p-km	Energy/passenger-km
	Domestic air	Passenger-km	Share of total p-km	Energy/passenger-km
Freight transport				
	Trucks	Tonne-km or Value added	Share of totale t-km or share of value added	Energy/t-km or Energy/value added
	Rail	Tonne-km	Share of total t-km	Energy/t-km
	Domestic shipping	Tonne-km	Share of total t-km	Energy/t-km
	Other modes	Value added	Share of value added	Energy/value added
Services				
	Total services	Services GDP	(not difined)	Energy/GDP
	Total services	Floor area	Share of sector floor area	Energy/floor area
Manufacturing				
	Paper & pulp	Value added	Share of total VA	Energy/value added
	Chemicals	Value added	Share of total VA	Energy/value added
	Non metallic minerals	Value added	Share of total VA	Energy/value added
	Iron & steel	Value added	Share of total VA	Energy/value added
	Non ferrous metals	Value added	Share of total VA	Energy/value added
	Food & beverages	Value added	Share of total VA	Energy/value added
	Other	Value added	Share of total VA	Energy/value added

Table 2: Indicators for industrial sub-sectors or products used in (IEA, 2008)

Industrial sub sector	Activity indicator	Structural indicator	Efficiency/intensity indicators
Paper & pulp	-		Energy efficiency index
Chemicals & petrochemicals	-		Energy efficiency index
Clinker (cement)	Production clinker (t)		Energy/t-clinker
Iron & steel	Production crude steel	Share BOF/EAF/DRI	Energy/t-steel
Aluminum	Production of alumina		Energy/t-alumina
	Production of primary aluminium		Electricity/ t-primary aluminum
Food & beverages	Value added		Energy/value added
Other	Value added		Energy/value added

Source: G.J.M. Phylipsen, Energy Efficiency Indicators Best practice and potential use in developing country policy making, Phylipsen Climate Change Consulting, Commissioned by the World Bank, 30 June 2010, p.23-24

ANNEXE 04: Indicators included in the ENERDATA database39 and the WEC report. For each indicator absolute levels and trends (annual % change over the period 1990-2008) are shown. In end use sectors, energy intensity reflects final energy consumption; CO2 emissions include emissions from fuel combustion only.

Sector	Indicator	Variations, remarks
Global indicators	Energy intensity (koe/$2005ppa	Primary intensity; primary intensity excl biomass; final intensity
	Ratio final/primary intensity (%)	
	CO_2 intensity (kgCO_2/$05 PPP)	
	CO_2 emissions per capita (t/cap)	
Households	Electricity use per capita (kWh/cap)	
	Electricity use per household (kWh/household)	Electrified households only
	CO_2 emissions per household (t/household)	All households
	Number of solar water heaters per capita (#/1000 inhabitants)	
Transport	Energy intensity (koe/$05 PPP)	Relative to total GDP, NOT sector value added
	Share of biofuels (%)	Share of bio-ethanol and biodiesel in road transport fuel consumption
	CO_2 intensity (kgCO_2/$05 PPP)	Relative to total GDP, NOT sector value added
	CO_2 emissions per capita (t/cap)	
Services	Energy intensity (koe/$05 PPP)	Relative to sector value added
	Electricity intensity (kWh/$05 PPP)	Relative to sector value added
	Energy use per employee (koe/emp)	
	Electricity use per employee (kWh/emp)	
	CO_2 intensity (kgCO_2/$05 PPP)	Relative to sector value added
	CO_2 emissions per employee (kgCO_2/empl)	
Industry	Energy intensity (koe/$05 PPP)	Relative to sector value added
	CO_2 intensity (kgCO_2/$05 PPP)	Relative to sector value added
	Share of biomass (%)	Share of wood and waste in sector energy consumption
	Unit consumption for steel (toe/t)	
Agriculture	Energy intensity (koe/$05 PPP)	Relative to sector value added
	CO_2 intensity (kgCO_2/$05 PPP)	Relative to sector value added
Electricity sector	Efficiency of power generation (%)	Total power generation; Thermal generation capacity only
	Transportation/distribution losses (%)	
	Share renewables in electricity generation (%)	Total renewables; Renewables excluding hydro power
Additional in report from ODYSSEE database		
Industry	Actual intensity and intensity at constant industry structure	
transport	Fuel efficiency (l/100km)	New cars only

Source: G.J.M. Phylipsen, Energy Efficiency Indicators Best practice and potential use in developing country policy making, Phylipsen Climate Change Consulting, Commissioned by the World Bank, 30 June 2010, p.29.

ANNEXE 05: Consommation finale d'énergie dans les pays étudiés entre 2010 et 2014

Année / Agrégat	Algérie	2010	2012	2014
Consommation Finale (KTep	**Total**	**26436**	**31221**	**35077**
	Industrie	5187	5179	5421
	Transport	10665	12900	14614
	Résidentiel	6441	8189	9245
	Service	Nd	Nd	Nd
	Autre	4143	4953	5797

Année / Agrégat	France	2010	2012	2014
Consommation Finale (KTep)	**Total**	**161377**	**153670**	**145627**
	Industrie	26532	25326	24799
	Transport	43607	43340	43366
	Résidentiel	43060	41418	36207
	Services	23156	22866	22145
	Autre	25022	20720	19110

Année / Agrégat	Tunisie	2010	2012	2014
Consommation Finale (KTep)	**Total**	**7427**	**7341**	**7645**
	Industrie	2018	2041	2222
	Transport	2347	2164	2109
	Résidentiel	1840	1918	2006
	Services	591	619	640
	Autre	631	599	668

Année / Agrégat	Italie	2010	2012	2014
Consommation Finale (KTep)	**Total**	**133737**	**125406**	**116571**
	Industrie	30146	27922	25280
	Transport	38566	36349	37009
	Résidentiel	35387	34343	29541
	Agriculture	16978	15930	14666
	Autre	12660	10862	10075

Année / Agrégat	Maroc	2010	2012	2014
Consommation Finale (KTep)	**Total**	**13294**	**14327**	**14622**
	Industrie	2991	3430	3123
	Transport	4452	4782	5009
	Résidentiel	3306	3539	3695
	Services	1124	1190	1334
	Autre	1421	1386	1461

Année / Agrégat	Venezuela	2010	2012	2014
Consommation Finale (KTep)	**Total**	**49054**	**48714**	**43974**
	Industrie	24970	22720	19169
	Transport	16430	17986	17010
	Résidentiel	4232	4328	4382
	Services	2462	2622	2384
	Autre	960	1058	1029

Source : Agence Internationale de l'énergie. www.iea.com

Liste des illustrations

- **Liste des tableaux**
- **Liste des figures**

Liste des tableaux

Chapitre un : Les instruments de mesure et les barrières à l'efficience énergétique

Tableau 1: Hiérarchie des indicateurs et applications possibles ……..21
Tableau 2: Les principaux indicateurs énergétiques macroéconomiques ……24
Tableau 3: Les principaux indicateurs de transformation énergétique ……26
Tableau 4: Les principaux indicateurs énergétiques du secteur industriel ……..27
Tableau 5: Les principaux indicateurs énergétiques du secteur tertiaire ……28
Tableau 6: Les principaux indicateurs énergétiques du secteur résidentiel ……29
Tableau 7: Les principaux indicateurs énergétiques du secteur des transports ……30
Tableau 8: Les principaux indicateurs énergétiques du secteur agricole ……31

Chapitre Deux : Protection de l'environnement et énergies renouvelables

Tableau 1Statistiques historiques de la population et du PIB mondial période 1820-2000 ….48
Tableau 2: Quelques caractéristiques des GES anthropiques ……..48
Tableau 3: Irradiation moyenne et durée moyenne d'ensoleillement par région en Algérie …67
Tableau 4: Chaptel Algérien pour l'année 2014 ……...74

Chapitre trois : Le secteur énergétique En Algérie

Tableau 1 : Note et classement de l'Algérie sur l'indice de perception de la corruption entre 2004 et 2016 ……80
Tableau 2 : Principaux taux d'équivalence énergétique ……...89
Tableau 3: Principaux résultats des bilans énergétiques étudiés ……..90
Tableau 4: Production d'énergie primaire et proportions par ressource (2010-2014) ……..91
Tableau 5: Production d'énergie dérivée et proportions par ressources (2010-2014) ……..91
Tableau 6 : Evolution de la transformation d'énergie (2010-2014) ……92
Tableau 7: Echanges d'énergie primaire (2010-2014) ……93
Tableau 8 : Echanges d énergie derrivée (2010-2014) ……94
Tableau 9 : Evolution de la consommation nationale d'énergie (2010-2014) ……..95
Tableau 10: PIB, PIB/Habitant et population entre 2010 et 2014….……...97
Tableau 11: Solde extérieur de l'Algérie entre 2010 et 2014 ……...99
Tableau 12: Taux de chômage et d'inflation en Algérie entre 2010 et 2014 ……...99
Tableau 13: récapitulatif du programmes des énergies renouvelables actualisé en 2015 (données en mégawatt) ……...104

Chapitre quatre : Analyse de la consommation énergétique en Algérie

Tableau 1: Estimation du parc national de logements entre 2011 et 2014 ……..119
Tableau 2: évolution du parc automobile national et sa répartition selon la source d'énergie du véhicule entre 2010 et 2014 ……...120
Tableau 3 Evolution de la population des pays objets d'étude entre 2010 et 2014 ……123
Tableau 4: Evolution des PIB et part du PIB mondial des pays étudiés entre 2010 et 2014 ……124

Chapitre cinq : Les indicateurs d'efficience énergétique en Algérie

Tableau 1: Intensité énergétique primaire entre 2000 et 2014 dans les pays étudiés (kep/USDppa2010) ……142
Tableau 2: Intensité énergétique finale dans les pays étudiés entre 2000 et 2014 (en kep/USD ppa 2010) ……143
Tableau 3: Ratio énergie finale énergie primaire dans les pays étudiés entre 2000 et 2014 ……148
Tableau 4: Taux d'efficience de la production électrique entre 2000 et 2014 dans les pays étudiés ……149
Tableau 5: Evolution du taux de pertes de transport et de distribution dans les pays étudiés entre 2000 et 2014 ……..151
Tableau 6: Consommation élctrique par ménage dans les pays étudiés entre 2000 et 2014 ……155
Tableau 7 Surface installée de chauffe eau solaires entre 2010 et 2014 (m2/1000habitants) ……156
Tableau 8: Intensité en CO2 par ménage dans les pays étudiés entre 2000 et 2014 ……..157
Tableau 9: Taux de motorisation dans les pays étudiés entre 2011 et 2014 ……..159
Tableau 10: Intensité en CO2 du secteur des transports dans les pays étudiés entre 2000 et 2014 ……161

Liste des Figures

Chapitre un : Les instruments de mesure et les barrières à l'efficience énergétique

Figure 1: Le développement durable dans le cadre économique, social et environnemental ……...14
Figure 2: Illustration graphique de l'efficience et de la sobriété énergétiques ……17
Figure 3: Pyramide des indicateurs d'efficience énergétique ……...20
Figure 4: Illustration graphique de l'effet rebond ……32
Figure 5 : Le déficit d'efficience énergétique ……...34
Figure 6: Différentes notions du gisement d'efficience énergétique selon Jaffe ……..35
Figure 7: Les différents types de barrières et défaillances, d'après Sorrell (2004), Jaffe et al. (2004), Quirion (2004 et Gillingham et al. (2009) ……...36
Figure 8: Types et exemples de barrières à l'efficience énergétique ……39

Chapitre Deux : Protection de l'environnement et énergies renouvelables

Figure 1: Evolution des températures globales moyennes de la terre entre 1850 et 2014 …...47
Figure 2Les différentes fillières des énergies renouvelables ……...58
Figure 3: Illustration de l'architecture solaire passive dans l'hémisphère nord ……..60
Figure 4: Vue en coupe d'un capteur solaire thermique ……...61
Figure 5: Différentes techniques d'exploitation du solaire thermodynamique ……62
Figure 6: Principe de fonctionnement d'une installation photovoltaïque dans une maison ….65
Figure 7 Principe de fonctionnement d'une centrale électrique Photovoltaïque ……66
Figure 8: Cartes d'irradiation moyenne et heures d'ensoleillement annuel en Algérie ……67

Figure 9: Les différentes composantes d'une éolienne ……68
Figure 10: Atlas de la vitesse du vent à dix mètres du sol en Algérie ……69
Figure 11: Atlas géothermique du nord de l'Algérie ……71

Chapitre trois : Le secteur énergétique En Algérie

Figure 1: structure de l'activité de transformation d'énergie en 2014 ……..93
Figure 2: Structure de la consommation nationale d'énergie en 2014 ……96
Figure 3: Ventilation sectorielle du PIB pour l'année 2014 ……98
Figure 4: Prévision de la pénétrations des EnR dans la production électrique nationale en TWattheure ……101

Chapitre quatre : Analyse de la consommation énergétique en Algérie

Figure 1 Evolution de la production de la consommation et de l'exportation d'énergie en million de TEP ……...112
Figure 2: Projection des exportations de pétrole en Algérie (2015-2025) ……113
Figure 3: évolution de la structure de la consommation nationale en milliers de TEP ……..113
Figure 4: Consommation nationale par type d'énergie entre 2010 et 2014 ……114
Figure 5: Evolution des taux de croissance du PIB, de la population et de la consommation finale d'énergie (2011-2014) ……..115
Figure 6 Consommation finale par secteurs et par type d'énergie (2010-2014) ……116
Figure 7: Composition de la consommation finale du secteur des ménages et autres entre 2010 et 2014 ……117
Figure 8: Logements livrés en Algérie entre 2010 et 2014 (hors auto-construction) ……...118
Figure 9 : Composition de la consommation finale du secteur des transports entre 2010 et 2014 ……119
Figure 10: Taux de croissance de la population dans les pays étudiés en 2014 ……124
Figure 11: PIB par habitant dans les pays objets d'étude en 2014 (USD PPA 2010) ……126
Figure 12 : Production, importation, exportation et consommation nationale d'énergie dans les six pays étudiés en ktep en 2010 et 2014 ……...127
Figure 13: Taux de croissance sur 5 ans du PIB et de la consommation nationale des pays étudiés (2014/2010) ……129
Figure 14: Proportion des pertes de transformation en 2014 dans les pays étudiés ……...130
Figure 15: Evolutions des consommations finales des pays étudiés (en ktep) entre 2010 et 2014 ……132
Figure 16 : Taux de croissance du PIB et de la consommation finale dans les pays étudiés sur cinq ans (2014/2010) ……133
Figure 17: Répartition sectorielle de la consommation finale des pays étudiés en 2014 …...134
Figure 18: PIB/HABITANT (USD PPA 2010) et consommation moyenne /habitant (en Tep) pour l'année 2014 dans les pays étudiés ……135
Figure 19 : évolution des prix à la pompe de l'essence et du Gasoil en USD dans les pays étudiés entre 2010 et 2014 ……136
Figure 20 : Taux de croissance de la consommation de produits pétroliers sur cinq ans (2014/2010) dans les pays étudiés ……136

Chapitre cinq : Les indicateurs d'efficience énergétique en Algérie

Figure 1: Taux de dépendance énergétique dans les pays étudiés entre 2000 et 2014 ……..144
Figure 2: Emission de Co2 par habitant en Algérie et moyenne mondiale entre 2000 et 2014 (tCO2/habitant) ……..145
Figure 3: Intensité en CO2 en Algérie et moyenne mondiale entre 2000 et 2014 (kCO2/USD ppa2005) …….145
Figure 4: Part de la consommation de l'industrie énergétique du total de la consommation nationale en 2010 et 2014 ……..147
Figure 5: Pourcentage des centrales à cycle combiné dans le total des centrales électriques thermiques installées dans les pays étudiés entre 2005 et 2014 …….150
Figure 6: Part du renouvelable dans la production d'électricité dans les pays étudiés ……...152
Figure 7: Consommation énergétique par ménage en 2011 et 2014 (Tep/ménage) ……..154
Figure 8: Intensité énergétique finale du secteur transports dans les pays étudiés en Kep/$2005ppa) ……...158
Figure 9: Nombre de kilomètres passagers du transport ferroviaire dans les pays étudiés (km-passgers/ habitant) ……..160
Figure 10 : Intensité énergétique finale du secteur industriel, agricole et des services en Algérie comparée à la moyenne mondiale (ktep/usd2005ppa) ……..162

Table des matières

Dédicaces I

Remerciements II

Résumé III

Sommaire IV

Liste des abréviations VII

Introduction générale 01

PARTIE UNE : Approche théorique de la maîtrise de l'énergie 08

Introduction de la partie une **09**

Chapitre un : Les instruments de mesure et les barrières à l'efficience énergétique **10**

Introduction **11**

1. Définition des concepts **12**

1.1. Changement climatique (climate change) **12**

1.2. Développement durable (sustainable development) **13**

1.3. Service énergétique (energy service) **15**

1.4. Sobriété énergétique (energy sufficiency) **15**

1.5. Efficience énergétique (energy efficieny) **16**

1.5.1. Recadrage conceptuel **16**

1.5.2. Définitions **16**

1.6. Maîtrise de l'énergie (enrgy conservation) **18**

2. Approches et méthodologie de construction des indicateurs d'efficience énergétique (constructing energy efficiency indicators) **19**

2.1. Méthodologie de construction **19**

2.2. Les principaux projets de constructions des indicateurs **22**

2.2.1. Le projet des indicateurs énergétiques de l'AIE **22**

2.2.2. Le projet des indicateurs de l'ADEME / WEC **23**

3. Principaux indicateurs par niveau d'agrégation et par secteur **24**

3.1. Les indicateurs macroéconomiques **24**

3.2. Les indicateurs de transformation d'énergie **26**

3.3. Les indicateurs du secteur industriel **27**

3.4. Les indicateurs du secteur tertiaire **28**

3.5. Les indicateurs du secteur résidentiel **29**

3.6. Les indicateurs du secteur des transports **30**

3.7. Les indicateurs du secteur agricole **31**

4. Les barrières à l'efficience énergétique **32**

4.1. L'effet rebond 32
4.2. Le paradoxe de l'efficience énergétique 33
4.3. barrières des marchés vs dysfonctionnement des marchés 35
4.4. L'apport des nouvelles théories 37
Conclusion 40
Chapitre Deux : Protection de l'environnement et énergies renouvelables 42
Introduction 43
1. Changements climatiques et protection de l'environnement 44
1.1. Définitions 44
1.1.1. L'environnement 44
1.1.2. Le climat 45
1.1.3. Changement climatique 45
1.1.4. Les gaz à effet de serre 46
1.1.5. Le réchauffement climatique 47
1.2. Lutte pour la protection de l'environnement 49
1.2.1. Conférence de Stockholm 1972 50
1.2.2. Charte des nations unies pour la nature 50
1.2.3. Convention de Vienne pour la protection de la couche d'Ozone 51
1.2.4. Rapport « notre avenir à tous » 51
1.2.5. La création du GIEC 52
1.2.6. Le fond pour l'environnement mondial 52
1.2.7. Sommet de la terre à RIO 53
1.2.8. Le Protocole de Kyoto 54
1.2.9. Les années 2000 55
1.2.10. Les négociations COP 56
1.2.11. L'accord de Paris 57
2. Les énergies renouvelables 58
2.1. L'énergie du soleil 59
2.1.1. L'architecture solaire passive 59
2.1.2. Le chauffage et chauffe-eau solaires 60
2.1.3. Les centrales électriques solaires thermiques 61
2.1.4. Le solaire photovoltaïque 64
2.1.5. Le potentiel de l'Algérie 66

2.2. L'énergie du vent 68
2.2.1. Principe de fonctionnement 68
2.2.2. Le potentiel de l'Algérie 69
2.3. L'énergie géothermique 70
2.3.1. Potentiel Algérien 71
2.4. La biomasse 72
2.4.1. Le bois énergie 72
2.4.2. Les biocarburants 73
2.4.3. Les biogaz 73
2.4.4. Le potentiel national 74
Conclusion 75
Chapitre trois : Le secteur énergétique En Algérie 76
Introduction 77
1. Présentation du secteur de l'énergie 79
1.1. Cadre général et réglementaire 79
1.1.1. cadre général 79
1.1.2. Cadre réglementaire 80
1.1.2.1. Des hydrocarbures 80
1.1.2.2. Electricité et distribution du gaz 81
1.2. Infrastructure de la maîtrise énergétique en Algérie 82
1.2.1. Cadre Législatif 82
1.2.2. Cadre Institutionnel 85
1.2.2.1. L'APRUE 85
1.2.2.2. Le CDER 86
2. Le bilan énergétique national 87
2.1. Définition et méthodologie d'élaboration 87
2.2. Unités de mesure et équivalence 88
2.3. Analyse des bilans 89
2.3.1. Analyse synthétique 90
2.3.2. Analyse des agrégats 91
2.3.2.1. La production 91
2.3.2.2. Transformation d'énergie 92
2.3.2.3. Echanges d'énergie 93

2.3.2.4. La consommation d'énergie 95
3. Eléments macroéconomiques 97
3.1. Le produit intérieur brut 97
3.2. Le commerce extérieur 99
3.3. Chômage et inflation 99
4. Le programme national des énergies renouvelables et de l'efficacité énergétique 100
4.1. Le développement des énergies renouvelables 100
4.2. Programme d'efficience énergétique 101
4.3. Développement des capacités industrielles 102
4.4. L'actualisation du programme (2015) 103
Conclusion 105
Conclusion de la partie une 106
PARTIE DEUX : Etude empirique de l'efficience énergétique en Algérie 108
Introduction de la partie deux 109
Chapitre quatre : Analyse de la consommation énergétique en Algérie 110
Introduction 111
1. La consommation nationale d'énergie 112
1.1. La consommation dans l'échiquier énergétique Algérien 112
1.2. Structure de la consommation nationale 113
2. La consommation finale 115
2.1. Structure de la consommation finale 116
2.1.1. Structure de la consommation du secteur des ménages et autres 117
2.1.2. Structure de la consommation du secteur des transports 119
3. Analyse comparative 121
3.1. Eléments macroéconomiques 122
3.1.1. La population 123
3.1.2. Le produit intérieur brut 124
3.1.3. Le PIB par habitant 126
3.2. Caractéristiques énergétiques générales 127
3.3. Transformation d'énergie 130
3.4. La consommation finale 131
3.5. Consommation et niveau de vie 135
3.6. Consommation et prix de l'énergie 136

Conclusion 138
Chapitre cinq : Les indicateurs d'efficience énergétique en Algérie 140
Introduction 141
1. Les indicateurs macroéconomiques 142
1.1. L'intensité énergétique primaire (IEP) 142
1.2. L'intensité énergétique Finale (IEF) 143
1.3. Le taux de dépendance énergétique 144
1.4. Les indicateurs environnementaux 145
2. Les indicateurs de transformation d'énergie 146
2.1. Consommation des industries énergétiques 146
2.2. Le ratio énergie finale en énergie primaire (RCEFEP) 147
2.3. L'efficience de la production d'électricité (EPE) 148
2.4. La proportion des pertes de transport et de distribution 150
3. Les indicateurs du secteur résidentiel 153
3.1. La consommation énergétique spécifique des ménages (CESM) 153
3.2. La consommation électrique spécifique des ménages 155
3.3. La surface installée des chauffe-eau solaires 156
3.4. L'intensité en CO2 des ménages 156
4. Les indicateurs du secteur des transports 157
4.1. L'intensité énergétique finale du secteur des transports (IEF-Tr) 157
4.2. Le taux de motorisation TM 158
4.3. L nombre de kilomètres-passagers du rail 160
4.4. L'intensité en CO2 du secteur des transports 160
5. Industrie, services et agriculture 161
Conclusion 163
Conclusion de la partie Deux 165
Conclusion générale 169
Bibliographie 177
Annexes 183
Liste des illustrations 194
Table des matières 199