

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



المدرسة الوطنية المتعددة التقنيات
Ecole Nationale Polytechnique

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

Thème :

**« Apprentissage du modèle MARKAL pour la
prévision de la consommation d'énergie à
2030 »**

Etudié par :

Hayet ATMANE

Hind BENDEDDOUCHE

Soutenu le 26 juin 2013 devant le jury suivant :

| | | |
|---------------------|-----------------|-----------------|
| Présidente : | O.BELMOKHTAR | Professeur, ENP |
| Examineurs : | E-H. BENYOUSSEF | Professeur, ENP |
| | F.MOHALLEBI | Docteur, ENP |
| Rapporteur : | C-E. CHITOUR | Professeur, ENP |

Promotion Juin 2013

« Que l'Algérie dressée libre trouve en chacun des enfants qu'elle a formés le gage d'un avenir de clarté »

Ce travail a été réalisé dans le cadre des activités de recherche du laboratoire de valorisation des énergies fossiles, sous la direction de Monsieur le Professeur Chems Eddine CHITOUR

Remerciements

Nous remercions très vivement Monsieur le Professeur Chems Eddine CHITOUR de nous avoir fait l'honneur de diriger ce travail, de nous en avoir inspiré le sujet et de nous avoir fait découvrir et aimer le monde de l'énergie. Ses précieux conseils et la confiance qu'il nous a accordée nous ont permis de mener à bien cette étude.

Nous exprimons notre profonde gratitude à Monsieur BOUCHENEB, chef de département de prospective à l'APRUE. Nous le remercions d'autant plus pour ses remarques pertinentes et pour ses commentaires constructifs. Ce travail n'aurait jamais abouti sans sa contribution.

Nos remerciements vont également à Monsieur HAMDANI, chef de département SPE à SONATRACH, pour l'intérêt qu'il a accordé à ce travail, pour sa disponibilité et son encadrement.

Nous adressons nos remerciements à Madame le Professeur BELMOKHTAR qui nous fait l'honneur de présider ce jury.

Nous tenons à remercier Monsieur le Professeur BENYOUSSEF pour l'honneur qu'il nous fait en participant à ce jury, pour son encadrement, ses conseils et sa rigueur scientifique.

Nous voudrions remercier Madame MOHALLEBI, chef de département de génie chimique pour ses qualités nombreuses tant humaines que scientifiques.

Il est tout naturel d'inclure l'ensemble des enseignants du département de génie chimique, ainsi que toute l'équipe de l'APRUE.

Hayet ATMANE
Hind BENDEDDOUCHE
Juin 2013

A tata,

*Ce travail n'aurait jamais abouti sans son aide précieuse, son dévouement et ses encouragements.
Il m'est impossible de trouver les mots pour lui exprimer toute ma reconnaissance et ma gratitude.*

A ma mère, mon père et mon frère, recevez le témoignage de ma grande reconnaissance. Bien affectueusement.

A Hindoucha,

A ma famille,

A tous ceux qui me sont chers,

A la mémoire de ma grand-mère.

Hayet

A ma mère,

*Aucune dédicace ne saurait exprimer l'amour, l'estime et le respect que j'ai pour toi.
Rien au monde ne vaut tes efforts fournis jour et nuit pour mon éducation et mon bien être.
Ce travail est le fruit de tes sacrifices, j'espère avoir répondu aux espoirs que tu as fondés en moi.*

Ce travail n'aurait jamais pu aboutir sans le soutien affectif et les encouragements de ma famille. Que mon père, mon frère, ma sœur, mes grand parents et mon oncle « khalou » trouvent ici l'expression de ma profonde gratitude.

A la mémoire de mon grand-père qui je suis sûre, aurait été fier de moi.

Hind

Résumé

Le monde en proie à de vives tensions énergétiques face à l'épuisement des ressources fossiles, cherche la meilleure alternative pour assurer la transition.

L'Algérie doit dans ce contexte, en urgence préparer la phase après pétrole, en rationalisant ses consommations souvent excessives surtout dans les secteurs du transport et résidentiel où le potentiel économique est important.

Un modèle de prospective dédié à la consommation énergétique domestique est proposé dans le cadre de ce projet de fin d'études permettant d'estimer la demande énergétique telle qu'elle pourrait être en 2030-2050 et d'en tirer des éléments de réflexion dans un contexte de raréfaction énergétique.

Mots clés : Modélisation, secteur résidentiel, prospective, bottom up.

Abstract

The world rife with strong energy tensions facing the depletion of fossil resources is seeking the best alternative for transition.

Algeria must in this context rush the post-oil phase, streamlining its often excessive consumption, especially in transport and residential sectors where the economic potential is significant.

A prospective model dedicated to the energy consumption in the residential sector is proposed as part of this final thesis to estimate the domestic energy demand as it could be in 2030-2050 and draw food for thought in the context of energy scarcity.

Keywords: Modeling, residential sector, prospective, bottom up.

ملخص

يبحث العالم، وهو ضحية توترات حادة في مجال الطاقة نتيجة نضوب الموارد الأحفورية، عن أفضل بديل لإحداث الانتقال.

فحري بالجزائر في هذا السياق أن تُمهد عاجلا لمرحلة ما بعد النفط بعقلنة استهلاكها المفرط في كثير من الأحيان، لاسيما قطاع النقل والسكن حيث تكون الإمكانيات/القدرات الاقتصادية معتبرة.

يُتترح في إطار مذكرة التخرج هذه نمودجا محتملا بشأن استهلاك الطاقة في قطاع السكن لتقدير ما قد يكون عليه الطلب المحلي على الطاقة في 2030-2050 واستخلاص مادة للتفكير في سياق ندرة الطاقة.

الكلمات المفاتيح: النمذجة، قطاع السكن، التوقعات الاقتصادية، تصاعدي

Abréviations :

AGEB : ArbeitsGemeinschaft EnergieBilanzen

AIE : Agence Internationale de l'Energie

AIEA : Agence Internationale de l'Energie Atomique

BMWi: Bundesministeriums für Wirtschaft und Technologie (statistiques énergétiques du Ministère Fédéral de l'Économie et de la Technologie)

BP: British Petroleum

BTP : Bâtiment et travaux publics

ECS : Eau Chaude Sanitaire

FBCF : Formation Brute du Capital Fixe

FMI : *Fonds Monétaire International*

GNL : Gaz Naturel Liquéfié

GPL : Gaz de Pétrole Liquéfié

GW: Gigawatt

GWh: Gigawattheure

IFPEN : Institut Français de Pétrole Energies Nouvelles

LBC : Lampe Basse Consommation

Mb : Millions de barils

MEM : Ministère de l'Energie et des Mines

Mt : Millions de tonnes

Mtec : Millions tonnes équivalent charbon

Mtep : Millions tonnes équivalent pétrole

MW: Mégawatt

NF : Nouveau Franc

ONS : Office Nationale des Statistiques

OPEP : Organisation des pays exportateurs de pétrole

PJ: Pétajoules

RGPH : Recensement Général de la Population et de l'Habitât

SNAT : Schéma National d'Aménagement du Territoire

TCAM : Taux de Croissance Annuel Moyen

TOL : Taux d'Occupation par Logement

TWh: térawattheure

USD : United States Dollars

Index des illustrations

Index des figures :

Figure 1.1: Evolution de la consommation des différentes sources d'énergie dans le monde entre 1860 et 2011

Figure 1.2: Réserves, production et consommation de charbon dans le monde pour l'année 2011

Figure 1.3 : Réserves, production et consommation de pétrole dans le monde pour l'année 2011

Figure 1.4: Réserves, production, consommation du gaz naturel dans le monde pour l'année 2011

Figure 1.5: Hydrocarbures conventionnels et non conventionnels

Figure 1.6: Roche sédimentaire : Schiste

Figure 1.7 : Réserves gazières potentielles dans le monde en 2011

Figure 1.8 : Forage Horizontal

Figure 1.9 : Principe de la fracturation hydraulique

Figure 1.10 : Simulation de la production mondiale de gaz, en mille milliards de pieds cubes par an

Figure 1.11: Evolution constatée des émissions mondiales de CO₂ de 1965 à 2011, en millions de tonnes

Figure 1.12: les principaux pays émetteurs de CO₂

Figure 1.13: Evolution de consommation de l'énergie nucléaire dans le monde

Figure 1.14 : quotes-parts des pays exploitant le nucléaire dans le monde en 2011

Figure 1.15: Contribution des différentes sources dans le mix énergétique pour l'année 2011

Figure 1.16 : Evolution de la puissance nucléaire entre 1956 et 2011 dans le monde

Figure 1.17 : Contribution de chaque source dans la production électrique mondiale

Figure 1.18: Evolution de la production mondiale d'électricité en TWh

Figure 1.19: Comparaison de la consommation électrique newyorkaise avec la subsaharienne

Figure 1.20: Population privées d'électricité dans le monde

Figure 1.21 : Evolution de la population mondiale

Figure 1.22 : Evolution de la consommation d'électricité mondiale TWh

Figure 1.23 : Evolution de la consommation électrique dans quelques pays industrialisés en TWh

Figure 1.24 : Consommation d'électricité dans quelques pays en voie de développement en KWh/habitant

Figure 1.25: Secteurs de consommation électrique mondiale

Figure 1.27 : Evolution du prix du gaz par rapport au prix du pétrole 1984-2011

Figure 2.1: Carte des Etats-Unis

Figure 2.2: Le réseau de transport des Etats-Unis

Figure 2.3: Part de chaque source primaire USA (2011)

Figure 2.4: Les usages de l'énergie aux USA (2011)

Figure 2.5 : Evolution des importations de pétrole aux Etats-Unis en milliers de barils / jour

Figure 2.6: Consommation de pétrole aux Etats-Unis

Figure 2.7 : Evolution de la production de gaz naturel aux Etats-Unis

Figure 2.8: Evolution de la production et des importations de gaz naturel aux Etats-Unis

Figure 2.9: Consommation de gaz naturel par secteur

Figure 2.10 : Evolution de la consommation de charbon aux Etats-Unis

Figure 2.11: Emission de CO₂ aux Etats-Unis

Figure 2.13: Contribution des énergies vertes (%)

Figure 2.14: Part des transactions réalisées par type d'énergie renouvelable aux Etats-Unis

Figure 2.15: Production électrique aux Etats-Unis

Figure 2.16: Production électrique nette mensuelle des Etats-Unis par source d'énergie (en million de MWh)

Figure 2.17: Carte de l'Allemagne

Figure 2.18 : Principales données économiques d'Allemagne

Figure 2.19: Production allemande d'énergie primaire (en PJ)

Figure 2.20 : Détail de la production allemande en renouvelable

Figure 2.21: Evolution des émissions de CO₂ depuis 1990 en Allemagne

Figure 2.22: Consommation d'énergie primaire en Allemagne en 2012

Figure 2.23: Energie finale consommée par secteur en 2011

Figure 2.24: Production brute d'électricité en Allemagne

Figure 2.25: Evolution des prix de l'électricité en Europe entre 2007-2012 pour les industriels et domestiques

Figure 2.26: Carte géographique de la Chine

Figure 2.27: Taux de croissance du PIB en Chine entre 1961 et 2013 (premier trimestre)

Figure 2.28: Comparaison du PIB et du PIB/habitant chinois avec le Japon (puissance mondiale)

Figure 2.29: Echanges extérieurs de la Chine

Figure 2.30: La Chine émergente

Figure 2.31: La Chine rurale

Figure 2.32 : carte de synthèse : la Chine au centre des échanges

Figure 2.33: Production d'énergie primaire de la Chine en 2009

Figure 2.34 : Importation de pétrole brut de la Chine par source

Figure 2.35 : Evolution de la production de charbon en Chine

Figure 2.36: Barrage des Trois-Gorges, Chine

Figure 2.37 : Production d'électricité renouvelable hors hydroélectrique

Figure 2.38 : Evolution des émissions de CO₂ par énergie en Chine

Figure 2.39: Consommation énergétique de la Chine entre 1965 et 2011

Figure 2.40: Consommation d'énergie dans les principaux pays du G20 (Mtep)

Figure 2.41: Production de l'électricité dans les pays industrialisés en TWh

Figure 2.42 : Carte géographique de l'Iran

Figure 2.43: Réserves mondiales de gaz naturel et de pétrole (quatre premiers pays), 2011

Figure 2.44: Evolution de la production pétrolière iranienne entre 1965-2011

Figure 2.45: Evolution de la production gazière iranienne entre 1970-2011

Figure 2.46: Consommation d'énergie primaire en Iran, 2011

Figure 2.47: Evolution de la production électrique iranienne entre 1971 et 2011

Figure 2.48 : Evolution des émissions de CO₂ en Iran

Figure 3.1: Evolution du PIB en Algérie entre 1880-1955.

Figure 3.2 : Répartition de la production agricole, 1954

Figure 3.3: Répartition de la production de céréales, 1954

Figure 3.4: Evolution de la production de blé dur 1954-1963

Figure 3.5: Evolution de la production de blé tendre 1954-1963

Figure 3.6: Evolution de la production d'orge 1954-1963

Figure 3.7: Evolution de la production d'agrumes 1954-1963

Figure 3.8: Evolution de la production de tabac et de betterave à sucre

Figure 3.9: Evolution de la production de tabac et de betterave à sucre

Figure 3.10: Evolution du pourcentage de couverture des importations

Figure 3.11: Investissements pétroliers en Algérie (1952- 1962)

Figure 3.12: Activité de l'industrie pétrolière en Algérie

Figure 3.13: Evolution de la production électrique en Algérie de 1928 à 1950 inclus

Figure 3.14: Evolution de la population Algérienne

Figure 3.15: Croissance annuelle de la population

Figure 3.16 : Structure de la population algérienne

Figure 3.17: Evolution du pourcentage de la population urbaine et rurale

Figure 3.18: Répartition sectorielle du PIB en 2011

Figure 3.19: Evolution du taux de chômage en Algérie

Figure 3.20: Evolution des importations en Algérie

Figure 3.21: Evolution des exportations en Algérie

Figure 3.22 : Evolution des exportations d'hydrocarbures en milliards de dollars

Figure 3.23: Commerce extérieur de l'Algérie (2010-2011)

Figure 3.24: Principaux clients (exportations en %), 2011

Figure 3.25: Principaux fournisseurs (importations en %), 2011

Figure 3.26: Bilan 2011, voitures utilitaires et touristiques

Figure 3.27: Production et consommation de pétrole depuis 1965

Figure 3.28: Production et consommation de gaz depuis 1970

Figure 3.29: Evolution des découvertes

Figure 3.30: Répartition de la production d'énergie primaire, 2011

Figure 3.31: Evolution de la consommation énergétique en Algérie, jusqu'à l'année 2011

Figure 3.32: Répartition de la production d'énergie dérivée, 2011

Figure 3.33: Evolution de la production de GNL 1965-2007

Figure 3.34: Evolution de la production électrique

Figure 3.35: Structure du parc de production électrique en Algérie, 2011

Figure 3.36: Evolution de la consommation par habitant en Algérie 1971-2010

Figure 3.37: Evolution des émissions de CO₂ 1960-2011

Figure 3.38: Evolution de la production pétrochimique en Algérie

Figure 3.39: Consommation finale par secteur

Figure 3.40: Evolution du parc automobile algérien

Figure 3.41: Age du parc automobile algérien, 31/12/2011

Figure 4.1: Cadre de l'analyse énergétique

Figure 4.2: Brique élémentaire dans le système énergétique de référence

Figure 4.3: Familles et approches de modélisation

Figure 4.4 : Classification des modèles de prospective

Figure 4.5: Structure générale du système énergétique de référence

Figure 4.6: Assemblages élémentaires de technologies

Figure 4.7: Les différentes classes du système énergétique de référence dans MARKAL

Figure 4.8 : Représentation simplifiée de la structure du modèle MARKAL

Figure 4.9: Equilibre de l'offre et de la demande

Figure 4.10 : Evolution du taux d'urbanisation en Algérie 1886-2008

Figure 4.11 : Evolution du parc logement et de la population en Algérie

Figure 4.12 : Répartition des logements occupés par type 1998-2008

Figure 4.13 : Evolution de la consommation d'énergie en tep/logement

Figure 4.14 : Tendances des consommations d'énergie, consommation privée et nombre de ménages en indice 100 = 1990

Figure 4.15 : Consommation d'énergie finale par usage dans le résidentiel en 2008

Figure 4.16 : Consommation d'énergie dans le résidentiel par source en 2011

Figure 4.17 : Evolution des consommations unitaires par usage tep/logement en indice 100=1990

Figure 4.18 : Evolution de la consommation électrique par logement (KWh/logement) entre 1990-2011

Figure 4.19: Quotes part des différentes sources pour le chauffage en 2008

Figure 4.20 : Evolution de la consommation pour le chauffage par les ménages en Ktep entre 2000 et 2010

Figure 4.21: Quotes part des différentes sources pour l'utilisation de l'ECS en 2008

Figure 4.22: Consommation unitaire d'eau chaude sanitaire par les ménages: Tep/ménage

Figure 4.23: Quotes part des différentes sources pour la cuisson en 2008

Figure 4.24 : Consommation unitaire par ménage pour la cuisson : tep/ménage

Figure 4.25: Consommation unitaire d'électricité spécifique par les ménages: tep/ménage

Figure 4.26: Taux d'équipement des ménages en %

Figure 4.27 : Consommation unitaire pour la climatisation par les ménages: tep/ménage

Figure 4.28 : Désagrégation du secteur résidentiel en fonction de la demande en électricité

Figure 4.29 : Répartition par région de la consommation en éclairage

Figure 4.30: Répartition par type de logement et par milieu de résidence de la consommation en éclairage (GWh) dans le nord

Figure 4.31: Répartition par type de logement et par milieu de résidence de la consommation nationale en froid (GWh)

Figure 4.32: Répartition par région de la consommation liée au téléviseur

Figure 4.33: Répartition par région de l'effectif et de la consommation liée à la climatisation

Figure 4.34: Consommation par logement et par an en climatisation dans les différentes régions

Figure 4.35: Répartition par type de logement et par milieu de résidence de la consommation nationale en climatisation (GWh)

Figure 4.36: Répartition de la consommation nationale en lavage par type de logement (GWh)

Figure 4.37: Consommation d'électricité par région

Figure 4.38: Consommation de l'électricité nationale par usage

Figure 4.39: Consommation d'électricité par logement et par région

Figure 4.40: Courbe de consommation mensuelle de gaz naturel

Figure 4.41: Répartition de la consommation en gaz naturel

Figure 4.42: Taux de raccordement par région

Figure 4.43 : Répartition de la consommation en gaz naturel

Figure 4.44: Consommation de chauffage par région

Figure 4.45: Consommation de chauffage par logement

Figure 4.46 : Evolution du besoin utile en eau chaude sanitaire et en cuisson avec la taille du ménage

Figure 4.47: Répartition de la consommation de GPL par région

Figure 4.48: Répartition de la consommation d'énergie par usage 2008 dans le **national**

Figure 4.49: Répartition de la consommation d'énergie par usage 2008 par région

Figure 5.1: Projection de la consommation d'électricité des ménages par usage, scénario tendanciel

Figure 5.2: Evolution de la consommation d'énergie par usage dans le résidentiel, scénario tendanciel

Figure 5.3: Projection de la production électrique

Figure 5.4: Tendances de la production gazière conventionnelle et non conventionnelle

Figure 5.5: Pays d'origine des importations de climatiseurs et de réfrigérateurs en Algérie, 2012

Figure 6.1 : Quotes-parts des différents secteurs économiques, 2011

Figure 6.2 : Ventilation du parc véhicule par genre en 2012

Index des tableaux :

Tableau 2.1: Classement du secteur énergétique allemand dans le monde en 2011

Tableau 2.2: Énergie finale consommée par secteur

Tableau 2.3 : Echanges internationaux d'électricité de l'Allemagne

Tableau 2.4: Echanges physiques extérieurs d'électricité de l'Allemagne

Tableau 2.5: Classement du secteur énergétique chinois dans le monde en 2011

Tableau 2.6 : Production et importation de pétrole brut en Chine

Tableau 2.7: Production et importation de charbon en Chine

Tableau 2.8 : Principaux indicateurs de croissance de l'Iran

Tableau 3.1: Structure de la PIB, en milliards d'Anciens Francs

Tableau 3.2: Rapport F.B.C.F / PIB (en milliards d'Anciens Francs)

Tableau 3.3: Répartition des investissements bruts (en milliards d'Anciens Francs)

Tableau 3.4: Surface de vignobles entre 1938 et 1963

Tableau 3.5: Evolution des exportations d'agrumes

Tableau 3.6: Evolution de la structure des importations entre 1910 et 1960 (en %).

Tableau 3.7: Evolution de la structure des exportations entre 1910 et 1960 (en %)

Tableau 3.8: Liste des principaux barrages en Algérie

Tableau 3.9: Estimation du produit intérieur brut de l'Algérie (en milliards de D.A.)

Tableau 3.10 : Structure de la valeur ajoutée par industrie (en %)

Tableau 3.11: Indicateurs économiques en Algérie

Tableau 3.12: Composition des importations algériennes

Tableau 3.13: Consommation carburants

Tableau 3.14: Evolution de la puissance installée de production électrique

Tableau 3.15: Evolution des pertes techniques d'électricité

Tableau 3.16: Répartition du parc national automobile selon le genre et la source d'énergie au 31/12/2011

Tableau 4.1: Les modèles technico-économiques

Tableau 4.2: Emissions de CO₂ du secteur résidentiel 2008

Tableau 4.3: Consommation en froid par région et par logement pour 2008

Tableau 4.4: TOL par type de logement

Tableau 4.5: Consommation d'électricité par usage

Tableau 4.6: TOL par région

Tableau 5.1: Evolution de la population algérienne en millions jusqu'à 2050

Tableau 5.2: Evolution de la population urbaine-rurale en millions jusqu'à 2050

Tableau 5.3: Evolution du parc logement en millions

Tableau 5.4: Evolution du PIB/logement en millions de DA

Tableau 5.5: Projection de la consommation résidentielle électrique en Algérie (GWh)

Tableau 5.6: Evolution du taux de raccordement, scénario tendanciel

Tableau 5.7: Evolution de la consommation de gaz naturel et de GPL, scénario tendanciel

Tableau 5.8: Evolution de la consommation d'énergie par produit à l'horizon 2050

Tableau 5.9: Evolution des émissions de CO₂ (millions de tonnes) pour le résidentiel, scénario tendanciel

Tableau 5.10: Capacité solaire (cumulée) installée à l'horizon 2030

Tableau 5.11: Capacité éolienne (cumulée) installée à l'horizon 2030

Tableau 5.12: Evolution de la consommation d'énergie par usage dans le résidentiel –
Scénario volontariste

Tableau 5.13: Emissions de CO₂ évitées en millions de tonnes

Tableau 6.1 : Evolution du parc véhicules de tourisme jusqu'à 2030

Tableau 6.2: Evolution de la consommation en carburant jusqu'à 2030 pour les véhicules de tourisme

Tableau 6.3: Evolution des quotes parts de marché dans le parc des Véhicules Particuliers (Scénario Tendanciel)

Tableau 6.4: Evolution des quotes parts de marché dans le parc des Véhicules Particuliers - Scénario volontariste

Tableau 6.5: Evolution de la consommation en carburant jusqu'à 2030 pour les véhicules de tourisme

Scénario volontariste

Tableau 6.6 : Emissions de CO₂ des voitures « essence », en 2011

Index des images :

Image 2.1: Tapis persans

Image 3.1: Carte des routes nationales à grande circulation

Image 3.2: Carte des principales lignes de chemin de fer en Algérie, années 50

Image 3.3: Le port de Bône en 1961

Image 3.4: Aéroport de Maison-Blanche 1958-1959, 2^{ème} aéroport de France

Image 3.5: Mine de fer d'Ouenza au sud de Bône

Image 3.6: Usine de chaux et ciment à Rivet (algérois)

Image 3.7: Carte des réserves de pétrole de schiste

Image 3.8: Nouvelle carte des réserves de gaz de schiste

Image 3.9: Carte d'ensoleillement de l'Algérie

Image 3.10: Carte des vents

Table des matières

| | |
|----------------------------|---|
| Introduction générale..... | 1 |
|----------------------------|---|

CHAPITRE 1 : Histoire, actualité et perspectives

| | |
|---|----|
| 1.1- L'énergie primaire dans le monde :..... | 2 |
| 1.1.1- Ressources fossiles : | 3 |
| 1.1.2- Ressource fissile : | 16 |
| 1.1.3- Energies renouvelables : | 18 |
| 1.2- L'électricité, une énergie secondaire irremplaçable :..... | 20 |
| 1.2.1- Production électrique à partir de fossiles :..... | 21 |
| 1.2.2- Production électrique à partir du nucléaire :..... | 21 |
| 1.2.3- Electricité à partir des renouvelables : | 21 |
| 1.2.4- Contribution de chaque source dans la production électrique mondiale : | 22 |
| 1.2.5- Evolution de la production mondiale de l'électricité :..... | 23 |
| 1.2.6- Populations privées d'électricité :..... | 24 |
| 1.2.7- Evolution de la population :..... | 24 |
| 1.2.8- Evolution de la consommation électrique mondiale :..... | 25 |
| 1.2.9- Evolution de la consommation dans les pays industrialisés: | 25 |
| 1.2.10- Evolution de la consommation dans les pays en voie de développement:..... | 26 |
| 1.2.11- Consommation de l'électricité par secteur :..... | 26 |
| 1.3- Qu'en est-il des prix ? : | 27 |
| 1.4- Conclusion :..... | 28 |

CHAPITRE 2 : Stratégie énergétique des pays leaders

| | |
|---|----|
| 2.1- Etats-Unis :..... | 29 |
| 2.1.1- Présentation générale des Etats-Unis d'Amérique :..... | 29 |
| 2.1.2- Le secteur énergétique aux Etats-Unis :..... | 31 |
| 2.1.2.1- Les énergies fossiles : | 32 |
| 2.1.2.2- Energie fissile : | 35 |
| 2.1.2.3- Energies renouvelables..... | 36 |
| 2.1.2.4- L'électricité : énergie secondaire :..... | 37 |
| 2.1.3- Stratégie énergétique des Etats-Unis :..... | 38 |
| 2.1.4- Conclusion :..... | 38 |

| | | |
|--------|--|----|
| 2.2- | Allemagne: | 38 |
| 2.2.1- | Présentation générale du pays: | 39 |
| 2.2.2- | Secteur énergétique allemand : | 41 |
| 2.2.3- | Politique énergétique de l'Allemagne : | 47 |
| 2.2.4- | Conclusion :..... | 48 |
| 2.3- | Chine :..... | 48 |
| 2.3.1- | Présentation du pays :..... | 48 |
| 2.3.2- | Le secteur énergétique en Chine : | 54 |
| 2.3.3- | Politique et objectifs relatifs au développement énergétique en Chine: | 61 |
| 2.3.3- | Conclusion :..... | 63 |
| 2.4- | Iran: | 63 |
| 2.4.1- | Présentation générale du pays : | 63 |
| 2.4.2- | L'énergie en Iran : | 66 |
| 2.4.3- | Conclusion :..... | 72 |

CHAPITRE 3: L'Algérie : d'hier à aujourd'hui

| | | |
|--------|---|-----|
| 3.1- | Présentation du pays :..... | 73 |
| 3.2- | L'Algérie avant 1962 : | 74 |
| 3.2.1- | La sous-industrialisation de l'Algérie coloniale : | 74 |
| 3.2.2- | Le secteur agricole : évolution de la production de 1954 à 1962 | 80 |
| 3.2.3- | La dépendance commerciale et le phénomène d'extraversion : | 87 |
| 3.2.4- | Le plan de Constantine : la tentative tardive de rattrapage :..... | 88 |
| 3.2.5- | L'électricité et ses sources : | 90 |
| 3.3- | L'Algérie après 1962 :..... | 92 |
| 3.3.1- | La démographie en Algérie :..... | 93 |
| 3.3.2- | L'économie algérienne :..... | 95 |
| 3.3.3- | Commerce extérieur :..... | 97 |
| 3.3.4- | L'énergie et les mines en Algérie :..... | 102 |

CHAPITRE 4 : Modélisation du secteur résidentiel en Algérie

| | | |
|--------|--|-----|
| 4.1- | Cadre de l'analyse énergétique : | 120 |
| 4.2- | Les grandes familles de modèles : | 121 |
| a. | Les modèles économiques : l'approche descendante (Top down) : | 121 |
| b. | Les modèles technologiques : l'approche ascendante (Bottom up) : | 121 |
| c. | Les modèles IAM (Integrated Assesment Models) : approche climatique: | 122 |
| 4.3- | Classification des modèles de prospective : | 123 |
| 4.4- | Le modèle MARKAL : | 124 |
| 4.4.1- | Le système énergétique de référence dans MARKAL : | 124 |
| 4.4.2- | Modélisation du système énergétique dans MARKAL : | 126 |
| 4.4.3- | Description des classes énergétiques : | 126 |
| 4.4.4- | Bases théoriques de l'optimisation dans MARKAL : | 127 |
| 4.2- | Analyse de la demande d'énergie dans le secteur résidentiel en Algérie : | 129 |
| 4.2.1- | Rétrospective du secteur résidentiel : | 129 |
| 4.2.2- | La consommation d'énergie dans les ménages : | 131 |
| 4.3- | Estimation de la demande d'énergie dans le résidentiel : | 138 |
| 4.3.1- | Répartition de la consommation d'énergie dans les ménages: | 139 |

CHAPITRE 5 : Prospective énergétique

| | | |
|--------|---|-----|
| 5.1 | Projections des indicateurs socio-économiques : | 156 |
| 5.2 | Scénario tendanciel : | 158 |
| 5.2.1- | Projection de la consommation électrique dans les ménages : | 158 |
| 5.2.2 | Projection de la consommation gazière : | 160 |
| 5.2.3 | Récapitulatif de l'output du modèle : | 160 |
| 5.2.4- | Offre nationale : | 162 |
| 5.3 | Scénario volontariste : | 164 |

CHAPITRE 6 : Pour une politique du transport respectueuse de l'environnement

| | |
|---|-----|
| 6.1 Constitution du parc automobile en Algérie : | 169 |
| 6.2 Prospective du secteur de transport : voiture de tourisme | 169 |
| 6.3 Qu'en est-il des émissions de CO ₂ ?..... | 171 |
| 6.4 Coût des embouteillages : | 172 |

CHAPITRE 7 : Recommandations

| | |
|---|-----|
| Prescription à respecter pour entretenir le capital santé de l'Algérie :..... | 174 |
| Conclusion générale..... | 177 |
| Bibliographie..... | 179 |
| Annexes..... | 183 |

Introduction générale

Les nations du monde doivent faire le choix d'une nouvelle ère énergétique, celle des fossiles sera bientôt révolue faisant place à de grands enjeux et incertitudes, dictés par des besoins grandissants et des pressions environnementales accrues.

L'Algérie, avec l'épuisement prochain des hydrocarbures, doit faire le point en urgence sur sa situation énergétique pour mieux appréhender les lendemains de l'après-pétrole.

Le secteur résidentiel national a été retenu, car il est grand consommateur d'énergie, classé deuxième après le transport, non productif mais où le potentiel d'économie peut être important.

Quelle est l'importance de la consommation dans nos ménages ? Comment est-elle répartie par usage et par région ? Et comment peut-on rationaliser cette demande ? Beaucoup de questions dont les réponses devraient aider à structurer la politique énergétique à moyen et long termes, en rompant avec les pratiques du passé.

Il s'agit donc de développer un modèle dédié à la consommation d'énergie dans le secteur résidentiel, en s'appuyant sur l'approche Bottom up du modèle MARKAL, élaboré par l'AIE.

Ce modèle n'a pas pour ambition de calculer précisément les quantités d'énergie consommées, mais d'estimer la demande du secteur domestique telle qu'elle pourrait être en 2030-2050 permettant d'apporter des éléments de réflexion dans un contexte de déplétion énergétique.

Energie : Histoire, actualité et perspectives

Allumer la lumière, cuisiner, se chauffer, ou même se déplacer, sont des gestes quotidiens qui font de l'énergie une nécessité absolue. Son usage paraît si normal et si ordinaire, que nous le remarquons à peine.

Comment peut-on donc la définir ? Question légitime avant d'entreprendre toute discussion sur le sujet.

D'un point de vu commun, l'énergie ne pouvant être ni vue ni mesurée directement, son concept est donc abstrait et son existence n'est révélée que par sa transformation et son transfert [1], l'énergie a toujours eu de ce fait plusieurs définitions :

La première philosophique, la décrivant comme la manifestation de la vie, on dit qu'elle circule dans les méridiens du corps, octroyée par une puissance supérieure.

Au sens physique, l'énergie est la capacité d'un système à produire un travail, entraînant un mouvement ou produisant par exemple de l'électricité ou de la chaleur [2].

Parallèlement, le terme « énergie » est utilisé dans le langage courant pour évoquer tout ce qui a trait aux ressources énergétiques qu'elles soient fossiles, fissile ou renouvelables.

Dans ce premier chapitre, nous décrivons comment le monde gère cette précieuse rente ainsi que les conséquences de sa consommation souvent excessive.

1.1- L'énergie primaire dans le monde :

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

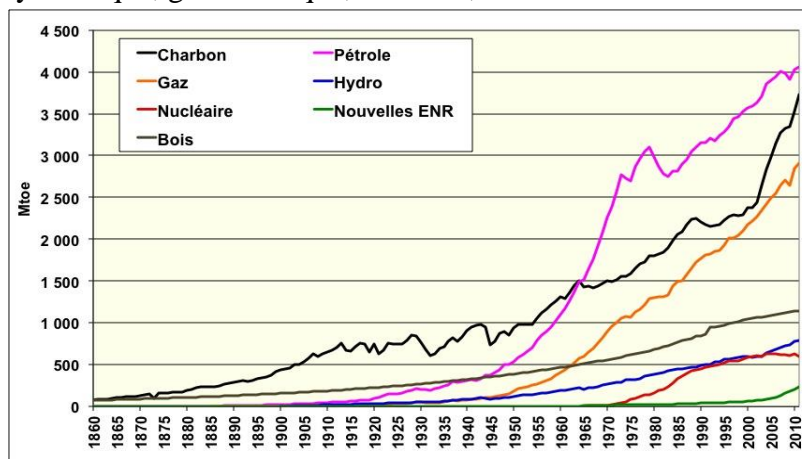


Figure 1.1: Evolution de la consommation des différentes sources d'énergie dans le monde entre 1860 et 2011

Source: Shilling et al, 1977, et BP Statistical Review, 2012

Le graphe ci-dessus illustre la consommation énergétique mondiale qui a explosé depuis maintenant deux siècles. Lancée d'abord en Europe et aux Etats-Unis lors de la première révolution industrielle, elle a ensuite augmenté de façon exponentielle entre 1945 et 1975 (les trente glorieuses) pour arriver à 12 274 Mtep en 2011, en raison de la croissance démographique, le développement économique des grands pays émergents (Chine, Inde, Brésil et autres) et l'amélioration du niveau de vie et des mobilités.

Globalement depuis le 19^{ème} siècle, la tendance est à l'augmentation en consommation d'énergie, fulgurante, celle du pétrole a largement dépassé celle du « roi » charbon depuis 1965 devenant ainsi leader des énergies. Jusqu'à présent, près de 85% des besoins énergétiques dans le monde sont couverts par les fossiles.

Le recours aux énergies renouvelables (hors hydraulique) est récent et timide atteignant 230Mtep en 2011, avec stagnation de l'utilisation de l'énergie nucléaire qui connaît un recul depuis les années 2000.

1.1.1- Ressources fossiles :

Les énergies fossiles sont issues de la décomposition d'êtres morts et enfouis dans le sol depuis plusieurs millions d'années, sous l'action de la température, de la pression et d'une catalyse anaérobie. Elles comprennent le charbon, le pétrole et le gaz naturel. Leur utilisation, en tant que combustibles, génère du CO₂, responsable du changement climatique, ce sont donc des énergies polluantes, dont les réserves sont limitées. Elles représentent néanmoins, plus des trois-quarts de la consommation mondiale d'énergie actuelle, car comparées aux autres énergies, le prix de leur utilisation en tant que matière première reste relativement bas.

a- Charbon :

Il s'agit d'une roche sédimentaire composée essentiellement d'hydrogène, de soufre, d'oxygène, d'eau et surtout de carbone. En fonction de la géologie du gisement, son exploitation se fait par deux méthodes: à ciel ouvert ou souterraine.

Exploité depuis maintenant plusieurs siècles, le charbon a d'abord servi de combustible, avec l'invention de la machine à vapeur au XVIII^{ème} siècle, date à laquelle l'exploitation industrielle des mines charbonnières a vu le jour en Europe puis dans le monde.

L'invention de l'électricité assure au charbon un nouvel emploi après la machine à vapeur, à ce propos, la production électrique devient son usage dominant, viennent ensuite les productions d'acier et de ciment.

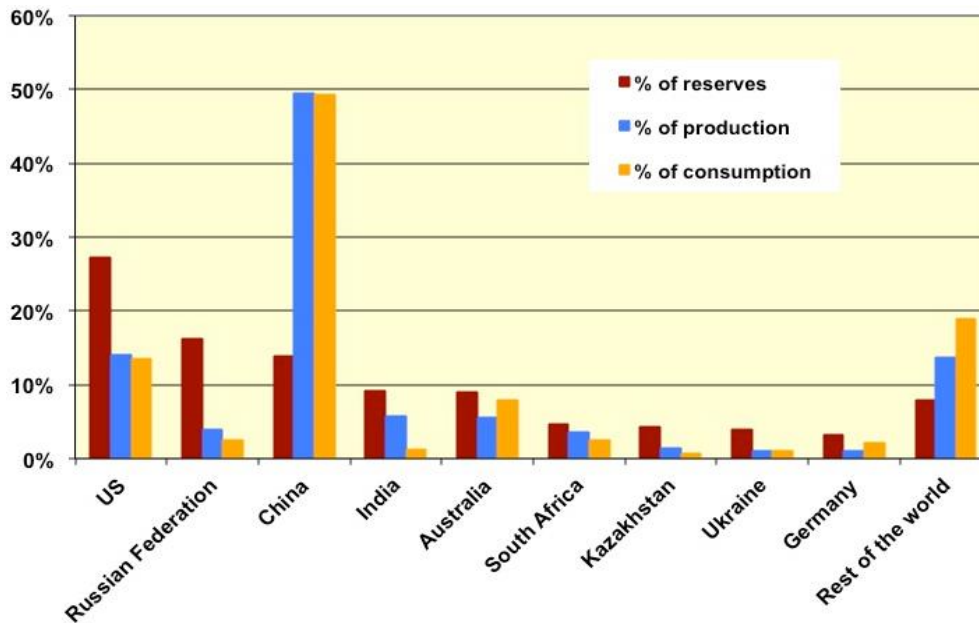


Figure 1.2: Réserves, production et consommation de charbon dans le monde pour l'année 2011

Source: Manicore, BP Statistical Review, 2012

Parmi les trois ressources fossiles, le charbon est le mieux réparti géographiquement. La figure ci-dessus, montre que les Etats-Unis, la Chine et la Russie partagent plus de la moitié des réserves mondiales prouvées estimées en 2011 à 860 938 Mtec.

La consommation et la production de charbon ne suivent pas la répartition des réserves, c'est le cas de la Chine, troisième réserve mondiale et premier consommateur de charbon qui couvre sa production électrique à plus de 80%.

Les derniers bilans montrent que la production mondiale de charbon est en hausse (donnée 2013), suite à l'exploitation des gaz de schiste par les américains, son prix devenu plus bas, intéresse les européens obligés d'acheter le combustible le moins cher en raison de la crise économique.

b- Pétrole :

Le pétrole est connu depuis la plus haute antiquité, précisément en Mésopotamie (Irak actuel), à partir d'indices superficiels (émanations de gaz : lieu de « l'enfer », lac de goudron). Le premier puits de pétrole est foré en 1847 à Bakou (Azerbaïdjan), cependant, le développement de cette énergie se fait vers 1865 aux Etats-Unis à Titusville, inaugurant l'ère de l'industrie pétrolière. Vers 1926, le premier milliard de tonnes est atteint, le pétrole a complètement détrôné le charbon et s'impose comme une ressource capable de modifier les enjeux géopolitiques du monde.

A partir de 1973, la consommation effrénée de pétrole a amené une première crise de l'énergie « choc pétrolier » suivie d'une deuxième en 2006, la civilisation basée sur le pétrole est désormais sur le déclin.

Actuellement, près de 80% du pétrole foré est utilisé pour le chauffage, la production d'électricité et surtout dans le domaine des transports qui en sont quasi totalement dépendants.

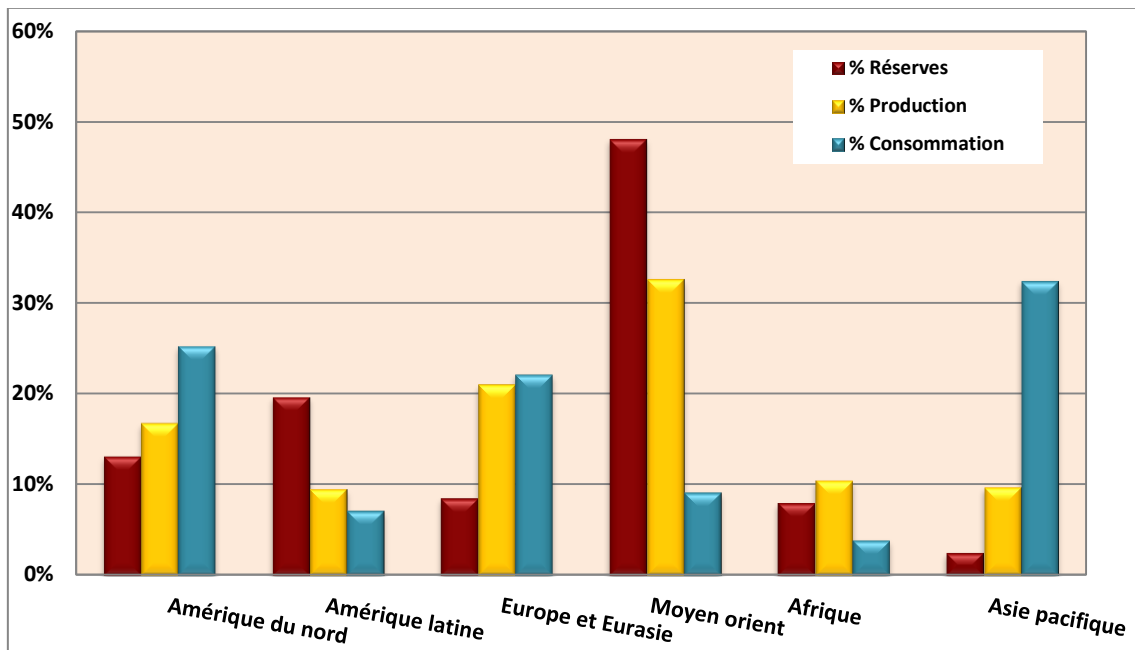


Figure 1.3: Réserves, production et consommation de pétrole dans le monde pour l'année 2011

Source: BP Statistical Review, 2012

Le Moyen-Orient détient la plus grande réserve de pétrole, estimée à 795 000 millions de barils en 2011 (BP Statistical Review, 2012). Parallèlement comme nous pouvons le noter sur la figure 1.3, l'Asie pacifique détient à peine 2,5% des réserves mondiales et n'en demeure pas moins la plus grande consommatrice au monde avec un taux de 32% en 2011, la Chine, deuxième demandeur mondial de pétrole après les Etats-Unis, est l'actrice principale de cette hausse.

c- Gaz naturel :

Le gaz naturel a été découvert au Moyen-Orient au cours de l'antiquité. Au départ, précisément en Perse et en Inde, les hommes n'évaluèrent pas immédiatement l'importance de cette précieuse ressource puisqu'elle n'était utilisée que pour allumer le feu intégré lors des cérémonies religieuses. Ce n'est qu'aux alentours de 211 avant Jésus Christ que le premier puits fut foré en Chine.

En Europe, il a fallu attendre 1659 pour que la grande Bretagne découvre le gaz naturel et le commercialise à partir de 1790.

Au cours du XIXème siècle, le gaz naturel a été exclusivement utilisé comme source de lumière, et était souvent considéré comme un sous-produit par rapport au pétrole et au charbon. La donne a bien changé ces derniers temps, avec notamment les crises pétrolières, les augmentations réactionnelles des prix du baril, faisant du gaz naturel une ressource indispensable.

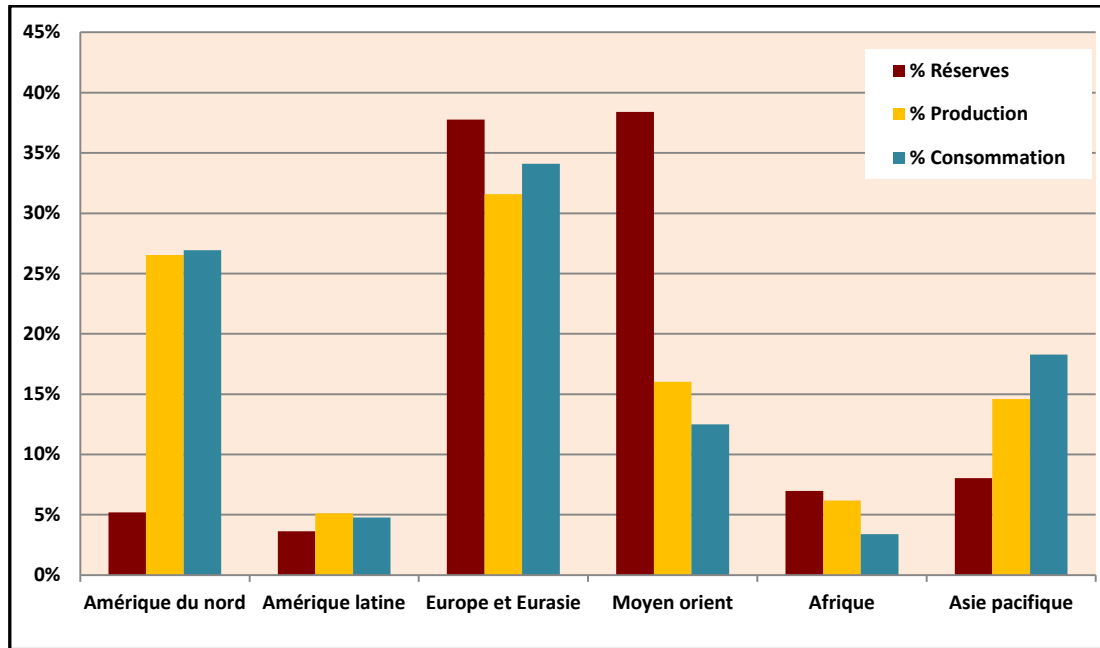


Figure 1.4: Réserves, production, consommation du gaz naturel dans le monde pour l'année 2011

Source: BP Statistical Review, 2012

Comme pour le pétrole, le gaz est mal réparti dans le monde. Illustrées par la figure 1.4, les régions les plus riches sont le Moyen-Orient et l'Eurasie, où la Russie détient le plus gros gisement.

L'Europe, est la première consommatrice de gaz naturel, qu'elle ne produit pas, tout comme l'Asie pacifique plus particulièrement la Chine et le Japon avec respectivement 117,6 Mtep et 95,0 Mtep consommées en 2011.

A côté de ces hydrocarbures conventionnels, une « nouvelle ancienne » énergie a fait son apparition il y a une dizaine d'années, s'imposant dans le mix énergétique mondial, suscitant de nombreuses polémiques : les hydrocarbures non conventionnels.

Il est à noter cependant, que leur exploitation cause actuellement une dégradation environnementale incommensurable, d'où la question :

Hydrocarbures non conventionnels : miracle énergétique ou calamité écologique ?

d- Hydrocarbures non conventionnels :

Ceux sont des hydrocarbures très difficiles à extraire, pour des raisons diverses, soit parce qu'ils se trouvent dans des couches très peu perméables ou parce que leur nature les rend peu ou pas mobilisables. Par conséquent, leur exploitation se fait par forage horizontal et non vertical, comme c'est le cas pour les hydrocarbures conventionnels.

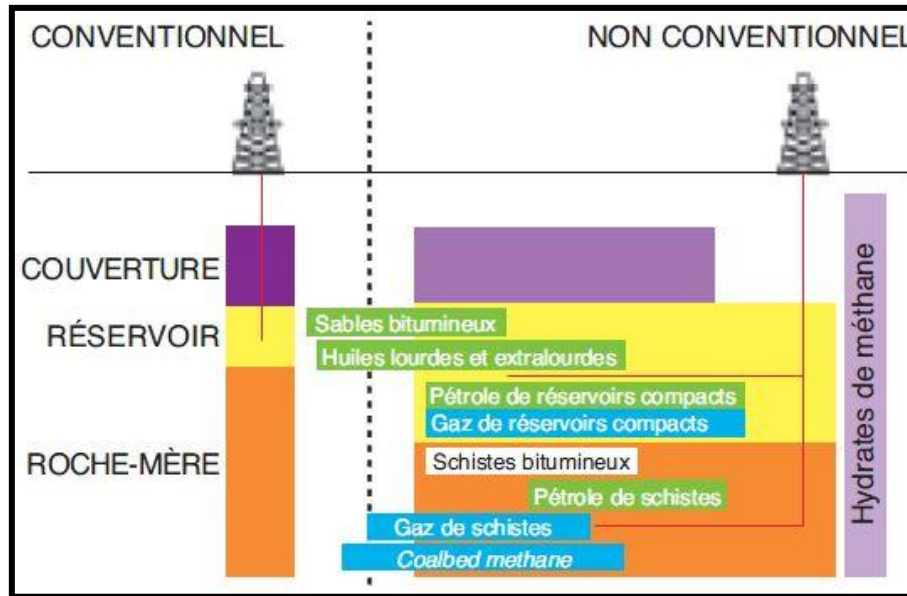


Figure 1.5: Hydrocarbures conventionnels et non conventionnels

Source : IFPEN

Le terme hydrocarbures non conventionnels, comprend différents types d'hydrocarbures répartis en deux familles : liquides et gazeux

❖ **Quels sont les différents types d'hydrocarbures liquides non conventionnels ?**

En fonction de leur emplacement dans les différentes couches géologiques, cinq types d'hydrocarbures liquides existent :

- **Les pétroles non conventionnels contenus dans un réservoir [3] :**

Tight oils: Ce sont des hydrocarbures liquides contenus dans de très mauvais réservoirs.

Pétroles lourds ou extra-lourds : Comme leur nom l'indique, ce sont des pétroles très visqueux et très denses, dont l'extraction est très difficile. Les principales réserves d'huiles lourdes ou extra-lourdes se situe au Venezuela.

Sables bitumineux : ils sont composés de sable (le réservoir initial) et de bitume qui est un mélange d'hydrocarbures très visqueux (voire solide) à température ambiante. Les principales réserves de sables bitumineux se trouvent au Canada.

- **Les pétroles non conventionnels contenus dans une roche-mère [3] :**

Schistes bitumineux ou "Oil shales" : Il s'agit d'une matière organique, pas complètement transformée en hydrocarbures, elle nécessite un traitement supplémentaire très énergivore, ayant un effet néfaste sur l'environnement.

Pétroles de schiste (Oil in shales, shale oil) : appelé également « huiles de schiste », ces hydrocarbures liquides restent piégés dans la roche-mère, non poreuse et imperméable, nécessitant ainsi un forage horizontal.

❖ **Quels sont les différents types d'hydrocarbures gazeux non conventionnels ?**

Le gaz de réservoir compact (tight gas): Gaz qui a normalement migré dans une roche réservoir, devenue imperméable suite à un processus géologique. Ces formations de grès ou de calcaire, sont situées généralement à plus de 3 500 mètres sous terre.

Les hydrates de gaz : Sont une forme de gaz non conventionnel qui se trouve au fonds des océans des régions très froides. Leur exploitation est beaucoup trop chère pour être rentable dans les conditions actuelles de marché.

• **Actualité** :

Le Japon est à la croisée des chemins en matière énergétique. Faut-il poursuivre le nucléaire, se lancer dans le renouvelable ou épuiser jusqu'à la lie les énergies fossiles ? En exploitant en mars 2013 le premier gisement mondial d'hydrate de méthane, Tokyo soutient cette dernière option. Cette opération test prévue doit ouvrir la voie à une exploitation commerciale en 2018 [4].

Le gaz de houille (coal bed methane) : Gaz naturel piégé dans les filons¹ de charbon (houille). Il représente la moitié de la production de gaz non conventionnels aux Etats-Unis.

Le gaz de schistes (shale gas) : ce qu'on appelle « gaz de schiste », représente du gaz naturel contenu dans une roche mère imperméable (en général du schiste argileux), l'empêchant ainsi de migrer.

❖ **Géologie : Schiste**

Un **schiste** est une roche argileuse qui a pour particularité d'avoir un aspect feuilleté, et de se débiter en plaques fines ou « feuillets rocheux », contenant des sédiments à grain fin.

¹ Filon (géologie): masse allongée d'un minéral située entre deux couches de natures différentes



Figure 1.6: Roche sédimentaire : Schiste

Source : www.terresacree.org, Décembre 2010

❖ **Réserves actuelles en gaz de schiste :**

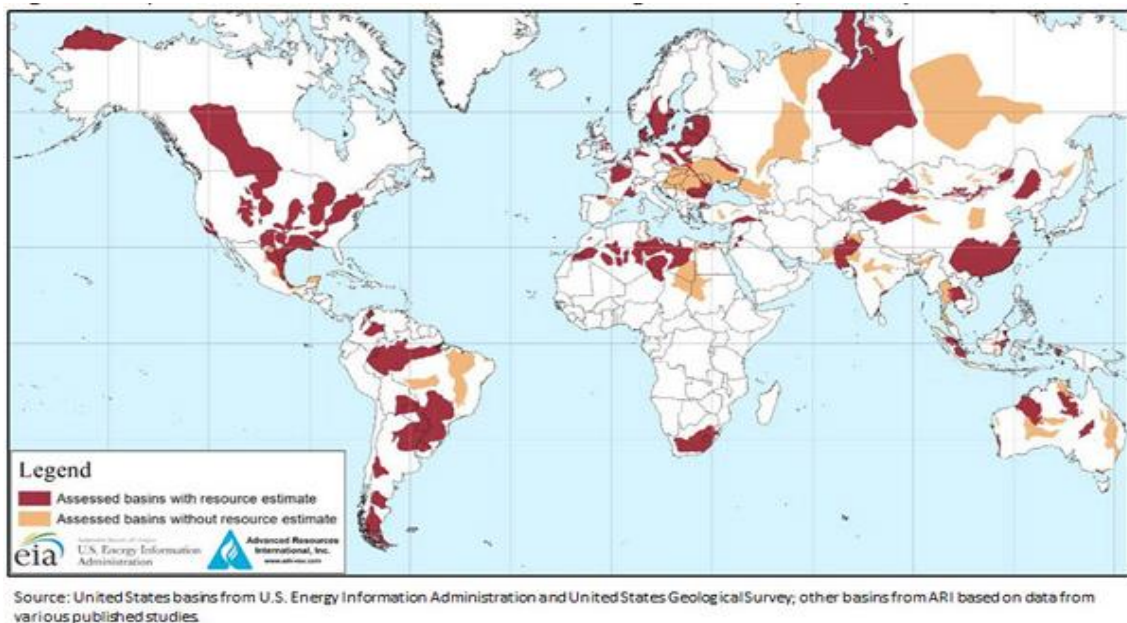


Figure 1.7 : Réserves gazières potentielles dans le monde

Source : AIE, Mai 2013

Dans le monde, les ressources en **gaz de schiste** représenteraient **trois fois celles du gaz conventionnel** et sont estimées à environ 500 mille milliards de mètres cubes, elles sont mieux réparties à travers le monde comme le montre la carte ci-dessus.

❖ **Technique d'exploration des hydrocarbures non conventionnels [5] :**

La technique nécessite en moyenne 5 à 6 ans :

- **Phase 1** : localiser les réserves potentielles (1,5 - 2 ans),
- étudier la composition et la structure de la roche-mère et des sous-sols avec des techniques de cartographie et de sismographie.

- **Phase 2 :** évaluer la quantité de gaz disponible à l'exploitation (1,5 - 2 ans) en forant un ou deux puits verticaux pour connaître la porosité et la perméabilité,
- cibler les gisements les plus prometteurs en termes de quantité.
- **Phase 3 :** estimer la rentabilité du gisement (1-2 ans) en faisant des essais de fracturation hydraulique.

❖ **Technique d'extraction des hydrocarbures non conventionnels: fracturation hydraulique**

Tout comme le pétrole de schiste, l'extraction des gaz non conventionnel fait appel actuellement à la fracturation hydraulique qui se déroule comme suit :

- **Le forage horizontal :** Un puits est foré jusqu'à plus de 2000 mètres de profondeur, une fois la couche de schiste atteinte, le forage continue horizontalement sur 1 à 2 kilomètres.

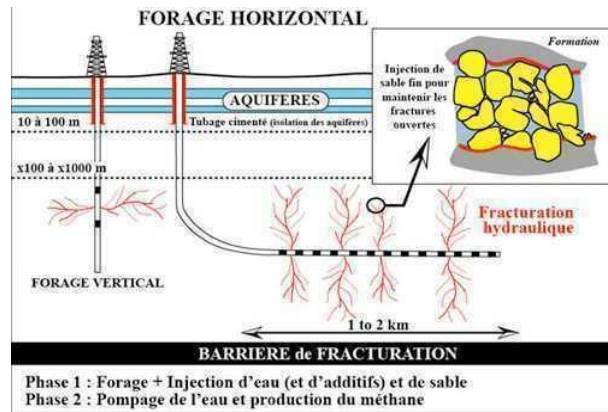


Figure 1.8 : Forage Horizontal

Source : <http://www.ifpenergiesnouvelles.fr>

- **Fissuration de la roche et injection d'un mélange :** Création de fractures dans la roche imperméable par propulsion d'eau, de sable et de composants chimiques sous haute pression, permettant ainsi d'agrandir les fissures et les maintenir ouvertes.

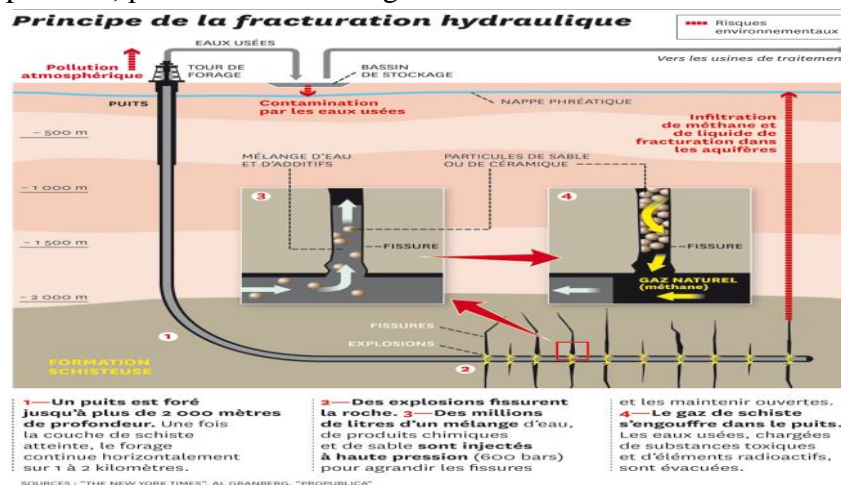


Figure 1.9 : Principe de la fracturation hydraulique

Source: « THE NEW-YORK TIMES », AL GRANBERG, « PROPUBLICA »

❖ **Production mondiale des gaz non conventionnels :**

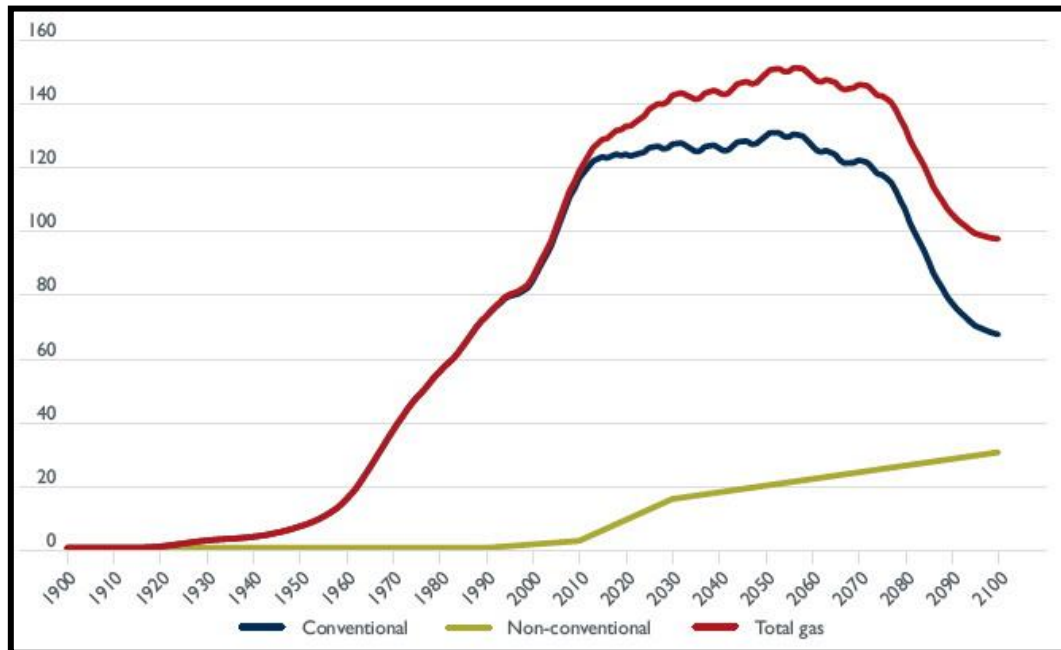


Figure 1.10: Simulation de la production mondiale de gaz, en milliards de pieds cubes² par an
Source: « Transport energy futures: long-term oil supply trends and projections », Canberra, 2009

La part du gaz naturel, essentiellement le gaz conventionnel, a toujours été importante dans le bouquet énergétique (3^{ème} ressource après le pétrole et le charbon).

A partir des années 2000, un nouveau phénomène bouleverse le secteur du gaz ainsi que la géopolitique mondiale : « l'exploitation des gaz non conventionnels » et en particulier le gaz de schiste. En effet, aux USA, la production est déjà bien engagée, le **gaz de schiste représente 14% de la production totale de gaz des États-Unis** en mars 2011. Depuis cette date la production américaine a encore considérablement augmenté, atteignant en 2012, **200 milliards** de m³ [6].

Par ailleurs, le coût de l'exploitation des gaz non conventionnels ne se fait pas à bas prix, il est en effet évalué aux Etats-Unis à **10 millions de \$** par puits et trois fois plus en Algérie.

❖ **Gaz de schiste : les vrais enjeux**

Avec l'augmentation actuelle du prix du baril, les experts évoquent une demande mondiale en hausse de 50% pour le gaz naturel d'ici 2030 et atteindrait 4,4 Tm³.

A cette date, près de la moitié de la production devrait être issue du gaz non conventionnel, dont la majeure partie provient des **Etats-Unis**, de la Chine et de l'Australie.

Les hydrocarbures de schiste ont permis aux **Etats-Unis** de doubler l'Arabie Saoudite en pétrole et la Russie en gaz naturel, augmentant ainsi considérablement son degré d'**indépendance énergétique vers 2030**.

² Elle est notée *cu ft* et vaut 28,31685 litre

L'effet du rebond récent de la production américaine de pétrole et de gaz, menée par des essors technologiques qui permettent d'extraire ces ressources non-conventionnelles, comme la fracturation hydraulique, va se faire ressentir bien au-delà de l'Amérique du nord, a pronostiqué l'AIE, dans la dernière édition du World Energy Outlook, 2012. En effet, cette course vers l'indépendance énergétique a vite influencé des pays comme l'Ukraine ou la Pologne, qui ont bien l'intention de mettre à profit leurs gisements de gaz de schiste pour s'affranchir des importations russes.

Pour la France, c'est « niet », sur son territoire! En Juillet 2011, elle a condamné la technique de fracturation hydraulique, susceptible d'entraîner des pollutions du sous-sol et de l'environnement, mais pas le gaz de schiste en soi.

- **Impact sur l'Algérie et sur certain pays de l'OPEP:**

Les membres de l'Organisation des pays exportateurs de pétrole (OPEP) ont entamé le 31 Mai 2013, des travaux qui devraient confirmer, sans grande surprise, lors d'une prochaine entrevue, le maintien de l'actuel niveau de production.

Le véritable souci désormais est l'impact du pétrole de schiste américain sur le marché et les prix, une donne qui ne cesse de préoccuper les trois pays africains membres de l'OPEP, l'Algérie, le Nigeria et l'Angola. En 2012, ces trois Etats ont vu leurs exportations de pétrole vers les Etats-Unis chuter de 41%. L'Algérie et le Nigéria sont les pays les plus fragiles face à cette situation de boom pétrolier américain.

Les recettes pétrolières nationales ont de ce fait diminué de 9% au cours des quatre premiers mois de 2013. Si les prix reculent davantage et que la production continue de baisser, notre situation économique sera fortement ébranlée.

Les pays du Golfe membres de l'OPEP restent par contre à l'abri des contrecoups du marché pétrolier américain et affichent une satisfaction quant aux niveaux actuels des prix.

L'Iran et le Venezuela ont pour leur part comme l'Algérie besoin d'un cours élevé du pétrole pour couvrir les dépenses intérieures et compenser la baisse de production [7].

- e- **Impact environnemental des ressources fossiles :**

Plus personne n'ignore la problématique du changement climatique avec notamment le dérèglement des saisons et la fonte des glaces faisant monter le niveau des mers et mettant en péril les archipels et les terres basses. Ces bouleversements climatiques perturbent l'homme, la faune et la flore et ont un impact sur l'agriculture, la santé et l'économie, ils sont dûs à l'augmentation dans l'atmosphère des concentrations des gaz à effet de serre dominé par le CO₂.

Les combustibles fossiles ainsi que la déforestation ou encore la production de ciment, contribuent aux émissions de CO₂. Le graphique ci-dessous illustre l'ensemble des émissions à partir des hydrocarbures, de 1965 à 2012 :

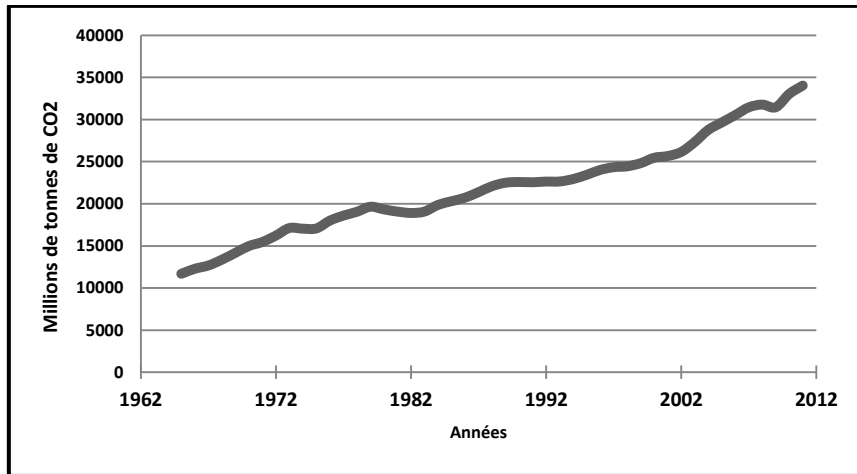


Figure 1.11: Evolution constatée des émissions mondiales de CO₂ de 1965 à 2011, en millions de tonnes
Source: BP Statistical Review, 2012

Depuis que Denis Papin et James Watt ont découvert la machine à vapeur, la croissance de la production industrielle augmente sans discontinuer depuis cette époque avec pour inconvénient majeur la pollution de la terre.

De 2000 à 2008, le charbon et le pétrole ont engendré la plus forte hausse des émissions, et de très loin. A partir de 1950, les industries se développent dans plusieurs pays, et une nouvelle source d'émission s'ajoute aux deux combustibles cités: le gaz naturel, conduisant à l'augmentation des chiffres en exponentielle, jusqu'à atteindre, le seuil des 34000 millions de tonnes de CO₂ en 2011 provenant uniquement des fossiles.

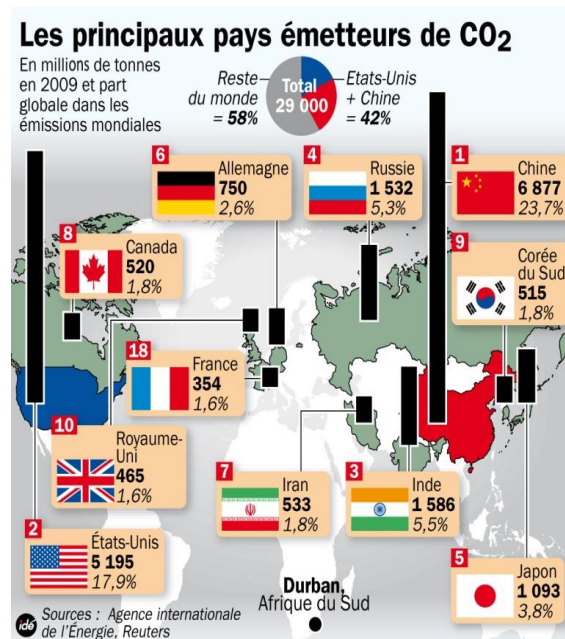


Figure 1.12: Les principaux pays émetteurs de CO₂
Source : Agence internationale de l'énergie, Reuters

L'année 2012 s'est terminée sur un triste record : Notre atmosphère n'aura jamais reçu autant de CO₂ en 12 mois ! En effet, selon un bilan récent, nous avons totalisé 35,6 milliards de tonnes de CO₂ libérées dans l'atmosphère en 2012, soit 2,6 % de plus qu'en 2011 !

La Chine, les États-Unis, l'Europe et l'Inde forment le quatuor de tête des contrées ayant libéré le plus de CO₂ en 2011, avec respectivement 28 %, 16 %, 11 % et 7 % des émissions globales calculées. Mais en considérant le taux d'émission par habitant, un chinois pollue six fois moins qu'un américain. [8]

- **Protocole de Kyoto :**

Signé le 11 décembre 1997, après d'âpres négociations et de douloureuses concessions, les nations industrialisées signataires s'engagent alors à réduire leurs taux d'émissions de CO₂ de 5,2% par rapport à ceux de 1990 sur la période allant de 2008 à 2012 [9].

Ce protocole dont l'expiration remonte au 31 décembre dernier, a été prolongé de justesse jusqu'en 2020 sans fixer de nouveaux objectifs.

Problème, cet accord se retrouve considérablement affaibli après le retrait de la Russie, du Canada et du Japon. Les pays signataires ne représentent, en effet, que 15% des émissions mondiales de gaz à effet de serre. Les deux plus gros pollueurs de la planète, États-Unis et Chine, ne sont toujours pas concernés.

- **Actualité inquiétante:**

La concentration en dioxyde de carbone dans l'atmosphère a dépassé 400 parties par million (ppm), début mai 2013. La mesure a été effectuée à Mauna Loa, à Hawaii, par la NOAA (Administration océanique et atmosphérique nationale américaine). Un appel de la convention-cadre des Nations unies a été lancé impliquant la planète entière pour lutter contre le changement climatique.

« Avec plus de 400 ppm de CO₂ dans l'atmosphère, nous avons franchi un seuil historique et entrons dans une nouvelle zone de danger. Le monde doit se réveiller et réaliser ce que cela signifie pour la sécurité, le bien-être humain et le développement économique. Face à ce danger clair et présent, il nous faut une réponse politique à la hauteur du problème. Nous avons encore une chance de conjurer les pires effets du changement climatique, mais cela nécessitera une réponse beaucoup plus soutenue à travers ces trois piliers d'action : l'action de la communauté internationale, des gouvernements à tous les niveaux, des entreprises et de la finance» [10].

f- Les risques engendrés par l'exploitation du gaz de schiste :

- **Problème 1 : L'eau, un problème majeur dans l'exploitation du gaz de schiste :**

La fracturation hydraulique requiert d'importantes quantités d'eau douce, en fonction de la grandeur de la roche mère, un puits peut être fracturé jusqu'à 14 fois, il faut en moyenne 15 000 mètres cubes pour chaque fracturation. Cette eau est pompée des nappes phréatiques, des lacs ou des rivières, mais peut provenir également d'eau potable traitée. Une fois injectée dans le sous-sol, entre 30% et 70% de cette eau y demeurera.

- **Problème 2 : Stockage et traitement des eaux récupérées.**

Une proportion de 40% à 60% du mélange d'eau, de sable et de produits chimiques est récupérée à la surface, et stocké dans des bassins de rétention. Ce liquide toxique peut être chargé de saumure, de métaux lourds, de radon, d'uranium, et de radium rencontrés dans les profondeurs de la terre, son traitement n'est pas encore au point à ce jour.

Il est essentiel de vérifier l'étanchéité des bassins de rétention et d'évaluer le risque de leur débordement en particulier en cas de fortes pluies.

- **Problème 3 : La contamination potentielle de l'eau potable et des eaux de surface**

- **Contamination par le gaz**

Si, suite à la fracturation, le gaz trouve une faille au travers de formations géologiques perméables, rien ne l'empêchera de migrer loin, se mélangeant à l'eau potable, provoquant ainsi des maladies par ingestion ou par contact cutané.

- **Contamination par les produits chimiques de la fracturation et contaminants naturels**

Les produits chimiques que contient le fluide de fracturation (plus de 200 produits chimiques) ne représentent en général que 0,5% de l'eau injectée. Mais comme un puits requiert pour sa fracturation en moyenne 10 millions de litres, cela signifie l'injection de 50 000 litres de produits chimiques dans le sous-sol.

Le processus de fracturation hydraulique libère des substances radioactives de sources naturelles. Ces substances remontent à la surface avec les fluides utilisés, pouvant contaminer les eaux de surface et les sols. Ces substances sont considérées comme une sérieuse menace pour les humains et l'ensemble de la biodiversité.

- **Problème 4 : Produits dérivés à problèmes : H₂S et CO₂**

Plusieurs produits sont des dérivés du gaz naturel, citons : le propane, le butane ou encore l'hélium, le sulfure d'hydrogène H₂S et le dioxyde de carbone CO₂. Ces deux derniers sont problématiques.

Le sulfure d'hydrogène (H₂S) est un gaz acide, agressif pour les gazoducs. Comme le méthane, il résulte de la décomposition bactérienne de la matière organique dans des environnements pauvres en oxygène. Il est donc inévitablement présent dans les schistes où il y a du gaz naturel.

- **Problème 5 : Les séismes engendrés par la fracturation hydraulique**

Selon le centre britannique des tremblements de terre, il existe un lien entre fracturation hydraulique et tremblement de terre.

Les séismes engendrés sont en général de faibles amplitudes mais ont déjà dépassé 5 sur l'échelle de Richter aux USA.

- **Problème 6 : Les fuites de gaz aux puits et pollution de l'air**

Le méthane est asphyxiant à haute concentration car il remplace l'oxygène mais surtout il devient explosif et peut s'enflammer si sa concentration dans l'air est de 5 à 15 % ce qui peut facilement arriver s'il migre vers un endroit clos ou semi-clos. Son déplacement donc, dans les fissures causées par la fracturation hydraulique, peut être à l'origine d'explosion, comme ça a été le cas aux États-Unis dans l'Ohio en mars 2013.

Par ailleurs, le processus d'extraction des gaz de schiste contribue de façon conséquente à l'augmentation des gaz à effet de serre, notamment par le largage de **méthane** dans l'atmosphère (vingt fois plus dommageable que le CO₂), de **radon** (gaz radioactif cancérigène) ou d'**hydrogène sulfuré** (gaz toxique). A cela s'ajoute le torchage qui génère des émissions toxiques de NOx.

- **Problème 7 : Faune en danger**

Les oiseaux migrateurs et autres animaux sauvages peuvent être affectés par la mise en place de pareils sites industriels. C'est en particulier le cas des oiseaux sauvages qui peuvent se poser sur les bassins de rétention des eaux de reflux.

1.1.2- Ressource fissile :

C'est pendant la première partie du XX^{ème} siècle que le nucléaire se développe, grâce à de grands noms comme celui d'Henri Becquerel ou encore ceux de Pierre et Marie Curie. 1942, est une date importante, marquée par l'invention de la première pile atomique (premier réacteur nucléaire) par l'italien Enrico Fermi. Cette pile est basée sur le principe de la fission de l'Uranium.

Le mot « fissile » dérive donc de « fission » représentant la collision d'un neutron libre avec un noyau d'Uranium fissile provoquant son éclatement. Cette rupture libère plusieurs neutrons et dégage une certaine quantité d'énergie.

L'industrie de l'uranium est la dernière-née des industries minières dans le monde, le développement de cette activité date des lendemains de la seconde guerre mondiale. Parmi les applications du nucléaire : l'armement et surtout la production électrique. La figure 1.13 représente l'évolution de la consommation de l'énergie nucléaire dans le monde :

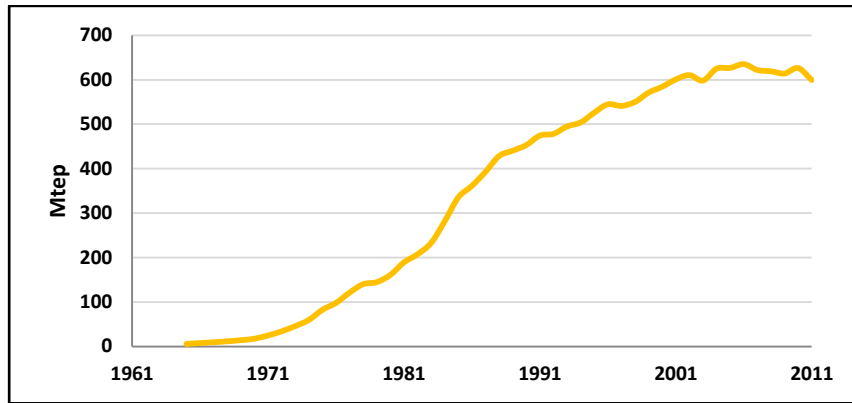


Figure 1.13: Evolution de la consommation de l'énergie nucléaire dans le monde
Source: BP Statistical Review 2012

Dans les années 70, les craintes d'une raréfaction des énergies fossiles et la volonté de certains états de réduire leur dépendance énergétique ont favorisé le développement du nucléaire.

Cette forte croissance a été ralentie, à la suite des accidents de Three Mile Island en 1979 et de Tchernobyl en 1986.

Cependant la production électronucléaire a continué à croître de 36,9% sur la période s'étalant de 1986 à 2008 (d'après BP Statistical Review, 2012), notamment grâce aux progrès réalisés en productivité des réacteurs.

La production électronucléaire en 2009 a été estimée à 2772TWh/an malgré des arrêts prolongés de réacteurs en Inde, en Grande Bretagne et plus particulièrement au Japon.

La catastrophe de Fukushima a bien réduit la part du nucléaire dans le mix énergétique mondial passant de 626,3 Mtep en 2010 à 599 Mtep en 2011, soit une baisse de plus de 4%. La figure 1.14 montre les leaders du nucléaire dans le monde.

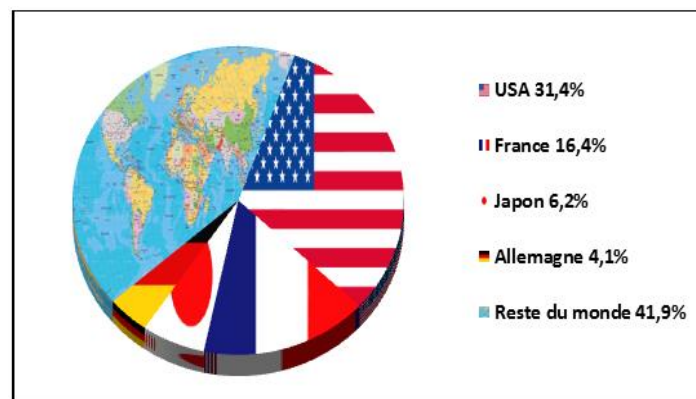


Figure 1.14 : Quotes-parts des pays exploitant le nucléaire dans le monde en 2011
Source : BP Statistical Review 2012

Pour contrer le réchauffement climatique, les Etats-Unis ont choisi l'option du nucléaire, malgré le danger potentiel inhérent à cet usage, le pays dispose du plus grand parc nucléaire dans le monde, avec près de 104 réacteurs en fonctionnement, couvrant 20% de sa consommation électrique [11].

Derrière les Etats-Unis, la France, deuxième pays en nombre de réacteurs actifs, détient le record mondial de l'utilisation nucléaire par rapport au nombre d'habitants, soit 17% de la consommation énergétique.

Le Japon occupe la troisième place du classement des puissances nucléaires. Après la catastrophe de Fukushima, le pays a ralenti sa production nucléaire.

L'Allemagne a vite pris conscience des risques engendrés par le nucléaire, et se lance le challenge de l'abandonner d'ici 2020.

1.1.3- Energies renouvelables :

Une énergie renouvelable est une source d'énergie se renouvelant assez rapidement pour être considérée comme inépuisable à l'échelle du temps humain. Les énergies renouvelables sont issues de phénomènes naturels, réguliers ou constants d'origines multiples : Solaire, lunaire (marée), géothermique, biomasse, éolienne et hydraulique. Citons ci-dessous les différentes énergies renouvelables ainsi que leur principe de fonctionnement:

a- Energie solaire :

Les panneaux solaires, appelés panneaux photovoltaïques, produisent de l'électricité grâce au soleil. C'est un moyen pratique pour alimenter des lieux isolés non raccordés au réseau électrique.

L'effet photovoltaïque, découvert par le physicien Henri Becquerel en 1839 est basé sur le silicium qui est un matériau isolant, n'admettant pas le déplacement d'électrons. Les électrons du silicium ont en revanche la particularité de se mettre en mouvement quand ils sont percutés par les photons, composants de la lumière.

Les "plaques" en silicium se polarisent sous l'effet du bombardement de photons contenus dans la lumière solaire et produisent ainsi un courant continu. L'inconvénient de cette énergie réside dans son coût particulièrement élevé.

Une nouvelle avancée technologique permettrait de créer de l'énergie solaire sans utiliser de panneaux, mais en intégrant la cellule photovoltaïque au sein de matériaux, au lieu d'être posée sur les plaques.

b- Les éoliennes :

Depuis des siècles, l'homme utilise l'énergie du vent, pour faire avancer les bateaux ou pomper de l'eau. Cette technologie millénaire nous sert maintenant à produire de l'électricité, à partir de la force qu'exerce le vent sur les pales d'une hélice, montée sur un arbre et reliée à un générateur qui transformera l'énergie mécanique en énergie électrique.

c- Source géothermique :

C'est en Italie, à Larderello, que la géothermie produit de l'électricité pour la première fois en 1904 [12].

Il est important cependant de noter que l'implantation des centrales géothermiques dépend de la chaleur terrestre car celle-ci n'est pas exploitable partout de la même façon.

- Quel est le principe de la géothermie ?

L'idée est simple : il s'agit de récupérer l'énergie stockée sous nos pieds, sous la surface de la terre pour chauffer les bâtiments ou produire de l'électricité.

- Le principe d'une centrale géothermique :

Après la pluie ou autre, l'eau s'infiltré dans la croûte terrestre entre 500 et 1000m pour créer un réservoir à haute température, grâce à une pompe, l'eau chaude est ramenée à la surface. Pendant la remontée, elle se transforme en vapeur, celle-ci fait tourner une turbine qui fait tourner à son tour un alternateur qui produit de l'électricité.

d- Biomasse :

La biomasse est une énergie constituée de matières organiques végétales ou animales (déchets ménagers ou agricoles), dont la combustion permet de produire de l'électricité. Dans le domaine de l'énergie, le terme de biomasse regroupe l'ensemble des énergies provenant de la dégradation de la matière organique (bois énergie) [13].

- Fonctionnement d'une centrale de biomasse :

La biomasse brûle dans une chambre de combustibles en dégageant de la chaleur. Celle-ci transforme l'eau de la chaudière en vapeur, faisant tourner une turbine, entraînant un alternateur et produisant de l'électricité qui sera transportée dans des lignes. A la sortie de la turbine une partie de la vapeur est utilisée pour le chauffage grâce à un cogénérateur, le reste de la vapeur est transformé en eau grâce à un condenseur.

e- Hydrolienne :

L'hydrolienne est à l'eau ce que l'éolienne est à l'air, son principe est simple, des hélices ou des turbines sont placées dans l'axe des courants des marées pour capter leur énergie. Cette énergie marine constitue une source d'électricité sûre, inépuisable et complètement prévisible et ne dépend que des cycles lunaires (marée haute, marée basse). La force des courants créés par les marées actionne des pales reliées à un alternateur qui transformera l'énergie mécanique en énergie électrique. L'électricité ainsi produite est acheminée sur la terre ferme via des câbles immergés.

Globalement, la part des énergies renouvelables dans le mix énergétique mondial reste faible, comme le montre la figure 1.15. Elle a représenté en 2011, 8,1% de la consommation totale d'énergies primaires dans le monde, dont 80% proviendrait de l'hydraulique (d'après BP Statistical Review 2012).

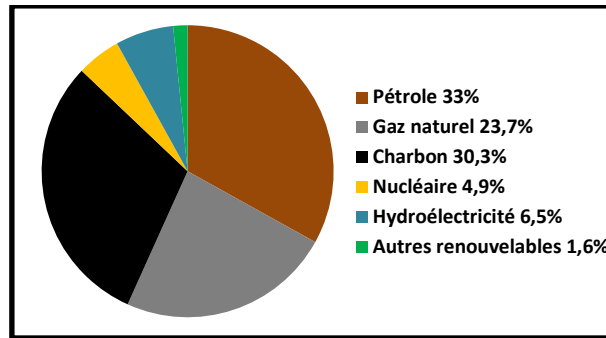


Figure 1.15: Contribution des différentes sources dans le mix énergétique pour l'année 2011

Source: BP Statistical Review 2012

Le nombre de pays encourageant le recours aux énergies renouvelables ne cesse d'augmenter, pour preuve, en 2011, les investissements mondiaux dédiés au développement de ces énergies ont augmenté de 17% par rapport à l'année 2010. Le leader mondial dans ce secteur est la Chine suivie de près par les Etats-Unis [14].

1.2- L'électricité, une énergie secondaire irremplaçable :

Nous sommes envahis de tous côtés par l'électricité, sous les aspects les plus divers: merveilleux, inquiétants et inattendus. Et pourtant les premières lois fondamentales sont découvertes il y a 200 ans à peine. Ce n'est qu'à la fin du XIX^{ème} siècle et le début du XX^{ème} que l'électricité connaît son âge d'or, que ce soit pour le transport d'énergie, la distribution d'électricité ou encore les machines électriques. Depuis, tous les domaines, inventions et applications n'ont cessé de s'épanouir, à savoir l'éclairage, le chauffage, l'information, les transports ou les communications sous leurs formes les plus diverses : *un véritable raz de marée !* [15]

L'électricité est une énergie secondaire obtenue par la transformation d'une énergie primaire au moyen d'un système de conversion : par exemple, une centrale thermique produit de l'électricité (énergie secondaire) à partir de charbon (énergie primaire).

Quelles ont été les premières sources d'électricité ?

Saluons tout d'abord le **charbon** dont le règne a duré tout le XIX^{ème} siècle, et avec lequel des pays comme les Etats unis ont commencé à produire de l'électricité, suivis par l'Europe qui reste encore aujourd'hui une grande adepte du charbon.

Pour mémoire, la production d'énergie électrique commence en 1882 avec la première centrale «Pearl Street Station», mise en service par Thomas Edison qui a permis d'éclairer le quartier de Wall Street. Le premier générateur "Jumbo", était bien moins efficace que ceux d'aujourd'hui, son rendement était à peine de 3 à 4%.

L'**hydroélectricité** fait son apparition en 1880, peu de temps après les débuts de la production, par Thomas Edison. En 1900, la capacité totale de production hydroélectrique du Canada atteint 133 000 kW. L'Amérique du nord assure 82% de la production mondiale d'électricité hydraulique en 1913, le reste est assuré par l'Europe. En 1930, l'Afrique produit 4,6% d'électricité hydraulique mondiale.

Vient ensuite le **pétrole**, suivi du **gaz naturel** dont l'utilisation en tant que source d'électricité, se fait en 1939, dans une centrale électrique à Neuchâtel, en Suisse, avec un rendement de 18%.

La construction de réacteurs **nucléaires** à usages divers est lancée en 1942 après la première pile atomique de Fermi. Les Etats-Unis sont les premiers à avoir couplé un réacteur nucléaire au réseau en 1951, puis la Russie a mis en service sa première centrale à Obninsk en 1954, suivie par la Grande Bretagne et la France.

Enfin, récemment les **énergies renouvelables** font leur avènement dans le monde de l'énergie [15].

1.2.1- Production électrique à partir de fossiles :

Elle se fait dans des centrales thermiques à flamme, ou différents types de combustibles sont brûlés. Les vapeurs produites font tourner une turbine reliée à un alternateur qui génère l'électricité.

Le rendement maximal d'une centrale thermique classique fossile est de 40%, et peut être amélioré jusqu'à 90% avec la cogénération qui consiste à recycler la chaleur provenant de la production d'électricité tout en évitant les émissions de CO₂, protégeant ainsi l'environnement.

1.2.2- Production électrique à partir du nucléaire :

La production d'électricité à partir du nucléaire se fait dans une centrale thermique, avec un rendement maximal de 33%. Ce rendement peut être amélioré (jusqu'à 90%) en appliquant la cogénération.

1.2.3- Electricité à partir des renouvelables :

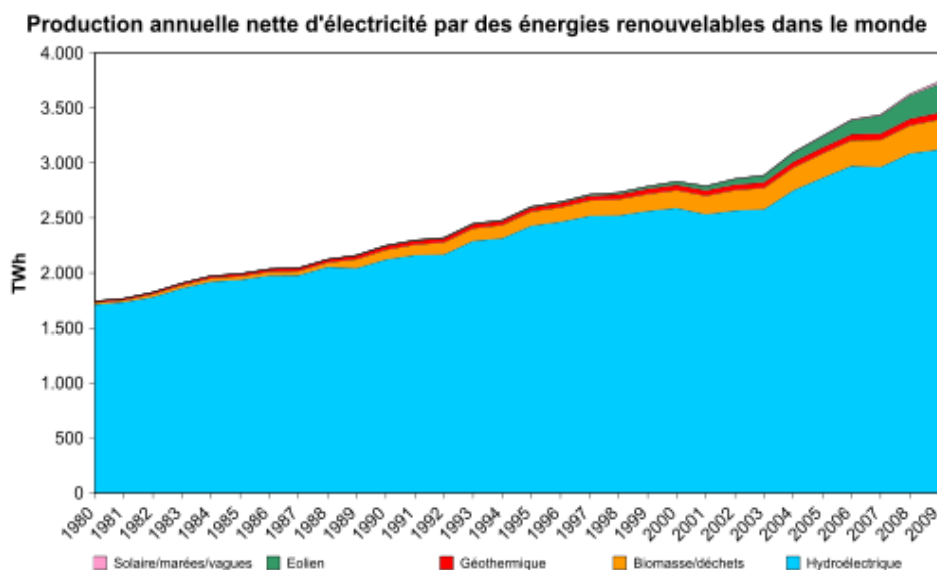


Figure 1.16 : Production annuelle d'électricité par des énergies renouvelables dans le monde entre 1980 et 2009

Source : AIE

L'électricité renouvelable provient à 89 % de l'hydroélectricité, à 5,7 % de la biomasse (biomasse solide, biomasse liquide, biogaz et déchets ménagers renouvelables), à 3,5 % de l'énergie éolienne, à 1,7 % de l'énergie géothermique, à 0,2 % de l'énergie solaire (centrales thermiques ou solaires thermodynamiques, centrales photovoltaïques) et à 0,02 % de l'énergie marine. Depuis 2004 la croissance de l'électricité renouvelable dépasse celle des filières conventionnelles, atteignant 18,6 % en 2006. Cette accélération de la croissance de l'électricité renouvelable s'explique en grande partie par la mise en service de nouvelles capacités de production hydroélectrique et par une meilleure hydraulité, notamment en Asie et en Amérique du Sud. Une cellule photovoltaïque a un rendement de conversion de 12 à 16%.

1.2.4- Contribution de chaque source dans la production électrique mondiale :

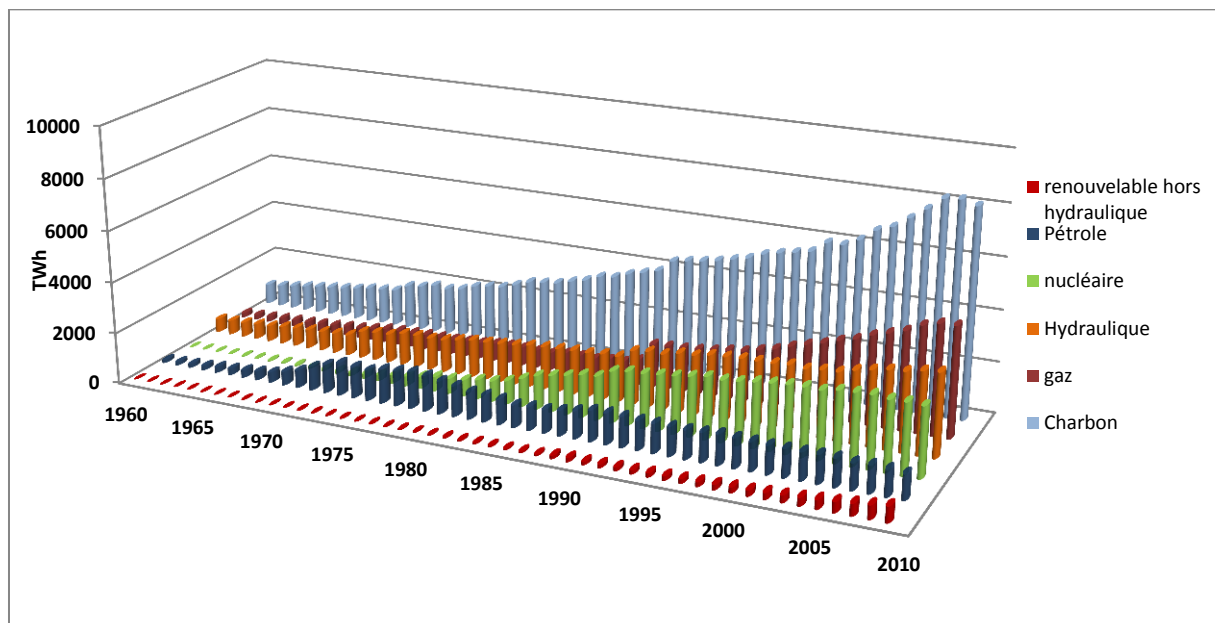


Figure 1.17 : Contribution de chaque source dans la production électrique mondiale
Source : Banque mondiale

Depuis l'industrialisation, le charbon est le leader des énergies, en effet comme le montre la figure, sa contribution dans la production d'énergie électrique ne cesse de croître, elle a été multipliée par 10 ces cinquante dernières années jusqu'à 2009.

En ce qui concerne, le gaz naturel, l'hydraulique, sa contribution suit également une croissance continue cependant plus faible que celle du charbon. Quant au pétrole, il a connu une forte demande, dans les années 70, soit un taux de contribution de 24,7%, le « Peak Oil », puis sa contribution a diminué et stagne depuis ces dernières années estimée à 5,1% en 2009.

En 2010, l'utilisation des énergies fossiles et fissile pour la production d'électricité, connaît une forte chute, notamment celle à base de charbon qui passe de plus de 8 000 TWh à 4 000 TWh soit 2 fois moins, le nucléaire est quant à lui une énergie de plus en plus redoutée suite aux catastrophes de Toulouse et de Fukushima (d'après la banque mondiale).

Ces énergies, polluantes et dangereuses seraient en voie d'être remplacées par de nouvelles énergies propres et douces : les énergies renouvelables, dont la croissance récente reste néanmoins timide.

1.2.5- Evolution de la production mondiale de l'électricité :

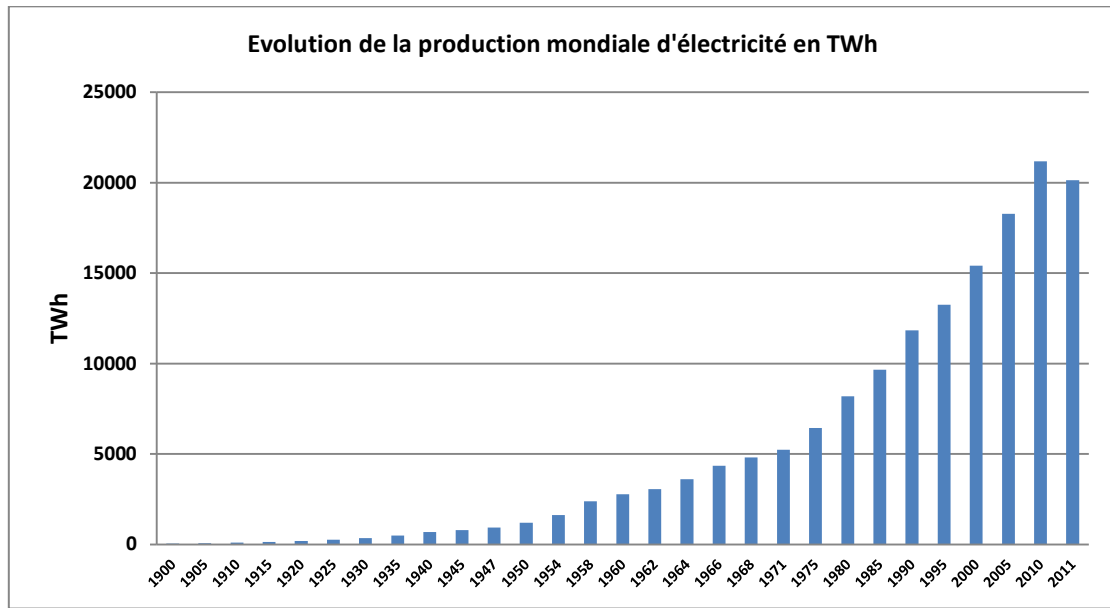


Figure 1.18: Evolution de la production mondiale d'électricité en TWh
 Source : Banque mondiale

La production d'électricité mondiale augmente continuellement depuis ces quarante dernières années, passant de 5 200 TWh en 1971 à plus de 21 000 TWh en 2010, soit quatre fois plus. Cette forte demande est due en partie à la croissance démographique. Cependant, la production mondiale a connu une diminution de 120,1 TWh entre 2008 et 2009, comme le souligne la figure, la seule enregistrée pendant ces décennies, elle est expliquée par le ralentissement de l'activité économique. Cette baisse a été rattrapée par la forte augmentation de production d'électricité en 2010, la plus forte depuis que l'électricité est utilisée comme énergie avec près de 1100TWh supplémentaires en une seule année soit une croissance de 5,5%, la plus grande part de cette augmentation provient d'Asie, de Chine en particulier, mais également d'Amérique du nord et d'Europe de l'ouest.

1.2.6- Populations privées d'électricité :

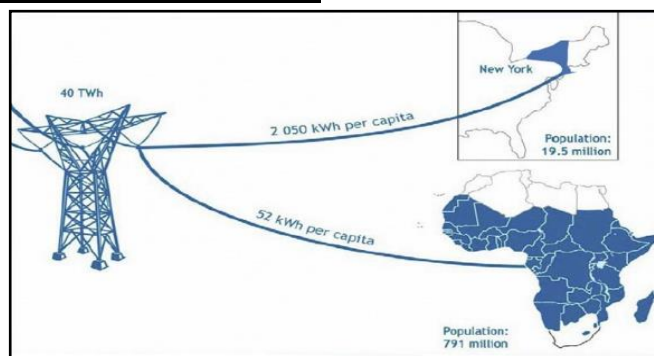


Figure 1.19: Comparaison de la consommation électrique newyorkaise avec la subsaharienne
 Source : OCDE/IEA

En Afrique subsaharienne, seuls 31% de la population ont accès à l'électricité [16]. La consommation électrique du secteur résidentiel de toute l'Afrique subsaharienne (mise à part l'Afrique du sud) est équivalente à la consommation de la ville de New York. Ceci signifie

que les 19,5 millions d'habitants de l'État de New York consomment autant d'énergie électrique que les 791 millions d'habitants de l'Afrique sub-saharienne, dans une zone qui exclut l'Afrique du sud, plus avancée.

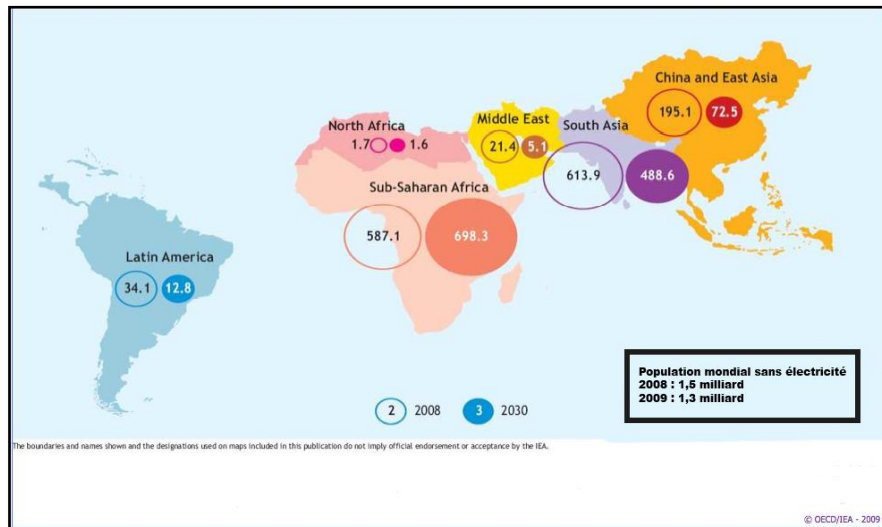


Figure 1.20: Population privées d'électricité dans le monde
Source: OCDE/IEA, 2009

Selon l'Agence internationale pour l'énergie (AIE), plus de 20% de la population mondiale, soit 1,5 milliards de personnes, n'ont pas accès à l'électricité, et 40% dépendent encore de réchauds rudimentaires et toxiques pour cuisiner.

Malgré l'abondance de ses ressources énergétiques, l'Afrique subsaharienne, abrite en effet 80% du 1,5 milliards de personnes vivant sans électricité dans le monde, elle fait d'ailleurs partie avec l'Inde des régions les moins électrifiées, alors que ce taux est négligeable voir nul dans les pays de l'OCDE. Ce chiffre devrait diminuer dans les prochaines années dans la plupart des pays sauf en Afrique où il va augmenter de 10% à cause du taux élevé de la croissance démographique et le faible potentiel d'épanouissement énergétique.

1.2.7- Evolution de la population :

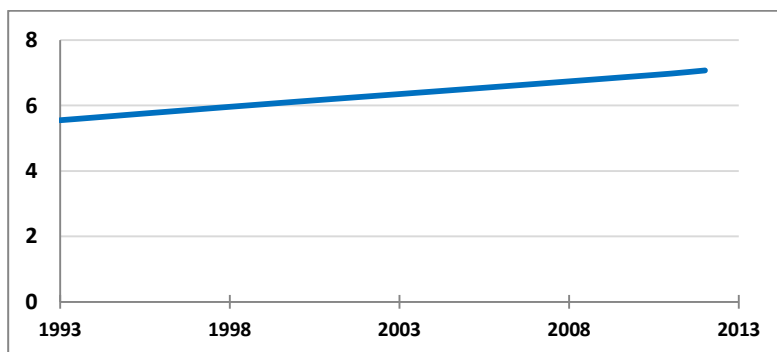


Figure 1.21 : Evolution de la population mondiale en milliards
Source : La banque mondiale

La population mondiale n'a cessé de croître, atteignant récemment 7 milliards d'habitants. Elle a plus que doublé en 50 ans avec un taux de croissance de 1,5% par an, soit 240 000 personnes/jour ! On estime qu'elle atteindra 9,1 milliards en 2050.

La consommation d'électricité par habitant en moyenne est passée de 1100 kWh/habitant en 1970 à 2600 kWh/habitant en 2010 en sachant que l'accès et la consommation d'électricité sont inégaux à travers le monde.

1.2.8- Evolution de la consommation électrique mondiale :

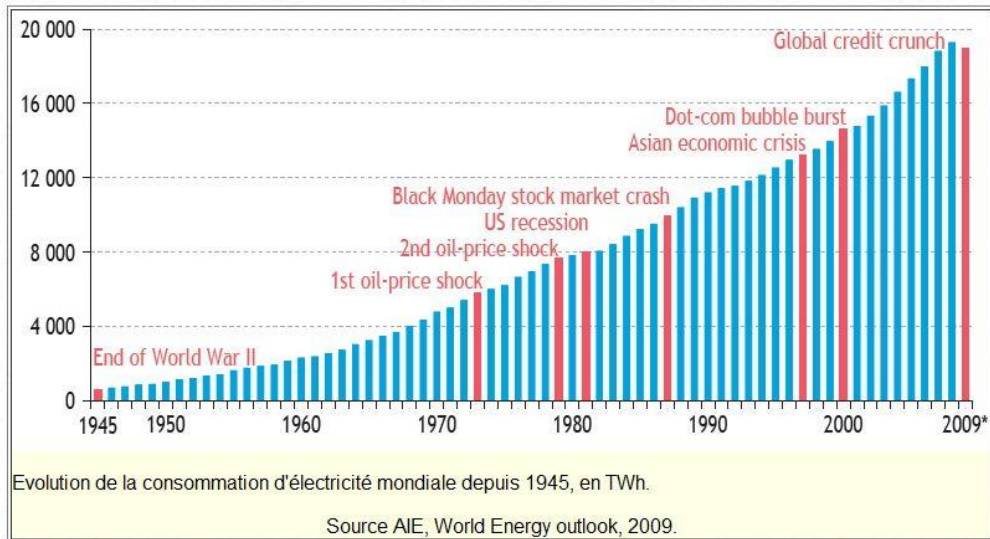


Figure 1.22 : Evolution de la consommation d'électricité mondiale TWh
Source: AIE, World Energy outlook, 2009

A la fin de la Seconde Guerre Mondiale, la consommation électrique planétaire était de 500TWh et a connu une croissance progressive jusqu'à atteindre 20000TWh ces deux dernières années, soit une multiplication par 40. La consommation électrique est celle qui a le plus progressé pendant cette période passant de 400 à 2900 kWh par personne et par an, cette hausse s'explique par la croissance économique et les besoins croissants en termes de mobilité et de confort.

1.2.9- Evolution de la consommation dans les pays industrialisés:

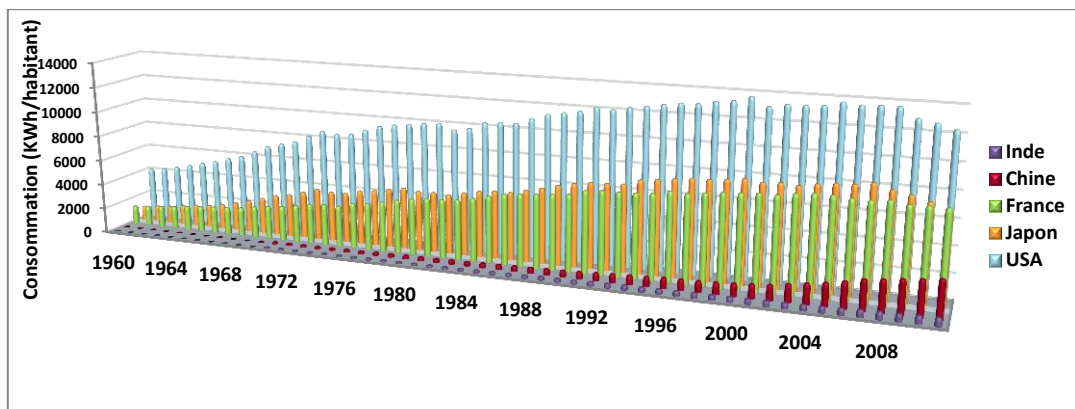


Figure 1.23 : Evolution de la consommation électrique dans quelques pays industrialisés TWh
Source : Banque mondiale

Les Etats-Unis produisent autant qu'ils consomment vu le niveau de vie des citoyens, avec près de 13 000 kWh/an/habitant soit 6 fois plus qu'un habitant chinois et 20 fois plus qu'un citoyen indien.

1.2.10- Evolution de la consommation dans les pays en voie de développement:

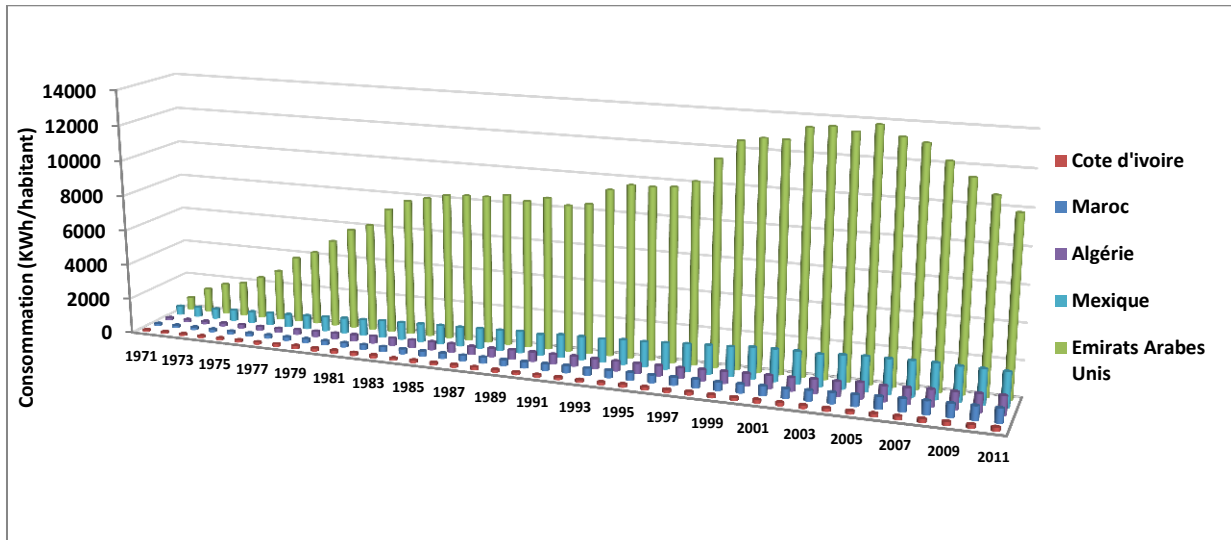


Figure 1.24 : Consommation d'électricité dans quelques pays en voie de développement en KWh/habitant
Source : Banque mondiale

Malgré leur richesse en énergies fossiles et renouvelables, les pays en voie de développement ont une consommation à l'image de leur production c'est-à-dire nettement inférieure par rapport aux pays industrialisés.

De 1970 à 1985, la consommation nationale d'énergie électrique est passée de 1 500 GWh à 9 400 GWh pour atteindre 16 500 GWh en 1995, soit un taux d'évolution moyen de 13% par an entre 1970 et 1985, 6,6% entre 1985 et 1990 et 3,8% entre 1990 et 1994.

1.2.11- Consommation de l'électricité par secteur :

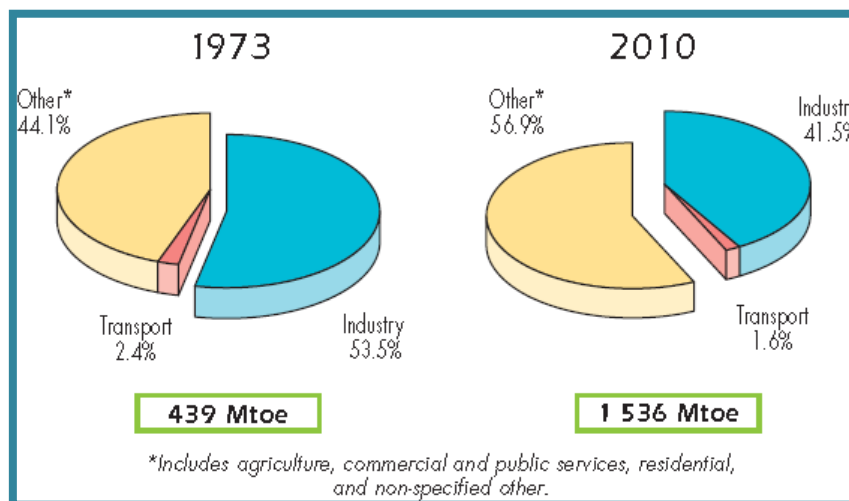


Figure 1.25: Secteurs de consommation électrique mondiale
Source: Key World Energy Statistics 2012, AIE

L'électricité est utilisée dans plusieurs secteurs notamment: le tertiaire, le résidentiel ou le transport, comme le montre la figure 1.25. Depuis le début des années 70, la croissance de la consommation de l'électricité est importante et quasi continue, et ce dans tous les domaines d'utilisation.

Le secteur industriel, comptait et compte toujours pour près de la moitié de la consommation totale d'électricité mondiale. La part relative du secteur résidentiel et commercial a augmenté de 14% ces 40 dernières années et est actuellement le premier consommateur.

1.3- Qu'en est-il des prix ? :

La figure 1.26 représente le cours du baril de pétrole en dollars courant entre 1970 et 2011. Le pic qu'a connu le prix du baril en 2008 (145\$), a fait que la consommation pétrolière a diminué, si bien que pour 2013, la prévision de l'AIE réduit la demande mondiale de brut à 90,6 millions de barils par jour (mbj).

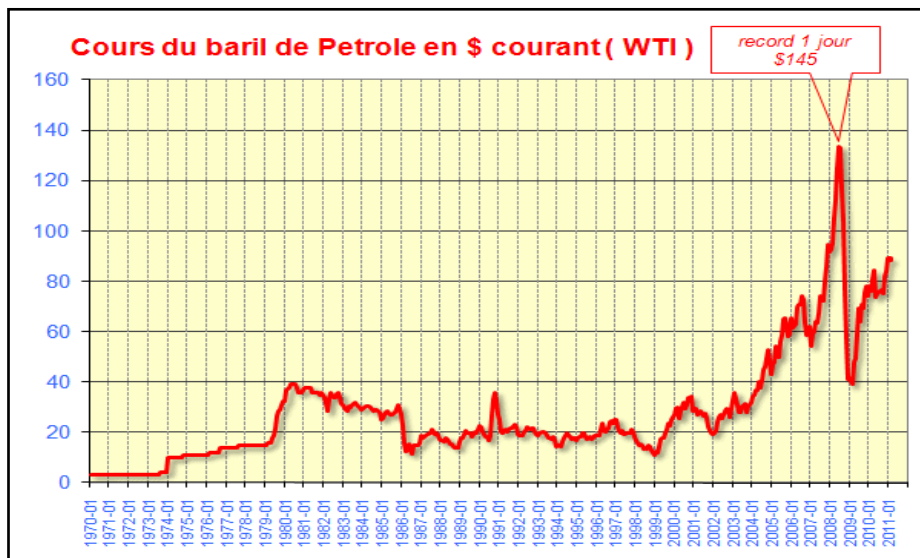


Figure 1.26 : Cours du baril de pétrole en \$ courant (WTI), de 1970 à 2011
 Source : http://france-inflation.com/graph_oil.php

De ce fait, en matière de gaz, les experts prévoient une demande mondiale en hausse.

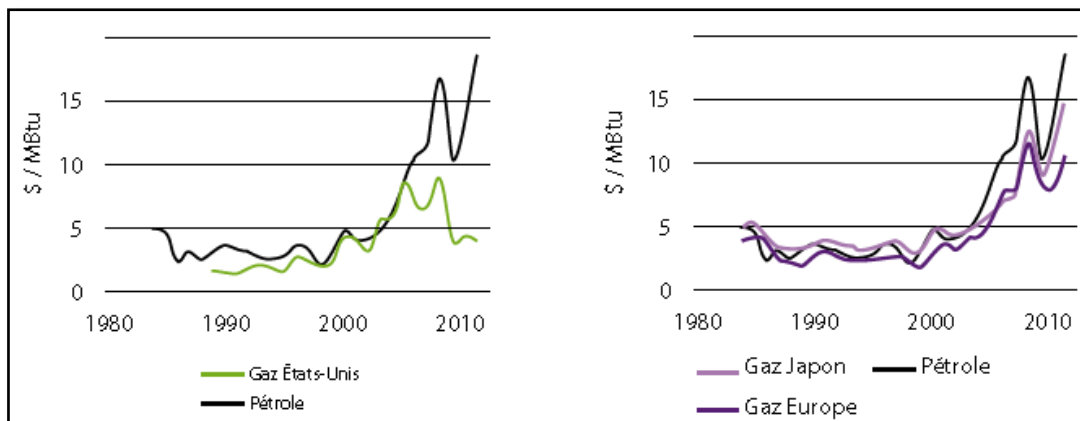


Figure 1.27 : Evolution du prix du gaz par rapport au prix du pétrole 1984-2011
 Source: Natixis AM / BP, 2012.

Sur ces graphiques, nous constatons que depuis 2005, le prix du gaz aux États-Unis s'est fortement décorrélé du prix du pétrole, contrairement au Japon et à l'Europe, où le prix du gaz a connu une évolution similaire à celui du pétrole mais toujours moindre.

Le prix du KWh d'électricité produit diffère d'une source à une autre :

| Energie | Nucléaire | Charbon | Gaz naturel | Pétrole | Eolien | Solaire |
|---------|-----------|---------|-------------|---------|--------|---------|
| Prix | 33 | 37 | 36 | 60 | 61 | 450 |

Tableau 1.1: Prix du KWh généré à partir des différentes sources (en milli-euro par KWh)

Source: Etude Energie 2010 - 2020 du Commissariat au Plan en France

Comme le montre le tableau 1.1, le prix du KWh provenant des fossiles est faible, justifiant leur utilisation abondante. Souvent présentées comme la meilleure alternative face au changement climatique et à l'épuisement des combustibles fossiles, les énergies renouvelables connaissent une évolution timide vu le coût élevé de leur développement. Ces valeurs sont contredites par d'autres études notamment en Allemagne (qui est sortie du nucléaire) où on montre que les énergies renouvelables sont compétitives

On notera en tenant compte des valeurs du tableau, qu'un kWh d'énergie solaire coûte sept fois plus cher qu'un kWh de pétrole, et douze fois plus cher qu'un KWh provenant du gaz naturel.

1.4- Conclusion :

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

Stratégies énergétiques des pays leaders

Comme cité dans le chapitre précédent, l'offre énergétique actuelle peine à satisfaire une demande mondiale en hausse permanente, elle est par ailleurs essentiellement dépendante des ressources fossiles, épuisables et polluantes.

Ce contexte a donc conduit les leaders mondiaux à établir une stratégie de consommation, basée sur la diversification du mix énergétique, avec pour objectif la réduction de la dépendance aux ressources fossiles, le développement des renouvelables tout en valorisant le principe de l'économie d'énergie.

Il est par conséquent important d'analyser ces stratégies énergétiques afin d'élaborer un plan d'action pour l'Algérie.

2.1- Etats-Unis :

2.1.1- Présentation générale des Etats-Unis d'Amérique :

Les Etats-Unis d'Amérique sont une république fédérale composée de 50 états appartenant à l'Amérique du nord, auxquels s'ajoutent l'Alaska au nord-ouest du Canada, les îles Hawaii dans le pacifique nord et quelques territoires extérieurs : Porto Rico et divers archipels ou îles dans la mer des Antilles et le Pacifique (Wake, Guam).

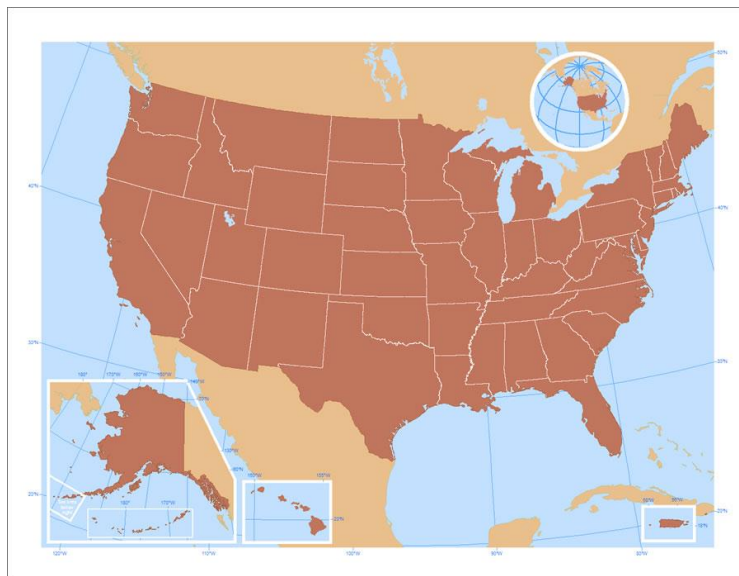


Figure 2.1: Carte des Etats-Unis

Les Etats-Unis avec une superficie territoriale de 9 631 417 km² se classent au quatrième rang mondial, derrière la Russie, le Canada et la Chine. Ce pays continent, est en outre

parfaitement maîtrisé et hiérarchisé grâce notamment à une population active et dynamique qui a su tirer profit de son espace.

Ce pays est élevé, par ailleurs, depuis l'effondrement de l'URSS au rang d'hyperpuissance mondiale.

Nous pouvons alors nous interroger : **en quoi l'organisation du territoire constitue-t-elle un fondement de la puissance américaine ?**

a. Un espace utile immense :

Cette très grande superficie de plus de 9,6 millions de Km², offre une surface agricole utilisable de 370 millions d'hectares située en grande partie dans une région tempérée, la plus grande au monde, permettant aux Etats-Unis d'être la première puissance agricole mondiale.

b. Des ressources naturelles abondantes :

Le sol américain dispose d'une des plus grandes réserves d'hydrocarbures au monde, faisant du pays selon BP Statistical Review 2012, le 3^{ème} producteur mondial de pétrole, foré en particulier dans les états du Texas et de l'Alaska. Le gaz naturel se trouve également en abondance notamment au large du golfe du Mexique et en Californie.

Les Etats-Unis disposent de la plus grande réserve mondiale de charbon, et de suffisamment d'uranium pour le fonctionnement de leurs nombreuses centrales nucléaires, ainsi que d'un potentiel hydro-électrique important offert par les puissants fleuves du pays. À cela s'ajoutent les forêts, riches et bien exploitées qui couvrent 33 % du territoire.

c. Un espace maîtrisé :

A côté de son immensité et de ses richesses, la maîtrise exceptionnelle du territoire américain qui s'appuie sur une impressionnante capacité de transport et une logistique sans faille, constitue un atout majeur de cette puissance mondiale. En effet, les Etats-Unis abritent les plus grands aéroports du monde en termes de passagers (Chicago) mais aussi en termes de marchandises (Atlanta). Ils disposent par ailleurs, des plus denses réseaux routier et ferroviaires au monde, le schéma ci-dessous montre l'ouverture du territoire américain sur l'extérieur :

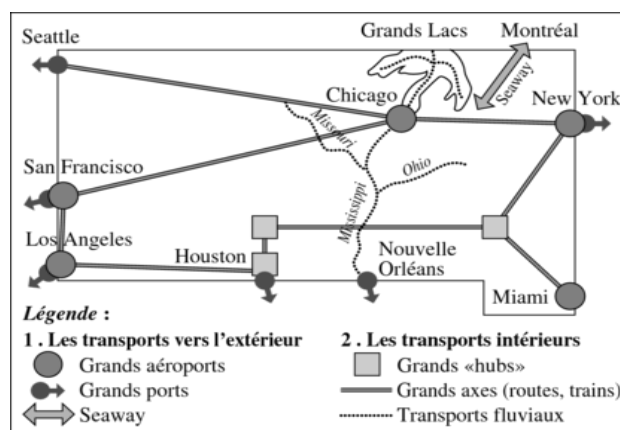


Figure 2.2: Le réseau de transport des Etats-Unis
Source : le Monde, l'organisation de territoire des Etats-Unis

d. Une population très urbanisée et très mobile:

En 2012, les États-Unis comptent 313 914 040 d’habitants et constituent le troisième pays le plus peuplé au monde après la Chine et l’Inde.

La population américaine est par ailleurs très urbanisée à un taux avoisinant 85% contre seulement 45% il y a un siècle. Les grandes métropoles où s’élèvent de nombreux gratte-ciel symbolisent la puissance des Etats-Unis.

2.1.2- Le secteur énergétique aux Etats-Unis :

Connus par leur consommation énergétique effrénée de l’ordre de 8 Tep/habitant, les Etats-Unis sont restés longtemps dépendants énergétiquement, bien qu’ils fassent partie des premiers producteurs mondiaux de pétrole, de charbon et de gaz naturel (d’après BP Statistical Review, 2012).

Ces dernières années, le secteur énergétique aux Etats-Unis a connu un changement radical, pouvant avoir d’importantes répercussions tant d’un point de vue économique que géopolitique. En effet, des eaux profondes du golfe du Mexique aux prairies du Dakota du Nord, de la Californie à la Pennsylvanie, le pays s’est couvert de forages pétroliers, la production de pétrole aurait dépassé les 7 millions de barils par jour, soit une hausse de 16% en une année, diminuant ainsi considérablement la dépendance du pays vis-à-vis du pétrole d’importation.

Cette réduction, est la résultante, entre autres, du développement d’hydrocarbures non conventionnels tels que le pétrole et le gaz de schiste.

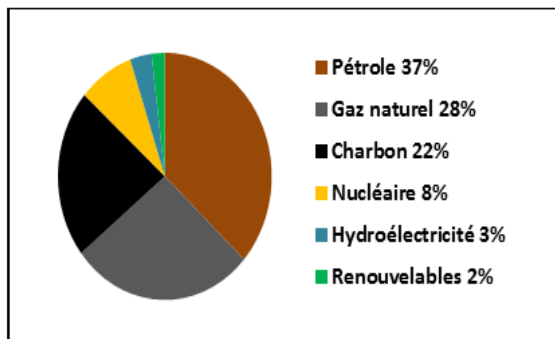


Figure 2.3: Part de chaque source primaire USA (2011)
Source: BP Statistical Review, 2012

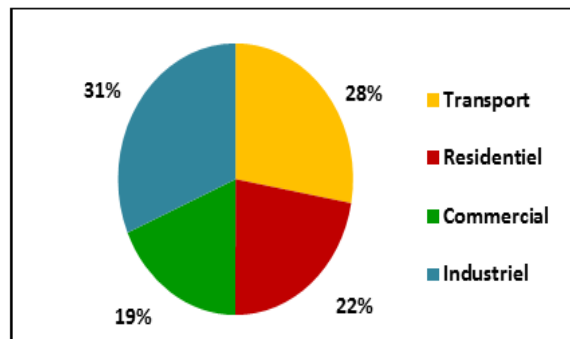


Figure 2.4: Les usages de l’énergie aux USA (2011)
Source: U.S Energy Information Administration (eia)

La consommation d’énergie primaire mondiale a atteint 12274,6 MTep en 2011, la consommation américaine en représente 18,5 % dont 87% proviendrait des hydrocarbures fossiles dominés par le pétrole suivi par le gaz naturel.

En 2011, les Etats-Unis ont été classés deuxièmes au monde après la Chine, en terme de consommation d’énergie primaire, utilisée en grande partie dans le secteur industriel et celui des transports, comme le montre la figure 2.4. Ils sont, à cet égard, le premier pays au monde en matière d’intensité de flux de voyageurs et de marchandises et dépensent chaque année l’équivalent du produit national brut du Royaume-Uni pour les transports. Avec six millions de kilomètre de routes et une essence bon marché, l’automobile constitue le mode de déplacement privilégié des américains.

2.1.2.1- Les énergies fossiles :

Les États-Unis disposent de ressources naturelles considérables, ils sont au second rang mondial pour la production de pétrole et de charbon et premier pour le gaz naturel avec 20% de la production mondiale.

Les ressources du pays en gaz et pétrole de schiste sont considérables, la production des hydrocarbures non conventionnels est en plein essor, le gaz de schiste aurait représenté plus de 40% de la production totale en gaz en 2012.

• **Pétrole :**

Jusqu'à la fin de la seconde guerre mondiale, les États-Unis fournissaient la moitié de la production en pétrole dans le monde, assurant ainsi leur autosuffisance. Mais cela n'a pas duré, les importations sont vite devenues majoritaires dans l'approvisionnement pétrolier du pays, atteignant 50% en 1980, et 60% en 2005, provenant essentiellement du Moyen-Orient.

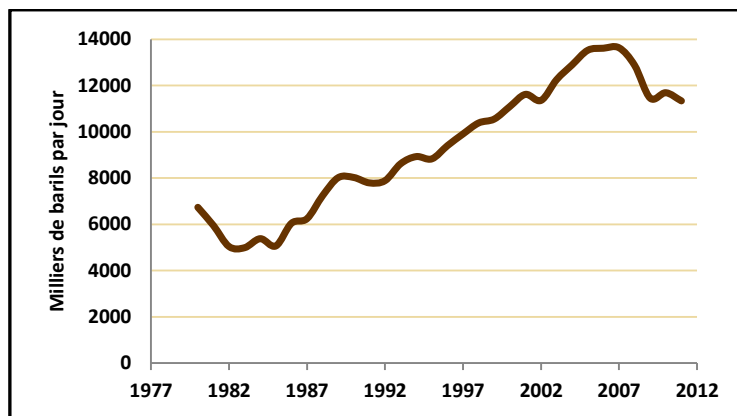


Figure 2.5 : Evolution des importations de pétrole aux États-Unis en millions de barils / jour
 Source : BP Statistical Review, 2012

La tendance s'inverse actuellement, puisque les importations pétrolières sont en diminution passant de 13,6 millions de barils par jour en 2007 à 11,5 millions de barils par jour en 2009, soit une baisse de 20% en deux ans. Ceci s'explique par **l'augmentation de la production de pétrole non conventionnel.**

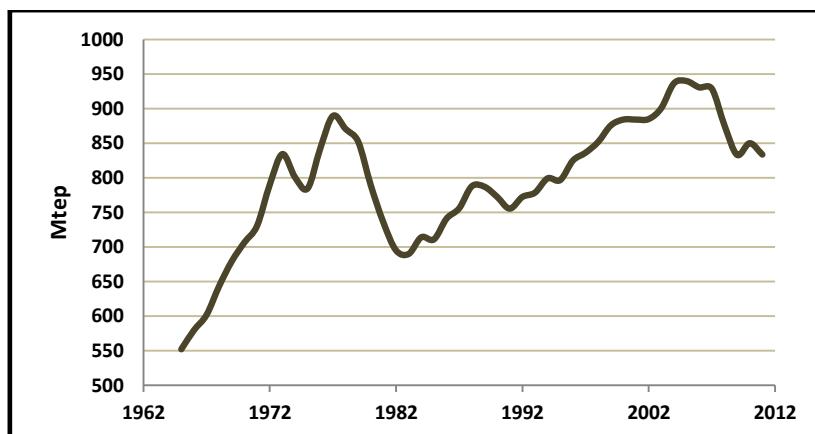


Figure 2.6: Consommation de pétrole aux États-Unis
 Source: BP Statistical Review 2012

Hormis la chute brutale qu'a connue la consommation pétrolière entre 1977 et 1982, celle-ci est globalement en hausse depuis plus de 40ans.

Il est à noter que la consommation de pétrole est corrélée à son prix, en effet, le pic qu'a connu le baril en 2008 et la crise économique que les Etats-Unis ont traversé en 2009, ont provoqué une chute brutale de la consommation de pétrole estimée à 928MTep en 2007 à 833MTep en 2009. Selon la figure 2.6, la tendance à la baisse se maintient en 2013, vu l'essor que connaissent les gaz non conventionnels aux Etats-Unis.

- **Gaz naturel :**

Pour le gaz naturel, la situation est beaucoup plus confortable, en effet, depuis 2005, la production américaine de gaz naturel connaît une nette augmentation, atteignant 593 Mtep en 2011, chiffre record jamais atteint, dépassant même le pic de 1973. Cette croissance récente de la production résulte surtout de la mise en valeur au cours de la dernière décennie des ressources de **gaz naturel non conventionnel** et à son faible coût, grâce à la technique de fracturation bien maîtrisée par les Américains. Les répercussions nocives sur l'environnement et l'écologie sont malheureusement bien là, en raison des dangers inhérents à cette technique (cités dans le Chapitre 1).

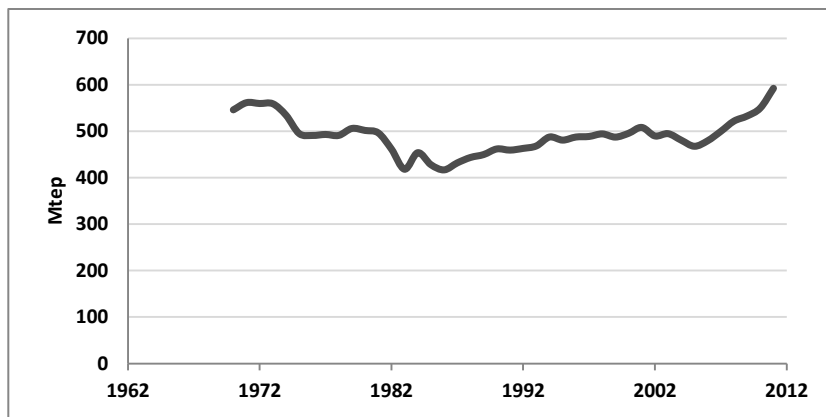


Figure 2.7 : Evolution de la production de gaz naturel aux Etats-Unis
 Source: BP Statistical Review, 2012

Importations du gaz naturel :

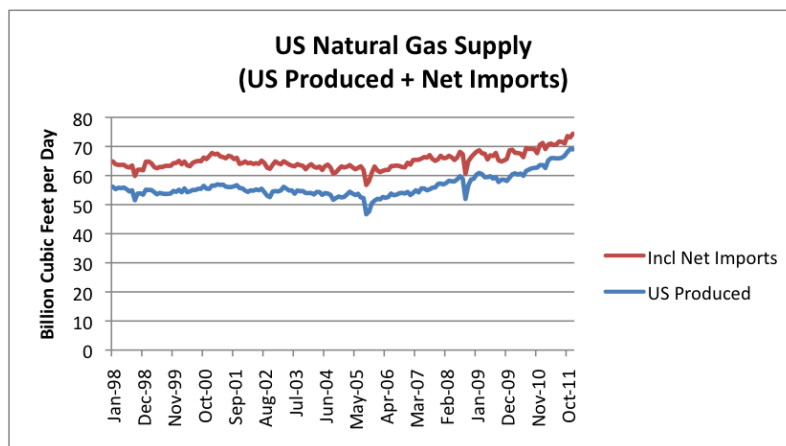


Figure 2.8: Evolution de la production et des importations de gaz naturel aux Etats-Unis
 Source: <http://ourfiniteworld.com>, 2012, Why US natural gas prices are so low, are changes needed?

Alors qu'il avait été envisagé que les Etats-Unis augmentent leurs importations gazières, notamment sous forme de gaz naturel liquéfié (GNL), le pays grâce à son exploitation de **gaz non conventionnel** a pu réduire ses importations à zéro et devenir dans ce secteur leader mondial [17].

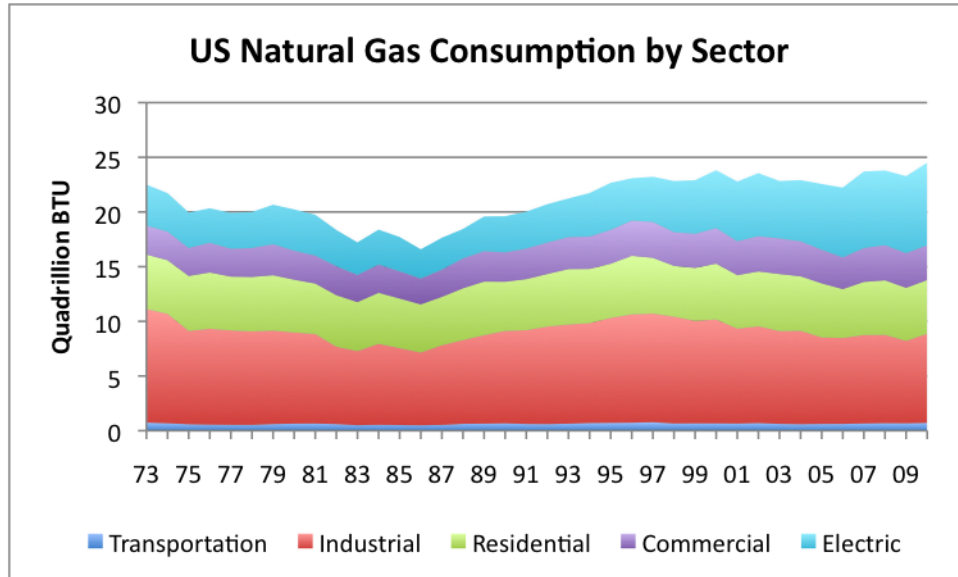


Figure 2.9: Consommation de gaz naturel par secteur
 Source: <http://ourfineteworld.com>, 2012, EIA Data

D'après la figure 2.9, nous constatons que la contribution du gaz naturel dans la production électrique a depuis toujours été la plus importante comparée aux autres secteurs, elle est passée de 18,3% en 2005 à 24,2% en 2011. La part du transport est quant à elle négligeable, en raison de l'abondance des moteurs à essences contrairement à ceux fonctionnant au GNL.

- **Charbon :**

Les États-Unis ont toujours été grands producteurs de charbon, ce qui a grandement contribué à leur développement économique au cours du XIX^{ème} siècle, il a traditionnellement été la deuxième source d'énergie aux Etats-Unis, après le pétrole, mais sa production vient d'être dépassée par celle du gaz naturel, notamment depuis **le boom du gaz de schiste**.

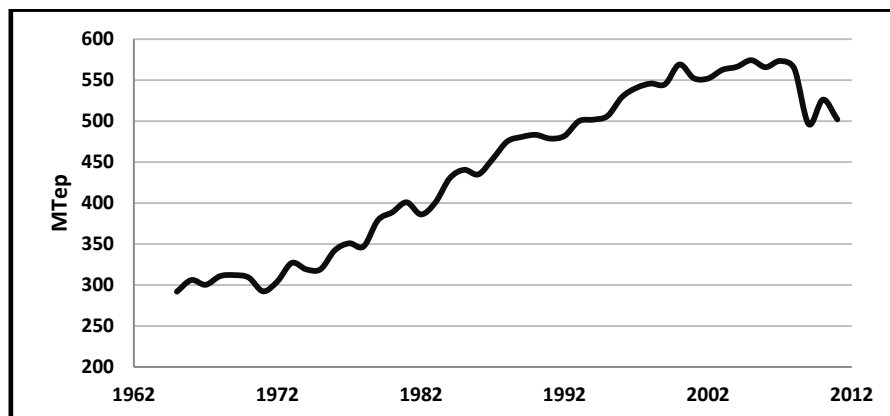


Figure 2.10 : Evolution de la consommation de charbon aux Etats-Unis
 Source: BP Statistical Review, 2012

Le charbon est presque entièrement consommé dans les centrales électriques, souvent de technologie ancienne, elles sont responsables d'une pollution importante. Il est à noter que le charbon émet plus de CO₂ en brûlant que les autres sources fossiles.

Le rôle énergétique du charbon reste toutefois majeur, car les Etats-Unis détiennent plus du quart des réserves mondiales, prouvées à 27% en 2011 (BP Statistical Review, 2012).

- **Répercussion de la consommation des énergies fossiles: émission de CO₂ :**

Les Etats-Unis sont restés, plus d'un siècle, les premiers émetteurs de CO₂. Dépassés ces dernières années par la Chine, ils ont néanmoins émis plus de 5 498 millions de tonnes de CO₂ en 2011.

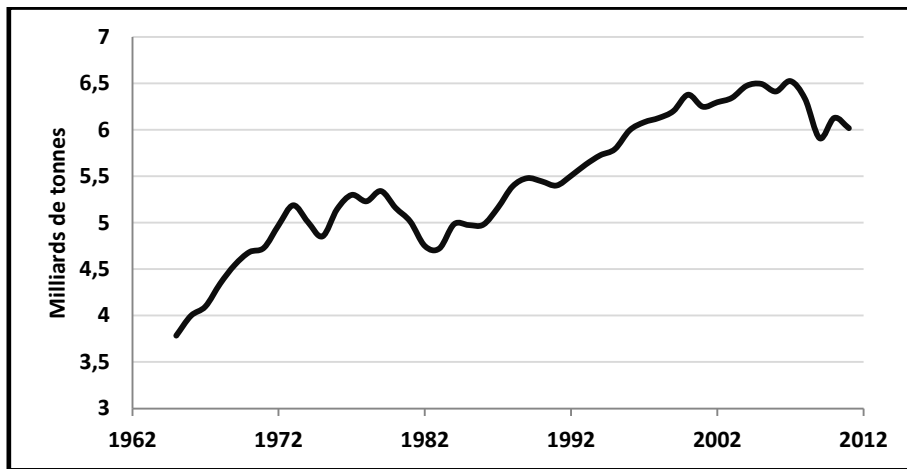


Figure 2.11: Emission de CO₂ aux Etats-Unis
Source: BP Statistical Review, 2012

En 2012, les émissions de CO₂ aux Etats-Unis ont connu une baisse, elles auraient atteint le même taux qu'en 1994, soit 12% de moins qu'en 2007 [18]. Cette diminution est due au remplacement du charbon par les énergies renouvelables et le gaz naturel, la plus propre des ressources fossiles.

2.1.2.2- **Energie fissile :**

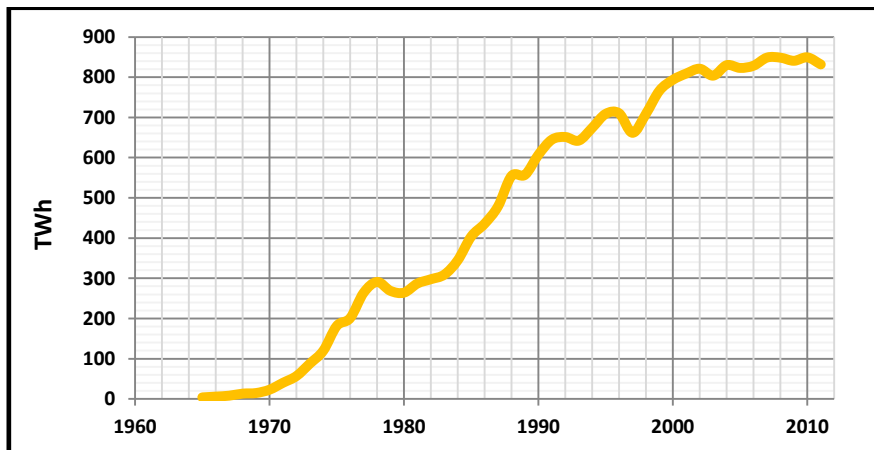


Figure 2.12: Nucléaire aux Etats-Unis (TWh)
Source : BP Statistical Review 2012

La figure 2.3 montre que le nucléaire n'a représenté que 8% du total énergétique en 2011, malgré l'encouragement du président actuel pour sa revalorisation, tout en tenant compte bien sur des conclusions tirées de l'accident de Fukushima en Mars 2011 et cela dans la perspective de réduire l'émanation des gaz à effet de serre et surtout la dépendance vis-à-vis des pays du golfe, ainsi selon les statistiques de l'OCDE, une centrale serait en construction depuis Juin 2012.

En outre, l'utilisation du nucléaire civil sur le graphe ci-dessus, a augmenté de manière exponentielle entre 1965 et 2000, pour stagner ces dernières années. La légère baisse enregistrée vers la fin des années 70 est due à l'accident de Three Mile Island (en Pennsylvanie 1979).

2.1.2.3- Energies renouvelables :

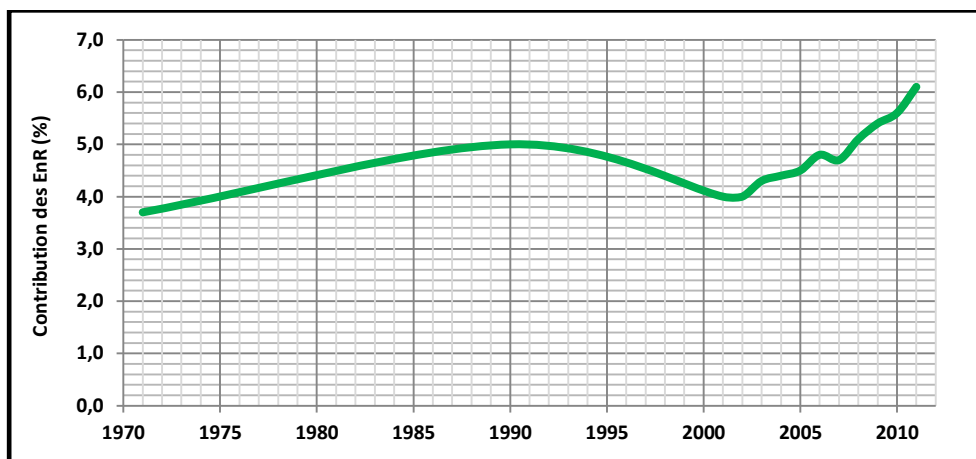


Figure 2.13: Contribution des énergies vertes (%)

Source : statistiques OCDE

Les Etats-Unis sont-ils en train de se convertir aux énergies renouvelables ? Peut-être si l'on en croit les investissements, pas moins de 51 milliards de dollars en 2011. Le budget consacré par la Chine est très légèrement supérieur estimé à 52 milliards de dollars.

Selon un rapport de l'OCDE, les énergies renouvelables (hydroélectricité comprise) ont représenté 5,4% de la production américaine en 2009, taux voisin de celui de l'énergie nucléaire (7%). Avec 1210 MW installés d'énergies renouvelables, la capacité totale ajoutée en 2009 a atteint 4000 MW. Il est à noter que dans ce total, la part des biomasses est en léger recul par rapport à celle des énergies renouvelables modernes, comme illustré dans la figure ci-après:

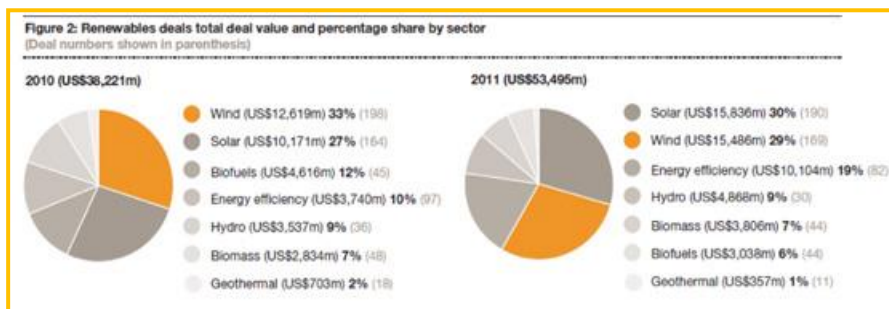


Figure 2.14: Part des transactions réalisées par type d'énergie renouvelable aux Etats-Unis

Source : PwC, Power Deals

Le rapport annuel *Renewables Deals* de PwC, souligne que l'éolien et le solaire ont atteint un sommet en 2011, vu l'augmentation de la transaction passée de 38,2 milliards de dollars en 2010 à 53,5 milliards de dollars en 2011, soit une hausse de 40%.

La baisse des prix dans le solaire, et la concurrence chinoise ont engendré un mouvement de concentration des acteurs tant dans l'éolien que le photovoltaïque.

2.1.2.4- L'électricité : énergie secondaire :

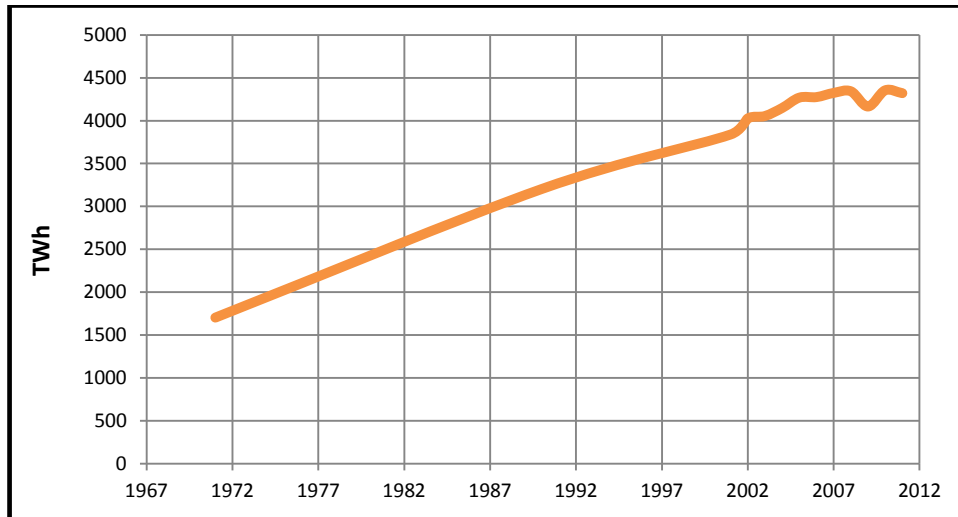


Figure 2.15: Production électrique aux Etats-Unis

Source : Statistiques OCDE

Les Etats Unis ont été et restent le premier producteur d'électricité depuis qu'on la génère, avec environ 4200 TWh en 2011, représentant 20% de la production mondiale (estimée à 22018,1 TWh selon BP Statistical Review, 2012). La production électrique a tendance à l'augmentation, cependant la légère baisse en 2009 se justifie par le ralentissement de l'activité économique. La figure ci-après illustre les sources de production d'électricité américaine :

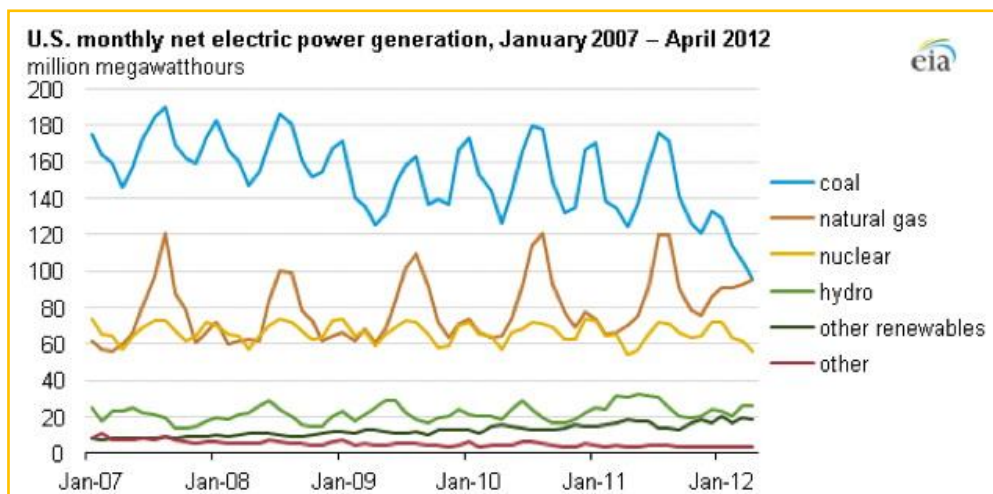


Figure 2.16: Production électrique nette mensuelle des Etats-Unis par source d'énergie (en million de MWh)

Source : EIA

Selon l'EIA, le charbon était la principale source rattrapée par le gaz naturel en 2012, en Avril de la même année, des taux voisins sont enregistrés avec 95,9 millions de MWh à partir

du charbon et 96 millions de MWh à partir du gaz naturel. La part du renouvelable reste par contre minime.

2.1.3- Stratégie énergétique des Etats-Unis :

Les grands axes du Département de l'Energie Américain tournent autour de quatre thématiques centrales, pour l'année 2013 :

- a. **Exportation de gaz de schiste:** au cœur de l'actualité en raison de son prix bon marché, plusieurs pays vont en bénéficier: le Japon, La Corée du sud et la Grande-Bretagne.
- b. **Le développement de l'industrie solaire :** le Département de l'Energie poursuit son programme « SunShot » visant à diminuer les coûts de la filière photovoltaïque et à améliorer les technologies de stockage.
- c. **L'essor des véhicules électriques :** le pays envisage de mettre en circulation un million de véhicules électriques d'ici 2015, en diminuant de moitié le prix des batteries et en encourageant la recherche dans ce secteur.
- d. **80% d'électricité renouvelable d'ici 2050 :** en augmentant le financement de ces technologies, et dans le but de réduire les émissions de gaz à effet de serre.

2.1.4- Conclusion :

Les Etats-Unis sont à la fois un pays riche en ressources diverses mais où la consommation est grande. Leur stratégie actuelle vise l'autonomie énergétique et la réduction d'émissions de CO₂ en diversifiant les sources primaire et en privilégiant les énergies propres.

2.2- Allemagne:

2.2.1- Présentation générale du pays:

L'Allemagne, appelée République fédérale d'Allemagne dans les usages officiels, est au cœur de l'Europe. Depuis l'unification des deux Etats allemands en 1990, ses frontières s'étendent sur 1757 Km qu'elle partage avec neuf pays, comme le montre la carte ci-dessous. Le territoire de l'Allemagne couvre 357 022 Km², comprenant 16 états fédérés, ou Länder, dont Berlin la capitale qui est à la fois un land et une ville.



Figure 2.17: Carte de l'Allemagne

Avec presque 82 millions d'habitants, l'Allemagne est le pays le plus peuplé de l'Union européenne et aussi l'un de ses pays fondateurs.

| PRINCIPALES DONNÉES ÉCONOMIQUES | |
|---|---|
| PIB (2010) : | 2 497,60 milliards d'euros (France : 1 931,4) |
| PIB par habitant (2010) : | 35 930 euros (France : 34 092) |
| Taux de croissance (2010) : | + 3,6 % |
| Taux de chômage (2011) : | 7,3 % |
| Taux d'inflation (2010) : | + 1,2 % |
| Solde budgétaire (2010) : | - 3,7 % du PIB |
| Endettement public (2010) : | 75,7 % du PIB |
| Balance commerciale (2009) : | + 138,9 milliards d'euros |
| Principaux clients (2009) : | France (10,1 %), États-Unis (6,7 %), Pays-Bas (6,6 %), Royaume-Uni (6,6 %) |
| Principaux fournisseurs (2009) : | Pays-Bas (12,2 %), France (8,2 %), Belgique (7,1 %), Chine (6,8 %), Italie (5,6 %), Royaume-Uni (4,7 %) |
| Part des principaux secteurs d'activités dans le PIB : | |
| ▶ agriculture : | 2,1 % |
| ▶ industrie : | 25,5 % |
| ▶ tertiaire : | 72,4 % |
| Exportations de la France vers l'Allemagne (2010) : | 62,6 milliards d'euros |
| Importations françaises en provenance d'Allemagne (2010) : | 78 milliards d'euros |

Figure 2.18 : Principales données économiques d'Allemagne

Source : Rapport d'information, [19]

a. La renaissance d'un géant économique :

L'Allemagne est la première puissance économique d'Europe et la quatrième au monde derrière les Etats-Unis, la Chine et le Japon. Cette bonne santé économique est la résultante d'efforts fournis sans relâche depuis de nombreuses années.

• **Un dynamisme économique remarquable en période de crise :**

Durement touchée en 2009 par la crise économique et financière internationale, notamment dans les secteurs-phares de l'automobile et de la machine-outil, l'Allemagne est pour la première fois dépassée par la Chine et perd sa place de première nation exportatrice. Cependant, elle reste le pays européen le moins touché par la crise.

• **Un taux d'activité professionnel important :**

En effet, le taux de chômage a baissé de 8,1 % entre 2010 et 2011. D'après les chiffres donnés en 2013, le taux de chômage Allemand est l'un des plus faibles enregistrés dans la zone Euro (deuxième après l'Autriche), il est à 5,4%.

b. L'Allemagne puissance économique, à quel prix ?

• **Une austérité budgétaire reconduite :**

L'Allemagne estime que le seul moyen de sortir de la crise est de réduire son déficit, en diminuant les dépenses des entreprises et de l'état. Si la recherche et l'enseignement supérieur voient leurs crédits augmenter substantiellement (+ 10 %, en 2011), tous les autres financements ministériels sont gelés ou réduits.

• **L'emploi en temps de crise :**

L'Allemagne a fait le choix de réduire son taux de chômage, en favorisant l'accès à l'emploi, au détriment parfois du niveau de rémunération et de la nature du travail proposé, contrairement à certains pays Européens, comme la France, qui a fait le choix de conserver, autant que possible, les acquis sociaux de ses salariés, au risque de « créer du chômage ».

c. Une agriculture de premier plan en Europe :

Le secteur de l'agriculture est avantageux à double titre, il est non seulement à l'origine de 5 millions d'emplois représentant 12,4% des actifs, mais aussi a permis aux Allemands de battre un record d'exportations agricoles et agroalimentaires estimé à 63,9 milliards d'euros, en 2012, et d'être deuxième producteur agricole de l'Union européenne derrière la France.

Plus de la moitié de la surface du territoire allemand est utilisée à des fins agricoles, soit près de 17 millions d'hectares. L'agriculture allemande est dominée par l'élevage, qui réalisait en 2008, 57 % du bénéfice, tandis que les céréales ne pesaient que pour 13 % dans les recettes agricoles. Les principales productions agricoles sont le lait, la viande porcine, la betterave et les céréales.

Encore un fait marquant, 17 % des terres arables, en Allemagne, ont des utilisations non alimentaires, avec notamment les biocarburants, dont le biogaz, qui se développe rapidement.

d. L'industrie:

Le secteur industriel compte pour beaucoup dans l'économie allemande. Un tiers de la population active y travaille en effet. L'Allemagne est connue pour ses grandes entreprises qui jouissent d'une excellente réputation internationale, incarnant ce label de qualité qu'est le « Made in Germany », que ce soit dans la construction automobile, l'électrotechnique, la construction mécanique ou dans l'industrie chimique. Sans oublier, les entreprises de taille intermédiaire (ETI), qui emploient plus de 20 millions de salariés, et qui contribuent de façon conséquente au développement du pays et à l'avance technologique.

L'Allemagne est le troisième producteur mondial d'automobiles, ce secteur représente 40% des exportations du pays. Parmi les grands constructeurs citons : Volkswagen, BMW, Porsche ou encore Opel.

2.2.2- Secteur énergétique allemand :

Le secteur énergétique allemand est l'un des plus importants au monde, son classement est donné dans le tableau ci-après :

| | Classement de l'Allemagne dans le monde énergétiquement | Chiffre de 2011 |
|---|--|------------------------|
| Producteur d'électricité | 6 ^e | 614,5 TWh |
| Producteur d'électricité à base de combustibles fossiles solides | 5 ^e | 77,6 Mtep |
| Producteur d'électricité nucléaire | 6 ^e | 108 TWh |
| Production d'électricité solaire | 1 ^{er} | 19 TWh |
| Production d'électricité à partir de la biomasse | 2 ^e | 36,9 TWh |
| Production d'électricité éolienne | 3 ^e | 46,5 TWh |

Tableau 2.1: Classement du secteur énergétique allemand dans le monde en 2011

Source: BP Statistical Review, 2012

Nous constatons à partir de ces palmarès publiés par BP, que l'Allemagne apparaît toujours parmi les 10 premiers pays du monde pour la plupart des indicateurs, et que sa place est particulièrement éminente dans les énergies renouvelables, en effet, elle est première au rang mondial dans la production électrique à partir du solaire photovoltaïque mais aussi respectivement 2^e et 3^e pour la biomasse et l'éolien.

Le choix de l'Allemagne est de se porter à moyen terme sur le renouvelable, comme détaillé ci-après.

a. **Ressources énergétiques primaires locales :**

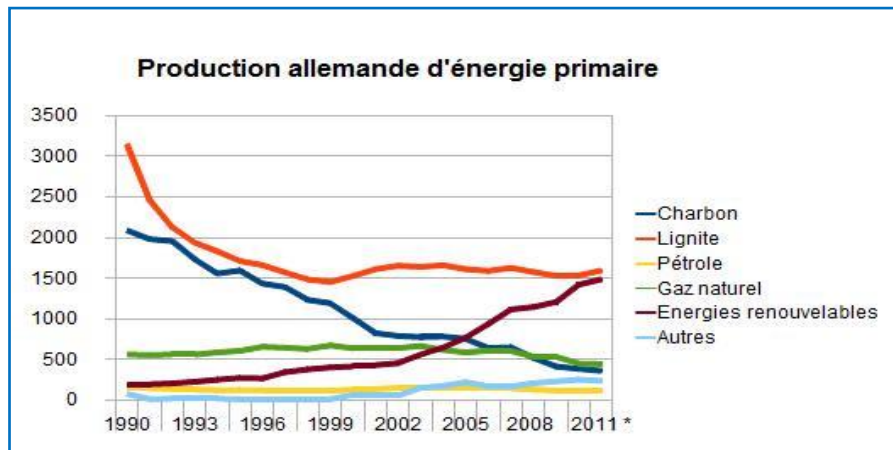


Figure 2.19: Production allemande d'énergie primaire (en PJ)
Source: AGEB - Energiebilanzen

Comme cité précédemment, l'Allemagne est leader mondial dans la filière renouvelable, la figure ci-dessus l'atteste. En effet, en 22ans, elle est passée de 196 PJ³ en 1990 à 1487 PJ en 2011 soit une hausse de près de 660 % !

Parallèlement la production charbonnière connaît une forte baisse, même si elle a été à la base de la formidable ascension industrielle de l'Allemagne au XIX^{ème} siècle, passant de 2089 PJ en 1990 à peine 361 PJ en 2011.

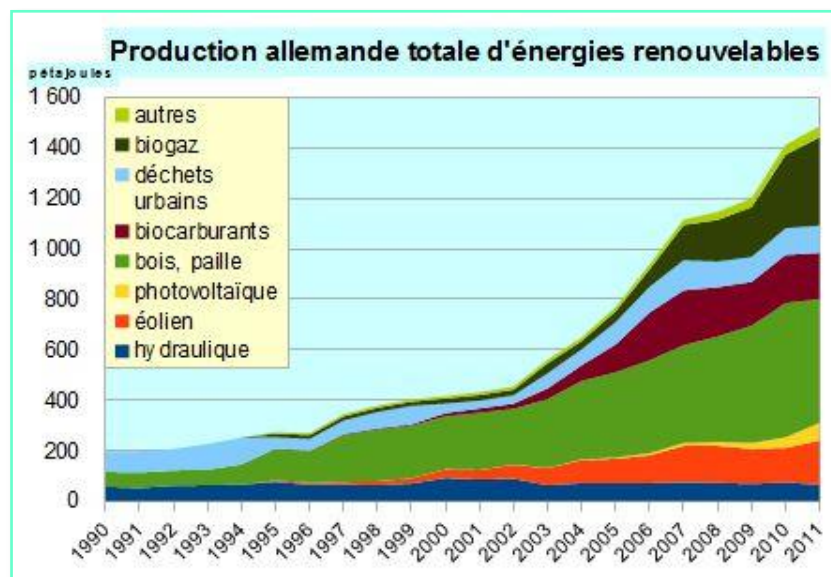


Figure 2.20 : Détail de la production allemande en renouvelable
Source: BMWi,

Ce graphique nous donne plus de détails concernant le domaine où la république fédérale est protagoniste. Le bois reste largement en tête avec 33% du total, suivi par les biogaz (23,5%) qui connaissent une forte hausse, les biocarburants stagnent depuis 2010. On note par ailleurs que les

³ Les statistiques allemandes sont habituellement présentées en pétajoules où 1 PJ = 0,277710 TWh

énergies nouvelles (éoliennes et photovoltaïques) ne représentent que 16,5 % de la production totale en EnR pour 2011.

b. Des émissions de gaz à effet de serre néanmoins réduites grâce au développement des énergies renouvelables :

L'Allemagne est l'un des plus gros émetteurs de gaz à effet de serre occupant le 6^e rang mondial avec 761,58 Mt de CO₂ en 2011, soit 9,32 tonnes par habitant, mais sa politique, depuis une vingtaine d'années vise à les réduire en développant les énergies renouvelables, le graphique ci-dessous en est la preuve :

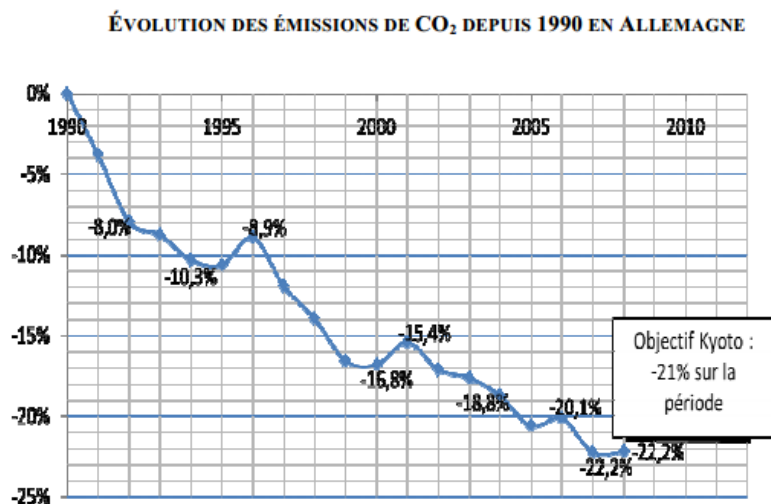


Figure 2.21: Evolution des émissions de CO₂ depuis 1990 en Allemagne
 Source: Rapport d'information, [19]

La tendance globale en 21 ans est bien à la baisse, ce qui est remarquable pour un pays industrialisé. La réduction des émissions de gaz à effet de serre est de l'ordre de 23% depuis 1990, dépassant même l'objectif fixé par le protocole de Kyoto !

Concrètement, les allemands tentent d'identifier la source de ces émissions et ont réussi à réduire certains de leurs impacts, par exemple, dans le secteur routier en mettant un pot catalytique, pour atténuer la nocivité des gaz d'échappement, de même que la désulfuration des gaz de fumées, imposée par la loi, dans les centrales à houille et à lignite (- 90%).

• **Clin d'œil au gaz de schiste :**

Les ressources de l'Allemagne en gaz de schiste seraient selon l'institut fédéral de géologie allemand, comprises entre 0,7 et 2,3 milliards de m³. L'Allemagne a stoppé tous travaux après la réalisation de six forages (dont un suivi d'une fracturation hydraulique) depuis 2008, dans l'attente des conclusions d'un groupe de travail réunissant des scientifiques et des représentants de l'industrie et du gouvernement.

c. Consommation énergétique allemande :

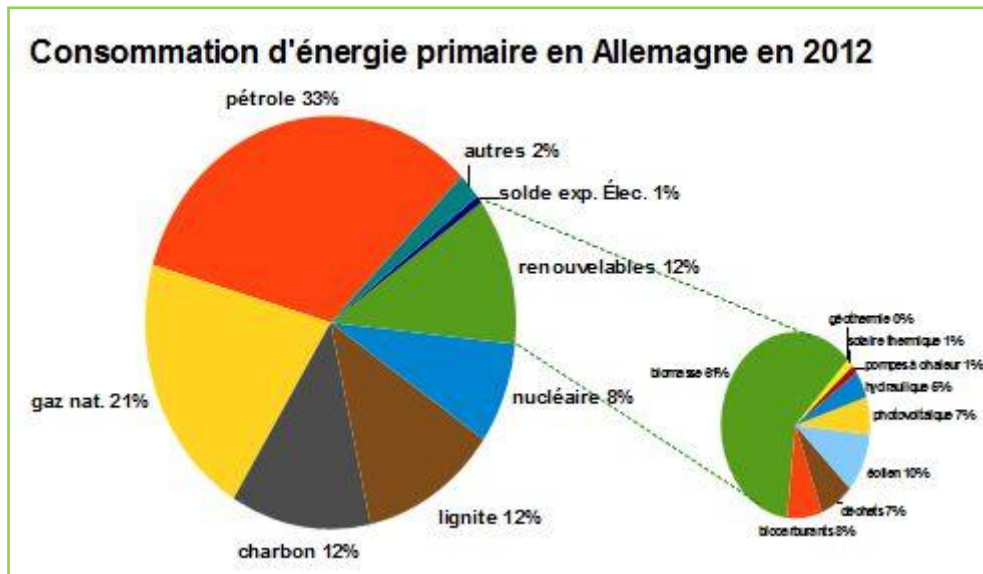


Figure 2.22: Consommation d'énergie primaire en Allemagne en 2012

Source: AGEB

Ce camembert montre que le mix énergétique allemand accorde une part importante aux énergies fossiles 78,9 % répartie comme suit : pétrole : 33,3 % contre 33,9 % en 2011 ; gaz naturel : 21,0 % contre 20,9 % en 2011 ; charbon : 12,4 % contre 12,1 % en 2011 ; lignite : 12,2 % contre 11,6 % en 2011. Par contre, on note une diminution continue de la consommation d'énergie fissile (- 9,3 % en 22 ans), le nucléaire est passé de 8% en 2012 contre 8,8% en 2011. La part des énergies renouvelables est quant à elle, passée de 10,9 % en 2011 à 12,1 % en 2012 dans la consommation totale d'énergie.

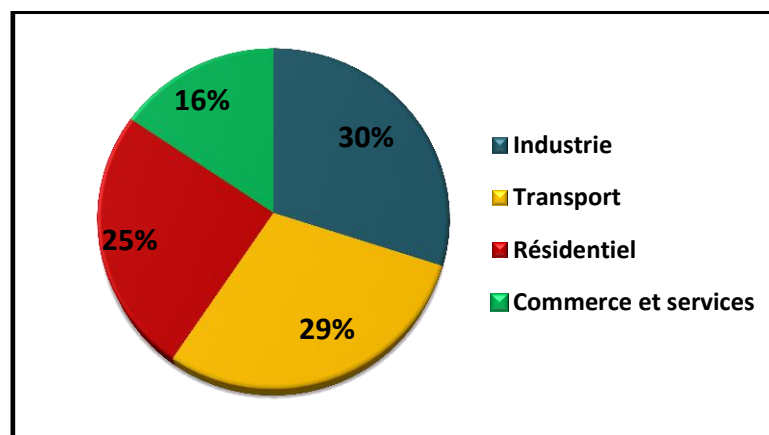


Figure 2.23: Energie finale consommée par secteur en 2011

Source: AGEB

En 2011, la consommation d'énergie finale est évaluée à 30 % dans la production industrielle et agricole, à 29,4 % dans le secteur des transports, à 25,1 % dans la consommation des ménages et à 15,5 % dans le secteur tertiaire (commerce, services, administration).

| en PJ | 1990 | % | 1995 | % | 2000 | % | 2005 | % | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 | 2011* | % |
|----------------------|--------------|------------|--------------|------------|--------------|------------|--------------|------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|------------|
| Industrie | 2 977 | 31,4 | 2 474 | 26,5 | 2 421 | 26,2 | 2 514 | 27,5 | 2 525 | 2 628 | 2 587 | 2 291 | 2 592 | 2 624 | 30,0 |
| Transport | 2 379 | 25,1 | 2 614 | 28,0 | 2 751 | 29,8 | 2 586 | 28,0 | 2 614 | 2 601 | 2 571 | 2 541 | 2 559 | 2 572 | 29,4 |
| Résidentiel | 2 383 | 25,2 | 2 655 | 28,5 | 2 584 | 28,0 | 2 591 | 28,4 | 2 622 | 2 259 | 2 558 | 2 478 | 2 676 | 2 194 | 25,1 |
| Commerce et services | 1 733 | 18,3 | 1 579 | 16,9 | 1 478 | 16,0 | 1 437 | 15,7 | 1 535 | 1 308 | 1 443 | 1 355 | 1 483 | 1 355 | 15,5 |
| TOTAL | 9 472 | 100 | 9 323 | 100 | 9 234 | 100 | 9 127 | 100 | 9 297 | 8 796 | 9 159 | 8 665 | 9 310 | 8 744 | 100 |

Tableau 2.2: Énergie finale consommée par secteur
Source: AGEB

La consommation finale est passée de 9310 PJ en 2010 à 8744 PJ en 2011 selon l'AGBE, ceci peut être justifié par la chute brutale de 18% qu'a connue la consommation du secteur résidentiel due au climat exceptionnellement doux, par ailleurs, les particuliers continuent à augmenter leur consommation de transport.

d. Secteur de l'électricité :

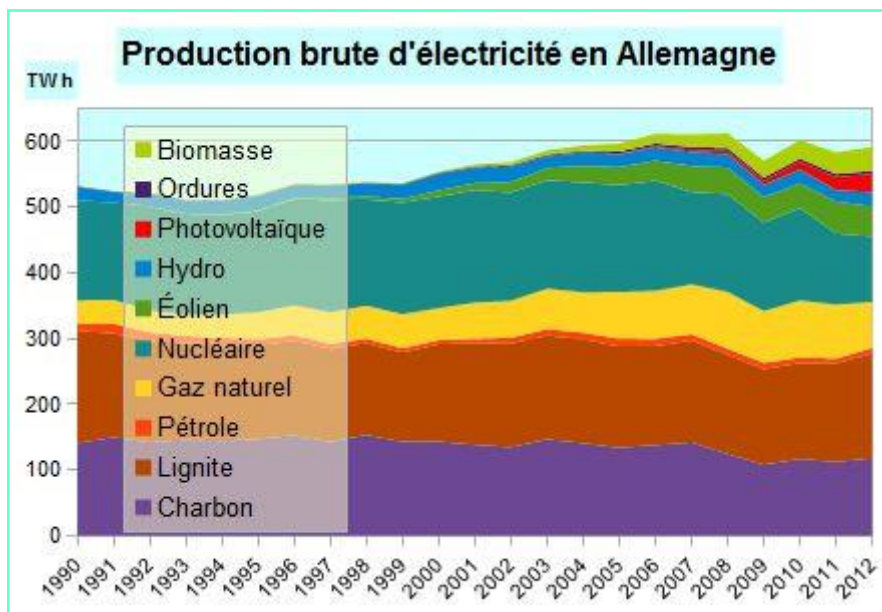


Figure 2.24: Production brute d'électricité en Allemagne
Source: AGEB

En 2012, la production nette d'électricité (selon BP) s'est élevée à 614,5 TWh, les centrales thermiques ont en produit plus de la moitié : 57,6 % (lignite : 25,7 % ; charbon : 19,1 % ; gaz naturel : 11,3 % ; pétrole : 1,5 %), les centrales nucléaires 16,1 %, et enfin les énergies renouvelables 22,1 %.

Faits marquants 2011 et 2012 :

- La part des centrales à combustibles fossiles stagne à 57,6 %, après avoir progressé en 2011 à 57,8 % : l'ascension du charbon est due à la baisse de son prix déclenchée par l'essor du gaz de schiste aux États-Unis et se fait aux dépens du gaz ;
- La production nucléaire chute de 33,6 % en 2011, puis de 8 % en 2012, suite à la fermeture de 8 centrales (moratoire atomique après Fukushima), passant de 22,3 % en 2010 à 17,7 % en 2011, puis à 16,1 % en 2012 de la production totale.

- La part de la production éolienne passe de 6 % à 8 % en 2011, puis recule à 7,4 % en 2012, année moins venteuse ; celle du photovoltaïque grimpe de 1,9 % à 3,2 %, puis à 4,5 % ; le total des énergies renouvelables passe de 16,4 % à 20,3 %, puis à 22,1 %.

e. Prix de l'électricité :

L'Allemagne est l'un des pays européens où l'électricité est la plus chère.

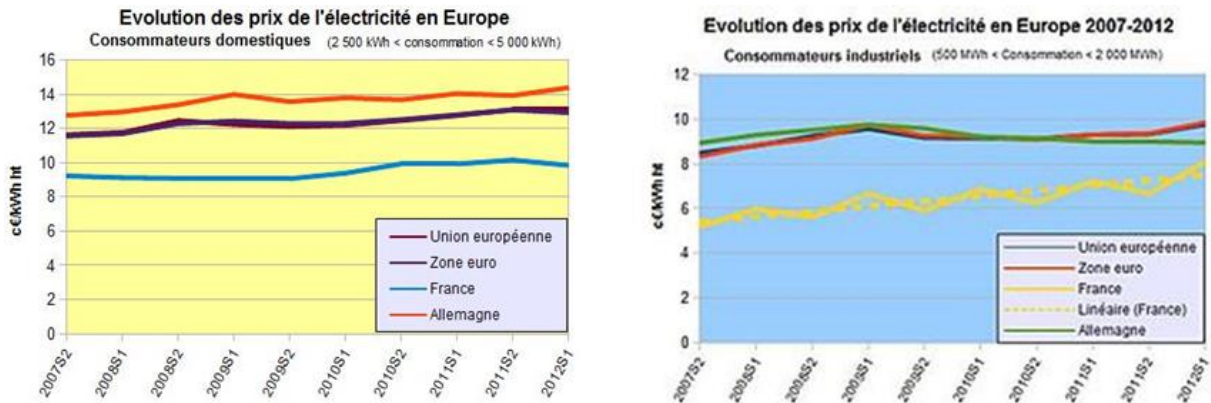


Figure 2.25: Evolution des prix de l'électricité en Europe entre 2007-2012 pour les industriels et domestiques
Source: Eurostat

Au début de l'année 2013, le prix moyen de l'électricité pour un ménage allemand type de trois personnes, consommant 3500KWh/an a atteint 28,5c€/KWh⁴.

Le graphique à droite montre l'évolution des prix pour les consommateurs industriels, par semestre depuis 2007 jusqu'à 2012 : en cinq ans, ils augmentent de 15,1 % dans l'Union européenne, soit nettement plus vite que l'inflation; en revanche, en Allemagne les prix sont restés stables : +0,1 % seulement.

f. Importations et exportations :

| En TWh | 1991 | 1995 | 2000 | 2005 | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 |
|--------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Importations | 30,4 | 39,7 | 45,1 | 53,4 | 44,3 | 40,2 | 40,6 | 42,2 | 49,7 |
| Exportations | 31,0 | 34,9 | 42,1 | 61,9 | 63,3 | 62,7 | 54,9 | 59,9 | 56,0 |
| Solde exportateur | 0,6 | -4,8 | -3,0 | 8,5 | 19,1 | 22,5 | 14,3 | 17,7 | 6,3 |

Tableau 2.3 : Echanges internationaux électriques de l'Allemagne
Source : BMWi, 2012

Après avoir connu des soldes parfois importateurs et parfois exportateurs entre les années 1991 et 2002, l'Allemagne est devenu largement exportatrice d'électricité à partir de l'année 2004, avec un pic de 22,5TWh en 2008.

⁴ Dont 14,37 c€/kWh de taxes : 4,55 c€/kWh de TVA ; 2,05 c€/kWh de taxe sur l'électricité (*Stromsteuer*), 5,277 c€/kWh d'*EEG-Umlage* (contribution aux surcoûts des EnR), 1,79 c€/kWh de redevance de concession, 0,126 c€/kWh de taxe pour la cogénération (*KWK-Aufschlag*), 0,329 c€/kWh de taxe compensatoire de l'exemption des frais de réseau pour les industries électro-intensives et 0,25 c€/kWh de taxe pour l'offshore

Notons qu'en 2011, l'exportation a brutalement chuté par rapport à l'année 2010, d'environ 6,4%, résultant directement de la décision de fermeture de huit réacteurs nucléaires.

| GWh | 2011 | | | 2012 | | |
|---------------------------|--------|--------|----------|--------|--------|---------------|
| | Import | Export | Solde | Import | Export | Solde |
| France | 20 313 | 139 | + 20 174 | 10991 | 696 | +10295 |
| République tchèque | 9 408 | 1 886 | + 7 522 | 6841 | 1958 | +4883 |
| Autriche | 5 356 | 15 923 | - 10 567 | 5226 | 12264 | -7038 |
| Danemark | 5 055 | 2 910 | + 2 145 | 7056 | 828 | +6228 |
| Pays-Bas | 3 219 | 9 589 | - 6 370 | 720 | 18255 | -17535 |
| Suisse | 2 762 | 14 000 | -11238 | 2950 | 10343 | -7293 |
| Suède | 2 047 | 628 | +1419 | 2796 | 200 | +2596 |
| Luxembourg | 1 154 | 5 818 | -4664 | 881 | 4710 | -3829 |
| Pologne | 433 | 5 138 | -4705 | 124 | 5105 | -4981 |
| Total | 49747 | 56031 | -6284 | 37585 | 54359 | -16774 |

Tableau 2.4: Echanges physiques extérieurs d'électricité de l'Allemagne

Source: AGE B

D'après le tableau 2.4, nous constatons que les importations électriques allemandes proviennent principalement de la France pays équipé de centrales nucléaires, suivie de la République Tchèque en 2011 et du Danemark en 2012.

Pour ce qui est des exportations, celle-ci sont très importantes vers l'Autriche, la Suisse et les Pays-Bas.

2.2.3- Politique énergétique de l'Allemagne :

Suite à l'ébranlement qu'a traversé le Japon en Mars 2011, l'Allemagne a entamé une transition énergétique radicale ou "Energiewende", dont le but est l'abandon complet du nucléaire avant 2022, puis la réduction des émissions de gaz à effet de serre de l'ordre de 80 à 95 % avant 2050. En attendant cette date, les énergies renouvelables deviendront prédominantes par rapport aux sources fossiles, progressivement abandonnées [20].

Voici quelques dates phares, par lesquelles est passée la politique énergétique allemande :

- **Le 14 Mars 2011 :** trois jours après l'accident de Fukushima, la Chancelière Allemande, annonce l'arrêt des huit réacteurs nucléaires les plus anciens, ayant une capacité de 8400 MW.
- **Le 28 Mai 2011 :** une étude est faite, concluant que l'Allemagne était en sécurité d'approvisionnement en sortant du nucléaire, insistant sur la nécessité d'utiliser les centrales thermiques à flamme pendant la période de transition et surtout de développer les énergies renouvelables.
- **Dès l'été 2011,** est adopté un ensemble de lois « *Gesetzpaket* », dont les objectifs sont :
 - Fermer le dernier réacteur nucléaire en 2022.
 - Réduire les émissions de gaz à effet de serre (GES) de 40% en 2020 et de 80-95% en 2050 (1990 étant l'année de référence).

- Réduire la consommation d'énergie primaire non renouvelable de 20% d'ici 2020 et de 50% d'ici 2050 (2008 étant l'année de référence).
- Réduire celle de l'électricité de 10% d'ici 2020 et de 25% d'ici 2050, toujours avec 2008 comme année de référence. Objectif difficile à atteindre en raison de la politique de développement des véhicules électriques.
- Réduire la consommation de chaleur dans les bâtiments de 20% d'ici 2020.
- Augmenter la part des énergies renouvelables (EnR) à plus de 50% de la consommation primaire globale en 2050, et à 35% de la consommation finale d'électricité dès 2020.

Combien coûtera cette révolution verte allemande ?

La transition énergétique est onéreuse, a déclaré le ministre de l'environnement Allemand. Il est estimé que 1.000 milliards d'euro seront dépensés pour cette transition d'ici 2030 dont 680 milliards d'ici 2020. Cette estimation comprend notamment les subventions liées aux tarifs d'achat des énergies renouvelables.

2.2.4- Conclusion :

L'Allemagne, "élève modèle et première de la classe" des économies européennes, s'oriente avec sa transition radicale vers un avenir énergétique serein, qui la placera à la fois en situation d'indépendance énergétique et de neutralité climatique.

Ses recherches dans des domaines comme les énergies renouvelables, le stockage de l'énergie, la captation du carbone, les réseaux intelligents et l'efficacité énergétique peuvent constituer une source d'inspiration pour tous les états.

2.3- Chine :

2.3.1- Présentation du pays :

La Chine est un géant, elle couvre en effet quelques 9 677 009 km², c'est aussi la plus grande puissance démographique au monde, avec plus d'1,3 milliard d'habitants officiellement. Communiste depuis 1949, sa politique d'ouverture a été mise en place par Deng Xiaoping en 1978, avec ce slogan : « *Enrichissez-vous, mais pour que tout le pays s'enrichisse, il faut bien que certaines régions s'enrichissent avant les autres* » instaurant ainsi de façon très discrète le socialisme à la chinoise où il s'agit de faire du profit.



Figure 2.26: Carte géographique de la Chine

Source: Division géographique de la direction des archives du ministère des affaires étrangères, 2004

Partout à travers le monde, se trouvent les produits « made in China », qui depuis peu, se sont améliorés en qualité. Aujourd'hui, la Chine est considérée comme la plus grande puissance des états émergents. En tête des pays formant la BRICS (Brésil, Russie, Inde, Chine et Afrique du Sud), elle est devenue un acteur économique incontournable, qui détient la plus grande réserve financière du monde, d'où l'adulation des pays riches et industrialisés à son égard, en ces temps de crise, qui doivent désormais la compter parmi eux.

Deux grandes questions se posent alors: **Quels sont les fondements de la puissance chinoise ? Et quelles sont les raisons pour lesquelles elle ne fait pas encore partie des pays riches du Nord et se contente d'un statut de pays émergent ?**

❖ Fondement de la puissance chinoise :

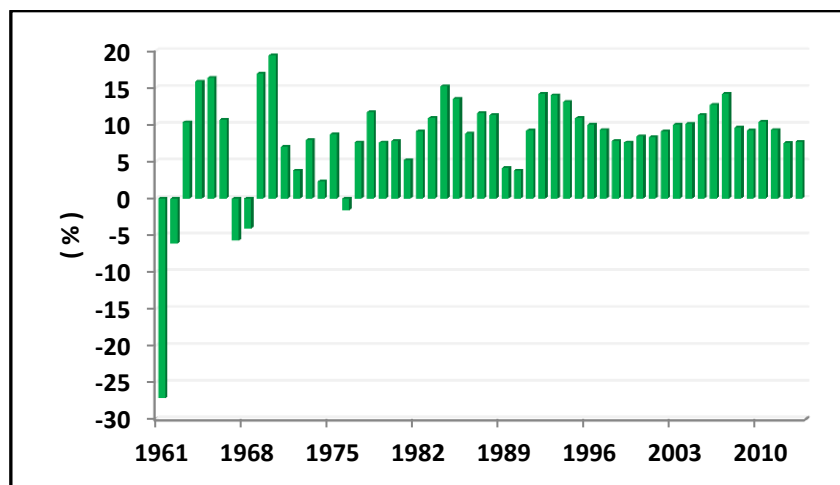


Figure 2.27: Taux de croissance du PIB en Chine entre 1961 et 2013 (premier trimestre)

Source: Perspective monde, université de Sherbrooke

- Même si le pays reste caractérisé par des déséquilibres importants comme l'infériorité de son PIB/habitant par rapport à celui des pays développés (En 2011, il était de 8 400 dollars environ alors que celui de l'Allemagne était de 37 900 dollars et celui de la Norvège atteignait les 53 300 dollars), il est à noter cependant, que la Chine est la **deuxième économie du monde** après les Etats-Unis avec un PIB de 7,3 billions \$ en 2011 selon la banque mondiale.
- C'est un pays qui a connu une croissance économique extrêmement rapide ces dernières décennies, faisant converger son niveau de vie vers celui des pays riches du nord, comme l'indiquent les graphes ci-dessous:

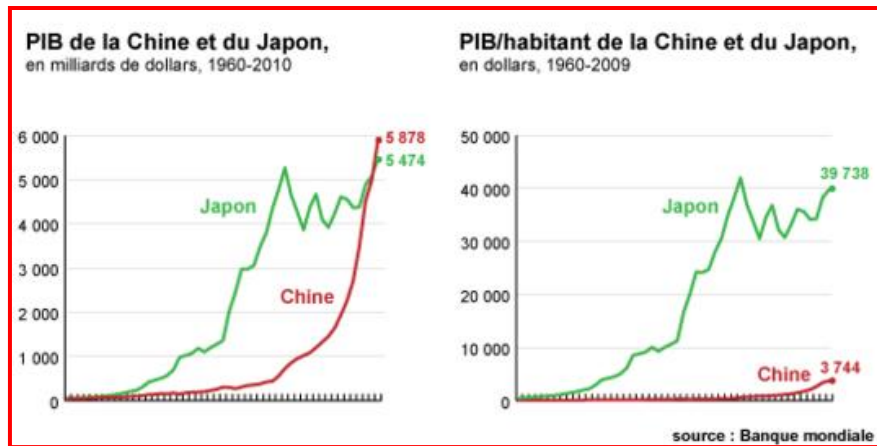


Figure 2.28: Comparaison du PIB et du PIB/habitant chinois avec le Japon (puissance mondiale)

Source: Banque mondiale

- En ces temps de crise, la Chine est le premier créancier des Etats-Unis et détient les premières réserves de change: 3 181 milliards de dollars (Jan 2012). Sa monnaie est considérée comme sous-évaluée ce qui est un avantage pour les exportations.
- La domination industrielle: basée avant sur le rôle que joue la Chine dans la mondialisation, comme le montre la figure ci-après :

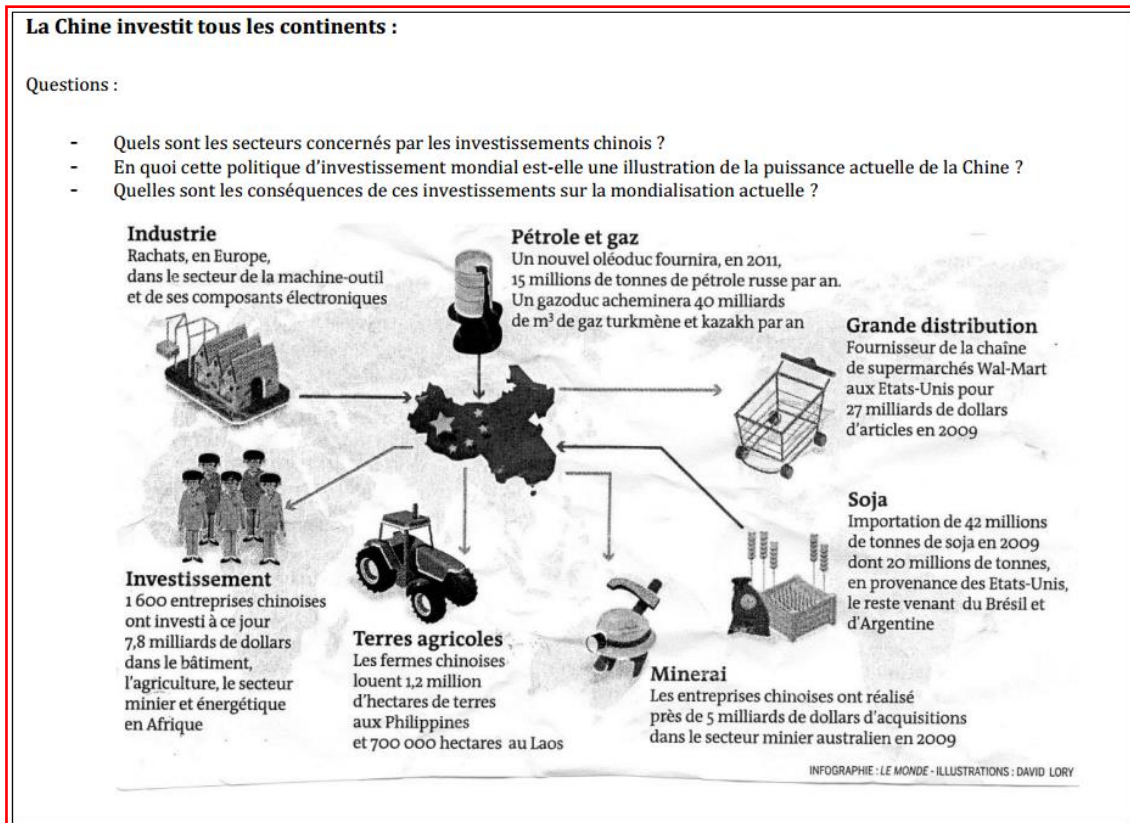


Figure 2.29: Echanges extérieurs de la Chine

Source: blog.crdp-versailles, INFOGRAPHIE - LE MONDE - ILLUSTRATIONS: DAVID LORY

- Son insertion dans l'économie mondiale après 1978, lui a permis de connaître un décollage économique fulgurant après une longue période de repli

Comme le montre cette figure, la Chine tente de construire son leadership dans de nombreux secteurs (énergie, électronique, ferroviaire, solaire, éolien). La profondeur de son marché est en passe de structurer l'offre mondiale dans certains domaines comme l'automobile, qui connaît la croissance la plus dynamique au monde (10,3% en 2010). Ces très fortes exportations, l'ont tirée à la croissance. La Chine est devenue premier exportateur mondial en 2009, devant l'Allemagne et les Etats-Unis. A noter que, ses importations ont également fortement augmenté, à telle enseigne qu'elle est devenue 3^{ème} importateur mondial en 2006.
- Le niveau de vie de la population s'est globalement amélioré grâce à la croissance. On considère qu'en moyenne, le revenu par habitant s'est accru de 8,5 % entre 1980 et 2005. La Chine a maintenant un revenu par habitant deux fois plus important que celui de l'Inde.
- La création des Zones Economiques Spéciales (ZES), a connu un franc succès, en permettant l'investissement étranger, le développement du commerce extérieur et les échanges internationaux de technologie.



Figure 2.30: La Chine émergente

❖ **Un Etat qui demeure encore une nation en développement :**

La Chine réunit les principaux critères qui font d'elle un pays considéré comme émergent

- **Une main d'œuvre bon marché et exploitée :**

Le développement économique chinois doit son essor à sa main d'œuvre bon marché, peu exigeante et donc très convoitée. De nos jours, le secteur des ressources humaines est très peu implanté en Chine, et bien qu'ils soient les principaux acteurs de la croissance, les employés et les ouvriers n'ont pas vu encore leurs salaires augmenter.

- **La Chine, entre folie des grandeurs et dénuement total :**

La hausse du revenu moyen ne s'est pas répercutée uniformément sur la population chinoise, en effet, les quelques millions de personnes qui bénéficient des effets du boom économique sont minoritaires par rapport à une majorité privée du minimum vital.

La population chinoise est principalement rurale (environ 900 millions de personnes) et le tiers des ruraux sont pauvres. Parallèlement 400 millions de chinois habitent en ville et 10% d'entre eux sont pauvres. Au total, 340 millions de chinois sont démunis, et parmi eux, plus de 100 millions de personnes (soit autant que la population du Japon) se contentent de vivre avec moins de 2 dollars par jour.



Figure 2.31: La Chine rurale

❖ **Un modèle de croissance spatialement déséquilibré :**

Les fruits de la croissance n'ont pas été équitablement répartis à l'ensemble du territoire chinois. Validant le fameux slogan du premier ministre Deng Xiaoping, les autorités privilégient certaines régions, et espèrent qu'à terme, les laisser pour compte bénéficier à leur tour des effets de la prospérité économique.

- L'ouverture du territoire sur l'extérieur, les activités et le commerce, sont limités aux **provinces côtières** (façades maritimes), qui sont devenues les moteurs de l'économie chinoise, pour de nombreuses raisons :
 - 1) Avantages fiscaux
 - 2) Pas de coût de transport inter-régional (proche des lieux d'exportation : ports)
 - 3) Ouverture sur le commerce international

Ces régions concentrent 43% de la population sur 18% du territoire.

L'intérieur du pays est de ce fait devenu une périphérie, moins intégrée à la Chine dynamique:

- Le **centre de la Chine** regroupe 44% de la population sur 20% du territoire. C'est une périphérie en voie d'intégration, une vaste région à dominante agricole, qui compte quelques grandes villes dynamiques.
- La **Chine de l'Ouest** est la **Chine oubliée**. Pauvre, désertique, elle est essentiellement peuplée par des minorités ethniques (Tibétains, Mongols, Ouïgours...). Elle comptabilise 13% de la population sur 61% du territoire. Son peuplement est très discontinu et les villes y sont rares, malgré les politiques du « go ouest » mises en œuvre par les autorités pour accélérer son développement.

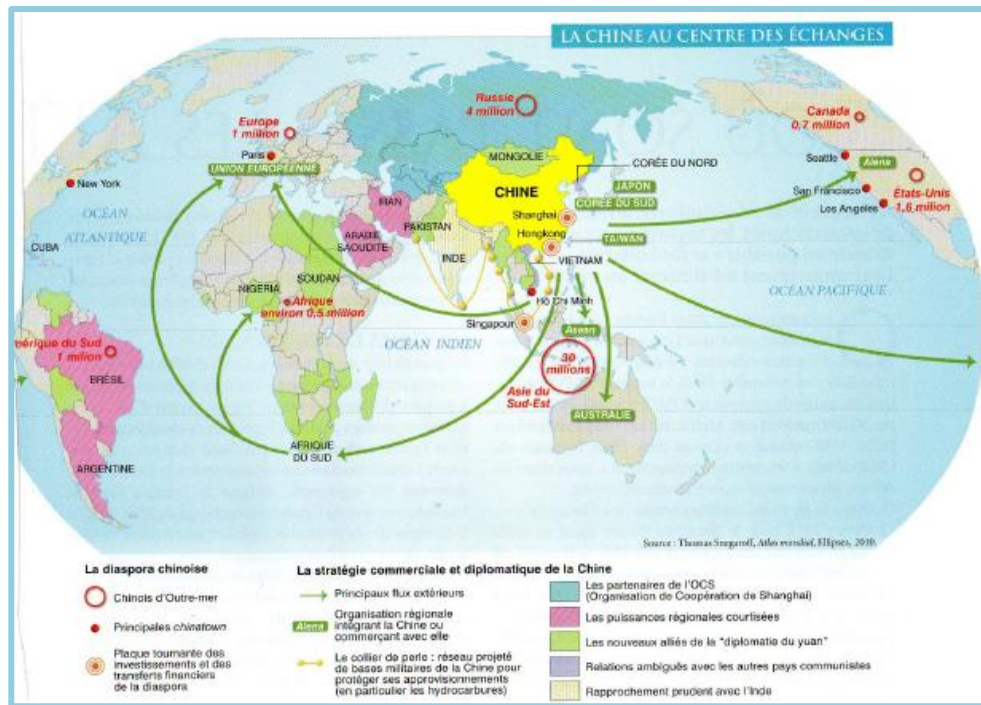


Figure 2.32 : carte de synthèse : la Chine au centre des échanges

Source: Thomas Snegaroff, *Atlas mondial*, Ellipse, 2010

2.3.2- Le secteur énergétique en Chine :

Le poids énergétique de la Chine est en forte progression, d'après les chiffres publiés, elle détient les premières places du classement pour la plupart des indicateurs :

| | Classement de la Chine dans le monde énergétiquement | Chiffres de 2011 |
|--|--|------------------|
| Producteur d'électricité | 1 ^{er} | 4700,1 TWh |
| Producteur de pétrole | 5 ^e | 203,6 Mtep |
| Producteur de charbon | 1 ^{er} | 1956 Mtep |
| Production de gaz naturel | 7 ^e | 92,3 Mtep |
| Hydroélectricité | 1 ^{er} | 694 TWh |
| Production d'électricité éolienne | 2 ^e | 73,2 TWh |

Tableau 2.5: Classement du secteur énergétique allemand dans le monde en 2011

Source: BP Statistical Review, 2012

La Chine apparaît donc toujours parmi les dix premiers pays du monde, elle est en particulier première au rang mondial dans la production d'hydroélectricité et de charbon (49,5% du total mondial), et deuxième dans la production d'électricité éolienne.

a. Production d'énergie primaire en Chine :

En 2011, la Chine a produit un total de 2327 Mtep d'énergie primaire, réparti comme le montre la figure ci-dessous :

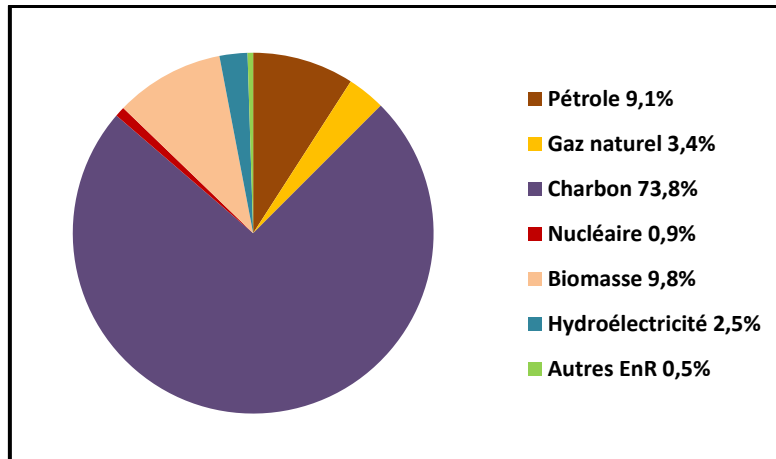


Figure 2.33: Production d'énergie primaire de la Chine en 2009

Source: AIE

Le bilan énergétique du pays est largement dominé par les ressources émettrices de carbone. Bon marché et facile à exploiter, le charbon est de loin la première source énergétique de la Chine, qui dispose de la troisième réserve mondiale (après les Etats-Unis et la Russie), estimée à 114 milliards de tonnes par BP en 2011.

Loin derrière, viennent la biomasse (bois, biocarburant, déchets), le pétrole avec 9,1%, le gaz naturel 3,4 % puis les autres énergies renouvelables (éolien, solaire, énergies marines, hydroélectricité) avec un taux très bas et enfin le nucléaire qui ne représente que 0,9%.

- **Pétrole :**

La Chine a commencé à produire le pétrole en 1939 et à l'importer en 1993. L'évolution de la production et de la consommation du pétrole brut est donnée ci-dessous :

| Pétrole brut en Chine (Milliers de barils / jour) | | | |
|--|-------------------|--------------------------|-----------------------|
| Année | Production | Importation nette | Net disponible |
| 1990 | 2768 | -442 | 2326 |
| 2000 | 3378 | 1194 | 4572 |
| 2005 | 3792 | 2437 | 6229 |
| 2006 | 3865 | 2777 | 6643 |
| 2007 | 3926 | 3186 | 7112 |
| 2008 | 3987 | 3493 | 7480 |
| 2009 | 4023 | 3978 | 8001 |
| 2010 | 4308 | 4693 | 9001 |
| 2011 | 4289 | 5100 | 9390 |

Tableau 2.6 : Production et importation de pétrole brut en Chine

Source : EIA (U.S. Energy Information Administration)

Depuis quelques années, les importations de la Chine dépassent sa production en raison du développement rapide des différents secteurs économique et donc d'une demande toujours plus forte. Notons que la production a bien évolué depuis 1990, mais a ralenti à partir de l'année 2005, contrairement aux importations qui ne cessent d'augmenter, notamment entre 2009 et 2011 où elles ont cru de 28%, si bien que la Chine importe plus de la moitié de sa consommation depuis 2010.

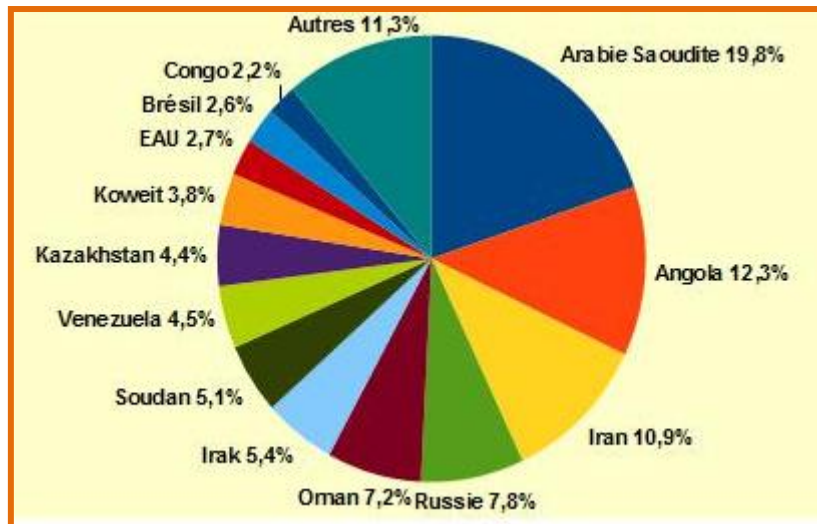


Figure 2.34 : Importation de pétrole brut de la Chine par source, 2011
Source : EIA (U.S. Energy Information Administration)

En 2011, la Chine a été classée deuxième importateur de pétrole brut avec près de 5,5 Mb/jour. Les importations de brut de la Chine sont de provenances diverses, parmi les pays sources, l'Arabie Saoudite qui fournit 20% du total importé.

Pour ce qui est de la consommation finale des produits pétroliers, celle-ci est dominée par le secteur des transports qui compte pour 46 % suivi de celui de l'industrie avec 13,9 %.

- **Charbon :**

La Chine est le premier producteur et le premier consommateur mondial de cette énergie fossile, ce minerai, utilisé principalement dans la production d'électricité, est responsable d'émissions massives de gaz carbonique dans l'atmosphère.

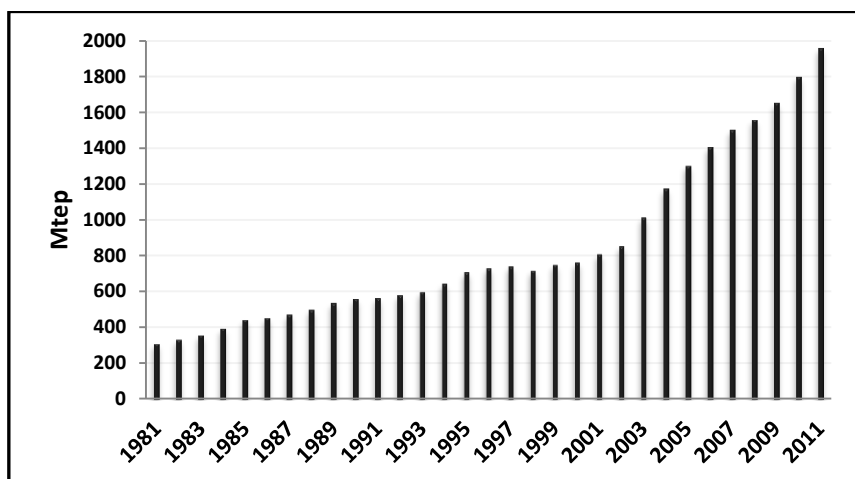


Figure 2.35 : Evolution de la production de charbon en Chine
Source : BP Statistical Review, 2012

La production de charbon ne cesse d'augmenter, spécialement depuis ces quinze dernières années où elle a été multipliée par 2,7. A côté de cette grande production, les importations du

pays ne représentent que 5% de ses besoins, mais sont suffisamment importantes pour en faire le **premier importateur mondial**. Le tableau ci-dessous illustre quelques chiffres :

| Charbon en Chine en millions de tonnes | | | |
|---|-------------------|--------------------------|-----------------------|
| Année | Production | Importation nette | Net disponible |
| 2005 | 2226 | -47 | 2179 |
| 2009 | 2971 | 114 | 3085 |
| 2010 | 3162 | 157 | 3319 |
| 2011 | 3576 | 177 | 3573 |

Tableau 2.7: Production et importation de charbon en Chine
Source : AIE

Pour ce qui est de la consommation finale du charbon, elle est de 78% dans le secteur industriel, notamment dans les industries de l'acier, et de 10 % dans les ménages.

- **Gaz de schiste : la Chine passe à la vitesse supérieure**

Influencée par les Etats-Unis, qui jouissent d'un gaz bon marché depuis qu'ils exploitent leurs ressources en gaz de schiste. La Chine décide de faire de même, en notant qu'elle détient un des plus grands gisements dans le monde. Elle est cependant confrontée à des contraintes non seulement géologiques mais aussi de pénuries d'eau en particulier dans les régions à exploiter. Autre limite relevée par les experts, l'infrastructure d'acheminement du gaz produit encore inexistante [21].

- **Energies renouvelables :**

Les investissements chinois dans la filière des renouvelables sont de plus en plus grandissants, ce qui permis à la Chine d'être première au monde en termes d'installation de turbines éoliennes, de production d'hydroélectricité et de fabrication de modules photovoltaïques en 2011. Si bien que dans la même année, les énergies renouvelables, l'hydroélectricité en particulier, ont représenté plus de 17 % de sa production électrique.



Figure 2.36: Barrage des Trois-Gorges, Chine

En effet, la Chine dispose d'une très grande capacité de production d'**hydroélectricité**, estimée à 212GW en 2011, ce qui la place au 1^{er} rang mondial devant le Brésil et le Canada. Il est important de noter, qu'en Chine, se trouve le plus grand barrage au monde, celui des **Trois-Gorges**, sa capacité actuelle serait de 22,5GW.

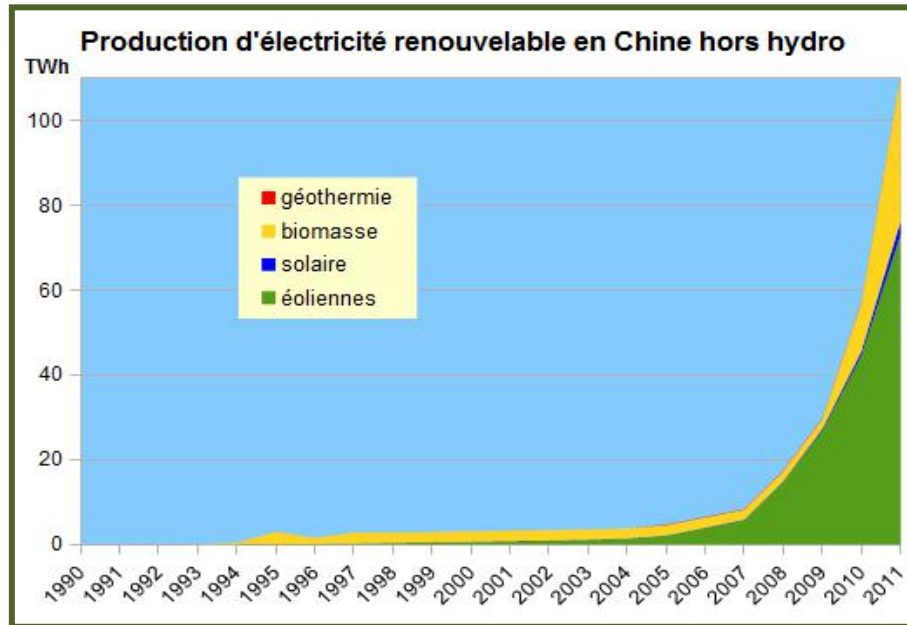


Figure 2.37 : Production d'électricité renouvelable hors hydroélectrique
Source : EIA (U.S. Energy Information Administration)

Le secteur éolien chinois est aussi en plein essor, avec une évolution exponentielle depuis l'année 2007, passant de 5 TWh à plus de 70 TWh en 2011, soit quatorze fois plus en 4 ans ! De plus, toujours en 2011, la Chine a construit à elle seule 45 % de la puissance éolienne installée dans le monde.

Loin derrière, viennent la biomasse avec 0,8% puis le solaire qui ne représente que 0,1% malgré les investissements massifs du pays.

b. Impact environnemental des ressources fossiles : émissions de gaz à effet de serre

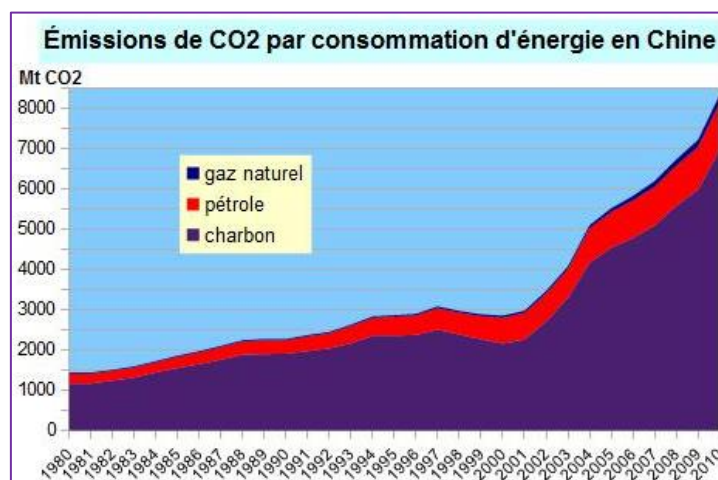


Figure 2.38 : Evolution des émissions de CO₂ en Chine par source d'énergie
Source : EIA (U.S. Energy Information Administration)

Ces dernières années, la Chine occupe le premier rang mondial pour les émissions de CO₂. Elles sont dues à son énorme consommation d'énergie et sont passées de 5,9 % du total mondial en 1973 à 26,4% en 2011, l'année où elles ont été de 8979,1 Mt (BP Statistical Review 2012).

Néanmoins, en rapportant les émissions de CO₂ au nombre d'habitant. Elles étaient en 2011 pour la Chine de 6,68tonnes de CO₂/habitant, certes supérieures à la moyenne mondiale qui était de 4,88 tonnes de CO₂/habitant, mais nettement inférieure à celles des Etats-Unis qui étaient de 19,31en 2011.

c. Consommation d'énergie primaire et secondaire en Chine :

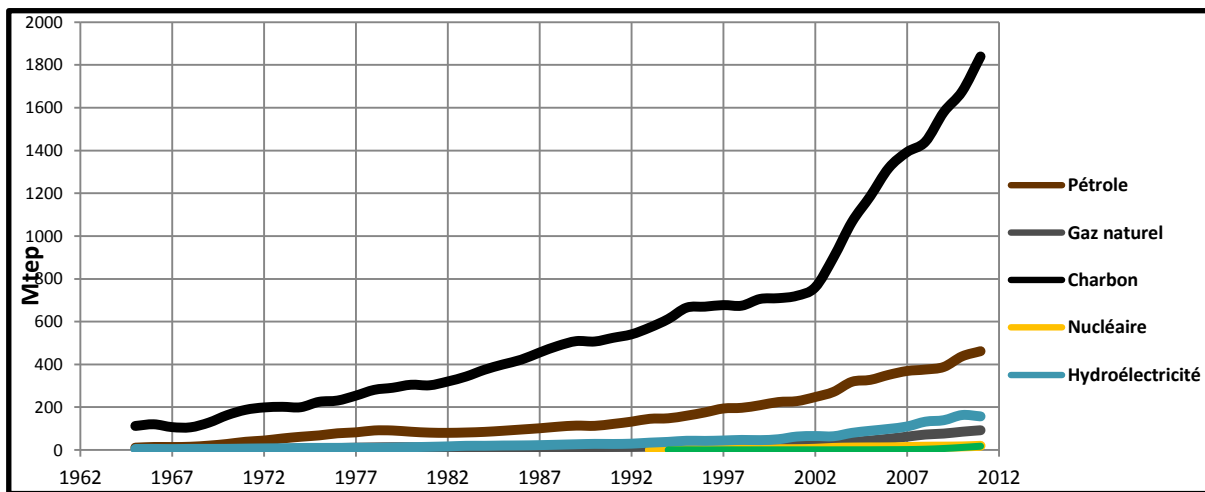


Figure 2.39: Consommation énergétique de la Chine entre 1965 et 2011
 Source: BP Statistical Review, 2012

La consommation énergétique mondiale, tirée vers le haut surtout par les pays émergents comme la Chine, a cru de 5,6 % l'an dernier. Il s'agit du rythme de croissance le plus rapide depuis le choc pétrolier de 1973, précise le groupe pétrolier britannique BP.

La situation énergétique de la Chine est le reflet d'un pays émergent doté d'une forte population. Malgré un faible taux de natalité (1,3 enfants par femme en moyenne) la population chinoise compte près de 1,4 milliards d'individus. Elle représente, de fait, le plus grand consommateur potentiel d'énergie au monde.

En voyant de plus près les courbes tracées, le charbon qui a connu une croissance exponentielle depuis 45ans (150 Mtep en 1965 à 1850 Mtep en 2011), reste l'élément principal de la consommation énergétique chinoise. Pour le reste, le nucléaire est pratiquement inexistant et les énergies renouvelables auront bientôt une place importante dans le mix énergétique.

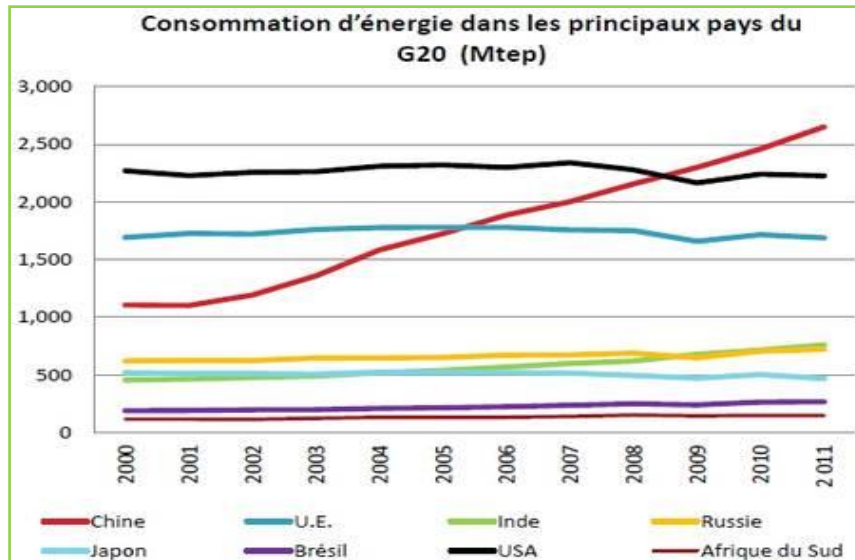


Figure 2.40: Consommation d'énergie dans les principaux pays du G20 (Mtep)
 Source: Enerdata

La figure ci-dessus compare les consommations énergétiques des pays du G20, avec les Etats-Unis, qui ont longtemps été leaders incontestés, cependant la croissance de la valeur chinoise en rouge est particulièrement impressionnante et supplante le reste des pays y compris les Etats-Unis en 2009.

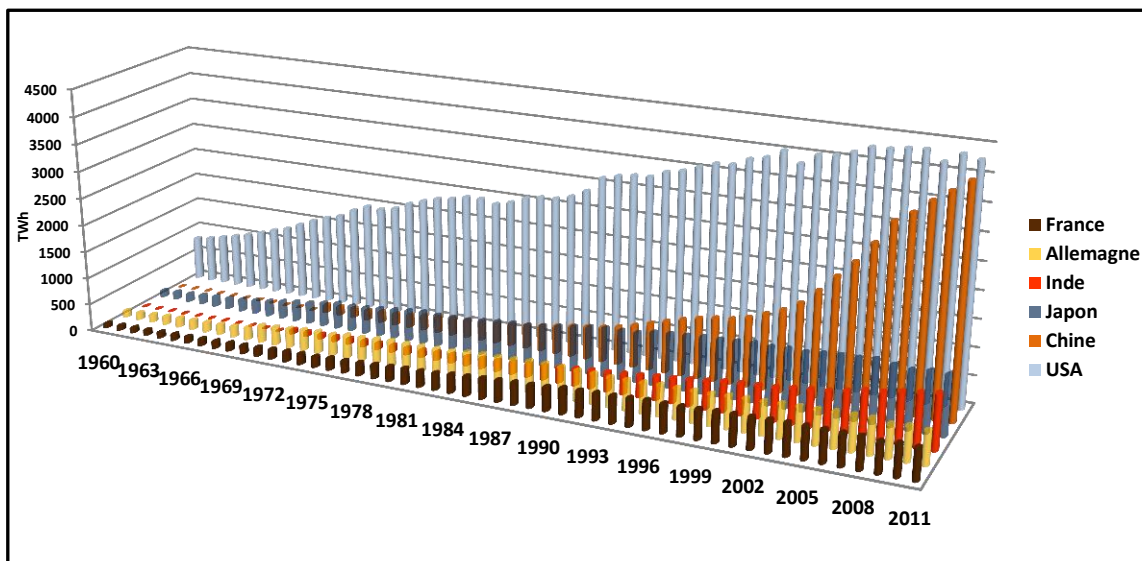


Figure 2.41: Production de l'électricité dans les pays industrialisés en TWh
 Source: Banque mondiale

Comme dit précédemment, les Etats-Unis ont toujours été premiers producteurs d'électricité, ils sont actuellement talonnés par la Chine dont la production a explosé en quarante ans, devenant en 2011, le deuxième producteur mondial d'électricité avec 4000TWh soit 30 fois plus qu'en 1970, un record !

L'Inde connaît aussi une hausse dans la production électrique, en effet, elle a été multipliée par 15 entre 1971 et 2011. Quant aux pays Européens, leur production stagne depuis dix ans avec un taux de croissance annuelle de 0,5%.

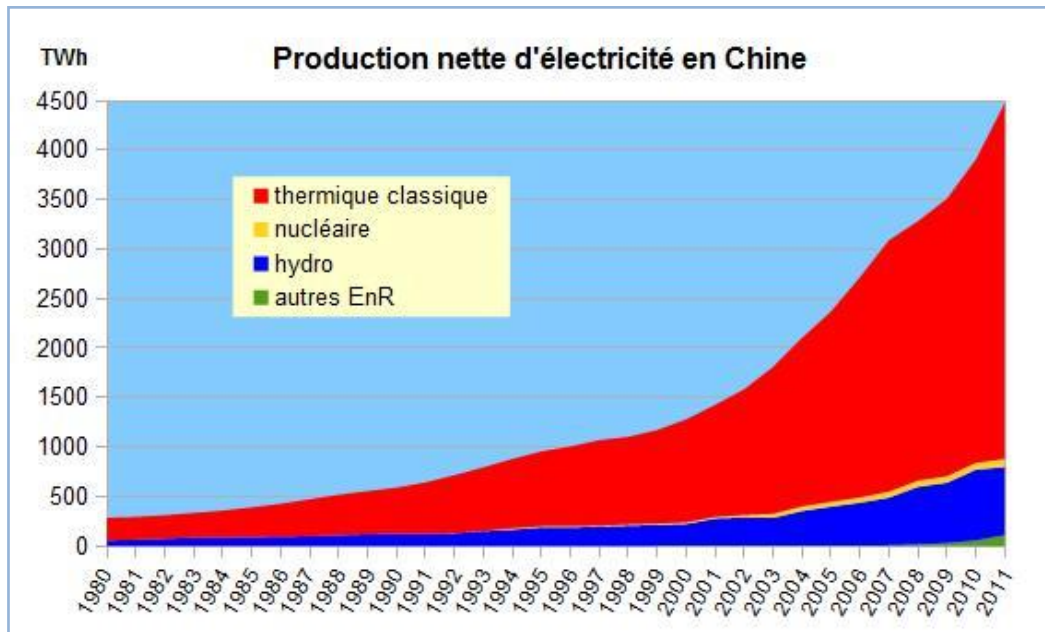


Figure 2.42: Production nette d'électricité en Chine
Source: EIA (U.S. Energy Information Administration)

En 2011, la production nette d'électricité en Chine s'élève à 4 476 TWh, provenant majoritairement des centrales thermiques classiques qui ont fourni 3 596 TWh soit 80,3 % du total, suivies de l'hydroélectricité avec une contribution de 15,4 %, puis du nucléaire avec 83 TWh (soit 1,9 %) et enfin des autres énergies renouvelables qui ne représentent que 2,5 %.

La prépondérance des hydrocarbures, particulièrement celle du charbon, est écrasante. La Chine déploie de plus en plus d'efforts pour sortir de la malédiction des fossiles notamment avec le développement de l'hydroélectricité, l'éolien, le solaire et le nucléaire, qu'elle n'ose pas quitter malgré l'accident tragique de Fukushima).

2.3.3- Politique et objectifs relatifs au développement énergétique en Chine:

a. Politique énergétique de la Chine :

En tant que pays émergent, la Chine est confrontée aux tâches ardues de son développement économique et de l'amélioration du niveau de vie de son peuple.

Sa **politique énergétique** se résume en quelques points essentiels :

- 1. Donner la priorité à l'économie d'énergie :** pour faire face aux grands défis du futur, et par précaution, la Chine contrôle et optimise ses structures de production et de consommation énergétiques, afin de construire un système, une société et un état économes en énergie.
- 2. Compter sur ses capacités internes :** pour garantir un bon niveau de sécurité énergétique, la Chine compte sur ses ressources internes et essaye de réduire ses

importations. Elle s'efforce d'améliorer son système de mise en réserve d'urgence et de contrôler de manière rationnelle son degré de dépendance énergétique.

3. **Opter pour la diversité** : la Chine intensifie ses efforts pour diversifier son mix énergétique avec l'augmentation de la proportion des énergies fossiles propres et le développement des renouvelables.
4. **Protéger l'environnement** : consciente de son résultat catastrophique, la Chine essaye de diminuer ses émissions nocives en adoptant un développement vert et bas carbone.
5. **S'appuyer sur les innovations scientifiques et technologiques** : la Chine fournit de grands efforts dans la recherche notamment dans le domaine des technologies de pointe pour renforcer ses capacités d'innovation en sciences et technologies énergétiques.
6. **Améliorer la vie du peuple** : la Chine harmonise le développement énergétique sur son territoire, en ville comme à la campagne et dans les différentes régions. Elle renforce la construction d'infrastructures et les capacités fondamentales du service public pour éliminer le plus vite possible la pauvreté énergétique.

b. Objectifs visés dans le secteur énergétique de la Chine :

Le programme de son dernier plan quinquennal stipule que d'ici 2015, les énergies renouvelables devront représenter 11,4% de la consommation énergétique primaire. Il est prévu que d'ici 2020, la part des renouvelables augmente encore jusqu'à atteindre 15% de la consommation primaire, et que les émissions de CO₂ diminuent d'un taux considérable.

- **Développer l'électricité nucléaire d'une manière sûre et efficace** : actuellement, le nucléaire ne représente que 1,8% de la totalité de la production électrique chinoise, mais d'ici 2015, et malgré les risques liés à cette énergie, la Chine augmentera sa puissance nucléaire installée jusqu'à atteindre 40 millions de kW. Par ailleurs, après l'accident de Fukushima, le gouvernement chinois a amélioré la législation sur l'électricité nucléaire et a mis en œuvre un contrôle de sécurité strict dans ses centrales.
- **Développer efficacement l'électricité éolienne** : la Chine mise sur le perfectionnement des propriétés des équipements éoliens et le renforcement de la prévision en matière d'électricité éolienne. Il est prévu, que d'ici 2015, la puissance éolienne installée en Chine dépasse 100 millions de kW. S'ajoute à cela, l'éolienne maritime qui représentera 5 millions de kW.
- **Utiliser activement l'énergie solaire** : vu le grand potentiel solaire dont elle dispose, la Chine a de larges perspectives dans cette filière. D'ici 2015, il est prévu que la capacité solaire installée en Chine dépasse les 21 millions de kW, avec une superficie de capteurs solaires estimée à 400 millions de m². Par ailleurs, la Chine encourage,

dans les régions rurales et frontalières ainsi que dans les petites villes, le recours aux chauffe-eau, aux fourneaux et aux habitations solaires.

- **Exploiter et utiliser les autres énergies renouvelables, notamment la biomasse :** ayant pour but de diversifier son mix énergétique, la Chine développe les autres énergies renouvelables, comme la biomasse, avec pour combustibles les pailles, les résidus de céréales et de canne à sucre. Le pays avance également dans l'énergie géothermique et le développement du biodiesel, en mettant en place des projets pilotes industriels.

2.3.3- Conclusion :

En s'appuyant sur une stratégie de développement économique basée sur l'exportation, et en ouvrant ses portes aux investissements étrangers, la Chine est parvenue à faire décoller son économie engourdie et à se classer deuxième économie mondiale, depuis 2010.

Considérée de nos jours comme la plus grande puissance émergente, la Chine n'a cependant pas encore atteint le niveau de développement des pays du nord anciennement industrialisés. Derrière le « miracle économique chinois », et ses gratte-ciel géants, se cache une réalité nettement moins brillante : un déséquilibre régional terrible, dans lequel la façade côtière cumule les avantages et les régions oubliées de l'Ouest tentent de survivre.

Les énergies représentent une base matérielle importante dans la construction de la Chine moderne, et de sa montée en puissance. Elle s'efforcera de ce fait de résoudre efficacement ses problèmes énergétiques et de suivre obstinément le chemin du développement durable.

2.4- Iran:

2.4.1- Présentation générale du pays :

La République islamique d'Iran, est un pays du Moyen-Orient dont la superficie est de 1 648 195 km² et dont la population était en 2011 estimée à 77 891 220 d'habitants. L'Iran partage ses frontières avec huit pays, et dispose en outre de deux façades maritimes, la mer Caspienne, au nord, et le golfe Persique avec la mer d'Oman, au sud comme le montre la carte ci-dessous.

Le pays est administrativement divisé en 31 provinces ou Ostan, 939 municipalités ou Shahr, et compte environ 68 000 villages appelés Deh ou Roosta, Téhéran est sa capitale.



Figure 2.42 : Carte géographique de l'Iran

Source: Division géographique de la direction des archives du ministère des affaires étrangères, 2004

a. Une économie basée sur le pétrole et le gaz :

L'Iran est un pays en voie de développement, dont l'économie est très dépendante du secteur des hydrocarbures. Afin de diversifier son économie, le gouvernement iranien a décidé de s'ouvrir à la privatisation et aux investisseurs étrangers. Malheureusement, cette ouverture est difficile et tardive, en raison des tensions politiques et des sanctions internationales liées au développement de l'industrie nucléaire de l'Iran.

b. Problème majeur : l'inflation

En réponse à son programme nucléaire, les sanctions Américaines et Européennes qui ont été imposées à l'Iran sont à l'origine de l'inflation, problème majeur du pays, estimée à 20,6% en 2011 et à plus de 21,8% en 2012. Dans des articles récemment publiés [22], on pense que l'inflation a dépassé les 30% pour l'année 2013, mais face à cela, l'Iran résiste aux sanctions et s'efforce de produire sur place ce qu'il ne peut plus importer, et ne renonce pas à ses ambitions nucléaires !

| Indicateurs de croissance | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 (e) |
|--|--------|-----------------------|---------|----------|----------|
| PIB (milliards USD) | 360,63 | 419,12 e ⁵ | 482,43 | 483,78 e | 514,82 |
| PIB (croissance annuelle en %, prix constant) | 4 | 5,9 e | 2,0 | -0,9 | 0,8 |
| PIB par habitant (USD) | 4,896 | 5,638 e | 6,420 e | 6,356 e | 6,678 |
| Endettement de l'état (en pourcentage du PIB) | 14,7 | 16,7 | 13,0 e | 10,9 | 9,3 |
| Taux d'inflation (%) | 10,8 | 12,4 | 21,5 e | 25,2 e | 21,8 |
| Taux de chômage (% de la population active) | 11,9 | 13,5 | 12,3 | 14,1 | 15,6 |

Tableau 2.8 : Principaux indicateurs de croissance de l'Iran

Source: FMI - World Economic Outlook Data base

c. Les principaux secteurs économiques :

Les principales récoltes sont les pistaches (plus grand producteur mondial), le blé, le riz, les oranges, le thé et le coton. L'Iran est riche en ressources diverses, principalement : le pétrole, le gaz, le cuivre, le plomb et le zinc.



Image 2.1: Tapis persans

Le secteur des industries et des mines contribue à 37,8% dans le PIB. L'industrie des textiles est le deuxième secteur en importance après le pétrole. Le raffinage du sucre, la

⁵ Estimé

préparation industrielle des aliments, les produits pétrochimiques, le ciment et la construction sont les autres principales industries.

Les travaux manuels traditionnels tels que le tissage de tapis et la fabrication de céramiques, la soie et les bijoux sont aussi importants pour l'économie.

d. Echanges extérieurs :

- L'exportation des produits agricoles de l'Iran (pommes, pommes de terre, œufs et oranges) a connu 25% de croissance en 2012, sans compter que ces denrées constituent une base alimentaire pour la population locale.
- L'exportation iranienne des produits non-pétroliers, vers plus de 150 pays, s'est accrue de 20% entre Mars 2012 et Mars 2013, faisant gagner à l'Iran 22,4 millions de dollars.
- En Mars 2013, l'importation du brut iranien, par la Corée du Sud atteint 4,2 millions de barils, dépassant les prévisions annoncées.
- Les exportations vers le Japon, connaissent elles aussi une hausse de 4,5%, pendant la même période, et font désormais de l'Iran un fournisseur de brut incontournable pour le pays nippon, troisième grand consommateur de pétrole au monde.

L'Iran se fournit auprès de : la Chine, l'Allemagne et les Emirats Arabes Unis. Les produits principalement importés sont les machines, le fer, l'équipement électrique et électronique et les céréales.

e. L'Iran, une nation scientifique et technologique :

En matière de contribution au patrimoine de l'humanité, on doit aux Perses la diffusion de l'alphabet et de l'écriture, les contes des Mille et Une Nuits, l'irrigation par canaux, le jeu d'échecs, les premières climatisations, les premières dissections humaines avec Ibn Sina (Avicenne), la découverte de l'alcool méthylique, une très grande partie de l'algèbre et de la géométrie mais aussi les logarithmes avec Al Khawarizmi [23].

De nos jours, l'Iran est une puissance technologique, de loin plus performante que le reste des pays musulmans. De par ses publications et ses découvertes, l'Iran se place au quinzième rang mondial. Voici un aperçu de leurs avancées les plus récentes :

- **Production de tissu artificiel :** cette découverte permettrait l'amélioration du traitement des maladies cardiaques.
- **Les chercheurs iraniens seraient même sur un projet de conception de cœur artificiel.**
- **Fabrication des nanoparticules d'or à partir de champignons :** utilisées en médecine pour le traitement des infections graves et du cancer.
- **Fabrication d'un chauffe-eau solaire avec la technologie la plus avancée.**

- **Mise au point de la première éolienne de 3KWh à axe horizontal** : ayant une hauteur de 12 mètres.

2.4.2- L'énergie en Iran :

L'Iran a toujours été un acteur majeur dans l'économie des hydrocarbures. Historiquement, au début du XXe siècle, il est le premier pays du Moyen-Orient, à connaître un développement rapide de sa production pétrolière. Il perd ensuite le monopole avec l'accroissement de la production saoudienne et la chute de sa propre production au lendemain de la révolution islamique. Sous le gouvernement Mossadegh, l'Iran nationalise ses hydrocarbures, mettant en cause la gestion étrangère des richesses pétrolières du pays.

Au début du XXIe siècle, l'Iran revendique à nouveau ce leadership s'appuyant sur un énorme potentiel énergétique.

a. Réserves prouvées en pétrole et en gaz :

- Les réserves pétrolières prouvées à la fin de l'année 2011, sont estimées à 151,2 milliards de barils, classant le pays 4^{ème} réserve mondiale derrière le Venezuela (17,9%), suivi de l'Arabe Saoudite et du Canada.
- Pour le gaz naturel, l'Iran est classé deuxième rang mondial après la Russie avec des réserves estimées à 33 100 milliards de m³ en 2011.

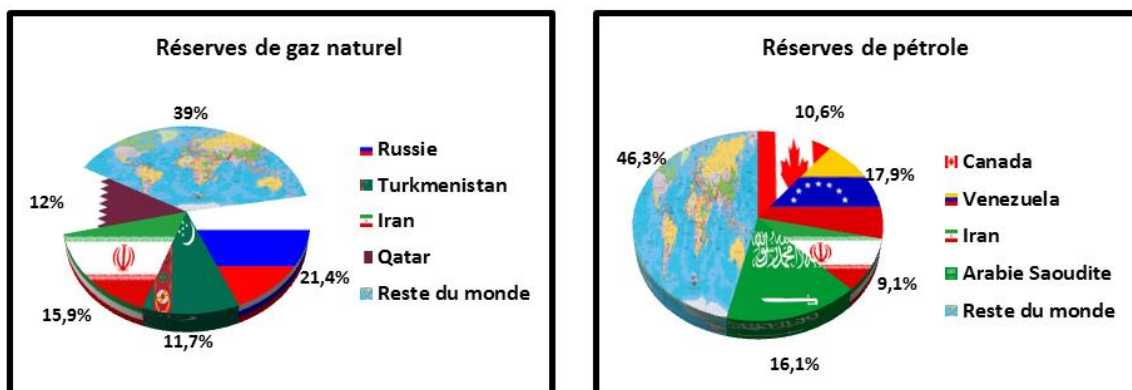


Figure 2.43: Réerves mondiales de gaz naturel et de pétrole (quatre premiers pays), 2011

Source : BP Statistical Review, 2012

b. Production de pétrole et de gaz naturel :

L'Iran est détenteur de vastes réserves d'hydrocarbures on shore et off-shore, et son économie est toujours dépendante de la rente pétrolière mais ne peut tirer profit de la hausse des prix du brut comme les autres pays producteurs. La raison est simple, l'Iran résiste à l'hégémonie des grandes puissances mondiales grâce à ses modèles sociaux et à des idéaux qui lui sont propres et qui ne correspondent pas aux volontés de ces dernières, qui tentent de l'étouffer depuis la Révolution islamique [24].

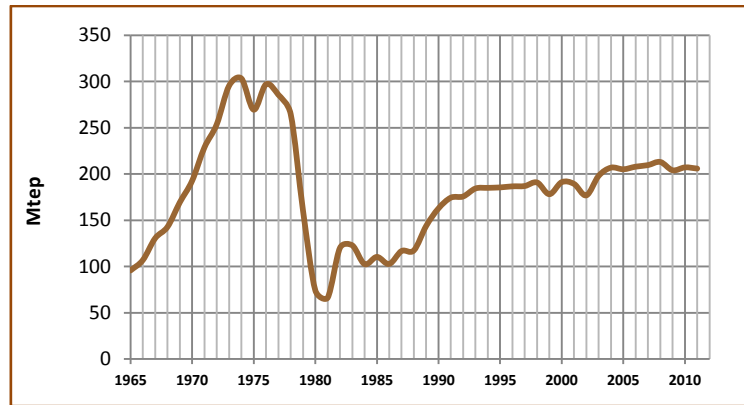


Figure 2.44: Evolution de la production pétrolière iranienne entre 1965-2011
Source: BP Statistical Review, 2012

La courbe de production pétrolière de l'Iran est particulière, reflétant les événements géopolitiques du pays :

- Pendant la période 1965-1972, l'économie de l'Iran croît considérablement, grâce à une production pétrolière en plein essor corrélée à une augmentation des prix du pétrole.
- En 1973, après la guerre entre Israël et les pays arabes, l'OPEP diminue la production, expliquant la légère baisse de la courbe et provoquant une multiplication du prix du brut par quatre, c'est la première crise pétrolière maîtrisée par l'Iran et le Venezuela.
- En 1979, la production pétrolière iranienne descend au plus bas en raison des grèves des opposants au régime du shah⁶ et passe de près de 6 millions de barils par jour à presque rien.
- Quelques mois plus tard, l'attaque irakienne paralyse une nouvelle fois l'industrie pétrolière, en endommageant les puits et les plates-formes.
- La production pétrolière iranienne était en 2011 de 4,32 millions de barils par jour, représentant 5,2% du total mondial. Ce chiffre n'est pas plus élevé pour deux raisons :
 - i) D'une part, beaucoup de puits ont atteint leurs pics de production, pouvant à peine satisfaire le quota exigé par l'OPEP.
 - ii) D'autre part, le matériel est vétuste, et il serait nécessaire d'attirer les investisseurs dans ce secteur vital, non seulement pour le pays, mais également pour l'économie mondiale.

⁶ Shah : terme persan désignant un monarque : Mohammad Reza Pahlavi : règne 1941 - 1979

Remarque :

Les capacités de raffinage de l'Iran sont bien inférieures à sa quote part dans la production mondiale de pétrole, et sont estimées à 1,86 millions de barils par jour, ne couvrant pas les besoins du pays en produits raffinés tels que :

- Le fuel pour la production nationale d'électricité.
- L'essence imposant l'importation de 40% de la demande interne. Ainsi le goulet d'étranglement se situe dans le domaine du raffinage (épisodes de rationnement d'essence et coupures d'électricité).

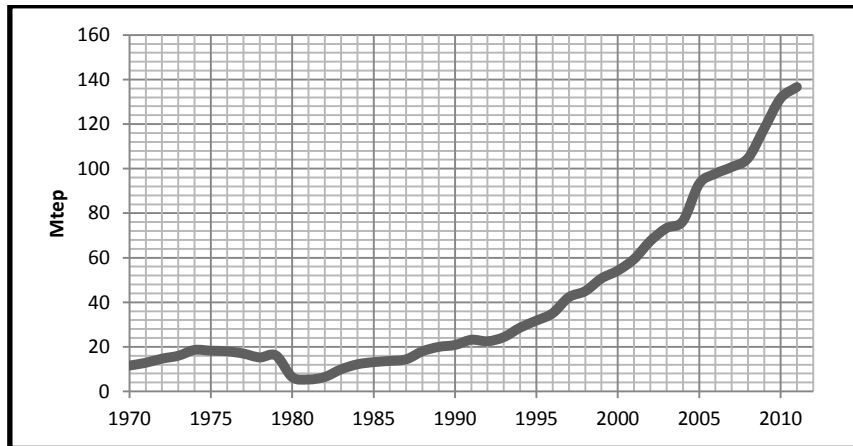


Figure 2.45: Evolution de la production gazière iranienne entre 1970-2011

Source: BP Statistical Review, 2012

L'Iran est un des acteurs principaux du Moyen-Orient puisqu'il détient en plus du pétrole, les secondes réserves mondiales de gaz naturel, considéré comme un des importants substituts énergétiques du pétrole.

Aujourd'hui, une grande partie du gaz produit par l'Iran est consommé en Iran, que ce soit pour générer de l'électricité ou comme carburant (le GPL est très employé en Iran depuis quelques années).

Malheureusement ce secteur gazier, est encore très peu développé, le pays produit juste assez de gaz pour subvenir aux besoins internes, et importe une partie du Turkménistan. Ainsi la balance des exportations gazières reste encore négative.

Ce secteur est également particulièrement intéressant pour les investisseurs éventuels, pour preuve l'immense champ South Pars, a ignoré les menaces des sanctions américaines (embargo). L'Union Européenne, envisage quant à elle, d'être l'un des bons clients de l'Iran et de prendre plus d'indépendance vis-à-vis de la Russie.

Malgré tout, la tendance de la production gazière est à la hausse depuis maintenant 30ans passant de presque rien en 1980 à 135 Mtep en 2011.

c. Problème de subvention:

Pour un pays qui importe son carburant, le prix de l'essence en Iran est l'un des plus faibles au monde (0,08 €). Cette politique de subvention, qui existe ailleurs, notamment en

Algérie, a été jusqu'à l'année dernière à l'origine d'une part d'un excès local de consommation d'essence, passant de 10 à 11% par an et d'autre part d'une fuite de carburant bon marché aux frontières, cette hémorragie représente un véritable préjudice annuel à l'état iranien de 900 millions d'euros [24].

d. Consommation d'énergie primaire en Iran :

La figure ci-dessous, illustre la part de chaque énergie dans le total consommé en Iran :

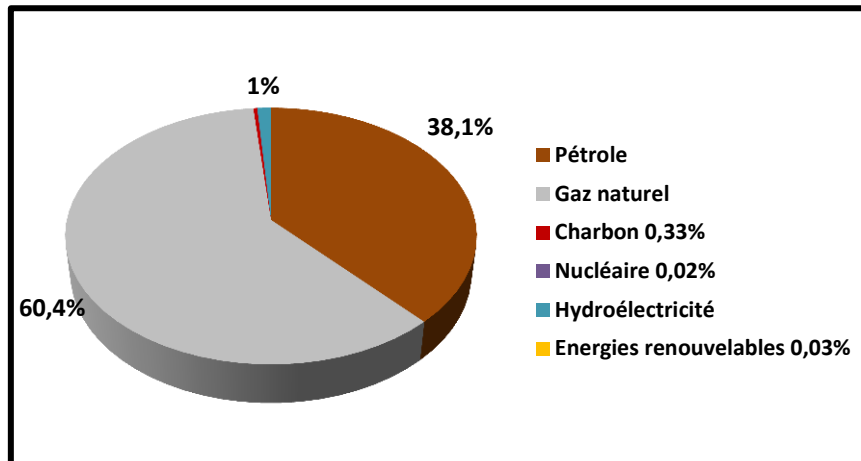


Figure 2.46: Consommation d'énergie primaire en Iran, 2011
 Source : BP Statistical Review, 2012

La consommation énergétique primaire du pays est très dépendante des abondantes ressources fossiles dont elle dispose, celle du gaz en particulier, le nucléaire civil émerge depuis 2011 avec la mise en service de la centrale de Bouchehr dont le plein régime est atteint en Août 2012.

La part de l'hydroélectricité a fortement baissé, comparée aux années 80-90, en effet, la politique énergétique iranienne reste basée sur les fossiles.

e. Production électrique :

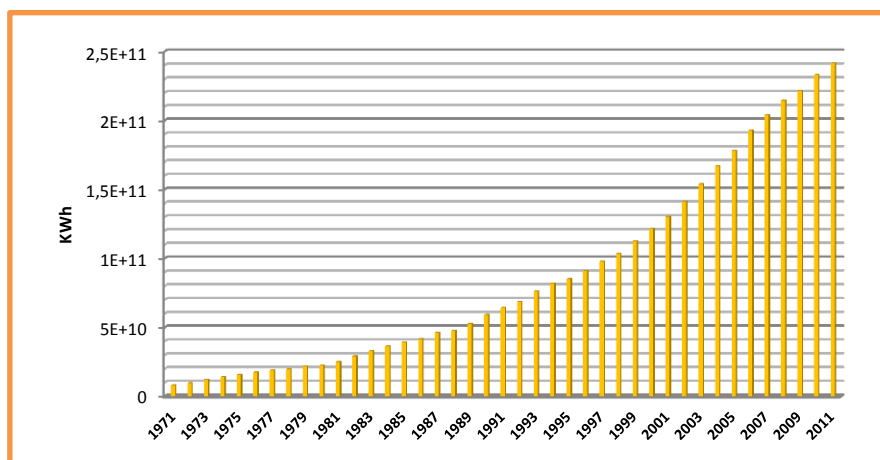


Figure 2.47: Evolution de la production électrique iranienne entre 1971 et 2011
 Source: Perspective.usherbrooke

La production et la consommation d'électricité ont fortement augmenté en Iran depuis le milieu des années 1970. Avec une population de 75 millions d'habitants, l'Iran est le 19^{ème} producteur et le 20^{ème} consommateur d'électricité mondial.

Les iraniens tentent de faire croître leur capacité de production d'électricité au même rythme que la croissance de la demande nationale. L'Iran est détenteur d'une grande technologie et est aujourd'hui parmi les dix premiers producteurs de turbines à gaz dans le monde, et a acquis l'expérience et les moyens d'être quasiment auto-suffisant dans la construction de centrales de production électrique.

La production électrique en Iran émane de 3 sources principales : le gaz, le pétrole et les barrages hydro-électriques. La centrale nucléaire de Bouchehr, dont la production a démarré en 2011, ne représente encore qu'une part négligeable estimée à 0,04% selon BP dans la production d'électricité, mais la politique nationale mise sur l'énergie nucléaire pour remplacer celle des ressources fossiles en voie d'épuisement.

L'Iran a abandonné depuis une trentaine d'année le pétrole comme source de production électrique, et préfère le gérer avec parcimonie et le réserver à l'exportation profitant de la montée des prix du brut sur le marché mondial. Le gaz représente actuellement la source principale de production électrique du pays.

f. Le danger de la pollution en Iran :

L'Iran fait partie des dix pays les plus pollués. Ses émissions de CO₂ ne cessent d'augmenter, elles ont pratiquement triplé en trente ans. Avec une population de 8 millions d'habitants et un parc automobile qui augmente régulièrement, la capitale iranienne, Téhéran, est l'une des villes les plus polluées au monde.

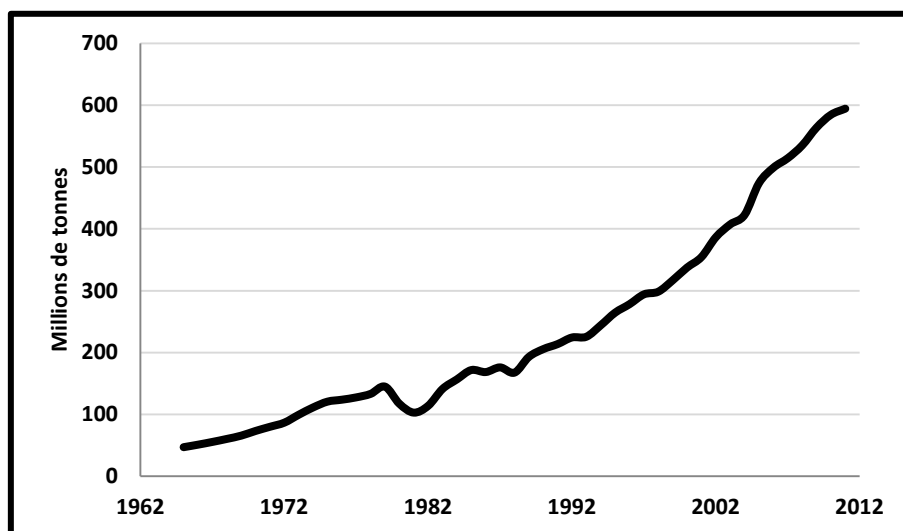


Figure 2.48 : Evolution des émissions de CO₂ en Iran
Source : BP Statistical Review, 2012

En considérant les émissions de CO₂ par habitant, elles étaient de 7,95 tonnes / habitant, en 2011, dépassant la moyenne qui est de 4,88 tonnes / habitant.

Près de 30% de ces émissions proviennent des ménages et du secteur commercial, les centrales électriques contribuent à hauteur de 24,4%, et l'industrie à 15,1%. Le transport, représente à lui seul 27,5%, en raison de la qualité inférieure des voitures iraniennes et de l'essence consommée qui contient un taux de sulfure largement supérieur aux normes internationales.

La pollution atmosphérique de l'Iran provient essentiellement de ses grandes villes (Téhéran, Ahvaz, Arak, Tabriz, Chiraz, Karaj). Parmi les facteurs qui contribuent à cette pollution, il convient de citer la croissance rapide du taux d'urbanisation, due aux migrations des zones rurales vers les zones métropolitaines, ainsi que celle du nombre de véhicules, une mauvaise qualité de carburant, un système de transport public et une gestion de l'urbanisme déficients.

La pollution a tué à Téhéran 4.460 personnes en une année de mars 2011 à mars 2012, obligeant les autorités à fermer plusieurs établissements pour cause de pollution élevée. Elles ont aussi imposé la circulation alternée pour diminuer le trafic automobile.

g. Le programme nucléaire iranien :

Le programme nucléaire iranien a été lancé par le Shah d'Iran dans les années 1950 avec l'aide des États-Unis, puis de l'Europe et actuellement la Russie. Il met en œuvre plusieurs sites de recherche, une mine d'uranium, un réacteur nucléaire et plusieurs installations de transformation qui incluent une usine d'enrichissement de l'uranium.

Depuis septembre 2011, l'énergie nucléaire contribue à la production d'électricité iranienne, avec la mise en service de sa première centrale nucléaire (1000MW) construite par la Russie à Bouchehr, dans le sud du pays.

Lentement mais sûrement, le programme nucléaire iranien se construit sous le regard suspicieux de la communauté internationale, en effet, depuis les années 1950, le gouvernement iranien assure que le seul but du programme est de développer sa capacité en énergie nucléaire afin de produire de l'électricité, version que les pays occidentaux ont du mal à croire, et restent divisés quant aux intentions supposées de l'Iran : la République islamique est-elle réellement déterminée à fabriquer l'arme nucléaire ? Ou cherche-t-elle simplement à atteindre un potentiel nucléaire, le seuil technologique qui lui permettra d'assembler une bombe, rapidement si nécessaire ?

h. Projets futurs : entre le renouvelable et le nucléaire

Avec une importante consommation énergétique et une dépendance quasi-totale aux combustibles fossiles, l'Iran est contraint d'investir dans le secteur des renouvelables et de poursuivre son programme nucléaire très controversé et malheureusement potentiellement dangereux.

Afin de soutenir et de promouvoir les énergies renouvelables dans le pays, l'Iran a mis en place une réglementation sur des dispositions financières incitatives. Il est prévu que la

production d'énergie renouvelable passe de 551 GWh en 2012 à 3493 GWh en 2020, soit un taux de croissance annuel de 26%.

L'Iran annonce qu'il progresse également dans son programme nucléaire « civil », et prévoit d'augmenter sa puissance nucléaire installée qui passerait de 915 MW en 2011 à 1830 MW d'ici 2020.

2.4.3- Conclusion :

Depuis 1979, l'Iran a embrasé l'islam et enflammé le Moyen-Orient, il a défié l'Amérique, menacé l'Europe et contesté l'ordre mondial. Depuis la révolution islamique, l'Iran fait peur, il est accusé, aujourd'hui, de vouloir incendier le monde. Pourtant la guerre entre l'Iran et les grands empires dure depuis cent ans, c'est une guerre pour la domination des feux secrets de la terre, une guerre qui a pour objet le pétrole et pour enjeu le nucléaire. L'Iran est pour le reste du monde une puissance dévoilée.

L'Algérie : d'hier à aujourd'hui

3.1- Présentation du pays :

Etat africain et méditerranéen, l'Algérie, république démocratique et populaire, couvre une superficie de 2 381 741 km², avec 1 200 km de côte méditerranéenne. Le reste des frontières est partagé avec l'ensemble des pays de l'Union du Maghreb Arabe (UMA) : Tunisie, Libye, Maroc, Sahara Occidental et Mauritanie et deux pays du Sahel africain : le Mali et le Niger. Jouissant de cette situation géographique privilégiée et de cet espace considérable, l'Algérie est le dixième plus vaste pays du monde, le plus grand d'Afrique, du monde arabe et du bassin méditerranéen.

L'Algérie est une terre de contrastes et de reliefs divers, où se rencontrent les paysages méditerranéens, de vastes hauts plateaux semi-arides et des espaces désertiques lunaires. Le relief de l'Algérie est constitué de deux chaînes de montagnes à peu près parallèles d'est en ouest, découpant le pays en trois ensembles très contrastés offrant une grande diversité de paysage du nord au sud :

- L'ensemble tellien, au Nord (4% de la superficie totale de l'Algérie) ;
- L'ensemble des hauts plateaux (9% de la superficie totale) ;
- L'ensemble saharien, au Sud (87% du territoire).

Les aires climatiques sont très variées allant d'un climat méditerranéen où le soleil brille tout au long de l'année avec des hivers doux, au climat saharien sec et aride.

Terre de rencontres, l'Algérie a de tout temps été convoitée et souvent occupée par les puissances du moment depuis l'antiquité par les Phéniciens et les Romains jusqu'aux Français au 19^{ème} siècle.

La résistance face à l'envahisseur a toujours été farouche obstinée et sans relâche guidée par d'illustres personnages qui ont marqué l'histoire.

Sur le plan archéologique l'Algérie compte au moins sept sites inscrits au patrimoine mondial de l'Unesco: la Kalâa des Béni Hammad, Djemila, le Tassili n'Ajjer, Timgad, Tipaza, Vallée du M'Zab et la Casbah d'Alger.

La venue des arabes a changé le cours de l'histoire par le fort impact linguistique et surtout religieux définitivement adopté depuis lors.

l'acheminement de leurs produits vers la métropole. De ce fait, le développement des ports et d'un réseau de transport important, notamment ferroviaire a été mis au point. Voici quelques chiffres pour la période 1830-1962 :

- **Aménagement du territoire et industries locales :**
- **Communications terrestres :**
 - ❖ 54.000 Km de routes nationales et départementales.
 - ❖ 24.000 Km de pistes sahariennes.
 - ❖ 34 routes nationales, 156.000 véhicules en circulation en 1959.
 - ❖ 4420 Km de voies ferrées
 - ❖ 77 locos diéso-électriques.
 - ❖ 25 autorails.
 - ❖ 41 locos-tracteurs, pour les gares.
 - ❖ 91 locos à vapeur (pour voies étroites).
 - ❖ 31 locos électriques pour la région de Bône (électrifiée).
 - ❖ 500 wagons de voyageurs, 10.000 pour le fret.

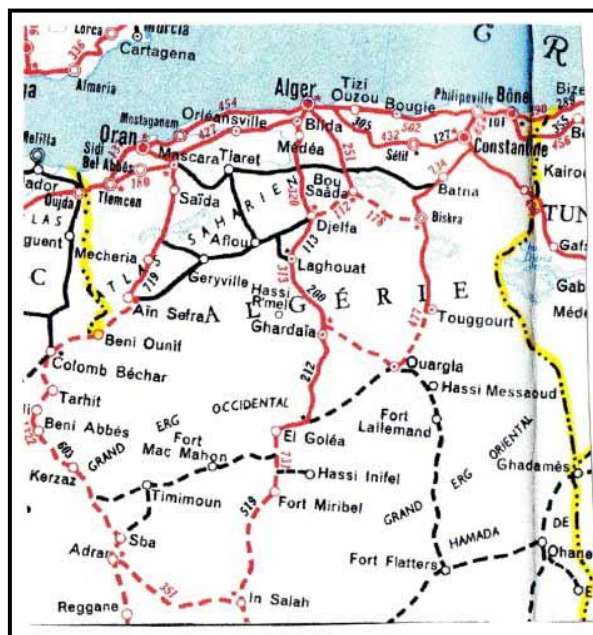


Image 3.1: Carte des routes nationales à grande circulation

Source : Guy AMAND, Bilan de 132ans de présence française en Algérie, Esso 1961

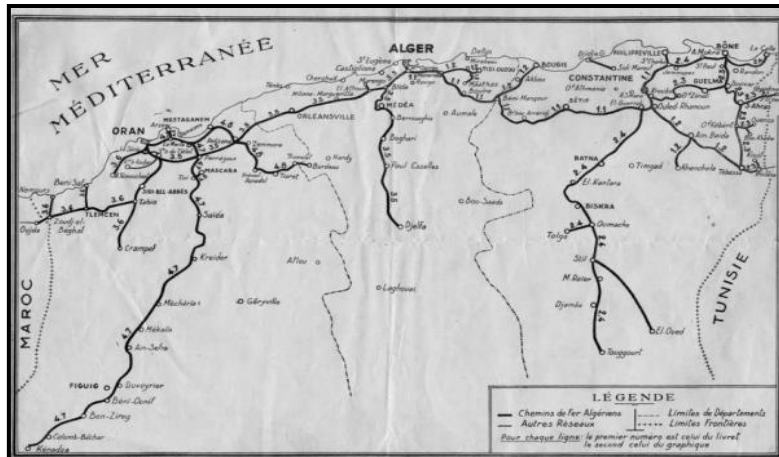


Image 3.2: Carte des principales lignes de chemin de fer en Algérie, années 50
Source : Guy AMAND, Bilan de 132ans de présence française en Algérie

▪ **Communications maritimes :**

- ❖ 23 ports aménagés.
- ❖ Alger = 4.000.000 de tonnes de fret/an, 450.000 passagers/an.
- ❖ Oran = 2.000.000 de tonnes de fret/an, 250.000 passagers/an.
- ❖ Arzew : port gazier, Bougie : port pétrolier.
- ❖ Nombreux ports de pêche de Nemours à La Calle.



Image 3.3: Le port de Bône en 1961
Source : Guy AMAND, Bilan de 132ans de présence française en Algérie



Image 3.4: Aéroport de Maison-Blanche 1958-1959, 2^{ème} aéroport de France
Source : Guy AMAND, Bilan de 132ans de présence française en Algérie, CPA Delcampe

▪ **Communications aériennes :**

- ❖ Trois grands aéroports, Alger, Oran et Constantine, 1.000.000 de voyageurs, de nombreux aérodromes de moyenne importance, sans compter les bases militaires créées à partir de 1955 (exemple: Boufarik, plus grosse base d'hélicoptère du pays)
- ❖ Une compagnie aérienne, Air Algérie, créée en 1945 (avec 10 DC3 pour commencer, 10 DC4 en 1954, 2 Constellations en 1955, 3 Noratlas en 1959 et 6 Caravelles en 1960).
- ❖ 460 avions privés.

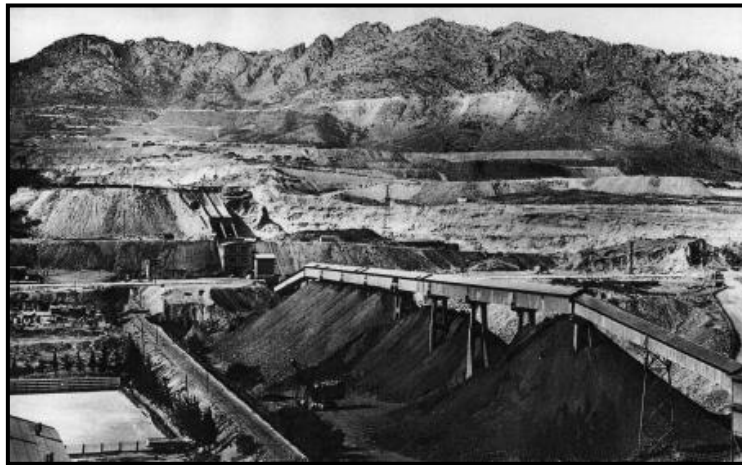


Image 3.5: Mine de fer d'Ouenza au sud de Bône

Source : Guy AMAND, Bilan de 132ans de présence française en Algérie, CPA Delcampe

▪ **Mines :**

- ❖ De plomb et de zinc dans l'Ouarsenis, à Sidi-Kamber au nord de Constantine.
- ❖ De fer à El-Hallia (Constantinois), Zaccar (Algérois), Ouenza au sud de Bône.
- ❖ De marbre à Filfila dans le constantinois et le Chenoua dans l'Algérois.
- ❖ De houille à Kenadza près de Colomb-Béchar.
- ❖ De phosphate de chaux à Tébessa et Sétif (Constantinois).

▪ **Métallurgie :**

- ❖ Environ 3000 établissements, dont beaucoup de petits ateliers, 25.000 salariés.
- ❖ Des usines spécialisées, telles que :
 - Acier laminé à La Sénia.
 - Tréfilerie cuivre-alu à Alger.
 - Construction de bâtiments et ouvrages d'art, à ossature métallique à Constantine (Ets Duplan).
 - Articles ménagers alu à Bône.
 - Emballages de fer blanc et fûts au Gué de Constantine à Alger.

- Wagons de chemin de fer à Bône.
- Electrodes de soudure, Air Liquide à Alger.
- Fabrication de pylônes H.T pour l'EGA à Maison-Carrée et Rouïba.
- Assemblage de camions Berliet à Rouïba.
- Première aciérie à Bône, achevée en 1961.

La seconde raison est l'installation nouvelle⁷ des Européens en Algérie, précisément dans les centres urbains, entraînant une forte demande en construction. Suite à cet exode, l'Algérie coloniale a vu naître et se développer une importante industrie liée à la construction, comme les briqueteries, cimenteries et faïenceries. Ci-dessous quelques chiffres sur le bâtiment :

- ❖ Trois cimenteries à la Pointe Pescade et Rivet (Algérois) et à St Lucien-La CADO (Oranie).
- ❖ Fours à chaux et 43 briqueteries-tuileries.



Image 3.6: Usine de chaux et ciment à Rivet (algérois)

Source : Guy AMAND, Bilan de 132ans de présence française en Algérie

▪ **Habitat urbain et rural :**

Dans les années 50, l'office HBM (Habitations à Bon Marché) construit des logements à Bab-El-Oued, au Ruisseau, au Clos Salembier, à Diar-es-Saâda et à Mahçoul (Alger). Des cités nouvelles à Oran, Constantine, Philippeville (Skikda), Bône, Sétif, Bougie, Blida, Tlemcen, Mostaganem et Bel-Abbés voient le jour.

A la veille de l'indépendance, le pays possède 274 stades, dont 5 à Oran.

Entre 1959 et 1962, 50 à 60.000 logements urbains et 80 à 90.000 logements ruraux pour les fellahs, sont construits par an.

Par rapport à l'agriculture et aux types d'industries mises en place, la part du secteur industriel était minime dans la production nationale, 26 % du PIB : « *A l'aube de l'indépendance*, note H. Benissad, *la composition de la production est encore dominée par l'agriculture et les services qui représentent 73% de la production globale* ».

⁷ Aux premiers temps de la colonisation, l'essentiel de l'effort était concentré sur l'appropriation des terres agricoles

La faiblesse de ce secteur, celui des industries de transformation en particulier, s'explique par le fait que la France se réduisait à des investissements et actions disparates, en fonction des besoins de la métropole et des colons. Ainsi, jusqu'en 1958, date de lancement du «plan de Constantine»⁸, il n'est pas exagéré de parler d'*absence* de politique industrielle de la France en Algérie.

Pour appuyer ce qui a été dit, trois indicateurs sont significatifs: la part de l'industrie dans l'emploi, la part de l'industrie dans la PIB et enfin le montant des investissements industriels dans la Formation Brute du Capital Fixe.

La petite part de l'emploi industriel dans l'emploi total est révélatrice de la faiblesse du secteur industriel en Algérie sous la colonisation, en effet, la majeure partie de la population active était occupée dans l'agriculture. Jusqu'à 1956, sur les 3,6 millions qui représentaient la population active en Algérie, la part de ceux qui occupaient un emploi dans l'industrie ne dépassait pas selon, les estimations les plus optimistes, 9,7 %. Ce pourcentage est revu à la baisse, si l'on considère uniquement la population dite musulmane (entre 6,7 et 7,3 %, selon les sources), représentant quelques 200 000 personnes vivant de ce secteur.

Autre indice, la part de l'industrie dans la PIB. Le tableau ci-après montre en effet clairement que la part de l'industrie rapportée à la PIB est faible.

| | 1880 | 1919 | 1920 | 1930 | 1955 |
|--|---------------|---------------|---------------|---------------|--------------|
| Mines | - | 4 | 10 | 14 | 19 |
| Energie | - | 1 | 1 | 2 | 13 |
| Construction et travaux publics | 5 | 8 | 11 | 13 | 47 |
| Transformation | 12 | 17 | 22 | 31 | 91 |
| Total (1) | 17 | 30 | 44 | 60 | 170 |
| PIB (2) | 155 | 285 | 340 | 425 | 650 |
| Rapport (1) / (2) | 10.9 % | 10.5 % | 12.9 % | 14.1 % | 26,0% |

Tableau 3.1: Structure de la PIB, en milliards d'Anciens Francs.

Source: [26], D. Clerc, Economie de l'Algérie, Ministère de l'intérieur 1975, p. 10.

La faiblesse du secteur industriel est encore une fois confirmée si l'on examine les statistiques relatives à la Formation Brut du Capital Fixe (FBCF). Les tableaux suivants montrent en effet que la participation de l'investissement industriel dans la FBCF demeurait très faible de 1880 à 1955. Aussi, malgré sa légère hausse vers les années 1950, la répartition des investissements ne concernait que les infrastructures et le logement.

⁸ (1959-1963) visait à la valorisation de l'ensemble des ressources de l'Algérie

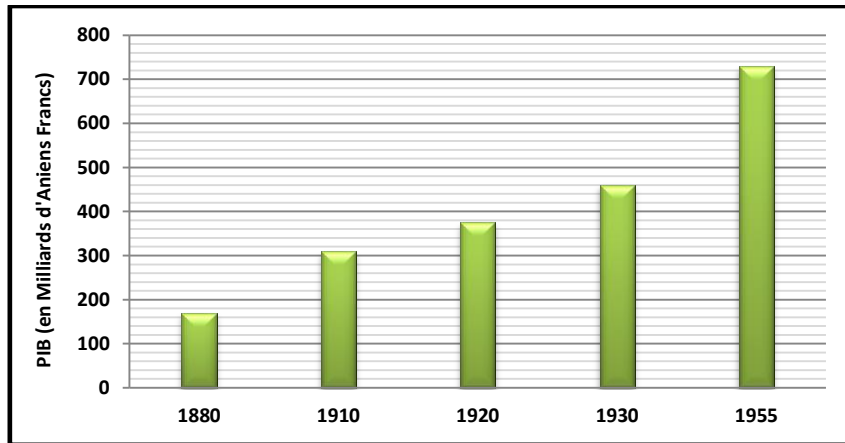


Figure 3.1: Evolution du PIB en Algérie entre 1880-1955

Source: [26], D. Clerc, Economie de l'Algérie, Ministère de l'intérieur 1975, p.13.

| | 1880 | 1910 | 1920 | 1930 | 1955 |
|--|-------|-------|-------|-------|-------|
| Produit Intérieur Brut | 170 | 310 | 375 | 460 | 730 |
| Investissements Bruts (F.B.C.F) | 18 | 38 | 50 | 55 | 138 |
| Rapport F.B.C.F/ P.I.B | 10.6% | 12.2% | 13.3% | 11.9% | 20.2% |

Tableau 3.2: Rapport F.B.C.F / PIB (en milliards d'Anciens Francs)

Source: [26], 2011, D. Clerc, Economie de l'Algérie, Ministère de l'intérieur 1975, p.13.

| | 1880 | 1910 | 1920 | 1930 | 1955 |
|------------------------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| Infrastructures | 28 | 24 | 18 | 18 | 32 |
| Logements urbains | 17 | 13 | 16 | 18 | 14 |
| Agriculture coloniale | 50 | 50 | 52 | 47 | 18 |
| Industries et divers | 5 | 13 | 14 | 17 | 36 |
| Total | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |

Tableau 3.3: Répartition des investissements bruts (en milliards d'Anciens Francs)

Source: [26], D. Clerc, Economie de l'Algérie, Ministère de l'intérieur 1975, p.13.

3.2.2- Le secteur agricole : évolution de la production de 1954 à 1962

L'agriculture coloniale est décrite par trois caractéristiques : dualisme, dépendance et extraversion.

Le dualisme, comme son nom l'indique, provient de la coexistence de deux secteurs exploités de façons différentes: le premier, moderne à productivité élevée, destiné à l'exportation ; l'autre, rudimentaire occupant une main d'œuvre familiale, de très faible productivité, destiné majoritairement aux algériens.

La dissymétrie de l'agriculture algérienne tient non seulement du dualisme mais aussi de l'inégalité de la répartition des surfaces et surtout de la différence de qualité de ces terres.

Par ailleurs, le secteur agricole est très varié, il comprend les productions forestières, animales et végétales (vin, céréales, fruits, légumes, ...). La figure 3.2 ci-dessous illustre la part de chacune de ces catégories :

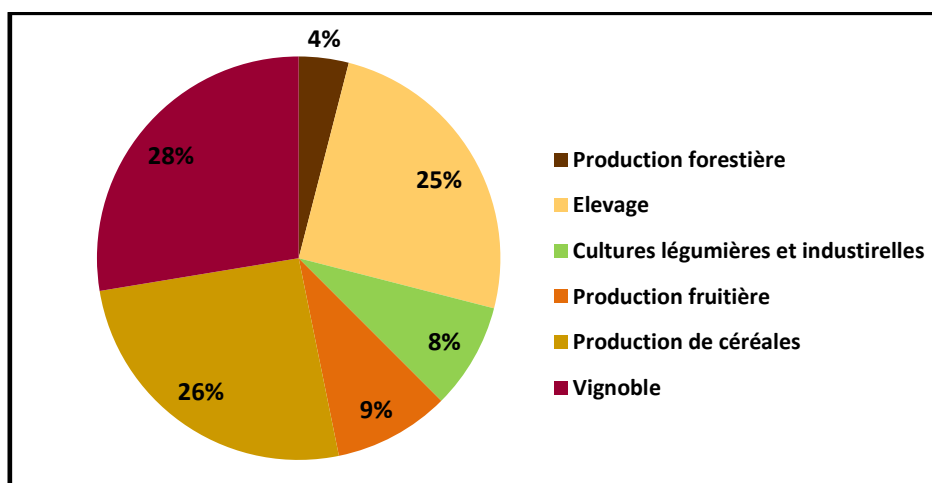


Figure 3.2 : Répartition de la production agricole, 1954

Source : [27]

a. La production végétale :

Elle comprend : Vins, céréales, fruits et légumes et la production industrielle représentant en 1954, 71 % de la production agricole totale, part considérable qui ne fera que croître pendant la guerre, pour atteindre 74% en 1963, suite au déclin des autres secteurs.

Note: La réduction des surfaces cultivées

La superficie des terres agricoles réellement utilisées ne cesse de diminuer tout au long de la période 1954-1962. Ce mouvement de réduction a été accéléré par la baisse du vignoble de 9% :

| Années | Surface de vignobles |
|--------|----------------------|
| 1938 | 411 000 hectares |
| 1954 | 401 000 hectares |
| 1955 | 396 000 hectares |
| 1958 | 367 000 hectares |
| 1963 | 362 700 hectares |

Tableau 3.4: Surface de vignobles entre 1938 et 1963

Source: [27]

- **Les céréales :**

Plus des trois quarts des terres utilisées sont allouées aux céréales. En 1954, leur revenu est estimé à 54,44 milliards d'anciens francs, soit 25,6% seulement du produit agricole total. C'était donc une culture de mauvaise rentabilité.

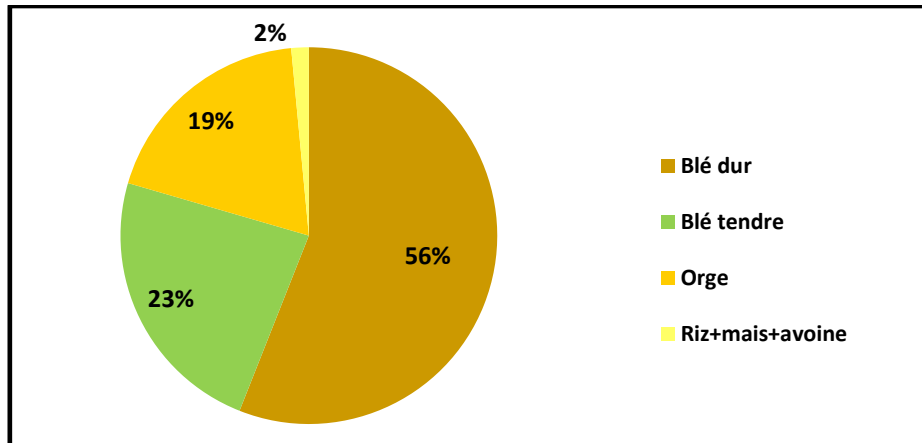


Figure 3.3: Répartition de la production de céréales, 1954
Source: [27]

- Le **blé dur** a contribué avec 30,5 milliards de francs, soit 56% du revenu total, en 1954. Les algériens assuraient les deux tiers de cette culture.

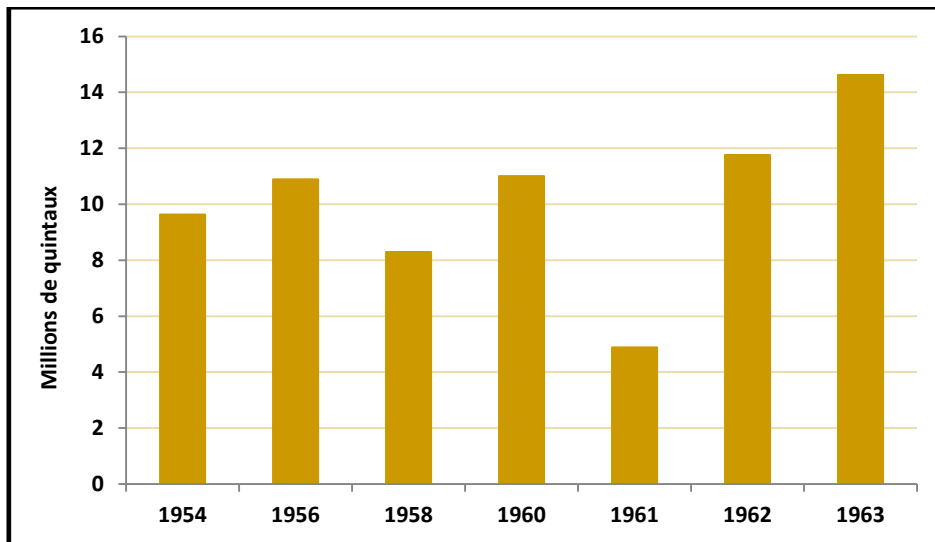


Figure 3.4: Evolution de la production de blé dur 1954-1963
Source : [27], Rapport sur la production agricole; cf. GALLISSOT, p. 95.

- Le **blé tendre**, inconnu en Algérie avant 1830, occupe le second rang dans la catégorie, avec une part évaluée à 23,5 % de la production en 1954. C'est une culture pratiquée, majoritairement par les européens. Elle est en progrès jusqu'à l'année record 1956; elle ne cessera ensuite de régresser jusqu'en 1963 incitant une augmentation des importations.

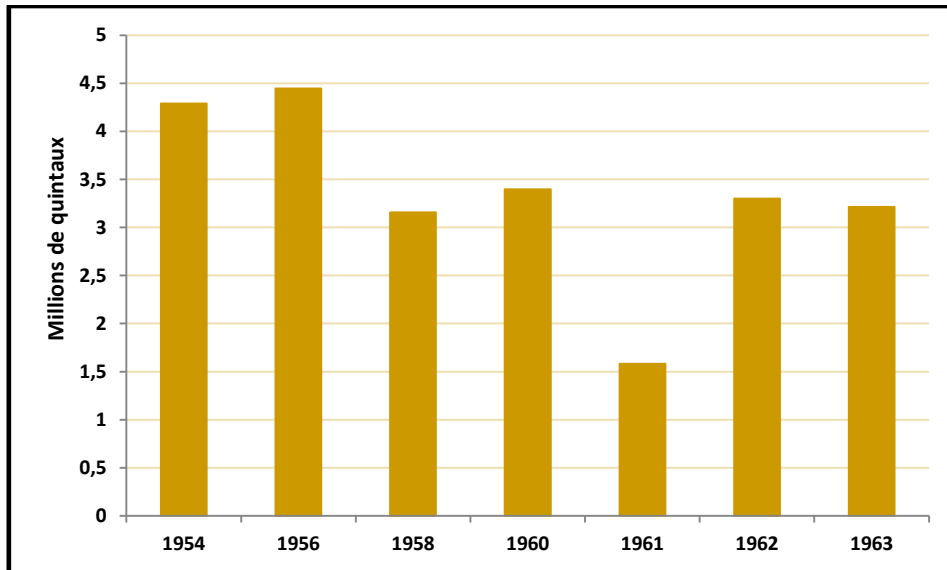


Figure 3.5: Evolution de la production de blé tendre 1954-1963

Source : [27], Rapport sur la production agricole; cf. GALLISSOT, p. 95.

- Culture traditionnelle, pratiquée au neuf dixième par les algériens, **l'orge** n'assurait que 19 % de la production céréalière. Elle a mobilisé pourtant 1 404 000 hectares, soit 40 % des surfaces céréalières en 1954. Cette culture pauvre est à la baisse au cours de la période 1954-1962, sa production varie comme suit :

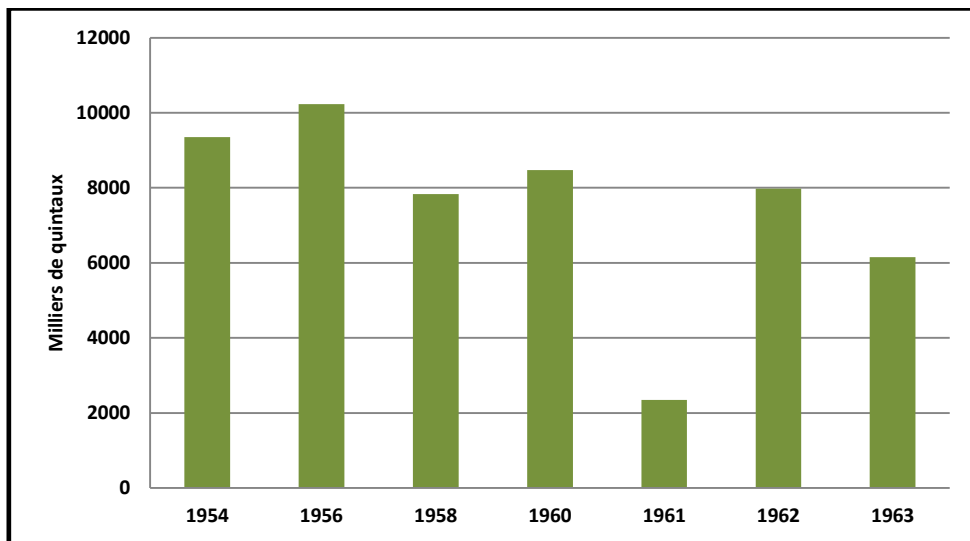


Figure 3.6: Evolution de la production d'orge 1954-1963

Source: [27], Rapport sur la production agricole; cf. GALLISSOT, p. 95.

L'orge est la seule céréale algérienne **exportée** de façon permanente tout au long de la période 1954-1962.

- Comparés aux trois céréales majeures sus-mentionnées, le **riz**, le **maïs**, le **sorgho** et **l'avoine** jouent un rôle presque négligeable dans l'ensemble agricole algérien, puisqu'ils ne représentaient en 1954 que 1,5 % de la production céréalière.

- **Le vin :**

En 1954, le vignoble **algérien est coté quatrième au monde**. Utilisant 7 % des surfaces productives, son revenu total était de 53,54 milliards de francs, dont 52,11 milliards pour le vin, assurant ainsi plus du quart de la production agricole totale.

- **Les fruits :**

En 1954, la production fruitière est rentable en assurant 9,3 % du revenu agricole total, et en ne mobilisant que 4,6 % de la superficie des terres productives.

- L'agrumiculture représente, à elle seule, 35 % de la production fruitière, plaçant **l'Algérie au dixième rang mondial**. Sa production ne cesse d'augmenter :

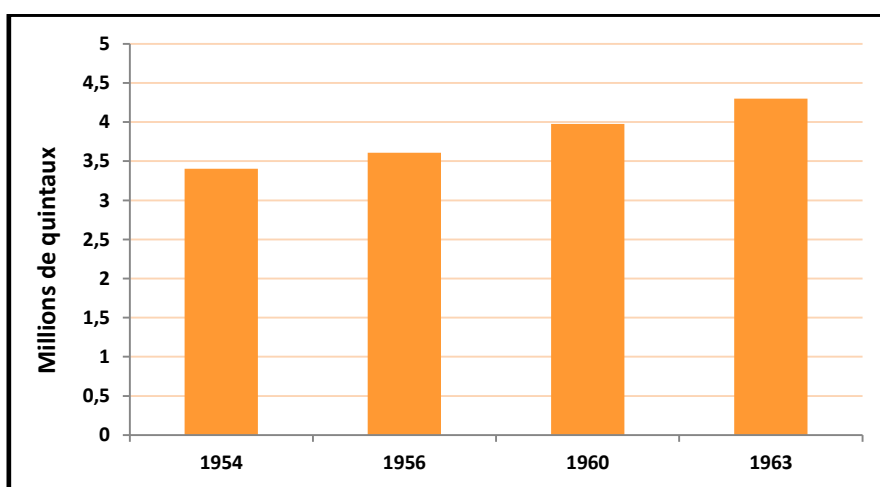


Figure 3.7: Evolution de la production d'agrumes 1954-1963

Source: [27]

Plus des deux tiers de cette production sont exportés vers la France et l'Allemagne fédérale, la production d'agrumes occupe en effet, la seconde place des exportations agricoles durant la période (1954-1962) :

| Années | Valeur d'exportation | % des exportations d'agrumes |
|--------|----------------------|------------------------------|
| 1956 | 9,09 milliards | 7,7% |
| 1957 | 15,47 milliards | 10,08% |
| 1960 | 12,19 milliards | 7,05% |
| 1963 | 26,58 milliards | 21% |

Tableau 3.5: Evolution des exportations d'agrumes

Source : [27]

Les exportations d'agrumes et de vin, sont en plein essor durant cette période et représentent à elles seules presque 75% des exportations agricoles en 1962 contre 56% en 1956.

- La production **d'huile d'olive** par contre diminue, passant de 291 000 hectolitres en 1955, à 199 000 en 1960.

- En 1954, la production des **figues fraîches et sèches**, est deux fois moins importante que celle des olives et ne représente que 1,1 % du produit agricole.
- Toujours pendant la même période, **les dattes**, représentent 2% du revenu agricole algérien, le palmier-dattier étant un élément essentiel de l'agriculture saharienne. L'Algérie, qui assurait 7 % de la production mondiale de dattes, se plaçait au sixième rang parmi les producteurs.
- La production des autres fruits frais, comme les abricots, les prunes ou encore les pêches, ne correspondait qu'à 1,2 % du revenu agricole.

- **Les cultures légumières :**

La production légumière représentait 8,5 % du produit agricole total, en 1954, son revenu global était estimé à 17 milliards de francs.

- En 1955, l'Algérie exporte des tomates, des artichauts ou des pommes de terre (27% du total légume). Leur valeur atteint 5,31 milliards de francs et augmente jusqu'à atteindre 7,81 milliards en 1958.
- La culture des légumes secs occupe 2,8 % de la superficie des terres productives et ne représente que 1,02 % du revenu agricole.
- La lentille, introduite en 1935, a été développée en moins de vingt ans, en effet, 150 000 quintaux sont exportés en 1955.

- **Les cultures industrielles :**

Les cultures industrielles incluent: le tabac; le coton ; la betterave à sucre et le lin et occupent en 1954; 1,1% des terres agricoles, elles sont essentiellement pratiquées par les agriculteurs algériens.

Tous les éléments de cette catégorie sont en baisse durant la période 1954-1962, fait probablement en rapport avec les troubles politiques :

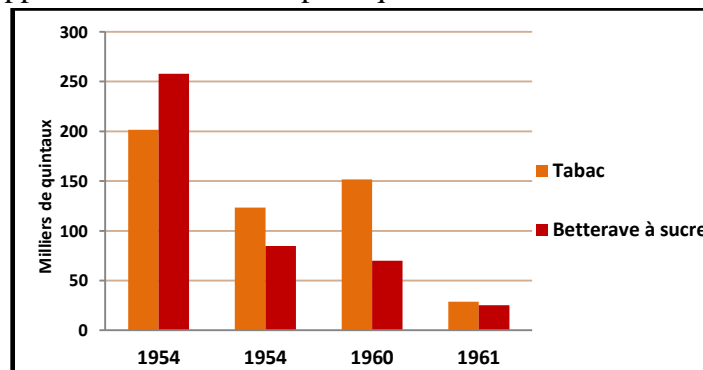


Figure 3.8: Evolution de la production de tabac et de betterave à sucre

Source : [27]

La betterave à sucre, aboutit à une production dix fois plus faible que celle de 1954. Elle est de ce fait importée vu l'augmentation des besoins.

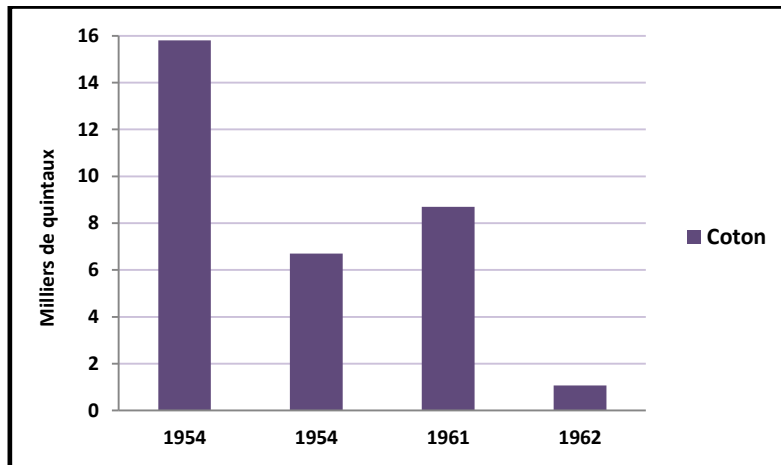


Figure 3.9: Evolution de la production de tabac et de betterave à sucre
Source : [27]

- La culture du **lin** disparaît au cours de la guerre: elle est passée de 850 tonnes en 1954 à 90 tonnes en 1957, soit une régression de 90 %.

b. La production forestière :

En 1954, la production forestière représente 4 % de la production agricole totale, et comprend les lièges (45%), l'alfa (34 %), les bois et charbons de bois (13 %) ; le crin végétal (8 %).

Malgré leur part réduite dans le revenu agricole, **l'alfa et les lièges** ont une grande importance dans le commerce extérieur, leurs **exportations** dépassent même celles des agrumes, en terme de bénéfices [25].

- La production moyenne de lièges pour la période 1949-1954 est estimée à 42 400 tonnes. [26]
- La production de l'alfa se maintient à un bon niveau jusqu'en 1956 où elle atteint 185 000 tonnes, contre 214 000 tonnes en 1954. L'extension des regroupements et la multiplication des zones interdites font baisser la moyenne des années 1957-1960 à 74 000 tonnes. Ce qui engendre sans surprise, la diminution de l'exportation qui passe ainsi de 2,62 à 1,10 milliards de francs.
- **Importation de bois :** dès 1954, l'Algérie manque de bois, ce qui la contraint à en importer. Entre 1955 et 1956, l'insécurité qui règne dans les forêts réduit la production au quart de ce qu'elle était auparavant. En 1956, le bois constitue le deuxième pôle d'importation agricole après les sucres.

3.2.3- La dépendance commerciale et le phénomène d'extraversion :

Dans ses relations commerciales avec le reste du monde, l'Algérie appliquait les mêmes droits et tarifs douaniers que ceux de la Métropole.

a. Evolution du commerce extérieur de l'Algérie sous la colonisation :

Lors de l'analyse des statistiques du commerce extérieur de l'Algérie coloniale, quatre caractéristiques se mettent en relief :

- La prédominance des produits manufacturés dans les importations et des produits bruts dans les exportations ;
 - L'omniprésence de la France dans les importations et exportations de l'Algérie ;
 - Une faiblesse caractérisée en biens d'équipement dans les importations ;
 - Un déséquilibre structurel de la balance commerciale ;
- L'évaluation des importations et exportations algériennes entre 1910 et 1960 :

Le solde du commerce extérieur algérien était positif en 1938, les ventes étaient de 12 % supérieures aux achats. A partir de 1943, le solde est négatif ; en 1954, le pourcentage de couverture des importations par les exportations est 64,22 %.

La situation empire entre 1955 et 1959, alors que les exportations augmentent modérément, la valeur des importations triple quasiment :

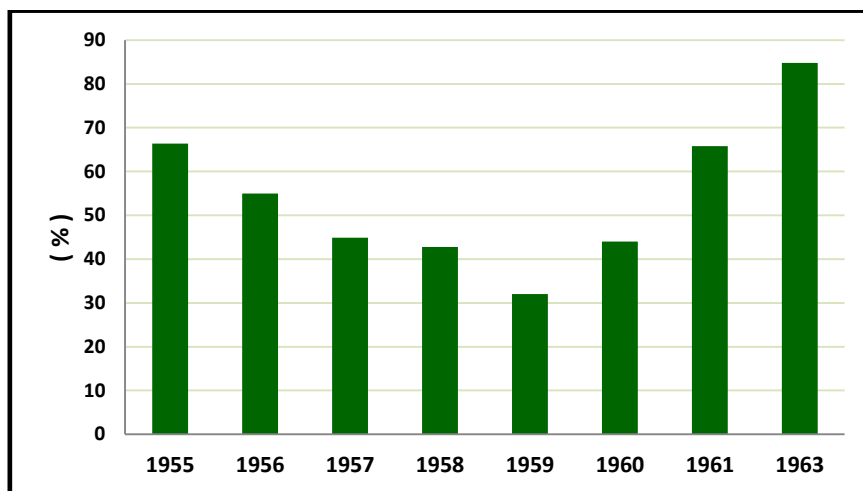


Figure 3.10: Evolution du pourcentage de couverture des importations
 Source : Rapport sur l'exécution des programmes d'équipement (1961).

La tendance s'inverse en 1960 avec le début de l'exportation du pétrole.

Les tableaux suivants, donnent les détails des exportations et des importations sur une période d'un demi-siècle, et montrent clairement deux particularités du commerce extérieur algérien :

- La place prépondérante des produits agricoles dans les exportations

- Et celle des produits manufacturés dans les importations.

| Années | 1910 | 1930 | 1955 | 1960 |
|---|------------------|-------------------|----------------------|-----------------------|
| Produits manufacturés dont : - Tissus et vêtements - Ouvrages en matériaux et machines - Produits chimiques | 17,1 17 9 1,8 | 66,7 13,6 15 2 | 72,7 8,7 15,1 0,9 | 66,5 11,3 18,6 5,7 |
| Autres importations | 28,9 | 33,3 | 27,3 | 33,5 |
| Total | 100 | 100 | 100 | 100 |

Tableau 3.6: Evaluation des importations entre 1910 et 1960 (en %)

Source : [26], M. Tehmani, Aspects économiques du commerce extérieur de l'Algérie, Alger 1972, p. 53

Comme illustré dans le tableau, les importations de produits manufacturés représentaient en moyenne, près de 70% du total. Les importations de biens manufacturés dits d'équipement ne représentaient que 20% tandis que ceux destinés à la consommation finale dépassaient les 50%.

Ces statistiques montrent d'une part, la forte dépendance de l'Algérie envers la Métropole (plus de 80 % des importations de l'Algérie provenaient de la France) et d'autre part, la spécialisation du pays dans l'exportation des produits agricoles.

| Années | 1910 | 1930 | 1955 | 1960 |
|-------------------|------|------|------|------|
| Vins | 70,5 | 67,7 | 52,1 | 53,5 |
| Légumes et fruits | 7,4 | 6,3 | 17,0 | 13,3 |
| Produits minéraux | 8,8 | 15,8 | 13,3 | 10,7 |
| Divers | 13,3 | 10,2 | 17,6 | 22,5 |
| Total | 100 | 100 | 100 | 100 |

Tableau 3.7: Evolution de la structure des exportations entre 1910 et 1960 (en %)

Source: [26], M. Tehmani, Aspects économiques du commerce extérieur de l'Algérie, Op.cit. p. 52.

Le tableau ci-dessus confirme que les exportations algériennes, pour la période 1910-1960, sont dominées par les produits agricoles. Les vins représentaient, en moyenne plus de 50 % des exportations, avec un accroissement significatif de la part des fruits et légumes, notamment pour la période 1955-1960.

3.2.4- Le plan de Constantine : la tentative tardive de rattrapage :

Quatre années après le déclenchement de la Guerre de Libération Nationale, la France a lancé un plan de développement économique très ambitieux. Ce plan visait à relever rapidement le niveau de vie de la population algérienne, dont le décalage avec la population européenne n'avait cessé de s'élargir tout au long de la période coloniale. A. Camus, dans ses reportages en Kabylie pour le quotidien *Alger républicain*, écrivait déjà en 1936 déjà : « *On m'avait prévenu que les salaires étaient insuffisants. Je ne savais pas qu'ils étaient insultants. On m'avait dit que la journée de travail excédait la durée légale. J'ignorais qu'elle n'était pas loin du double (...) vers 1930, la récolte fut nulle, il y en a qui sont morts de faim, c'est le moment où les commerçants, les mercantiles achètent toutes les terres pour rien* ».

L'objectif politique implicite du plan de Constantine était de couper le FLN en guerre de sa base sociale. Il était prévu de doubler en dix ans les niveaux d'une part de production (soit

une croissance de 7,2 % par an) et d'autre part de consommation locale (compte tenu de la croissance démographique la consommation par personne devait augmenter en dix ans de 30 à 60 %). Pour atteindre cet objectif, les autorités françaises devaient financer une part importante des investissements prévus.

- Concernant le secteur agricole, la réforme lancée, visait à redistribuer les terres aux paysans algériens pour leur permettre d'exister.
- Pour le secteur industriel, le plan se fondait sur une stratégie à deux axes pour la période 1959-1964 :
 - Implantation de nouvelles industries: sidérurgie, Chimie, raffinerie...
 - Développement du transport, du parc logement et construction d'écoles.
- Le troisième projet formulé par le plan de Constantine vise le développement accéléré du **secteur pétrolier**, en lui réservant une grande part des investissements « *L'Algérie dispose avec les hydrocarbures liquides ou gazeux du Sahara d'une ressource nouvelle qui lui donne vocation à certaines formes de grande industrie, et permet de développer sur son sol des activités de grandes exportations* »⁹.

La croissance des investissements consentis par l'Etat Français pour développer le secteur de l'énergie était, comme le montre le graphique ci-dessous, spectaculaire en 1961, soit vingt fois plus qu'en 1952. Après s'être spécialisée dans l'agriculture, l'Algérie était devenue désormais un pays pétrolier par excellence.

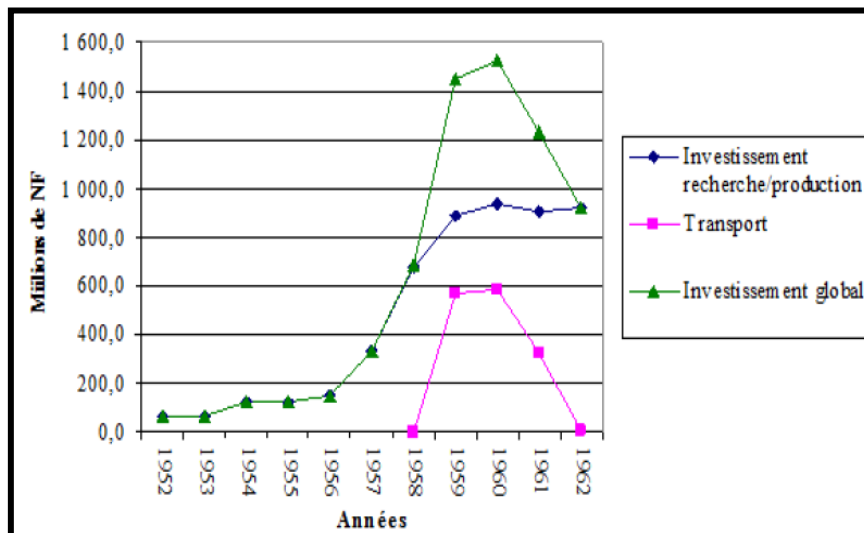


Figure 3.11: Investissements pétroliers en Algérie (1952- 1962)

Source: [26], D. Clerc, Economie de l'Algérie, Ministère de l'intérieur 1975, p. 10.

⁹ Une des recommandations des rédacteurs des « perspectives décennales

La production pétrolière en Algérie, commence en 1957 et connaît une progression permanente. Le chiffre d'affaire des sociétés françaises est passé de 80 millions en 1959 à 1 820 millions de Francs en 1962. Le graphique suivant retrace l'évolution de la production pétrolière durant cette période :

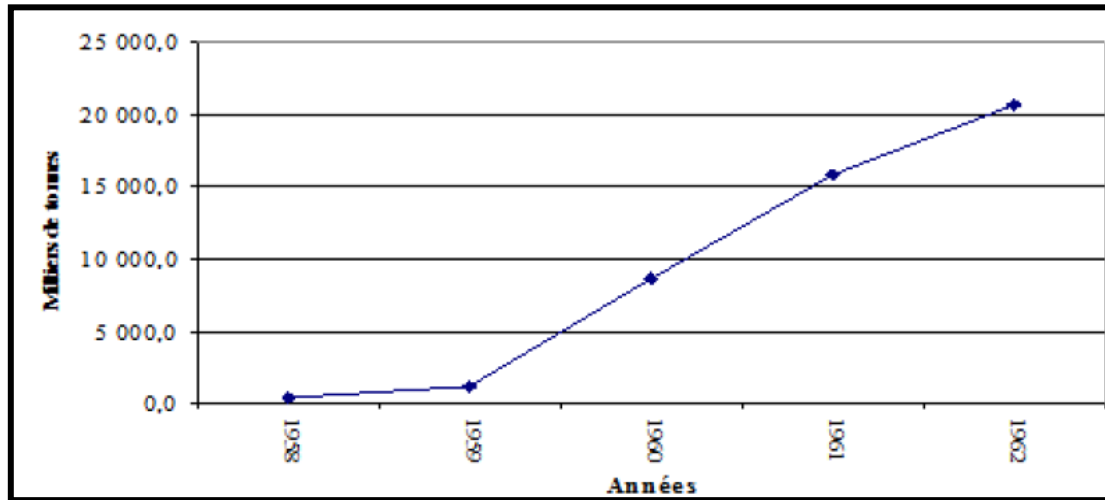


Figure 3.12: Activité de l'industrie pétrolière en Algérie

Source: [26], D. Clerc, Economie de l'Algérie, Ministère de l'intérieur 1975, p. 10.

- **Raffinage du pétrole :**

La mise en service de la **raffinerie d'Hassi Messaoud**, en 1962 (capacité: 165 000 tonnes de brut traitées par an) permet de couvrir largement les besoins sahariens. Une disparité des prix de l'essence est constatée entre le Sahara et le reste du pays, à cause de la proximité. Le litre d'essence valait ainsi 0,25 NF à Hassi Messaoud ; 0,29 à Touggourt et 0,32 à Laghouat.

La construction de la **raffinerie de pétrole d'Alger**, inaugurée en 1964 (capacité de production : 2,5 millions de tonnes par an) recevra par « tankers » le brut de Bougie et couvrira largement les besoins algériens estimés en 1965 à 1,6 million de tonnes. L'implantation à Alger est particulièrement importante vu la consommation locale estimée à 40 % du total algérien.

3.2.5- L'électricité et ses sources :

- Pendant la période coloniale, la majeure partie de l'électricité consommée en Algérie était produite à partir de centrales thermiques fonctionnant au **charbon**, on en dénombre vingt-cinq (25), en 1950, dont six grosses (6) installées sur les quais d'Oran, d'Alger et de Bône (Annaba).

La part du **charbon** déjà réduite va en diminuant [28]:

| | |
|--------|--------------------------|
| 1953 : | 294 000 tonnes extraites |
| 1958 : | 153 000 tonnes extraites |
| 1960 : | 118 147 tonnes extraites |

- Pendant la même période, on compte 27 barrages **hydro-électriques**, certains sont polyvalents (irrigation des terres et alimentation en eau des agglomérations), la plupart implantés en Kabylie :

| N° correspondant à la carte d'W en E | Nature B.R. = barrage réservoir | Nom du barrage | Oued intéressé par l'ouvrage | Utilisation | production moyenne possible en millions de KWH/AN. | Cube emmagasiné en millions de M ³ |
|--------------------------------------|---------------------------------|---------------------------|------------------------------|--|--|---|
| 1 | B.R. | Beni Bahdel | O. Tafna | Electricité Alimentation d'Oran | 5 | 63 |
| 2 | B.R. | Meffrouch ¹ | O. Meffrouch | Irrigation Alimentation de Tlemcen | | 15 |
| 3 | B.R. | Oued Sarno | O. Sarno | Irrigation | | 22 |
| 4 | | Tlelat | O. Tlelat | Irrigation | | |
| 5 | B.R. | Cheurfas | O. Mebtouh | Irrigation | | 6 |
| 6 | | Fergoug | O. Fergoug | Irrigation | | |
| 7 | B.R. | Bou Hanifia | O. Hammam | Electricité Irrigation | 9 | 73 |
| 8 | | Djidiouia | O. Djidiouia | Irrigation | | |
| 9 | | Oued Riou | O. Riou | Irrigation | | |
| 10 | | Charon | Bas Chelif | Irrigation | | |
| 11 | B.R. | Bakhadda | Haute Mina | Electricité Irrigation | 4,5 | 37 |
| 12 | B.R. | Oued Fodda | O. Fodda | Electricité Irrigation | 15 | 225 |
| 13 | B.R. | Ghrib | Haut Chelif | Electricité Irrigation | 10 | 280 |
| 14 | | Boughzoul | Haut Chelif | Régulateur Ecrêteur de crues | | |
| 15 | | Tadjemout | O. Mzi | Irrigation | | |
| 16 | | El Fatah | O. Mzi | Irrigation | | |
| 17 | B.R. | Hamiz | O. El Hamiz | Electricité Irrigation | 1,5 | 23 |
| 18 | B.R. | Oued Ksob | O. Ksob | Irrigation | | 12 |
| 19 | B.R. | Iril Emda | O. Agrioun | Electricité | 35 | 160 |
| 20 | B.R. | Erraguene ² | O. Djendjen | Electricité | 160 | 200 |
| 21 | B.R. | Foum el Gherza | O. El Abiod | Electricité Irrigation | 2,5 | 47 |
| 22 | B.R. | Foum el Gueiss | O. Gueiss | Irrigation | | 2,5 |
| 23 | B.R. | Zardezas | O. Safsaf | Irrigation | | 11,2 |
| 24 | B.R. | Bou Namoussa ¹ | O. Bau Namoussa | Irrigation Eau pour Bône | | 170 |

Tableau 3.8: Liste des principaux barrages en Algérie

Source : [28]

Ces installations étaient les dernières dans la série hydroélectrique, supplantées par une énergie bon marché : **le gaz naturel**. A partir de Mai 1961, il représente la moitié de la production électrique qui a atteint 1 TWh.

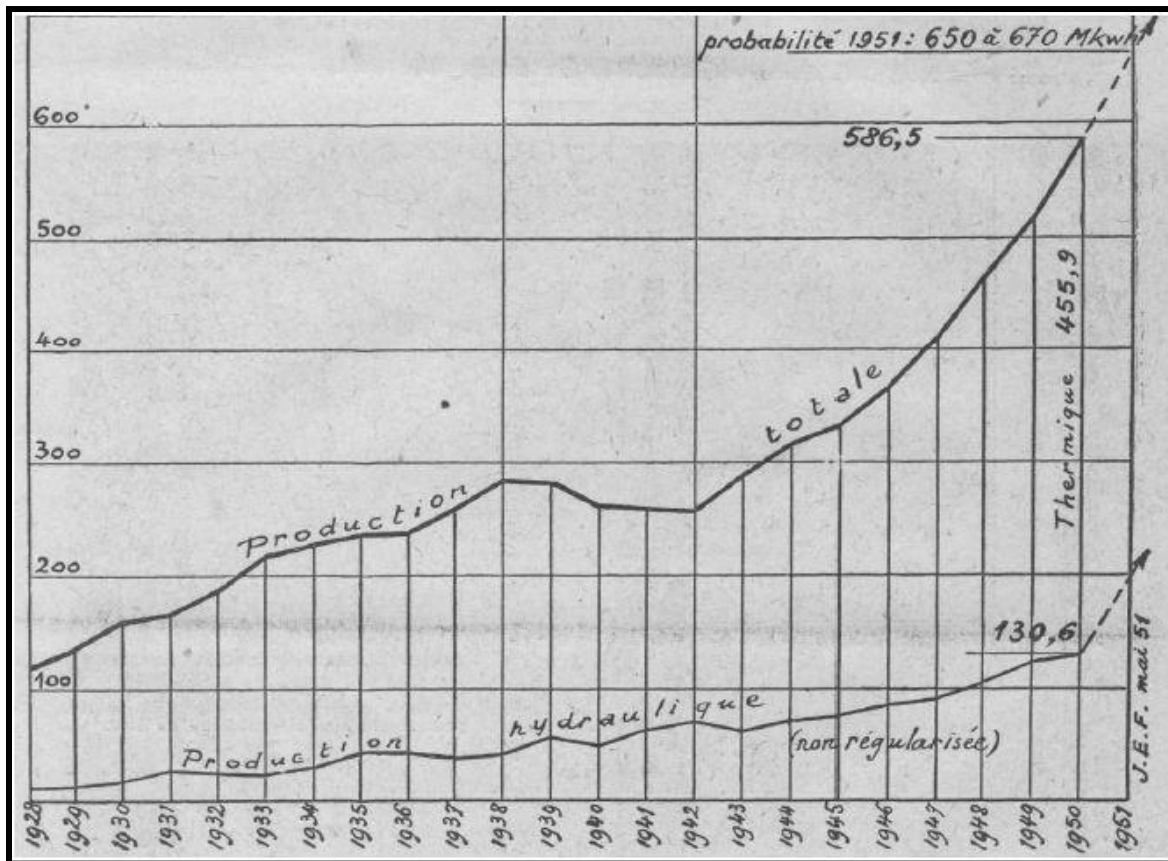


Figure 3.13: Evolution de la production électrique en Algérie de 1928 à 1950 inclus
 Source: Document Algériens, SERIE ECONOMIQUE n°80- 1^{er} Juin 1951, ELECTRIFICATION

Remarque :

- La différence entre les productions totale et hydraulique est représentée par la production thermique, dont la part était importante.

3.3- L'Algérie après 1962 :

« Voulez-vous que l'Algérie devienne un État indépendant coopérant avec la France dans les conditions définies par les déclarations du 19 mars 1962 ? »

En votant « Oui » à 99,72% à la question qui leur est posée dans le cadre du référendum d'autodétermination organisé le 1er juillet 1962, le peuple algérien ouvre la voie de son indépendance.

Deux jours plus tard, le 3 juillet 1962, la France reconnaît officiellement l'indépendance de l'Algérie ! [29]

L'Algérie indépendante, ferme dans la joie la douloureuse parenthèse de la colonisation. Le Front de Libération Nationale (FLN) prend le pouvoir, et adopte une stratégie économique qui ne profite qu'à la branche énergétique.

3.3.1- La démographie en Algérie :

a. Evolution de la population :

Alors que les algériens étaient 8 millions en 1954, les dernières estimations de l'Office Nationale des Statistiques (ONS), évaluent leur nombre à 37,9 millions, au 1er janvier 2013. L'année 2012 a été marquée par un nombre important de naissances estimé à 978 000 soit 7,5% de plus qu'en 2011.

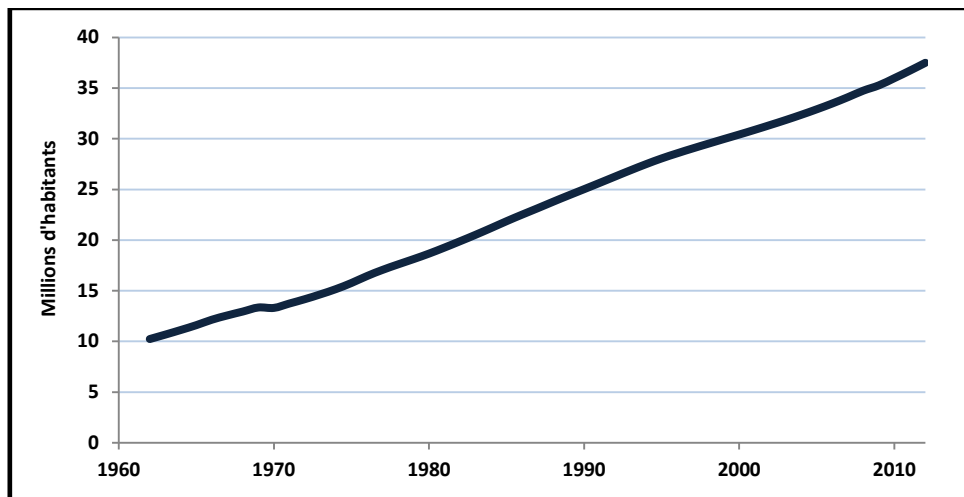


Figure 3.14 : Evolution de la population Algérienne
Source: ONS

Le graphique ci-dessus montre que la population Algérienne a plus que doublé en quarante ans, puisqu'en 1973, elle était estimée à 15 millions d'habitants. Il est vrai que la croissance démographique est permanente depuis 50 ans, mais à des taux différents :

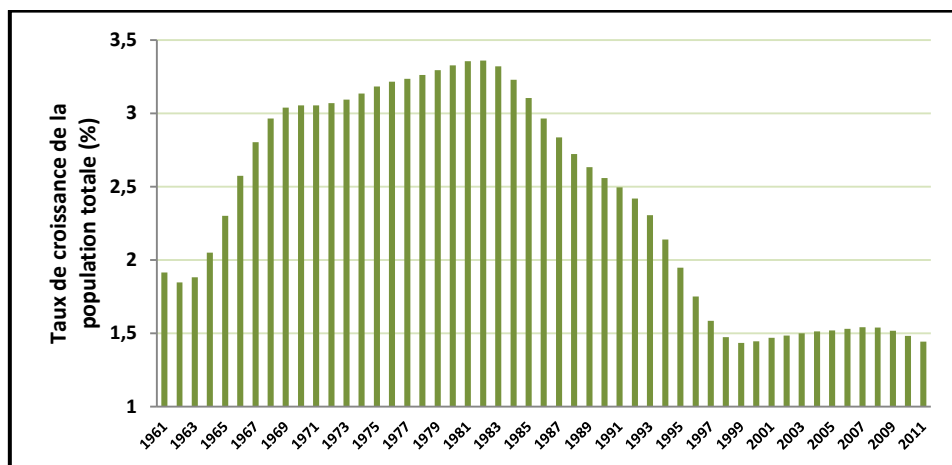


Figure 3.15: Croissance annuelle de la population
Source : Université de Sherbrooke

En effet, deux périodes se distinguent :

- **Avant 1980** : caractérisée par un taux de natalité moyen de 3,6 %, faisant de l'Algérie, un des pays les plus féconds au monde.

- **Après 1980** : le chiffre baisse sensiblement jusqu'à atteindre 1,4%, ces dix dernières années.

Parmi les causes de cette diminution de natalité, on pourrait évoquer, en premier lieu, les années noires par lesquelles notre pays est passé (1991-2002), mais aussi le changement de train de vie des Algériens, qui s'est modernisé et qui a suscité une prise de conscience face aux inconvénients multiples que rencontrent les familles nombreuses dans une société en pleine mutation.

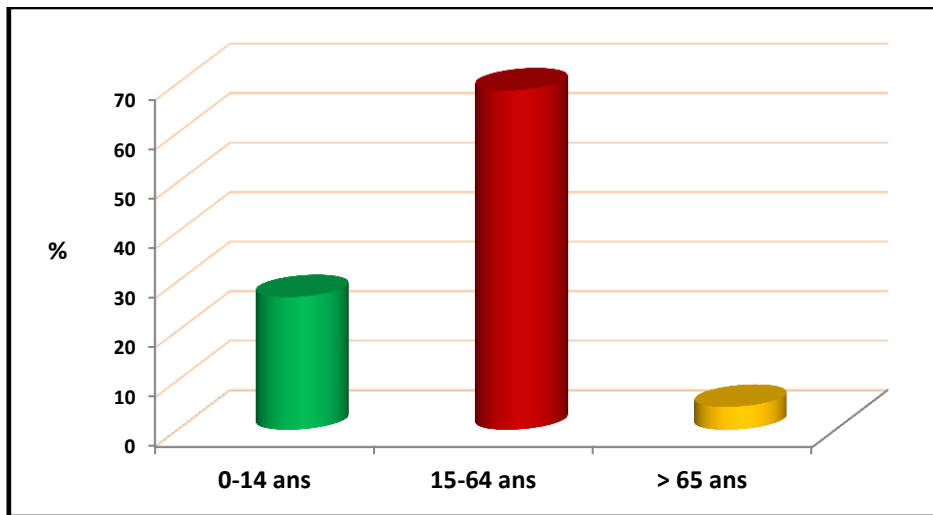


Figure 3.16: Structure de la population algérienne

Source: Université de Sherbrooke

L'Algérie est une nation jeune, 70% de sa population a moins de 20 ans.

b. Distribution de la population Algérienne :

La répartition de la population est très contrastée, pour principalement des raisons climatiques. Ainsi environ 90% des algériens vivent au nord et majoritairement (63%) le long de la côte méditerranéenne qui ne représente que 4% du territoire national. 28% sont établis dans les hauts plateaux qui occupent 9% de la superficie totale alors que le sud c'est-à-dire 87% du pays n'accueille que 9% de la population (d'après le SNAT : Schéma National d'Aménagement du Territoire).

Les grandes villes notamment Alger, Oran, Constantine et Annaba continuent d'attirer les migrants. On relève l'émergence d'un «retour» des populations vers les hautes plaines mais qui ne suffit pas à provoquer un inversement de la tendance à la littoralisation.

La concentration de la population et des activités sur la frange littorale produit des déséquilibres coûteux à la collectivité et conduit à de fortes tensions dans l'usage des ressources naturelles : l'eau, les carburants...

• Population urbaine et rurale :

Les villes et campagnes algériennes ont connu de profondes mutations sous l'effet de la croissance démographique et des évolutions socio-économiques de ces dernières décennies.

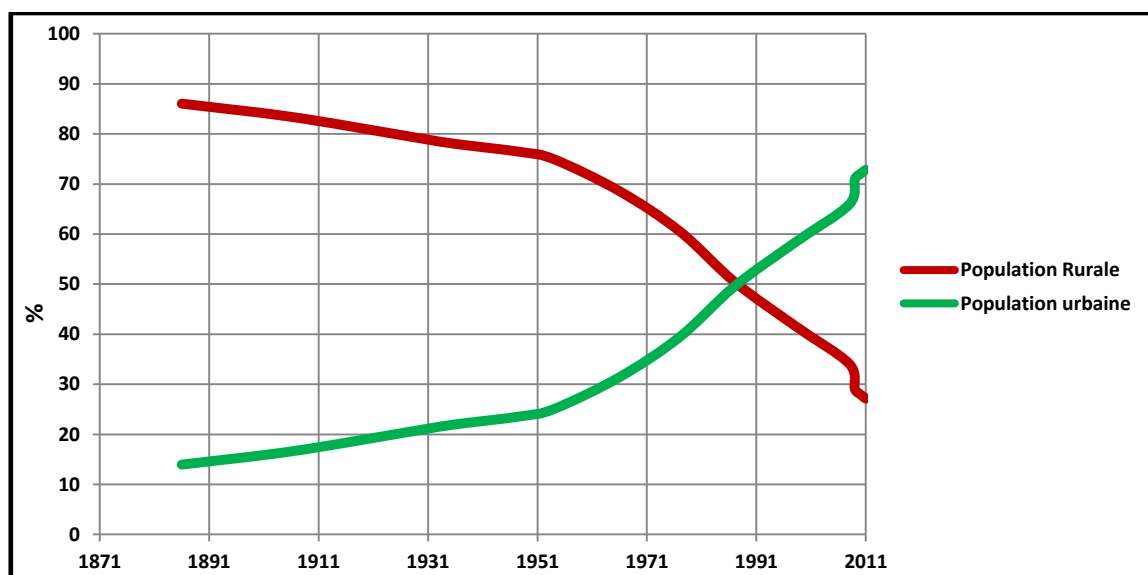


Figure 3.17: Evolution du pourcentage de la population urbaine et rurale
Source : ONS

L'Algérie est en pleine transition urbaine qui s'accroît et se généralise à l'ensemble du territoire.

La croissance du taux d'urbanisation a engendré une dégradation du cadre de vie, marquée par la prolifération de l'habitat précaire (8% du parc logement, en moyenne), la construction d'habitations en violation de la législation urbaine, ainsi qu'à l'émergence de problèmes liés aux transports, à l'insécurité et à la pollution.

3.3.2- L'économie algérienne :

Quelques années après l'indépendance, la structure de l'économie algérienne telle qu'elle est révélée par la composition de son PIB (tableau 3.9), reste encore marquée par la période coloniale.

| Secteurs d'origine | 1963 (prix courants) | 1964 (prix courants) | 1965 (prix courants) | 1966 (prix 1965) | 1967 (prix 1965) | 1968 (prix 1965) |
|---------------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
| Agriculture, forêts, pêche | 2,5 | 1,9 | 2,3 | 1,5 | 2,3 | 2,4 |
| Mines et énergie (dont pétrole) | 2,2 (1,9) | 2,4 (2,0) | 2,5 (2,1) | 3,1 (2,7) | 4,0 (3,6) | 4,4 (4,0) |
| Industrie, construction, B.T.P. | 1,9 | 2,0 | 2,7 | 2,6 | 2,7 | 2,9 |
| Administrations publiques | 2,3 | 2,0 | 2,1 | 2,1 | 2,2 | 2,2 |
| Transports, service, commerce | 4,4 | 6,2 | 6,6 | 6,7 | 6,6 | 6,6 |
| Total du P. I. B. | 13,3 | 14,5 | 16,2 | 16,0 | 17,8 | 18,5 |

Tableau 3.9: Estimation du produit intérieur brut de l'Algérie (en milliards de D.A.)
Source : Situation économique de l'Algérie en 1968. Chambre de Commerce et d'Industrie d'Alger.

| | 1963 (1) | 1966 (2) | 1969 (3) |
|---|---------------|---------------|---------------|
| Industrie alimentaire | 9,8 | 17,0 | 14,0 |
| Industrie mécanique et électrique | 10,9 | 6,2 | 4,2 |
| Chimie et divers | 5,8 | 7,2 | 4,2 |
| Textiles et cuirs | 4,4 | 2,7 | 4,2 |
| Matériaux de construction | 2,7 | 1,8 | 2,0 |
| Total Industries de transformation | 33,6 | 34,9 | 28,6 |
| Mines et carrières | 3,2 | 0,8 | 2,1 |
| Energie | 5,6 | 7,9 | 4,5 |
| Hydrocarbures | 50 | 52,4 | 50,6 |
| Bâtiments et Travaux publics | 7,6 | 4,0 | 14,2 |
| Total Toutes Industries (en 1000 D. A.) | 100 (3602) | 100 (3356) | 100 (7140) |

Tableau 3.10 : Structure de la valeur ajoutée par industrie (en %)

Source : Etude sur les économies maghrébines, l'économie algérienne après l'indépendance

Nous constatons que la plus grande part revient aux hydrocarbures, avec le lancement des deux raffineries (Hassi Messaoud et Alger) et l'activation du projet de liquéfaction du gaz naturel provenant par gazoduc de Hassi R'mel (2,4 millions de m³).

La politique de dépendance vis-à-vis de la rente gazière et pétrolière (97% des recettes d'exportation en 1982), a gelé les efforts de création de richesses en Algérie (rendement agricole et productivité industrielle), contraignant notre pays à importer tous ses biens de consommation : produits alimentaires, médicaments, équipements.

La chute vertigineuse du cours du pétrole en 1986 a été un coup dur pour l'économie rentière, obligeant l'état à négocier un ajustement structurel¹⁰ avec le FMI, qui a incontestablement permis d'entamer une redynamisation et une modernisation de l'outil économique national.

En 2011, l'Algérie se place deuxième puissance économique du continent après l'Afrique du sud, avec un PIB de **188,68 milliards** de dollars américains à prix courants.

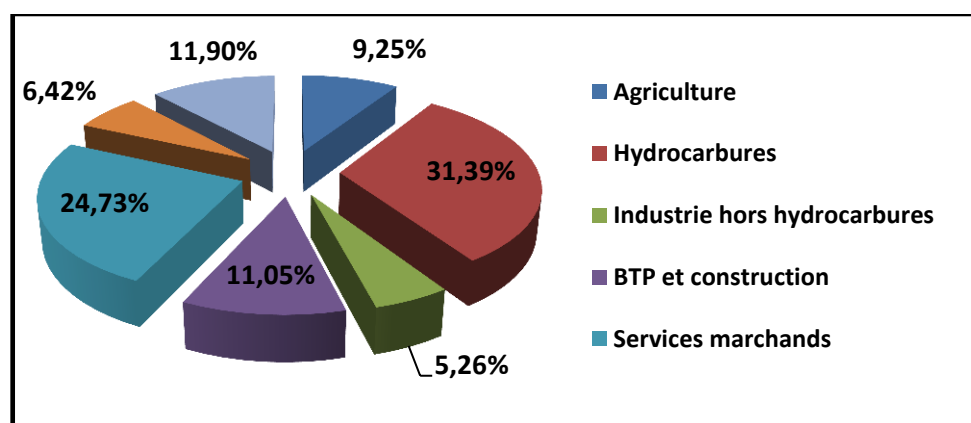


Figure 3.18: Répartition sectorielle du PIB en 2011

Sources: DG Trésor, FMI, Ministère des Finances, Octobre 2011

¹⁰ Ajustement structurel: c'est un programme de réformes économiques mis en place par le Fonds Monétaire International (FMI) pour permettre aux pays touchés par de grandes difficultés économiques de sortir de leur crise économique.

- **Chômage:**

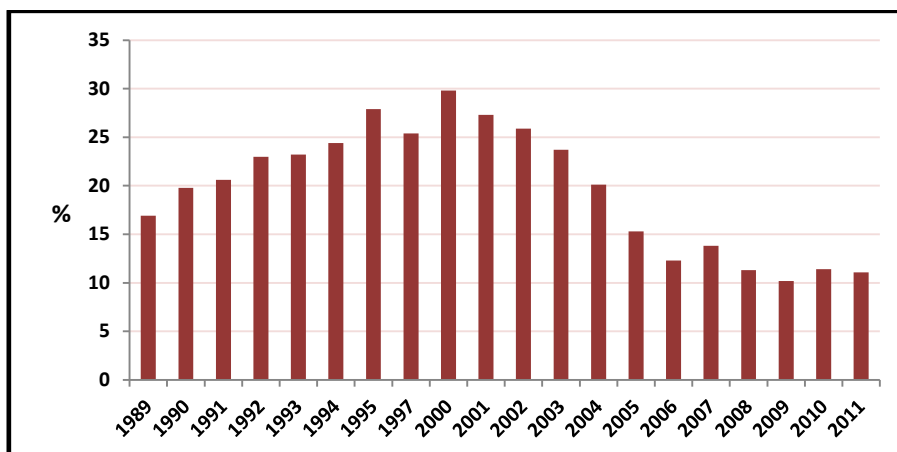


Figure 3.19: Evolution du taux de chômage en Algérie

Source: La banque mondiale

Pour l'année 2011 le taux de chômage a été évalué à 11%. Il est donc égal à celui de l'année 2010 et légèrement supérieure à celui de 2009 (10,2%), mais en net recul par rapport à celui de 2007 (13,8%). Pour les universitaires le taux est passé de 21,4% en 2010 à 16,1% en 2011.

Le nombre de chômeurs est de 1.063.000 personnes en 2011 représentant 11% de la population active.

- **Autres indicateurs économiques :**

| Indicateur de croissance | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 (estimation) |
|---|---------|---------|-----------|-----------|----------------------|
| PIB (milliards USD) | 137,96 | 161,99 | 188,68 | 206,55 e | 215,45 |
| PIB (croissance annuelle en %, prix constant) | 2,4 | 3,3 | 2,4 e | 2,6 e | 3,4 |
| PIB par habitant (USD) | 3953,68 | 4572,87 | 5503,16 e | 5659,74 e | 5789,46 |
| Taux d'inflation | 5,7 | 3,9 | 4,5 e | 8,4 e | 5,0 |

Tableau 3.11: Indicateurs économiques en Algérie

Source: FMI - World Economic Outlook Database

3.3.3- Commerce extérieur :

Pour l'année 2011, les échanges extérieurs de l'Algérie font apparaître :

- Une forte progression des exportations par rapport à l'année 2010 dominées à 97% par les hydrocarbures, réalisant un bénéfice de 29% soit un revenu de 73,4 milliards USD, profitant de la remontée des cours du pétrole.
- Une reprise - après deux années de stabilité - de la hausse des importations de 15% soit un coût de 46,4 milliards USD due pour l'essentiel à la facture alimentaire (+61% représentant 9,7 milliards USD).

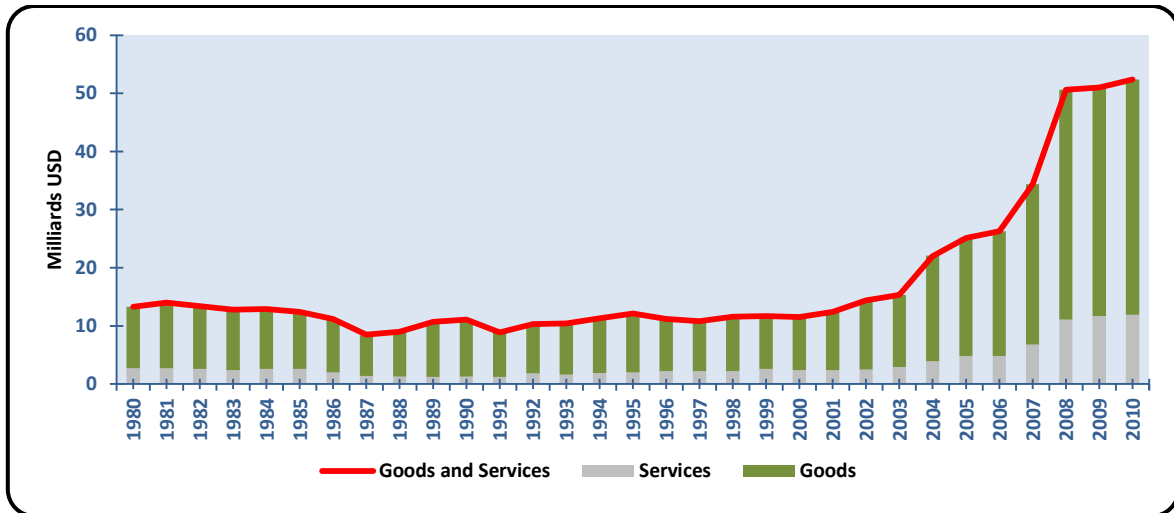


Figure 3.20: Evolution des importations en Algérie
 Source: WTO statistical data sets, April 2012

Alors qu'elles avaient légèrement reflué en 2009 (-1%) et augmenté modérément en 2010 (+2,3%), les importations algériennes sont repartiées à la hausse en 2011, passant de 40,4 à 46,4 milliards USD (+15%). Cette forte progression est surtout à mettre sur le compte de l'explosion de la facture alimentaire (+61% à 9,7 milliards USD), qui affecte notamment les céréales, semoules et farines (+ 103 % à 4 milliards USD), les produits laitiers (+53% à 1,5 milliards USD) et le sucre (+ 71% à 1,16 milliards USD).

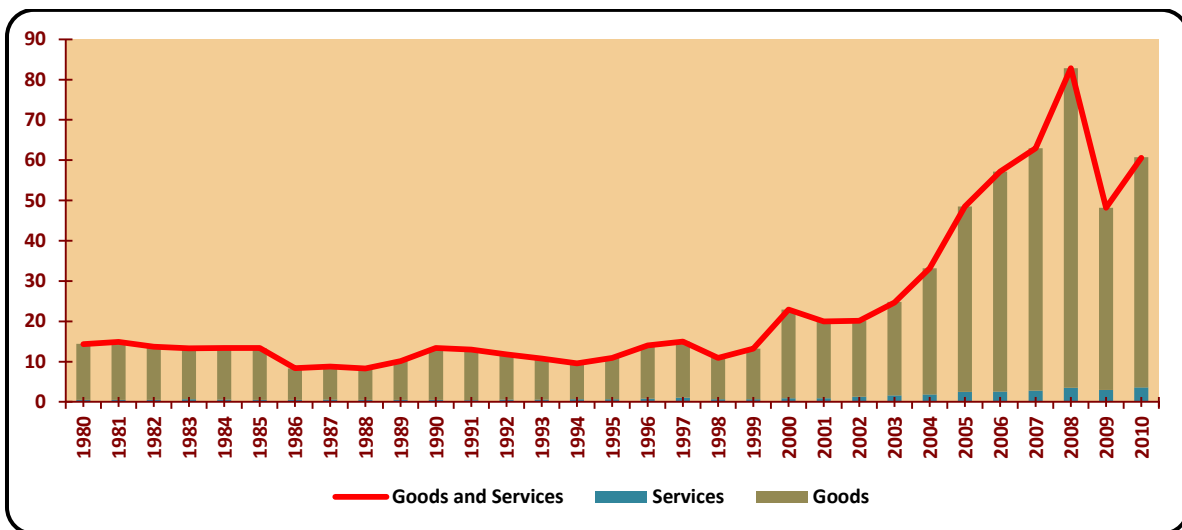


Figure 3.21: Evolution des exportations en Algérie
 Source: WTO statistical data sets, April 2012

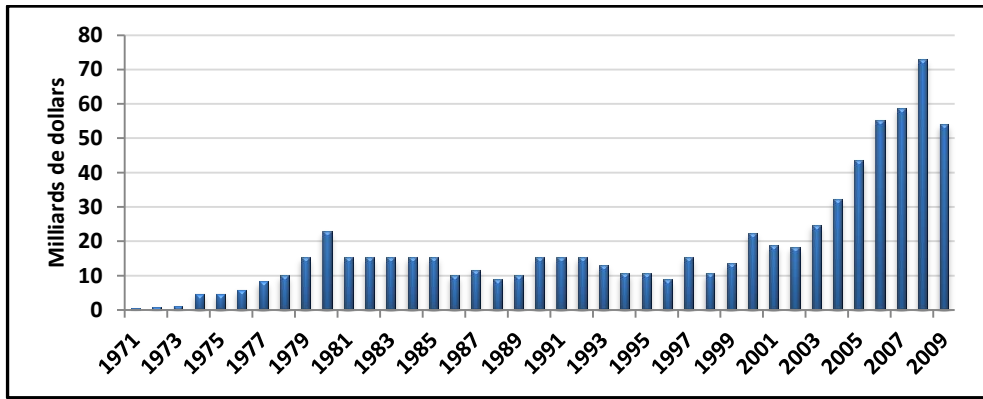


Figure 3.22 : Evolution des exportations d'hydrocarbures en milliards de dollars

Source : [30]

En 2012, le volume des exportations d'hydrocarbures a enregistré une baisse de 1,3%, exacerbée par la crise économique en Europe, après avoir gagné 27,6% en 2011. En valeur, les ventes algériennes de pétrole et de gaz se chiffraient à 71,7 milliards de dollars en 2011 et à 70,8 en 2012. Oxford Business Group, dans son dernier rapport sur l'Algérie, pronostique un léger fléchissement de la valeur des exportations en 2013 pour atteindre 70,3 milliards de dollars.

L'excédent commercial progresse ainsi à 26,9 Milliards USD (contre 16,6 Milliards USD en 2010).

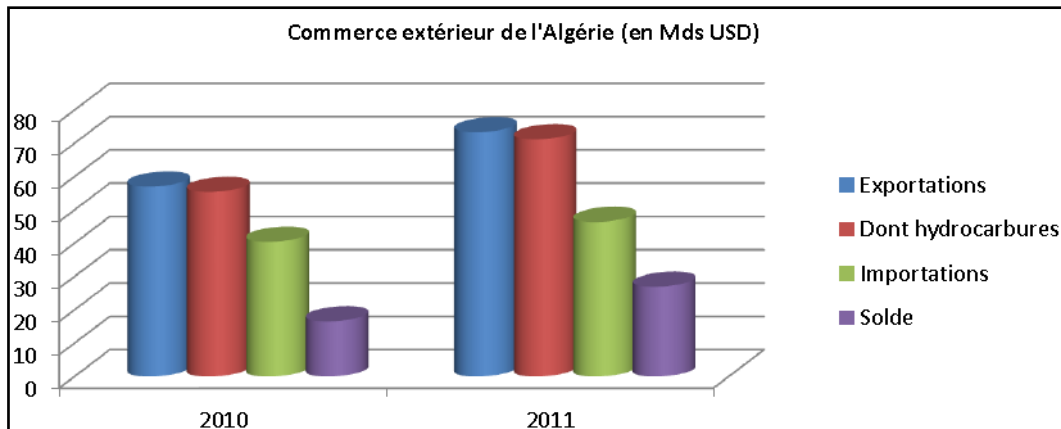


Figure 3.23: Commerce extérieur de l'Algérie (2010-2011)

Source : Douanes algérienne, 2011

Au plan bilatéral, la France demeure le premier fournisseur de l'Algérie avec des exportations en hausse de 15%. Les Etats-Unis sont quant à eux le premier client de l'Algérie, devant l'Italie, l'Espagne et la France.

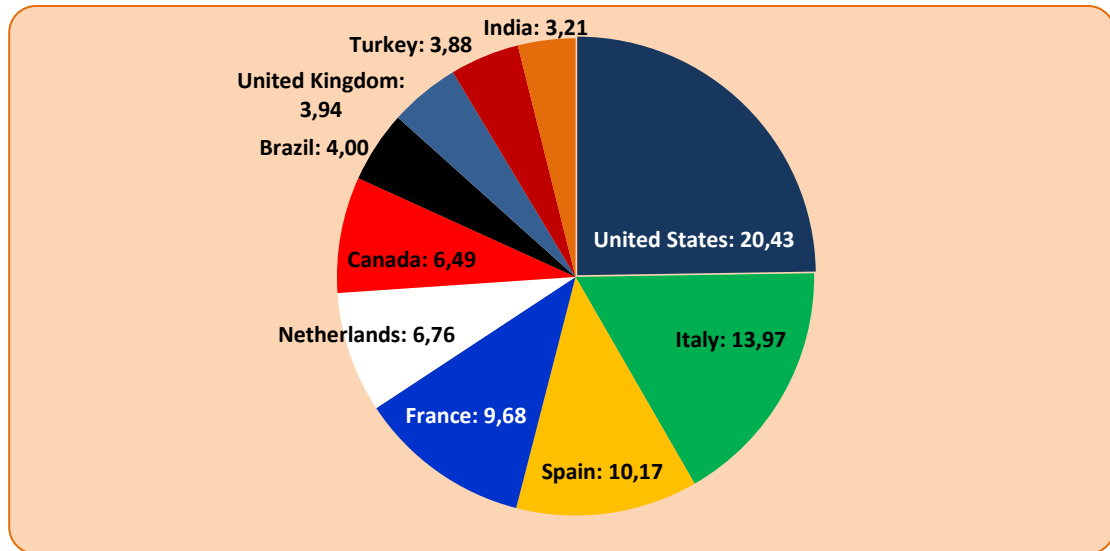


Figure 3.24: Principaux clients (exportations en %), 2011
Source: Merchandise trade matrix, imports and exports of total all products, annual, 1995-2011

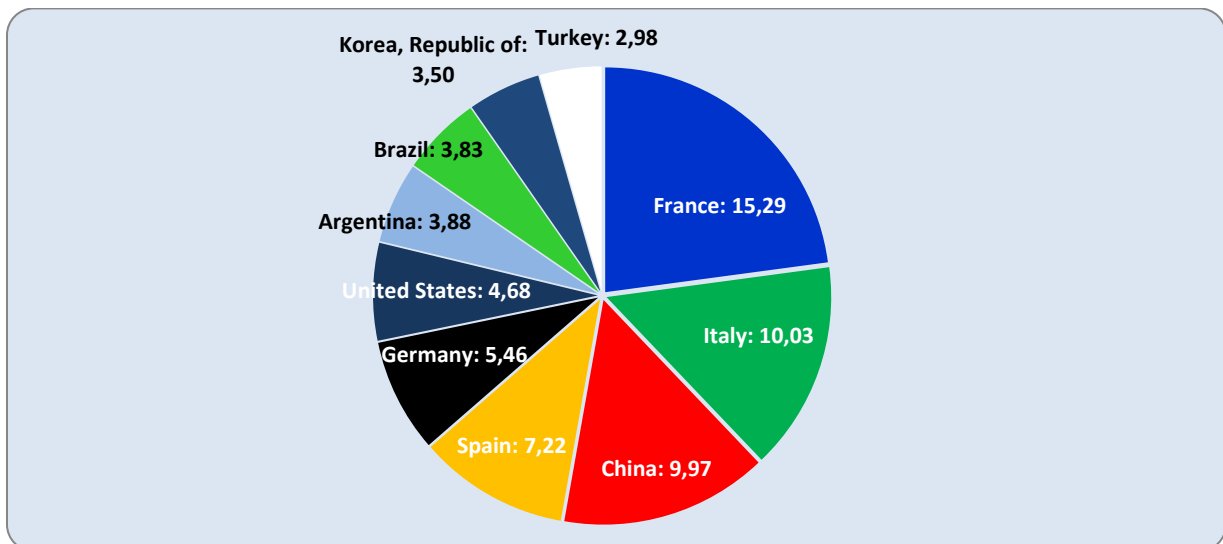


Figure 3.25: Principaux fournisseurs (importations en %), 2011
Source: Merchandise trade matrix, imports and exports of total all products, annual, 1995-2011

a- Composition des importations :

| Produits | Importation 2011 (Milliards USD) | Evolution 2011/2010 (%) | Part dans le total des importations algériennes 2011 (%) |
|--------------------------|----------------------------------|-------------------------|--|
| Céréales | 4,025 | +103% | 8,7% |
| Véhicules de tourisme | 2,109 | +45% | 4,5% |
| Produits pharmaceutiques | 1,955 | +17% | 4,2% |
| Véhicules de transport | 1,783 | +15% | 3,8% |

| | | | |
|-----------------------------------|-------|-------|-------|
| Barres en fer et en acier | 1,685 | +54% | +3,6% |
| Laits et produits laitiers | 1,525 | +54% | 3,3% |
| Sucres et sucreries | 1,162 | +71% | 2,5% |
| Articles de robinetteries | 106 | +54% | 2,3% |
| Autres | 31,15 | +2,6% | 67% |

Tableau 3.12: Composition des importations algériennes
Source: Douane algérienne

La composition des importations algériennes est superposable à celle de l'année précédente. Les trois pôles prédominants sont toujours les céréales, les véhicules (de tourisme et de transport) (+45%, +15%) les produits pharmaceutiques (+17%), suivis cette année des matériaux de construction fer et en acier (+54%) et des produits laitiers (Douanes algériennes 2011).

➤ **Véhicule :**

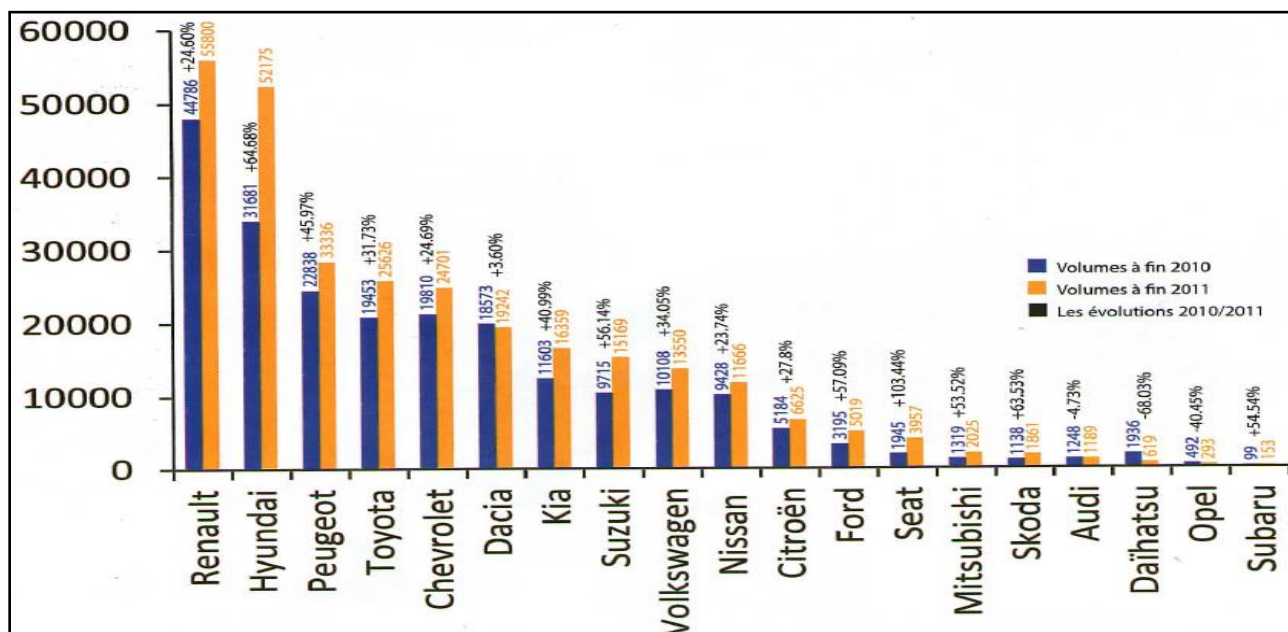


Figure 3.26: Bilan 2011, voitures utilitaires et touristiques
Source: mensuel automobile Algérie, 19/02/2012

Dans la gamme de marques automobiles ayant le plus de succès en 2011, la française Renault et la sud-coréenne Hyundai se distinguent par des volumes dépassant nettement la barre symbolique des 50 000 unités. Ce qui permet à l'une et à l'autre de détenir respectivement 19,63% et 18,36% de parts de marché. Les voitures les plus achetées sont pour Renault les Symbol et Clio III et pour Hyundai les Atos et Accent chez Hyundai.

➤ **Carburants :**

Le parc automobile qui comptait 5,27 millions de voitures en 2011 a connu une hausse de 12% en 2012 soit 568 610 nouveaux véhicules. L'Algérie a de ce fait consommé pour l'année écoulée, quelques 14 millions de tonnes de carburants, selon le ministère de l'Energie et des mines, soit, 14 % de plus qu'en 2011.

En raison d'un déficit de plus de 2,4 millions de tonnes de carburants enregistré en 2012, l'Algérie a dû recourir à l'importation pour une valeur supérieure à 2 milliards de dollars. Contrainte qui risque d'être reconduite pour l'année 2013, non seulement parce que la demande va augmenter sensiblement mais aussi parce que la production nationale en carburant n'a pas été optimisée.

Pour pallier à ce déficit, l'état a lancé plusieurs projets de construction de raffineries dont une à Tiaret ainsi qu'un plan de maintenance de celles existant déjà notamment à Alger, Skikda et Arzew.

| Trimestre | unité | 1er 2011 | 2ème 2011 | 3ème 2011 | 4ème 2011 | Total 2011 | 1er 2012 | 2ème 2012 |
|-----------|--------|-------------|--------------|--------------|--------------|---------------|-------------|--------------|
| Essence | 1000 T | 665 | 754 | 817 | 777 | 3013 | 768 | 847 |
| Gasoil | 1000 T | 2071 | 2242 | 2209 | 2285 | 8807 | 2203 | 2406 |

Tableau 3.13: Consommation carburants

Source: Sonelgaz

3.3.4- L'énergie et les mines en Algérie :

a- Potentiel énergétique et minier :

- **Réserves fossiles conventionnelles :**

La quasi-totalité des réserves mises à jour, se situent dans le Sud Est du pays. Le principal gisement de pétrole se trouve à Hassi Messaoud, celui de gaz naturel à Hassi R'mel. Les deux représentent 67% des réserves établies.

Le bassin d'Illizi complète le tiercé en regroupant 14% des volumes en place. L'ensemble des réserves est enfermé dans plus de 200 gisements de pétrole et de gaz.

L'OPEP estime nos réserves prouvées de gaz naturel à 4504 milliards de m³, l'équivalent de 57 ans de consommation au rythme actuelle, cependant, en raison d'une demande croissante en gaz estimée à 5% par an, ce chiffre peut être revu à la baisse.

Quant au pétrole, nos réserves ne représentent qu'1% des réserves mondiales, estimées à 12,2 milliards de barils en 2011, le ratio réserves/production est de 19,3 ans au rythme de consommation actuelle. Or comme pour le gaz naturel, cette estimation n'inclue pas l'augmentation de la consommation nationale notamment par le développement du parc automobile, la voracité des centrales électriques fonctionnant au diesel, et la consommation domestique.

Pour le reste du pays :

- Le Sahara central est essentiellement une zone gazéifiée autour de gisements plus ou moins étendus.

- Le Sahara-Ouest concentre d'importantes ressources gazières et son potentiel reste encore largement inconnu.
- Dans le nord du pays, quelques gisements de pétrole et de gaz ont été découverts, mais la prospection au niveau de cette région est délicate du fait d'une géologie complexe.

• **Réserves non conventionnelles : Gaz de schiste :**

En Algérie, le potentiel est évalué à 20 000 milliards de m³ représentant la troisième réserve au monde. Les gisements se trouvent dans les bassins de Mouydir, Ahnet, Berkine-Ghadames, Timimoun, Reggane et Tindouf. [31]

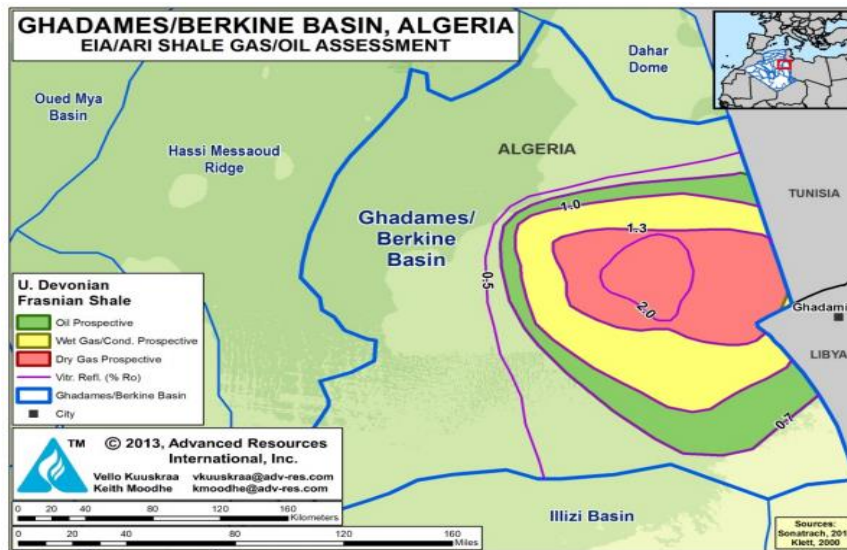


Image 3.7: Carte des réserves de pétrole de schiste

Source: AIE, 2013

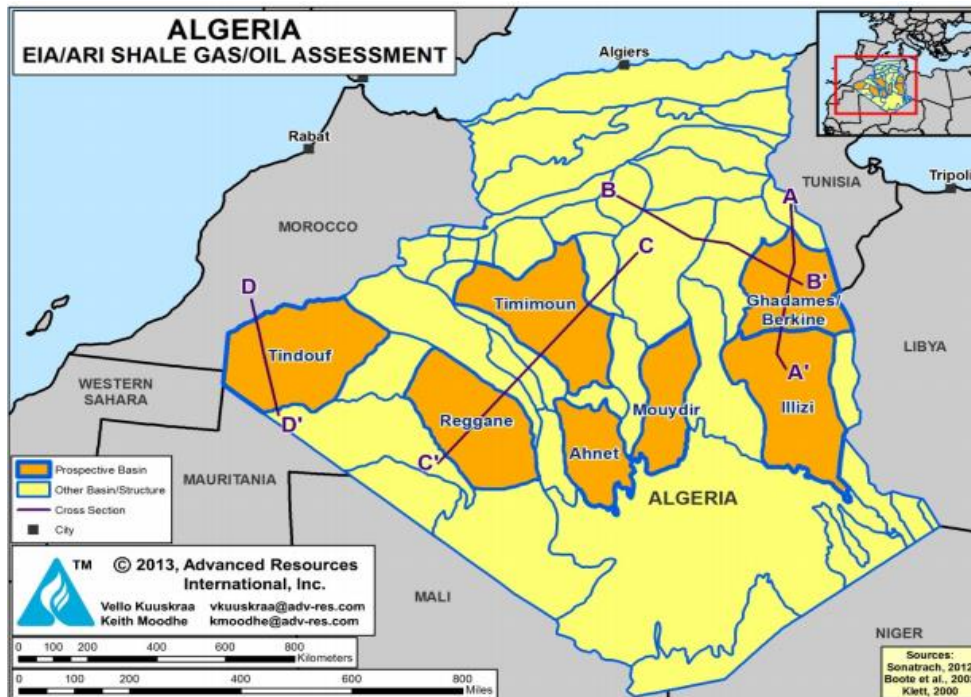


Image 3.8: Nouvelle carte des réserves de gaz de schiste

Source: AIE, 2013

- **Potentiel renouvelable:**

1. Solaire :

De par sa situation géographique, l'Algérie dispose d'un potentiel solaire des plus élevés au monde. La durée d'ensoleillement dépasse sur la quasi-totalité du territoire national, 2000 heures annuellement et peut atteindre 3900 heures dans certaines régions (hauts plateaux et Sahara). L'énergie reçue quotidiennement sur une surface horizontale d'un m² est d'au moins de 5KWh sur la majeure partie du pays, soit près de 1700 KWh/m²/an au nord et 2263 KWh/m²/an au sud.

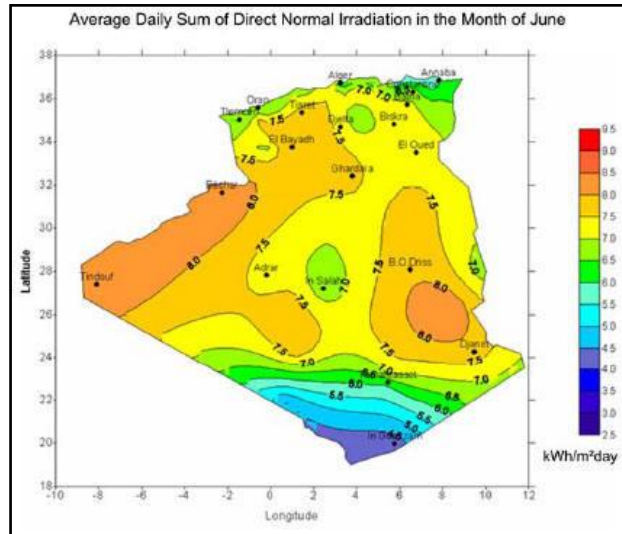


Image 3.9: Carte d'ensoleillement de l'Algérie
Source: CDER

2. Eolien:

Le potentiel éolien diffère selon la situation géographique. Ainsi au nord du pays, les vents sont modérés avec une vitesse de 1 à 4 m/s.

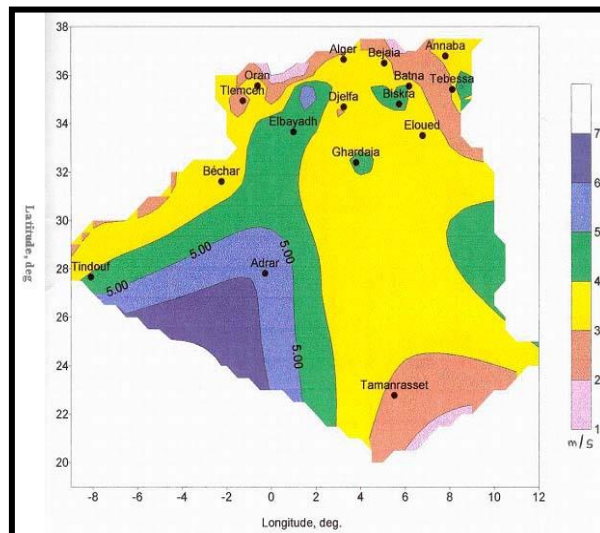


Image 3.10: Carte des vents
Source: MEM, Algérie

3. Géothermie :

Plus de deux cent sources chaudes ont été inventoriées dans le nord du pays. Un tiers environ (33%) d'entre elles ont des températures supérieures à 45°C. Il existe à Biskra des sources à hautes températures atteignant 118°C.

Des études sur le gradient thermique ont permis d'identifier trois zones dépassant les 5°C/100m : Relizane et Mascara, Ain Boucif et Sidi Aissa, Guelma et Djbel el Onk.

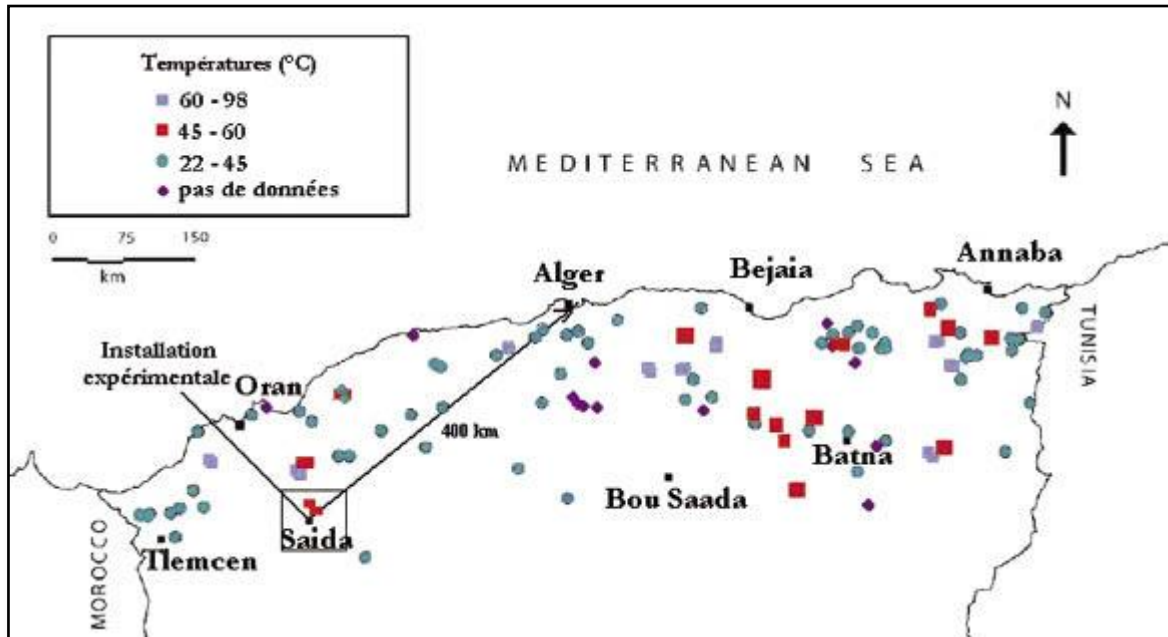


Image 3.10: Carte de températures des sources thermales
Source: CDER

4. Hydraulique :

La quantité globale d'eau de pluie en Algérie est évaluée à 65 milliards de m³. Beaucoup de déperditions sont malheureusement à déplorer pour plusieurs raisons : nombre réduit de jours de précipitation, concentration sur des espaces limités, forte évaporation, évacuation rapide vers la mer. Cent trois (103) sites de barrages ont été recensés, plus de cinquante (50) d'une capacité moyenne de 5,5 milliards de m³ sont actuellement en exploitation.

Mis à part les barrages hydroélectriques hérités à l'indépendance fournissant 5TWh/an, aucun des 70 barrages construits n'est générateur d'électricité !

5. Biomasse :

- Forêt :

Le potentiel actuel est évalué à environ 37 Mtep. Le potentiel récupérable est de l'ordre de 3,7 millions de Mtep soit 10%.

- Déchets urbains et agricoles :

5 millions de tonnes de déchets urbains et agricoles ne sont pas recyclés représentant un potentiel de l'ordre de 1,33 Mtep/an

- **Potentiel minier :**

1. Diamant :

La recherche a été menée dans la région de Reggane où l'identification à déjà livré plus de 1500 pierres de diamant.

2. Fer :

L'essentiel du potentiel géologique se trouve au sud-ouest du pays avec 3,5 milliards de tonnes contenant du fer à 57%. Il s'agit des gisements de Mecheri Abdelaziz et de Ghara Djebilet (250Km à l'est de Tindouf). Le potentiel localisé au nord du pays est évalué à environ 70 millions de tonnes réparties entre les gisements d'Ouenza et de Boukhadra (60 millions de tonnes).

3. Or :

Il existe actuellement plusieurs gisements d'or localisés essentiellement au sud du pays dans la région du Hoggar. Le potentiel global est estimé à plus de 200 tonnes.

- Le gisement de Tirek situé à 400 Km de Tamanrasset a des réserves géologiques de l'ordre de 730 000 tonnes avec une teneur moyenne de 18g/t.
- Le gisement d'Amessmassas situé à 460 Km à l'Ouest de Tamanrasset dont les réserves géologiques sont de l'ordre de 3,38 millions de tonnes avec une teneur moyenne de 18g/t.
- Le gisement de Tiririne – Hanane situé à 450 Km à l'est de Tamanrasset. Ses réserves géologiques sont de l'ordre de 481 000 tonnes avec une teneur moyenne de 17g/t.
- Le gisement d'In Abegui a des réserves évaluées à 2 807 000 tonnes avec teneur de 3,59g/t.

4. Pierres décoratives :

Parmi les sites de pierres ornementales identifiés, retenons :

- La serpentine d'Oued Madakh (Oran)
- Le travertin et le calcaire de Hassi Ghala (Ain Témouchent)
- Le calcaire noir de Dhar El Mendjel (Ain Témouchent)
- Le calcaire de Ténès (Chlef)
- Le calcaire à nummulites et le silex de Djebel Dyr (Tébessa)
- La rose des sables et le bois silicifié

5. Plomb-Zinc :

Le potentiel en zinc/plomb est évalué à 150 millions de tonnes de minerai et se localise principalement au nord du pays.

6. Sel :

Le potentiel de sel en Algérie est considérable et se compose de :

- Sel gemme avec des réserves évaluées à un milliard de tonnes,
- Sel lagunaire avec des réserves évaluées à 1,5 millions de tonnes situés dans le sud-est algérien.

7. Kaolin :

Quatre gisements à potentiel économique sont déjà identifiés, il s'agit de Tamazert, Sidi Ali Bounab, Chekfa et Djebel Debbagh. La production est limitée.

8. Phosphate :

Les réserves évaluées actuellement sont estimées à 2 milliard de tonnes, localisées dans le bassin phosphatier de Djebel Onk (Tébessa) et exploitables à ciel ouvert.

9. Diatomite :

Il existe de grands gisements de diatomite près de Mohammadia et de Mostaganem. Leur exploitation est de faible rendement.

10. Feldspath :

Le gisement d'Ain Barbar (Annaba) possède des réserves importantes (7 millions de tonnes).

11. Fluorine :

Gisement d'Ait Oklan : situé à 150 Km de Tamanrasset avec 1 220 000 tonnes de minerai à 30% soit 226 500 tonnes de réserves en fluorine.

12. Le wolfram-étain :

Ce potentiel évalué à environ 123,6 tonnes pour le wolfram (métal) et à 36,6 tonnes pour l'étain, est localisé dans le massif du Hoggar.

13. Uranium :

Potentiel important localisé dans le massif du Hoggar.

14. Terres rares (Niobium, Tantale, Rubidium) :

Le potentiel est estimé à :

- 13,76 tonnes de tantale à 0,02% de teneur dans le minerai,
- 4,12 tonnes de niobium à 0,006% de teneur,
- 133 tonnes de niobium à 0,187% de teneur.

15. Gypse :

Les grands gisements existent à Dahra, Djebel Chegga, Mostaganem, Arzew, Sidi Bel Abbès, Habouch et les Babors.

16. Perlite :

La perlite existe dans les roches volcaniques et sédimentaires près de Maghnia.

b- Production et consommation d'énergie primaire :

- ❖ La production pétrolière a plus que triplé depuis 1965, mais la tendance est à la baisse depuis 2006 chiffrée à environ 20%, expliquée par la diminution de découvertes de nouveaux gisements et par la baisse de production de certains puits. Actuellement, la production de brut est passée de 1,29 million de barils/jour en 2011 à 1,27 en 2012.

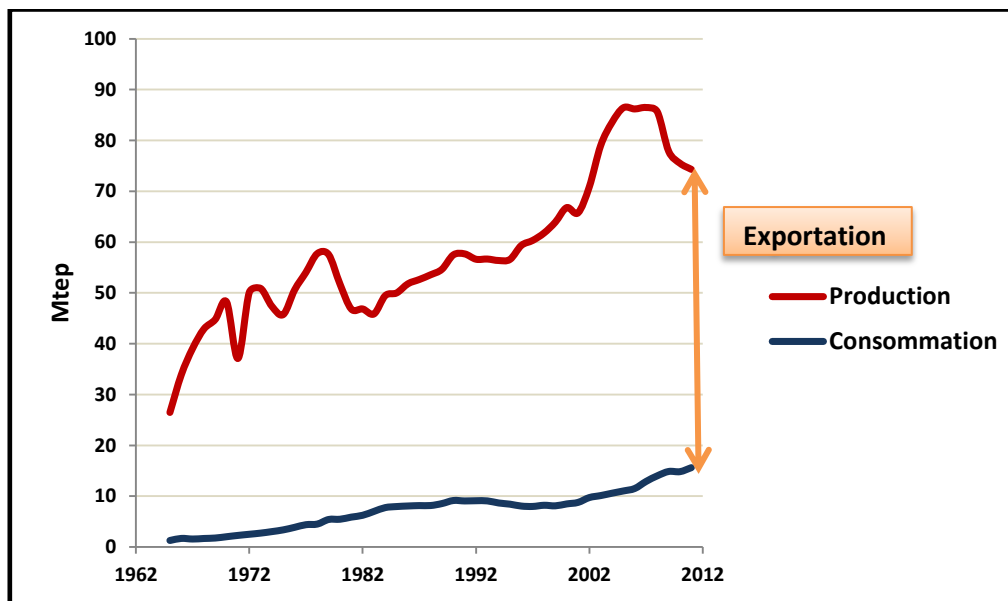


Figure 3.27: Production et consommation de pétrole depuis 1965

Source : BP Statistical Review

- ❖ Pour les mêmes raisons, la **production gazière** est en baisse ces dernières années.

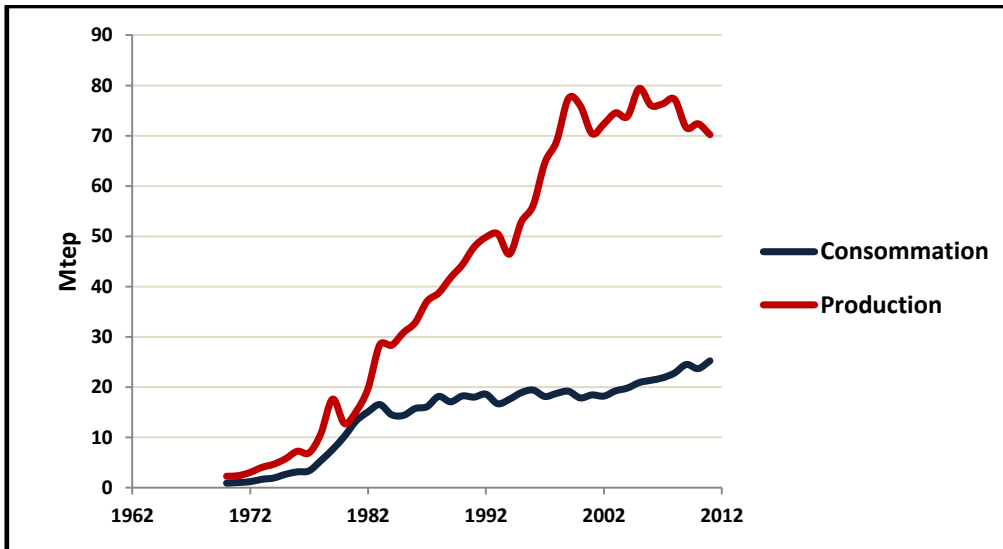


Figure 3.28: Production et consommation de gaz depuis 1970

Source : BP Statistical Review

- ❖ Pour les mêmes raisons, la production gazière connaît, ces dernières années, le même sort. Durant l'année 2011, vingt (20) puits ont été découverts au total, dont dix de gaz et de condensat, trois de pétrole et sept de pétrole et de gaz. Mais ce nombre reste inférieur à celui des années précédentes.

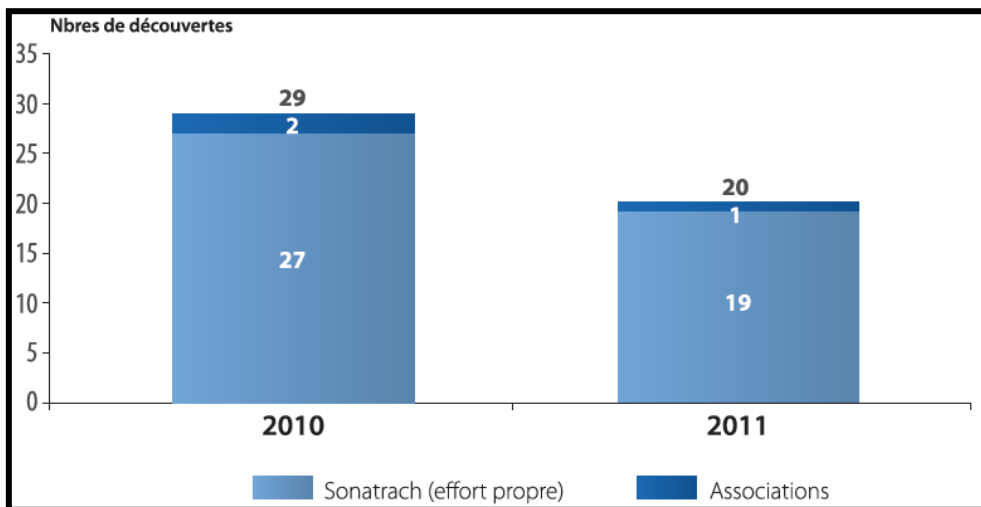


Figure 3.29: Evolution des découvertes

Source : Bilan des réalisations du secteur de l'énergie et des mines (MEM)

Voici la répartition de la production d'énergie primaire pour l'année 2011, comme donnée dans le bilan énergétique national :

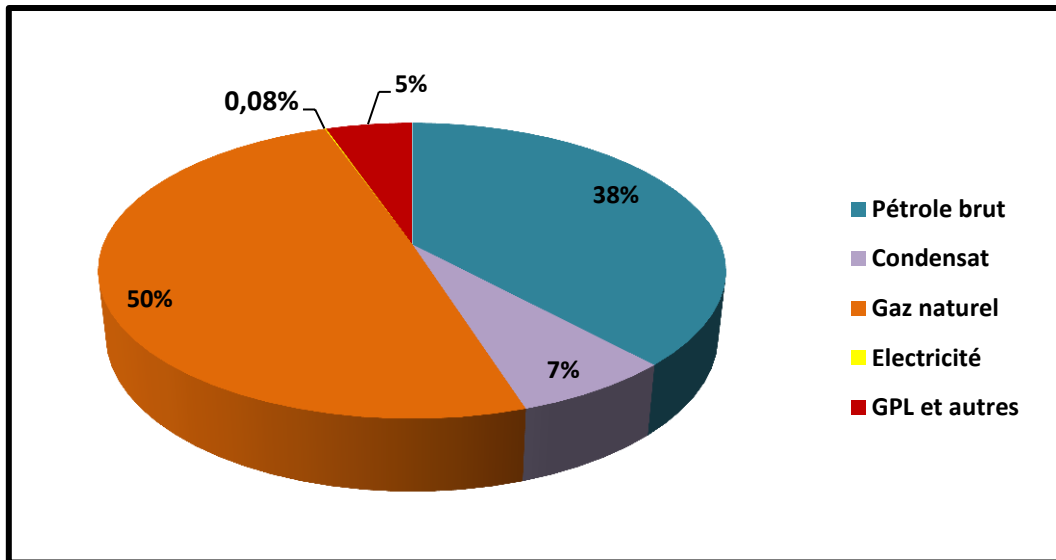


Figure 3.30: Répartition de la production d'énergie primaire, 2011

Source : Bilan énergétique national, 2011(MEM)

En 2011, la production d'énergie primaire a connu une baisse supplémentaire de 3%, elle a atteint 158 Mtep contre 163 Mtep en 2010. Cette baisse a concerné l'ensemble des produits à l'exception de l'électricité primaire ¹¹ qui a fortement augmenté avec la mise en service de la **centrale hybride** de Hassi R'mel (capacité de 150 MW dont 25 MW d'origine solaire). Cette production d'électricité photovoltaïque a été de 124 GWh si l'on inclue la participation des villages solaires

La production, par ailleurs, de GPL est restée stable ces deux dernières années chiffrée à 7,1 millions de tonnes en 2011 et à 7,2 millions de tonne en 2010.

Note : Qu'est-ce que le GPL ?

Le **GPL, diminutif de gaz de pétrole liquéfié**, est le plus souvent extrait de puits de gaz (60% en moyenne de la production mondiale). Les 40% restants sont d'origine pétrolière, provenant soit directement des puits où il surnage, soit du raffinage en tant qu'énergie dérivée.

❖ **Gaz de schiste :**

L'Algérie, dixième producteur de gaz naturel, et quinzième producteur de pétrole au monde, connaît une forte augmentation de consommation énergétique annuelle alors que le gisement de Hassi Messaoud est sur la voie du déclin.

Face à cette situation, l'Algérie a opté pour l'exploitation des gaz de schiste.

Est-ce le bon choix ?

¹¹ Production d'électricité primaire : Hydraulique + Solaire (centrale hybride+ villages solaires)

Pourquoi nous lancer dans le développement de gaz non conventionnels alors que nous disposons encore de gaz naturel ?

D'autre part, pourquoi exploiter les gaz de schiste alors que nous ne maîtrisons pas la technologie d'extraction ?

L'exploitation du gaz de schiste par fracturation hydraulique ne sera pas facile, coûtera cher, mobilisera d'énormes quantités d'eau dans un pays semi-aride et détruira durablement l'écosystème du Sahara.

La réserve dont dispose notre pays est stratégique et ne devrait être exploitée que si la technique de forage est la moins dangereuse possible, sans risques écologiques hydriques ou sismiques, mais aussi avec un coût moins onéreux.

❖ Consommation d'énergie primaire :

Notons sur le graphe ci-dessous que la consommation en fossiles a plus que doublé en 30ans passant pour le gaz naturel (combustible le plus consommé) de 15 à 30 Mtep et que les besoins énergétiques nationaux sont couverts à 99% par les hydrocarbures. La part des énergies renouvelables reste négligeable.

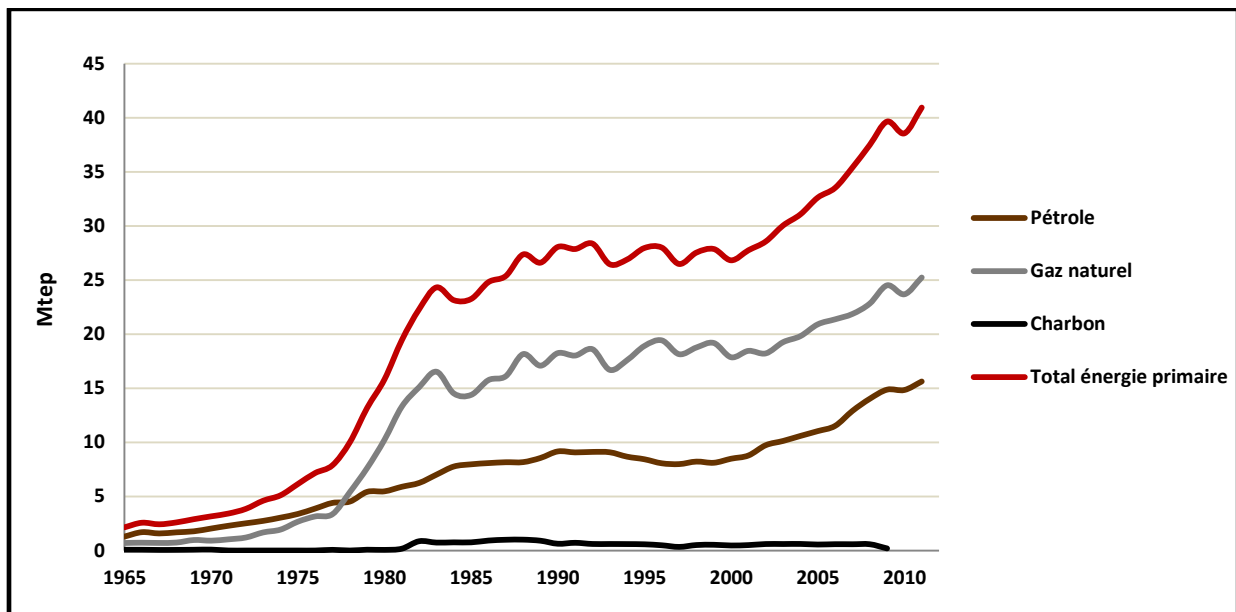


Figure 3.31: Evolution de la consommation énergétique en Algérie, jusqu'à l'année 2011

Source: BP Statistical Review of World Energy June 2012

c- Energie dérivée :

L'énergie dérivée comprend les produits pétroliers provenant des raffineries, l'électricité, le GNL et le GPL (issu des raffineries et des unités de GNL).

En 2011, la production d'énergie dérivée a connu une diminution de 4%, estimée à 57,9 Mtep alors qu'elle était en 2010 évaluée à 60,2 Mtep, dû à une baisse de production de GNL

(-11,4%) et des produits pétroliers (- 4,1%). Par contre, la production d'électricité thermique a augmenté sensiblement de 7,5%.

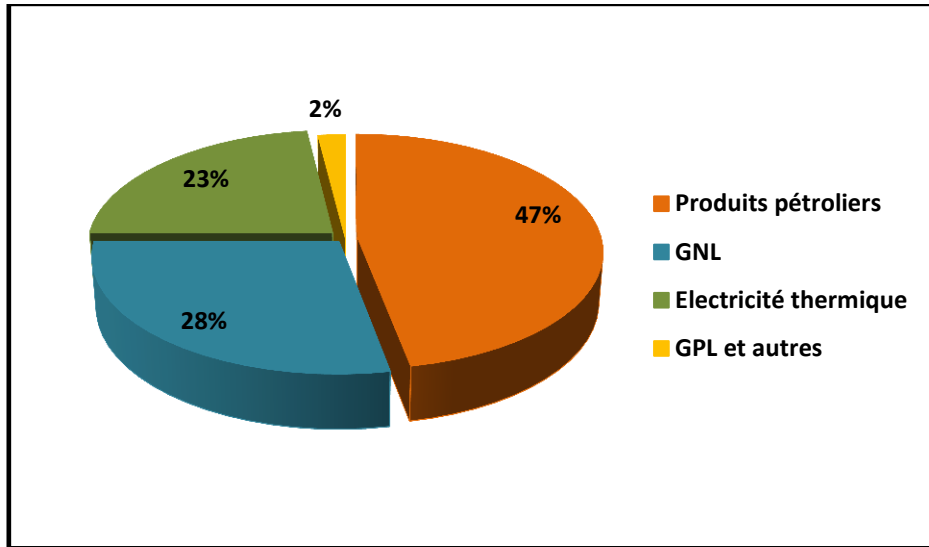


Figure 3.32: Répartition de la production d'énergie dérivée, 2011
Source : Bilan énergétique national, 2011(MEM)

La baisse de production des produits pétroliers s'explique par la diminution des volumes de pétrole traités, en raison des arrêts induits par les travaux de réhabilitation des raffineries. La chute de production des unités de GNL est due à la baisse de la demande européenne suite à la crise économique dans cette zone.

❖ Raffinage :

Le raffinage a baissé en 2011 de 4,2% par rapport à 2010, pour atteindre un volume de 25,0 millions de tonnes. Cette diminution est due partiellement à l'entrée en vigueur du programme de réhabilitation des raffineries occasionnant un ralentissement des unités concernées, notamment celle d'Arzew, contraignant le pays à l'importation de grandes quantités d'essence et de gasoil.

En effet, les importations d'énergie dérivée ont atteint 2,8 Mtep, enregistrant une hausse de 74%, conséquence de l'augmentation de celle des produits pétroliers qui a atteint 114%.

En 2011, l'importation d'essence est estimée à 390 000 tonnes, celle du gasoil à 1,23 millions de tonnes représentant 58% des produits pétroliers importés.

❖ Production de GNL :

La production de GNL a fortement augmenté depuis 1965, passant de 18 milliards de m³ durant la période (1965-1999) à près 43 milliards de m³ en moyenne entre 2000 et 2007, soit bien au-dessus du double.

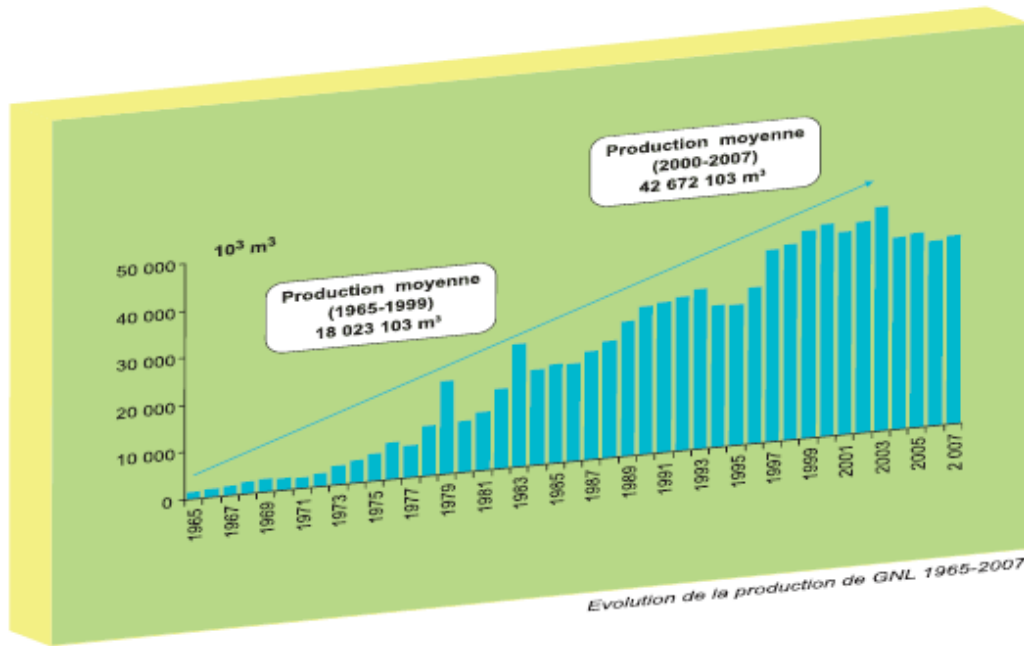


Figure 3.33: Evolution de la production de GNL 1965-2007

Source: MEM

La production de complexes de liquéfaction du gaz naturel a atteint 16,2 Mtep en 2011, contre 18,3Mtep en 2010, enregistrant une baisse de 11,4%.

❖ **Electricité :**

La production électrique est en hausse permanente, ayant presque triplé en vingt ans. Elle a augmenté de 7,5% entre 2010 et 2011.

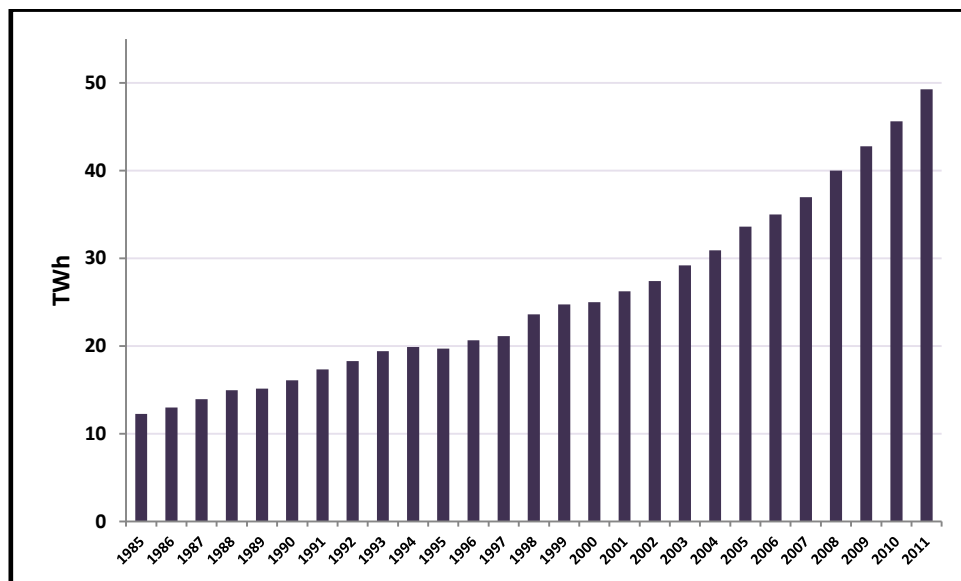


Figure 3.34: Evolution de la production électrique

Source : BP Statistical Review, 2012

On peut distinguer deux phases de croissance :

- De 1985 (12,3 TWh), à 1998(23,6 TWh), soit un taux de croissance de 5,2%
- De 1998 (23,6 TWh), à 2011(49,3 TWh), le taux passe à 5,8%.

- ❖ **Capacité installée :** La capacité installée par Sonelgaz a plus que décuplé ces cinq dernières décennies. En effet, en 1962, elle était de 568 MW et a atteint 8503 MW en 2011.

L'évolution de la **capacité installée** est représentée dans le tableau ci-dessous :

| Capacité de production (MW) | 1980 | 1990 | 2001 | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 |
|-----------------------------|------|------|------|------|------|-------|-------|---------|
| Sonelgaz (SPE) | 1852 | 4567 | 5600 | 6752 | 6381 | 8439 | 8446 | 8503,8 |
| Tiers indépendants | - | - | - | 1660 | 1660 | 2886 | 2886 | 2886 |
| Total | 1852 | 4567 | 5600 | 8412 | 8041 | 11325 | 11332 | 11389,8 |

Tableau 3.14: Evolution de la puissance installée de production électrique
Source: MEM

Le gaz naturel est l'énergie la plus utilisée dans la production électrique, vu son abondance relative par rapport au pétrole, il est aussi moins polluant. Mais l'épuisement inéluctable à moyen terme des hydrocarbures et les préoccupations environnementales exigent le développement des énergies propres et renouvelables, notamment solaire et éolienne, dont les gisements sont disponibles et abondants en particulier dans le sud (solaire) et le sud-ouest du pays (éolien).

La production électrique nationale est essentiellement d'origine fossile, la part des énergies renouvelables est infime, l'**hydroélectricité** représente seulement **1%** en 2011 contre 26% en 1973 !

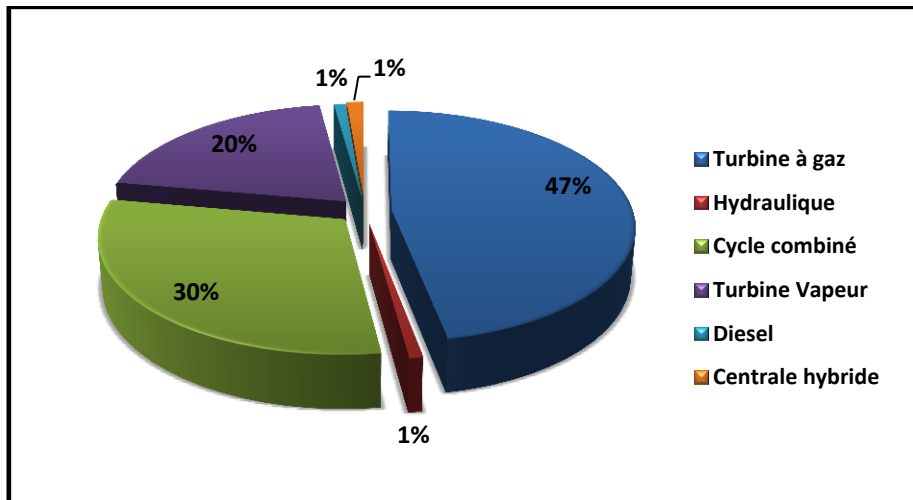


Figure 3.35: Structure du parc de production électrique en Algérie, 2011
Source : Bilan énergétique national 2011 (MEM)

❖ Pertes techniques et non techniques :

| Type de pertes | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 |
|------------------------------|--------|------|------|------|------|------|
| Pertes de transport (GWh) | 1719,3 | 1689 | 1597 | 162 | 1861 | 2039 |
| Pertes de distribution (GWh) | 4513,7 | 4606 | 5079 | 5576 | 6934 | 7049 |

Tableau 3.15: Evolution des pertes techniques d'électricité
Source: ONS

En 2011, les pertes d'électricité sont estimées à 2,6 Mtep, dû respectivement aux :

- Pertes de distribution qui représentent 76%, de cette déplétion incluant les pertes non techniques causées par le phénomène de **piratage** du réseau électrique (38%) et qui se chiffrent à 0,75 Mtep
- Pertes de transports (24%) évaluées à 0,62 Mtep

❖ Consommation électrique:

Le graphique ci-dessous représente l'évolution de la consommation électrique par habitant :

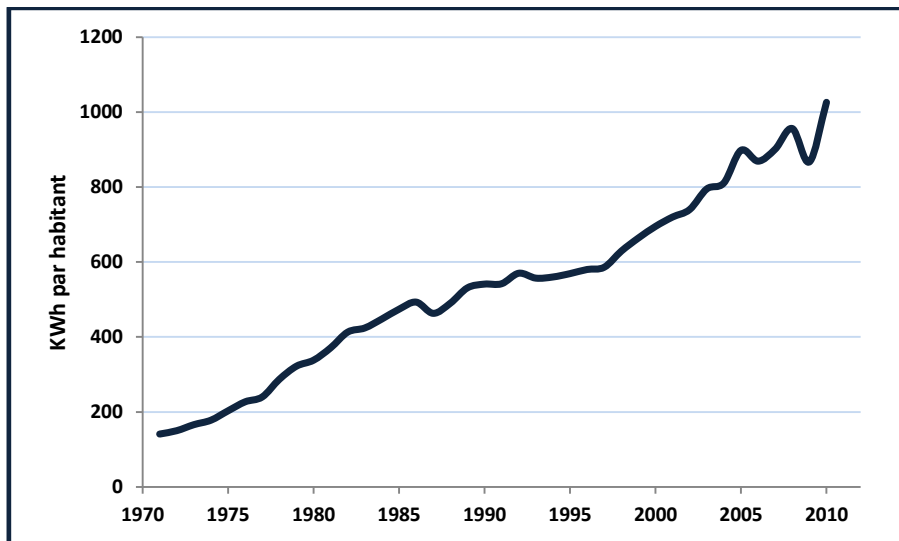


Figure 3.36: Evolution de la consommation par habitant en Algérie 1971-2010
Source : Banque mondiale

Il est vrai que la consommation électrique par habitant a fortement augmenté en Algérie, depuis 1971, et connaît de grandes disparités de valeurs entre le nord et le sud, la moyenne nationale reste cependant inférieure à la moyenne mondiale estimée à plus de 3100 KWh/hab/an en 2011.

d- Emissions de CO₂ en Algérie :

Le taux d'émission de CO₂ est en hausse depuis 1960 :

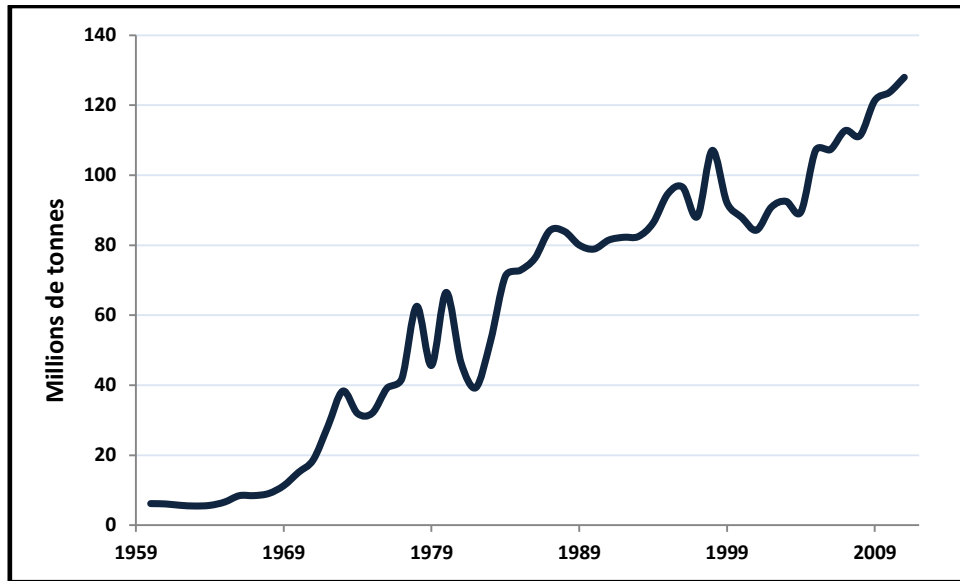


Figure 3.37: Evolution des émissions de CO₂ 1960-2011

Source: Université de Sherbrooke

Les émissions de gaz à effet de serre sont dues essentiellement aux activités énergétiques du pays, notamment à la production électrique, majoritairement issue des ressources fossiles (centrales thermiques).

Parmi les efforts nationaux, en termes de réduction de ces émissions, le lancement de l'usine de Krechba. Située à In Salah, dans l'extrême sud algérien, cette usine est l'un des rares projets dans le monde qui prennent en charge la technique dite de « Capture et Stockage géologique du CO₂ » (CSC).

Grâce à ce projet d'un coût de 1,7 milliards de dollars, l'Algérie a aujourd'hui une capacité d'enfouissement de 600 000 m³/jour de déchets gazeux.

e- Pétrochimie :

La pétrochimie a enregistré une baisse en 2011, estimée à 13% par rapport à 2010 les chiffres respectifs étaient de 320 000 tonnes contre 367 000 tonnes. La cause étant la diminution de production de soude, PEhd, résines et éthylène.

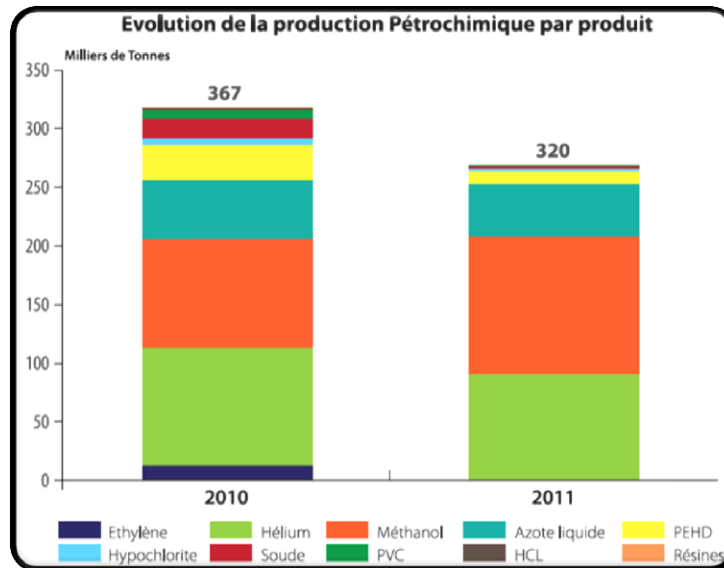


Figure 3.38: Evolution de la production pétrochimique en Algérie
Source : MEM

À partir de 2016, l'Algérie compte investir 20 milliards de dollars pour développer son industrie pétrochimique.

f- Consommation d'énergie par secteur :

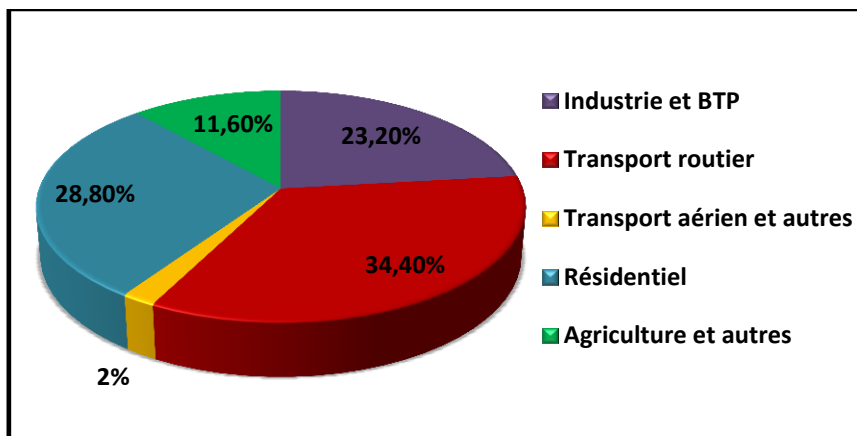


Figure 3.39: Consommation finale par secteur
Source: MEM

La consommation finale reflétant une croissance de 7,4% correspondant à 2,4 millions de tep est passée de 31,6 Mtep en 2010 à 34,0 Mtep en 2011.

Par secteur d'activité, celui **des transports** est en hausse de 10%, atteignant 12,4 Mtep en 2011, en rapport avec une augmentation de la consommation énergétique du transport routier (+11,2%).

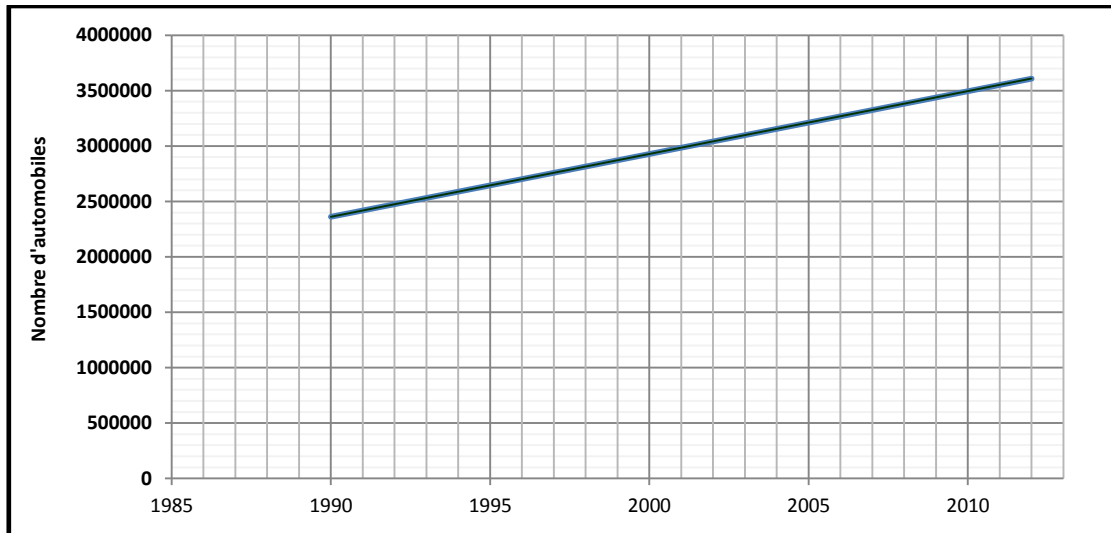


Figure 3.40: Evolution du parc automobile algérien
Source: ONS

Le parc automobile est très vieux comme l'indique le graphique ci-dessus (2012), comptant près de 50% de véhicules de plus de 20 ans, d'où la grande consommation en carburant. A noter que, 65,35% du parc automobile algérien recensé, consomme de l'essence et 34,65% au gasoil.

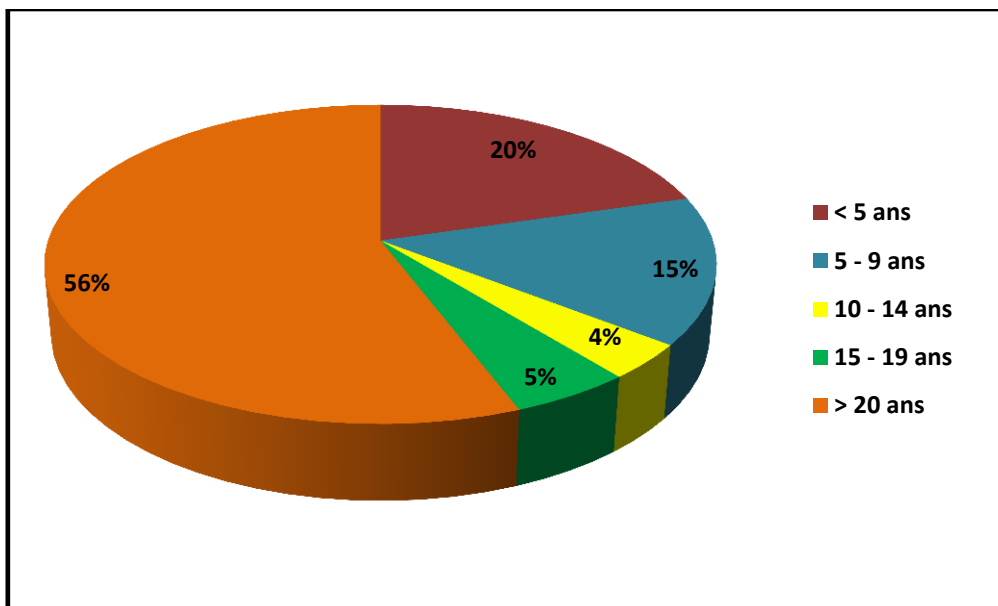


Figure 3.41: Age du parc automobile algérien, 31/12/2011
Source: ONS

| <i>GENRE</i> | <i>SOURCE D'ENERGIE</i> | | | | <i>TOTAL</i> |
|------------------------------|-------------------------|--------------|------------------|--------------|------------------|
| | <i>ESSENCE</i> | <i>%</i> | <i>GAZOIL</i> | <i>%</i> | |
| VEHICULES DE TOURISME | 2 305 226 | 80,70 | 551 258 | 19,30 | 2 856 484 |
| CAMIONS | 20 301 | 5,41 | 354 989 | 94,59 | 375 290 |
| CAMIONNETTES | 547 815 | 60,87 | 352 133 | 39,13 | 899 948 |
| AUTOCARS/AUTOBUS | 1 591 | 2,13 | 73 220 | 97,87 | 74 811 |
| TRACTEURS ROUTIER | 1 347 | 1,98 | 66 622 | 98,02 | 67 969 |
| TRACTEURS AGRICOL | 3 155 | 2,34 | 131 522 | 97,66 | 134 677 |
| VEHICULES SPECIAUX | 383 | 10,48 | 3 272 | 89,52 | 3 655 |
| MOTOS | 12 767 | 93,60 | 873 | 6,40 | 13 640 |
| TOTAL | 2 892 585 | 65,35 | 1 533 889 | 34,65 | 4 426 474 |

(*): N'apparaissent pas les remorques et semi-remorques (véhicules tractés).

Tableau 3.16: Répartition du parc national automobile selon le genre et la source d'énergie au 31/12/2011
Source: ONS

- **La consommation du secteur «Industrie et BTP»** a connu une légère baisse de 1,6% correspondant à 7,9 Mtep, toutefois, les sous-secteurs des industries manufacturières et des matériaux de construction ont augmenté respectivement de 32,2% et de 3,7%, hausses liées essentiellement à la forte croissance de consommation des industries agroalimentaires (46,3%) et des cimenteries (+5,7%).
- Enfin, la consommation du **secteur «Ménages et autres»** a atteint 13,7 Mtep, dominé par le sous-secteur **résidentiel** avec une croissance de 10,6%. La consommation finale du secteur de l'agriculture a connu une hausse de 8,5% par rapport à 2010.

Modélisation du secteur résidentiel en Algérie

Un modèle est une construction simplifiée, qui permet d'illustrer la réalité par des chiffres, constituant une aide potentielle à la prise de décision. En intégrant les différentes politiques et contraintes de tous types (économique, écologique..), la modélisation prospective permet d'anticiper un cadre d'évolution probable à partir de scénarii plausibles.

En raison de la forte demande énergétique du secteur résidentiel en Algérie, ce chapitre développe un cadre méthodologique visant l'estimation, dans ce domaine, des consommations des ménages à l'horizon 2030-2050.

4.1- Cadre de l'analyse énergétique :

Du fait des relations étroites entre l'énergie et les activités humaines, l'analyse du système énergétique sera générale et tiendra compte de différents aspects, aussi bien économiques, techniques, sociologiques, environnementaux, que politiques et éthiques. En effet, comme illustré dans le schéma ci-dessous, le modèle énergétique permet de représenter les différentes interactions entre l'énergie et ses déterminants technologiques et économiques, de manière cohérente, dans le but d'établir à un instant donné, une construction simplifiée du profil énergétique, c'est-à-dire la manière dont l'énergie est transformée et consommée. [32] [33]

Les conséquences de ce profil en termes d'épuisement des ressources primaires et d'émissions de polluants atmosphériques seront ensuite évaluées.

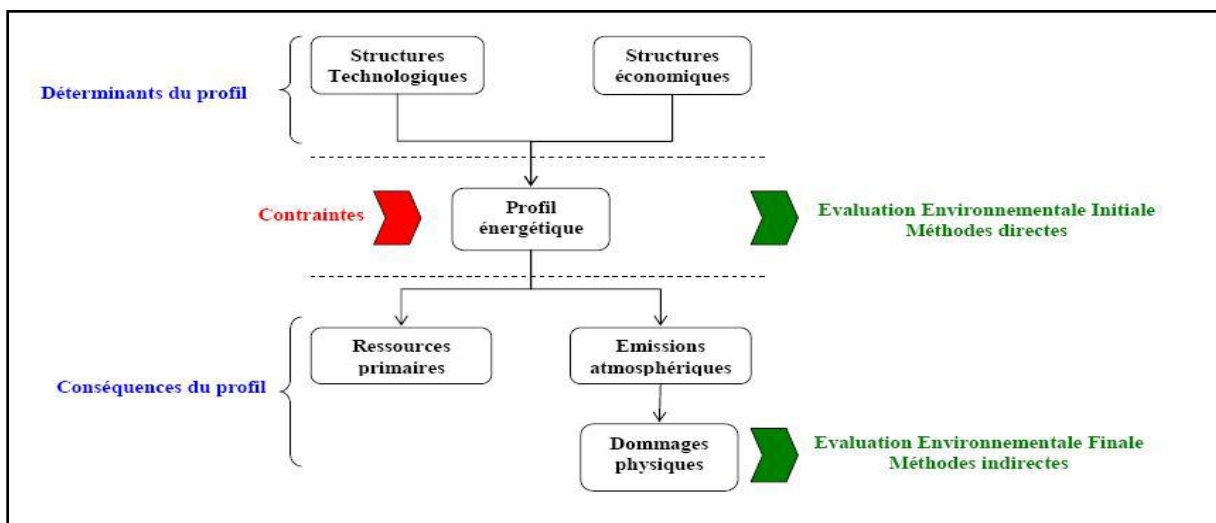


Figure 4.1: Cadre de l'analyse énergétique

Source: [32]

4.2- Les grandes familles de modèles :

Les approches de modélisation prospective proposées, diffèrent selon le point de vue privilégié : économique, technologique ou climatique. Les deux premières approches procèdent par des analyses coût-efficacité, l'intégration de la dimension climatique permet en plus, d'évaluer le coût des dommages. [32]

a. Les modèles économiques : l'approche descendante (Top down) :

La notion de « Top-down » renvoie au fait que les informations descendent du niveau le plus agrégé au niveau le plus désagrégé.

Ces modèles tentent de déterminer un profil énergétique à partir d'une analyse coût-efficacité¹² et s'attachent donc à expliciter les liens entre l'énergie et l'économie, à partir d'un nombre réduit de variables économiques agrégées. [34]

b. Les modèles technologiques : l'approche ascendante (Bottom up) :

Contrairement à l'approche « Top-down », la notion de « Bottom-up » renvoie au fait que les informations remontent du niveau le plus désagrégé au niveau le plus agrégé. Ces modèles sont centrés sur une **vision sectorielle de l'énergie**, analyse coût-efficacité.

Si l'on se réfère à nouveau au cadre global de l'analyse énergétique (Figure 4.1), l'approche ascendante est basée sur la désagrégation du système énergétique en un certain nombre de variables technologiques. Chaque technologie de production et de consommation énergétique est caractérisée par ses inputs, outputs et par ses paramètres technico-économiques (rendement, coût, capacité, émissions de CO₂ ...).

Cette classe de modèles représente alors les technologies de manière explicite dans les différents secteurs d'offre et de demande d'énergie.

Exemple :

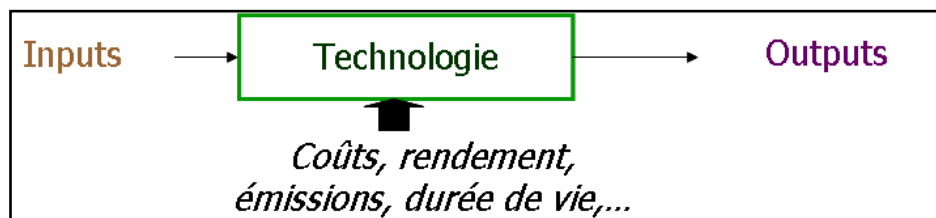


Figure 4.2: Brique élémentaire dans le système énergétique de référence

Source: Nadia Maizi, Prospectives et Planification, Alger 2008

- Centrale thermique: **input** = charbon, gaz ou fuel, **output** = électricité
- Raffinerie: **input** = pétrole brut, **output** = produits raffinés

¹² L'analyse coût-efficacité (ACE) permet d'évaluer l'efficacité d'un programme en rapportant les dépenses engagées aux résultats obtenus.

- Lampe : **input** = électricité, **output** = demande utile d'éclairage (W.m²)

| Les modèles technico-économiques | |
|---|--|
| Technologiques | Economiques |
| secteur énergétique désagrégé | secteur énergétique agrégé |
| énergie = fonction (rendement, capacité) unités énergétiques | énergie = fonction (PIB, prix, inflation) unités monétaires |

Tableau 4.1: Les modèles technico-économiques
Source: Nadia Maizi, Prospectives et Planification, Alger 2008

c. Les modèles IAM (Integrated Assesment Models) : approche climatique:

Ces modèles intégrés ont été développés principalement pour l'évaluation de l'impact climatique. L'idée de départ est la réalisation d'un modèle de calcul des émissions basé sur les précédents modèles énergétiques (approches économiques ou technologiques), qui sera ensuite intégré à un modèle climatique de diffusion et de concentration atmosphérique et enfin à un modèle d'impact.[33]

Le schéma ci-dessous illustre les différentes approches de modélisation. Notons que les modèles intégrés sont des modèles transversaux qui, à partir des différentes approches, captent le maximum d'informations pouvant être exploités par les modèles climatiques.

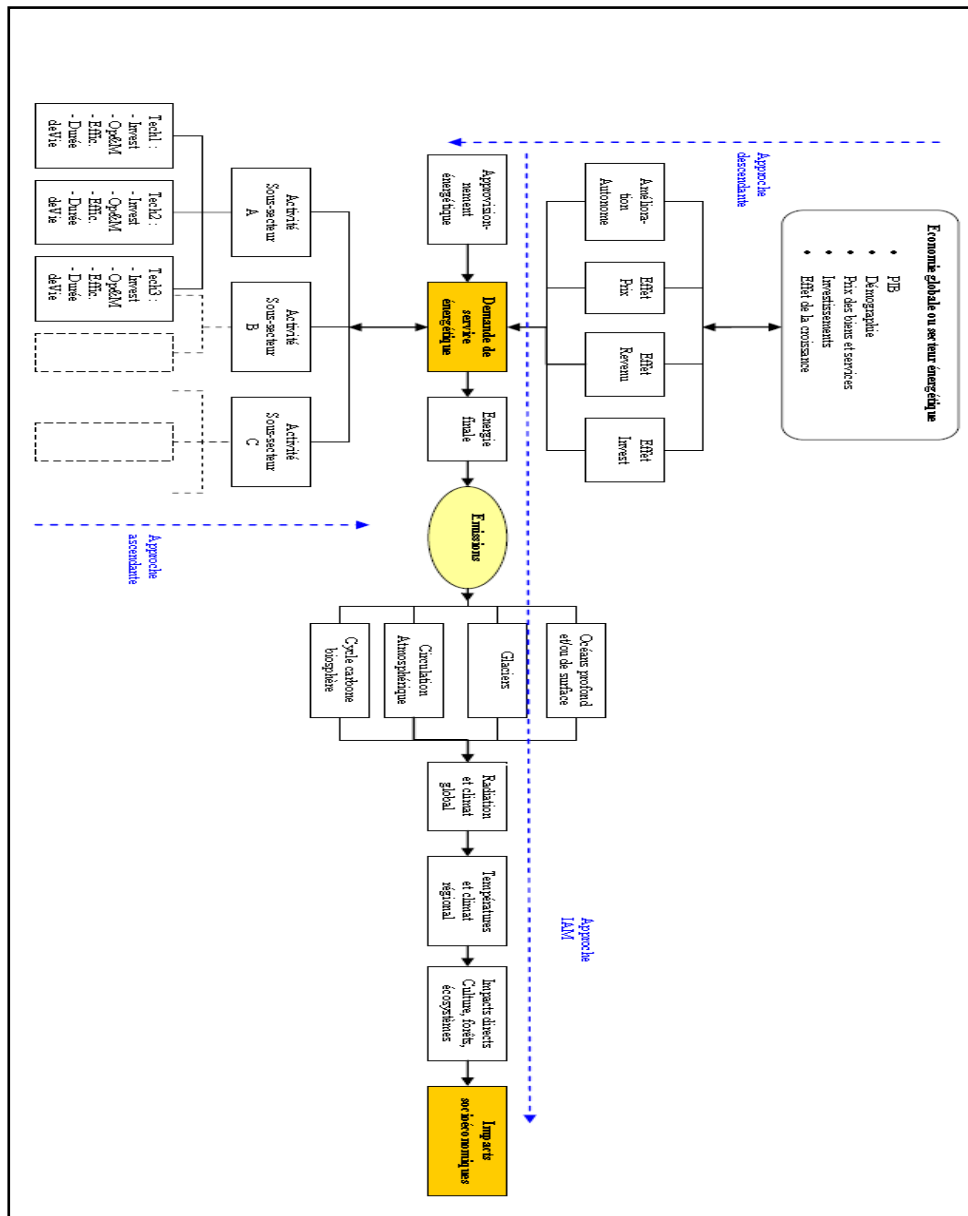


Figure 4.3: Familles et approches de modélisation

Source : [32]

4.3- Classification des modèles de prospective :

La classification suivante, donne quelques éléments de positionnement des modèles utilisés :

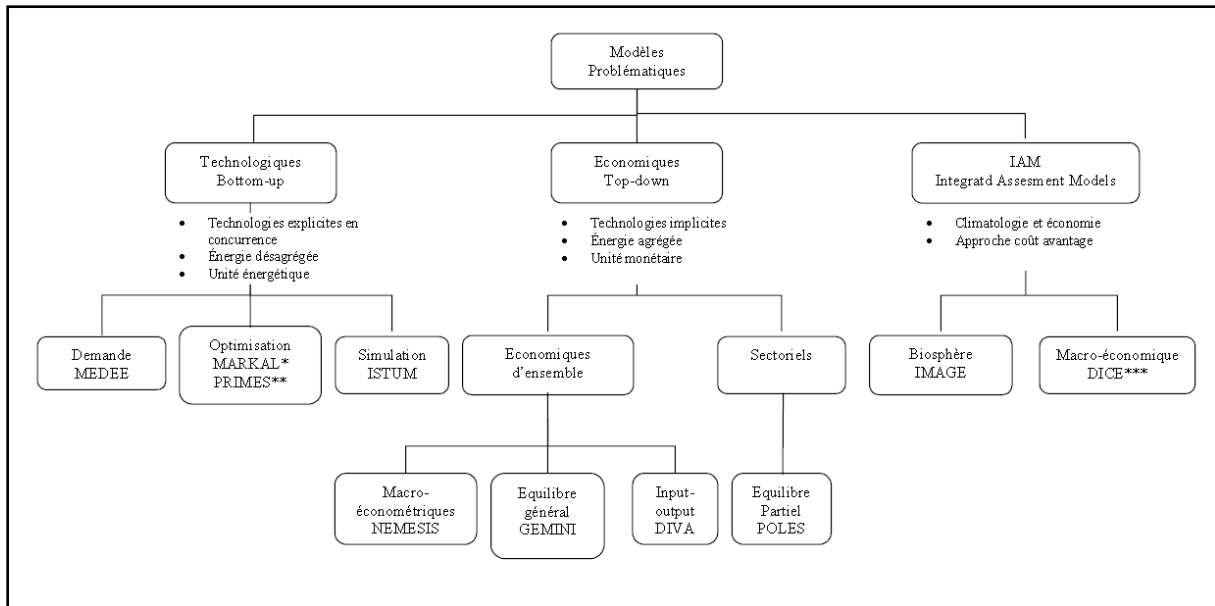


Figure 4.4 : Classification des modèles de prospective
Source : [32]

4.4- Le modèle MARKAL :

MARKAL (MARK et ALlocation) est un modèle énergétique développé par l'AIE au début des années 80, il a pour but d'examiner l'impact à long terme des technologies (de production, de transformation et de demande) dans le secteur de l'énergie. [32]

La structure de base du modèle a fortement évolué, depuis sa création, avec d'une part, le développement des moyens de calculs, permettant de faire une désagrégation et une modélisation plus fine des systèmes énergétiques, et d'autre part l'évolution des préoccupations énergétiques (échanges transfrontaliers d'énergie, évaluation de la demande).

Aujourd'hui, MARKAL représente une plate-forme commune à une famille de modèles partageant le même formalisme général.

4.4.1- Le système énergétique de référence dans MARKAL :

L'approche MARKAL est basée sur la désagrégation du système énergétique de référence, représenté par une chaîne de transformation de l'énergie primaire en énergie finale consommée dans divers secteurs, comme illustré dans le schéma ci-dessous :

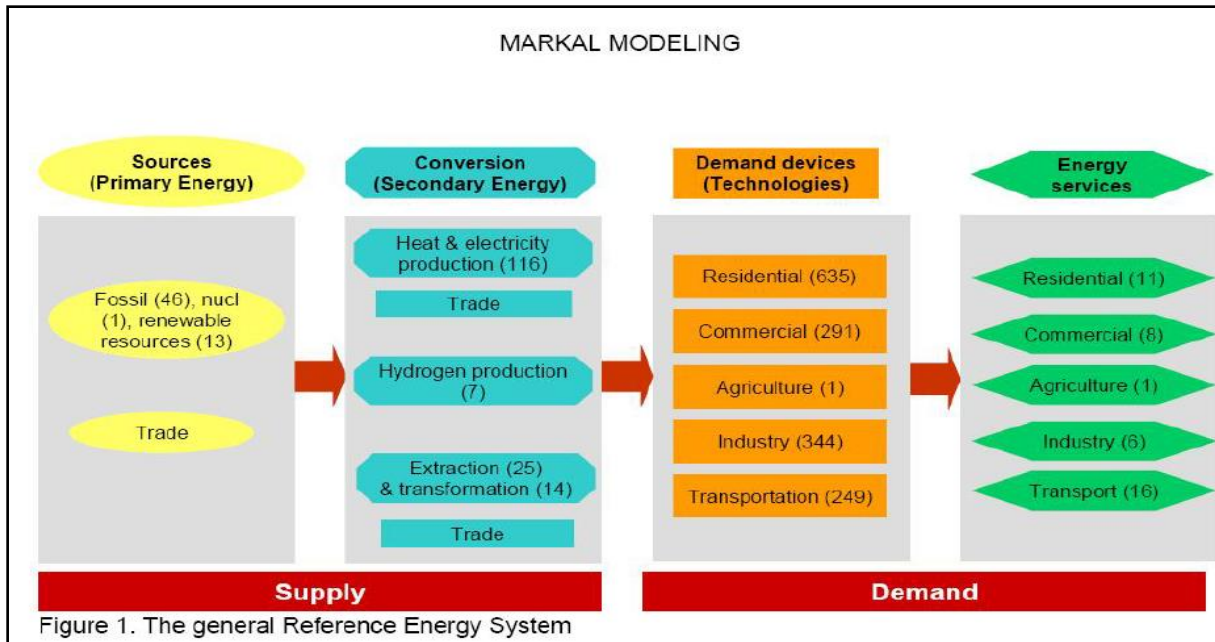


Figure 4.5: Structure générale du système énergétique de référence
Source : [33]

Au sens MARKAL, un système énergétique est une construction linéaire dont les technologies (d'offre et de demande) sont représentées schématiquement par des blocs avec une entrée (input) et une sortie (output). Ce système illustre la transformation des différentes formes d'énergie en intégrant des caractéristiques technico-économiques : efficacité, coût; émissions de gaz et par des caractéristiques de fonctionnement : disponibilité des ressources, limite sur les capacités installées.

Il est possible, comme illustré dans le schéma ci-dessous, qu'une technologie soit isolée ou regroupant un ensemble de technologies.

Exemple:

On peut considérer : soit une technologie globale de **raffinage** de pétrole brut en produits pétroliers, ou bien un ensemble de technologies incluant la **distillation, le reforming, le craquage** et **autres traitements**, qui permettent de faire une analyse plus détaillée. On doit pour cela prendre en compte les différentes charges des procédés.

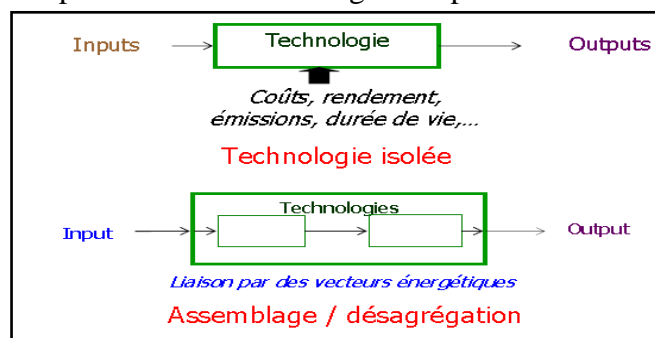


Figure 4.6: Assemblages élémentaires de technologies
Source : [32]

La chaîne des technologies utilisées réalise alors le lien entre les ressources primaires et les demandes finales d'énergie. Tout échange entre deux technologies se fait par le biais de vecteurs énergétiques, qui sont des flux d'énergie primaire ou secondaire.

4.4.2- Modélisation du système énergétique dans MARKAL :

Modéliser le système énergétique dans MARKAL, c'est décomposer les principaux éléments qui le constituent, en interactions. Comme illustré dans la figure ci-dessous:

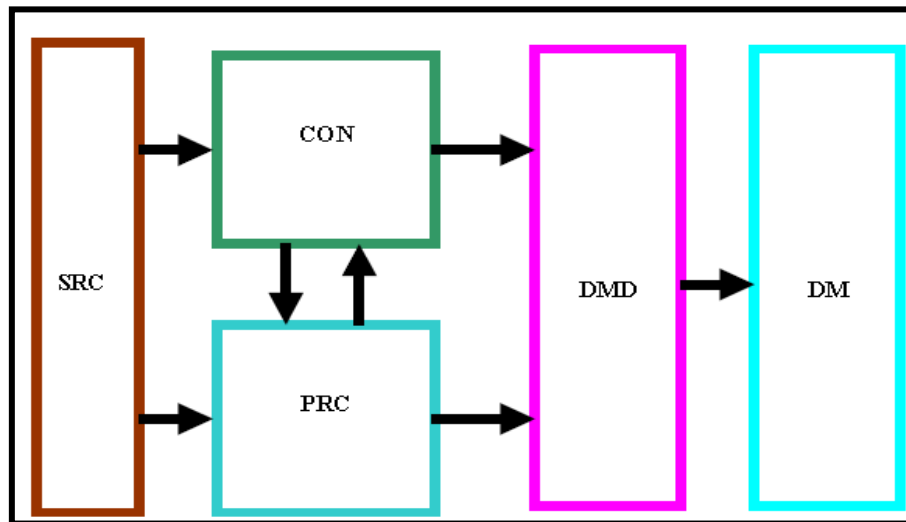


Figure 4.7: Les différentes classes du système énergétique de référence dans MARKAL
Source: [33]

Les différents blocs représentent les **classes de technologies (SRC, CON, PRC, DMD)** et la **classe de service énergétique**¹³ (**DM**) dont la demande conditionne la mise en marche du système. Les vecteurs énergétiques sont représentés par les différents flux possibles entre les blocs et à l'intérieur de chacun. [32]

4.4.3- Description des classes énergétiques :

- **Classe des technologies :**

Il existe quatre types de technologies : les ressources, les process, les unités de conversion et les différentes technologies de demande.

1- **Technologies des ressources (SRC) :**

Cette classe regroupe toutes les sources d'approvisionnement en énergies primaires ou encore les échanges de vecteurs énergétiques avec l'extérieur (imports ou exports). Elle est caractérisée seulement par ses outputs.

2- **Technologies des process (PRC) :**

¹³ Les services énergétiques comme : le transport, le chauffage, l'éclairage...

Les procédés qui assurent la transformation d'un vecteur énergétique en un autre. Ce sont les technologies de production de ressources secondaires telles que celles des produits pétroliers.

3- Technologies de conversion (CON) :

Transforment une forme d'énergie (ou plusieurs) en une autre forme d'énergie (ou plusieurs) non stockable, essentiellement électrique ou calorifique.

Parmi ces technologies, on peut citer: les centrales électriques, les installations de production de chaleur ou les installations de cogénération produisant les deux à la fois.

4- Technologies de demande (DMD) :

Ces technologies utilisent un vecteur énergétique pour satisfaire une demande finale. Elles n'ont pas d'output en énergie.

• **Classe des services énergétiques (DM) :**

Cette classe représente la demande finale (ou services utiles). Ces services desservent différents secteurs d'activité et peuvent regrouper les éléments suivants:

Transport : Transport public: bus, tramways, métros, trains, avions,... ; Transport commercial: Camions et véhicules de livraison.

Chauffage : Demande de chauffage résidentiel, commercial et industriel.

Appareils électriques et éclairage : Dans les secteurs résidentiel, commercial, industriel et public.

Produits industriel finis : acier, aluminium, ciment, . . .

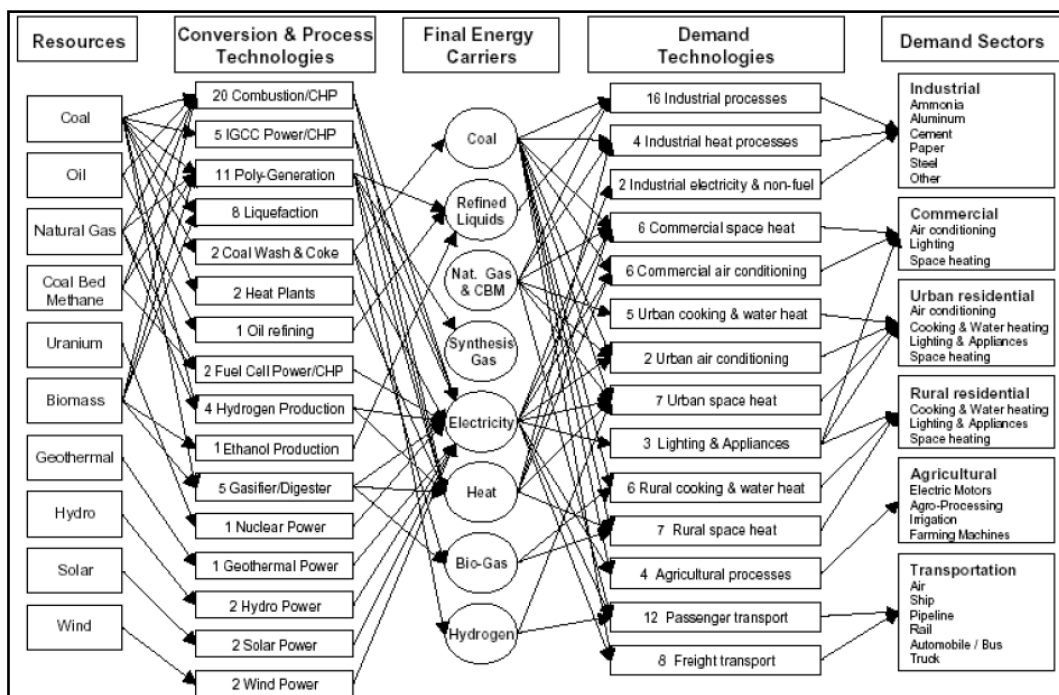


Figure 4.8 : Représentation simplifiée de la structure du modèle MARKAL

Source: Nadia Maizi, Perspectives et Planification, Alger 2008

4.4.4- Bases théoriques de l'optimisation dans MARKAL :

➤ **L'approche MARKAL :**

Constitue une plateforme commune à un grand nombre de modèles, qui sont souvent des extensions du modèle de base (développé par l'AIE) incluant des aspects spécifiques tels que l'économie et l'environnement.

L'approche MARKAL pourrait être décrite comme suit :

- MARKAL est basée sur une désagrégation « Bottom Up » du système énergétique incluant les technologies d'offre et de demande caractérisées par leurs paramètres technico-économiques.
- Contenant plusieurs milliers de technologies, ce modèle est très gourmand en données. La précision du modèle repose sur la disponibilité et la fiabilité des données existantes.
- MARKAL peut connecter les systèmes énergétiques de différents pays ou régions à travers les variables d'échanges de vecteurs énergétiques. Cette propriété donne à MARKAL une grande modularité¹⁴ et permet de ce fait d'analyser des scénarios de politiques énergétiques régionales ou globales. [33]
- Basé sur un processus d'optimisation, MARKAL définit un équilibre sur les marchés de l'énergie. Cela signifie que le modèle calcule les flux d'énergies ainsi que leur prix de manière à maximiser le surplus des consommateurs¹⁵ et des producteurs¹⁶. Comme illustré ci-dessous :

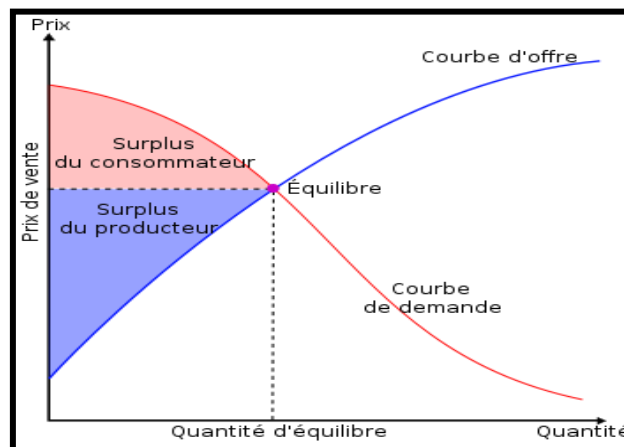


Figure 4.9: Equilibre de l'offre et de la demande

¹⁴ Constitué de plusieurs modules

¹⁵ **Surplus du consommateur:** représente la différence, entre le prix maximum que le consommateur serait prêt à payer et le prix déterminé par le marché (celui qui est réellement payé)

¹⁶ **Surplus du producteur:** représente la différence, entre le prix du marché et le prix minimum exigé par le producteur, pour accepter de produire un bien ou service.

4.2- Analyse de la demande d'énergie dans le secteur résidentiel en Algérie :

4.2.1- Rétrospective du secteur résidentiel :

Le secteur résidentiel algérien a connu une croissance urbaine soutenue depuis l'indépendance, liée à une démographie élevée et à un exode vers les grandes villes du nord, beaucoup plus développées.

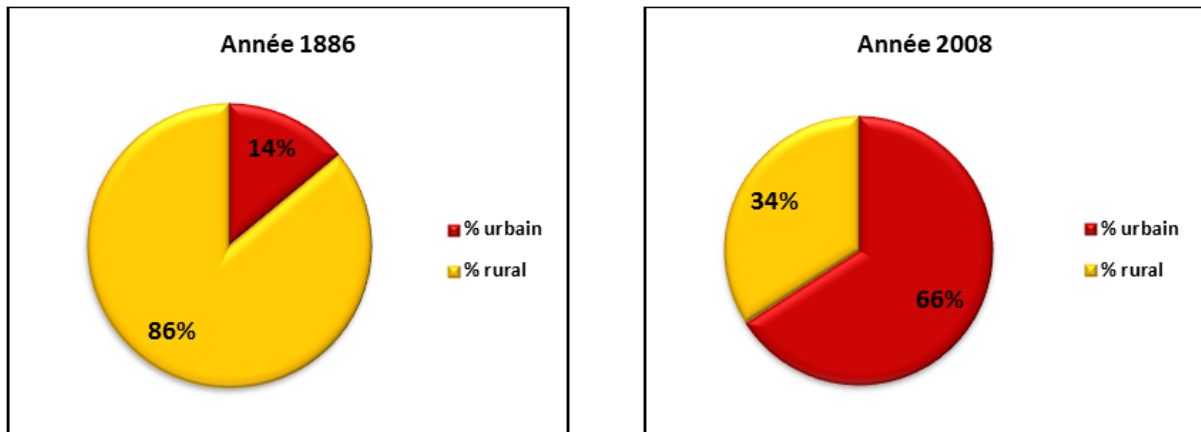


Figure 4.10 : Evolution du taux d'urbanisation en Algérie 1886-2008
Source: ONS, RGPH 2008

Note: En 1886, 14% de la population urbaine était européenne.

Cependant, ce phénomène a favorisé l'apparition de l'habitat informel qui a ceinturé les villes et qui a atteint 20% du parc logement en 2000.

L'évolution du secteur résidentiel algérien est passée par cinq étapes importantes [37]:

- **Croissance démographique et exode rurale (1962 – 1970) :** La population algérienne, à 90% rurale pendant la colonisation, commence à migrer vers les villes après le départ des colons.
- **Explosion urbaine et programme de développement public (1970 – 1985) :** Suite à l'exode rurale et à l'explosion démographique, la demande en logements urbains a dépassé l'offre, entraînant le développement de l'habitat informel. Parallèlement, l'état engage des programmes importants de constructions de logements dans de nouvelles zones urbaines.
- **Crise économique et ralentissement (1985 – 2000) :** Suspension des programmes de construction de logements suite à la crise économique que connaît le pays (chute des prix du pétrole) et à la baisse conséquente des ressources de l'état.

- **Redressement économique (2001 – 2004) :** Le début d’une embellie financière grâce au redressement des prix du pétrole, permet le lancement d’opérations publiques de rénovation urbaine et de construction d’habitats.
- **Actions structurantes et projets urbains (2005 – 2013) :** Concrétisation d’une démarche nouvelle axée sur l’élimination des déséquilibres spatiaux et sur la modernisation des villes, ajustées aux normes universelles (les constructions précaires ne représentent que 4% du parc logement habité en 2008, selon l’ONS).

La figure ci-dessous illustre l’évolution du **parc logement** ainsi que **la population** de 1962 à 2011, deux facteurs déterminants dans le secteur résidentiel :

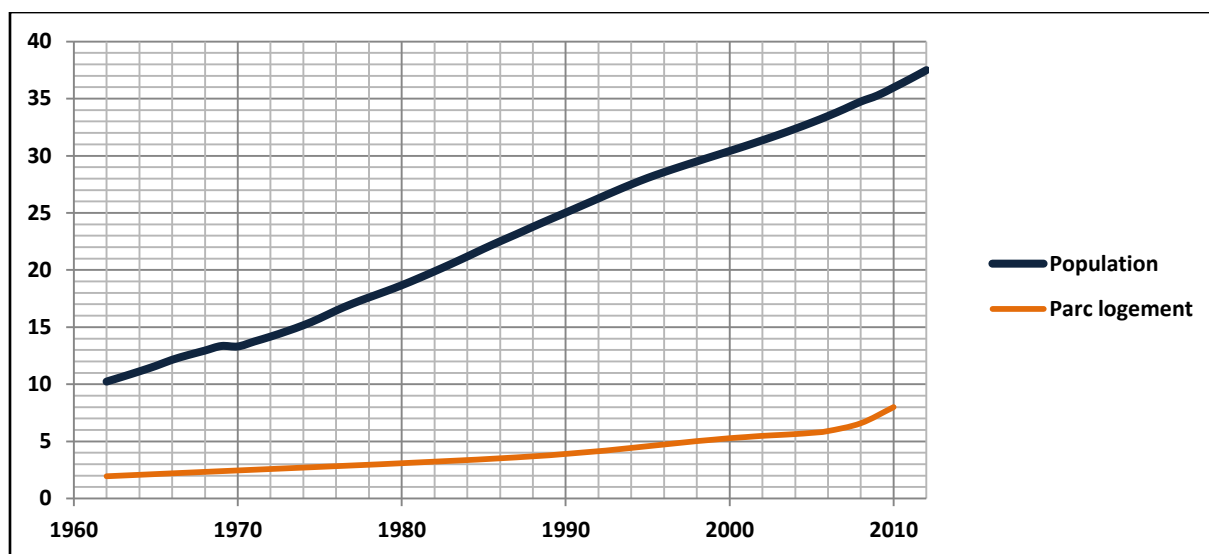


Figure 4.11 : Evolution du parc logement et de la population en Algérie

Source: ONS, RGPH 2008

Pour faire face à la demande croissante de logements, le gouvernement a lancé la réalisation de plusieurs programmes privilégiant les logements collectifs.

La population et le parc logement évoluaient à la même vitesse pendant les dix premières années après l’indépendance, puis se sont décorrélés à partir de 2008, où l’on enregistre un taux de croissance du parc logement, estimé à plus de 10% en deux ans. Malgré la baisse du taux de fécondité, la demande en logement est toujours aussi forte (4 fois plus importante qu’en 1962).

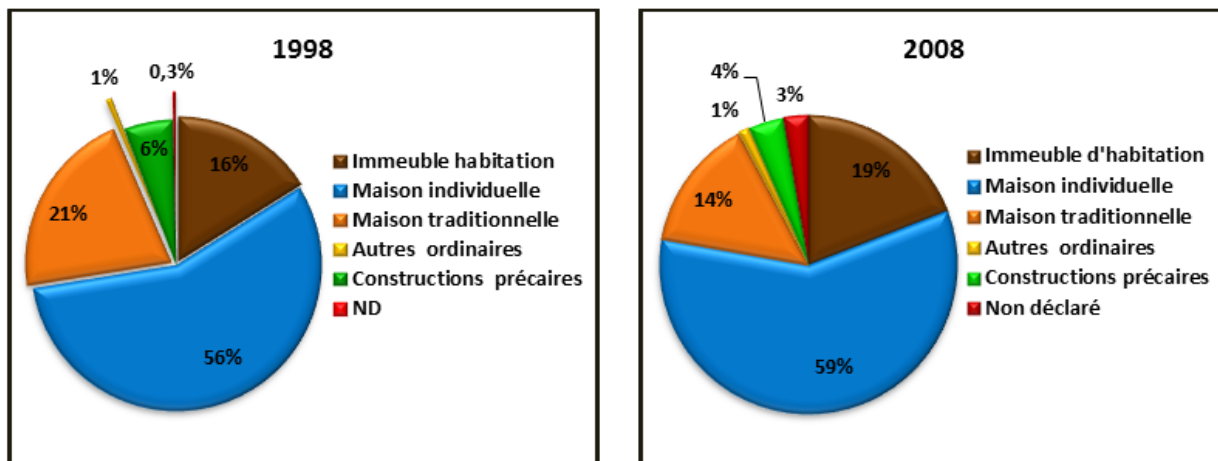


Figure 4.12 : Répartition des logements occupés par type 1998-2008

Source : ONS, RGPH 2008

4.2.2- La consommation d'énergie dans les ménages :

- Qu'est qu'un ménage ? :

Un ménage, au sens statistique du terme, désigne l'ensemble des occupants d'un même logement sans que ces personnes ne soient nécessairement unies par des liens de parenté (en cas de cohabitation, par exemple). Un ménage peut être composé d'une seule personne [Institut National de la Statistique et des Etudes Economiques : France]

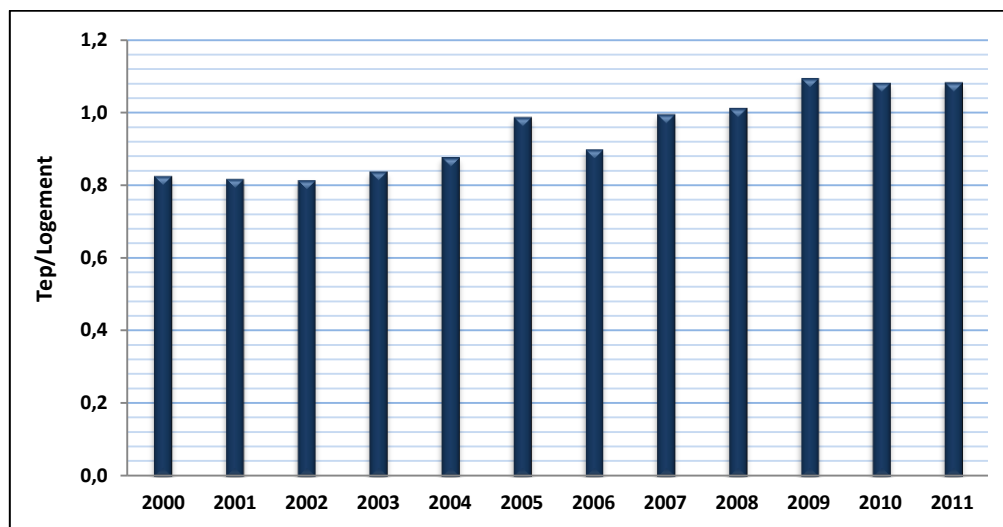


Figure 4.13 : Evolution de la consommation d'énergie en tep/logement/an

Source : [35]

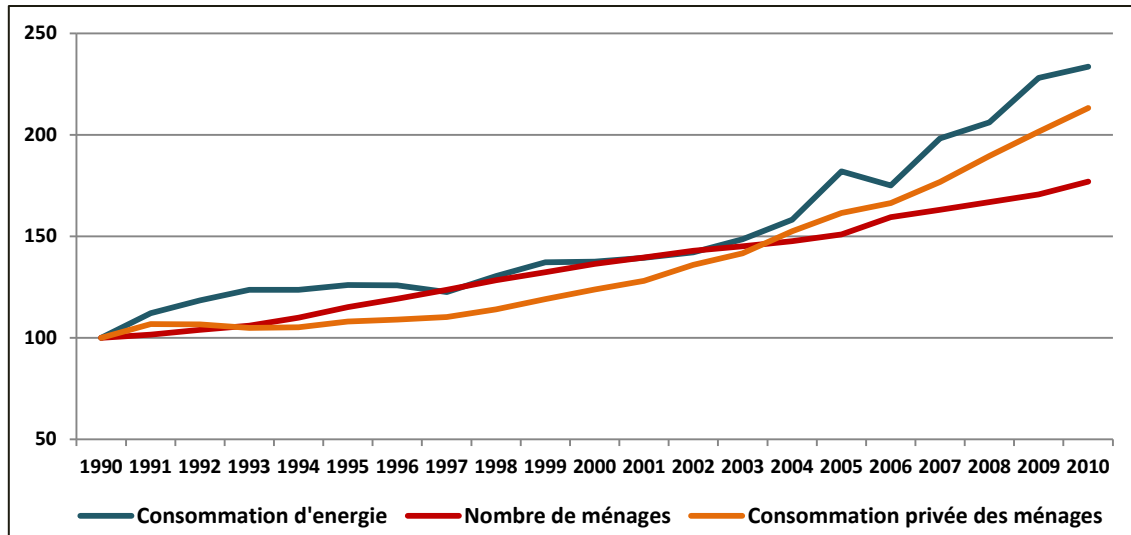


Figure 4.14 : Tendances des consommations d'énergie, consommation privée et nombre de ménages en indice
100 = 1990
Source : [35]

Le rythme de consommation d'énergie des ménages en bleu s'est accéléré à partir de 2005.

Notons également à partir des deux figures ci-dessus, la forte dynamique de consommation privée des ménages évaluée à +5,7%/an. La consommation actuelle est à plus d'1 Tep par logement.

Classiquement, cette consommation d'énergie domestique est divisée en quatre postes : **chauffage, eau chaude sanitaire (ECS), cuisson et usages spécifiques de l'électricité**, qui englobent des fonctions de production de froid, de lavage, d'éclairage ou encore de multimédia.

Les figures ci-dessous illustrent la consommation des différents usages finaux ainsi que les sources d'énergie dans le résidentiel.

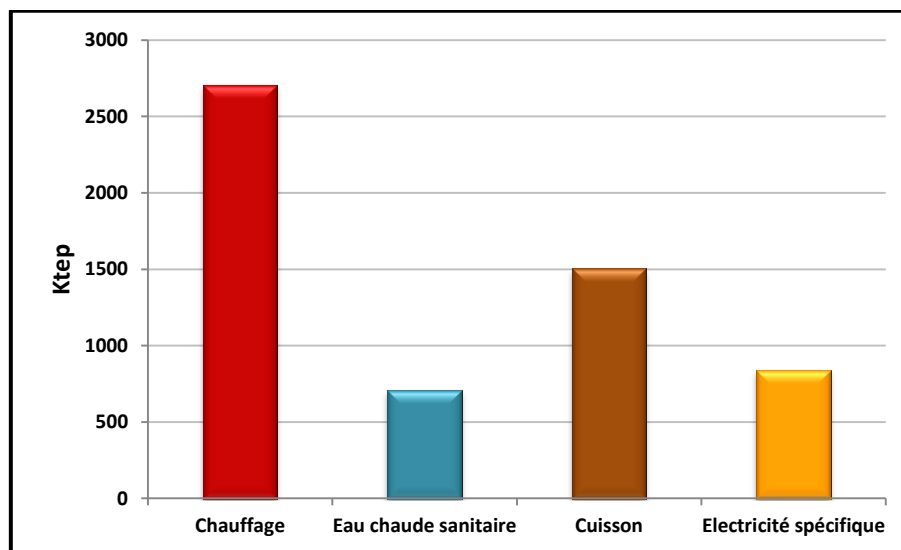


Figure 4.15 : Consommation d'énergie finale par usage dans le résidentiel en 2008
Source : [35]

La consommation d'énergie dans le résidentiel est dominée par le chauffage qui représente 47% de la globalité consommée en 2008.

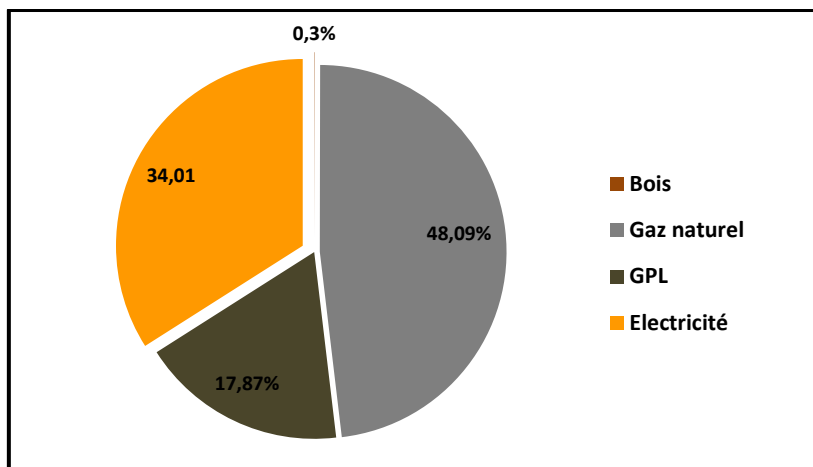


Figure 4.16 : Consommation d'énergie dans le résidentiel par source en 2011
Source : Bilan énergétique national 2011, MEM

L'énergie dans le secteur résidentiel est principalement d'origine gazière (gaz naturel + GPL) qui contribuent à 66%, le bois est pratiquement inexistant à 0,3%.

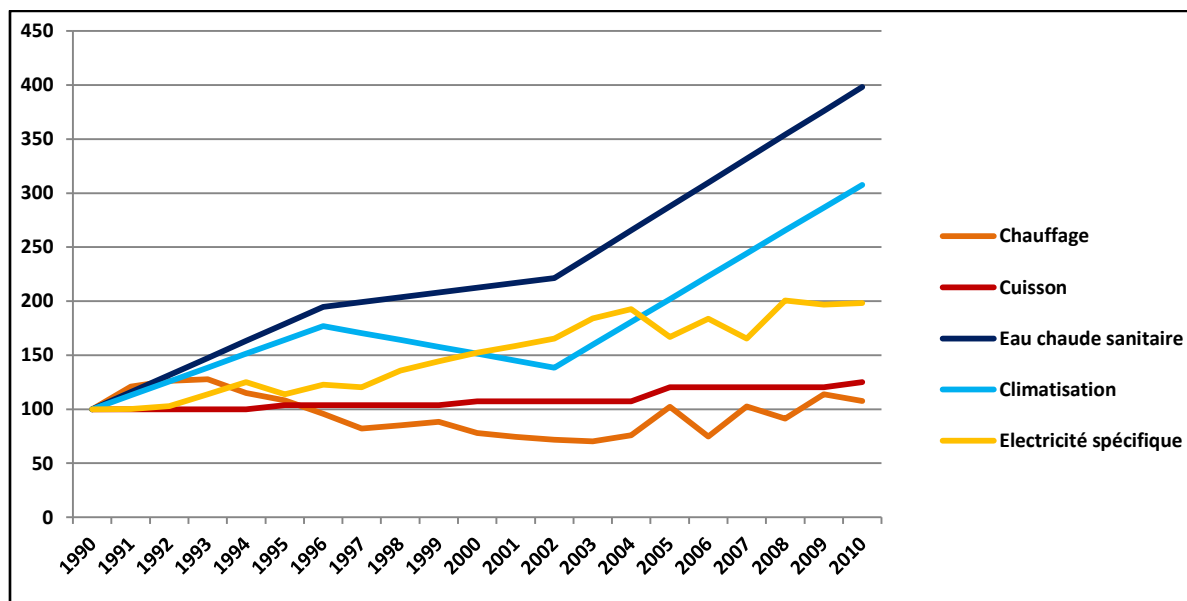


Figure 4.17: Evolution des consommations unitaires par usage tep/logement en indice 100=1990
Source : [35]

Notons la forte progression des consommations unitaires par logement pour l'eau chaude sanitaire, la climatisation et l'électricité spécifique. Ces consommations unitaires ont respectivement été multipliées par 4, 3 et 2 par rapport à 1990.

Les consommations unitaires pour le chauffage et la cuisson ont peu progressé.

| | Tonnes de CO ₂ |
|---|---------------------------|
| Cuisinière | 3 579 243 |
| Chauffe-eau | 2 812 262 |
| Chauffage | 63 91 505 |
| Total CO₂ résidentiel | 12 783 010 |

Tableau 4.2: Emissions de CO₂ du secteur résidentiel 2008

D'après nos calculs, les principales émissions de CO₂ dans le logement sont issues du chauffage avec près de 50% du total émis.

- **Consommation d'électricité :**

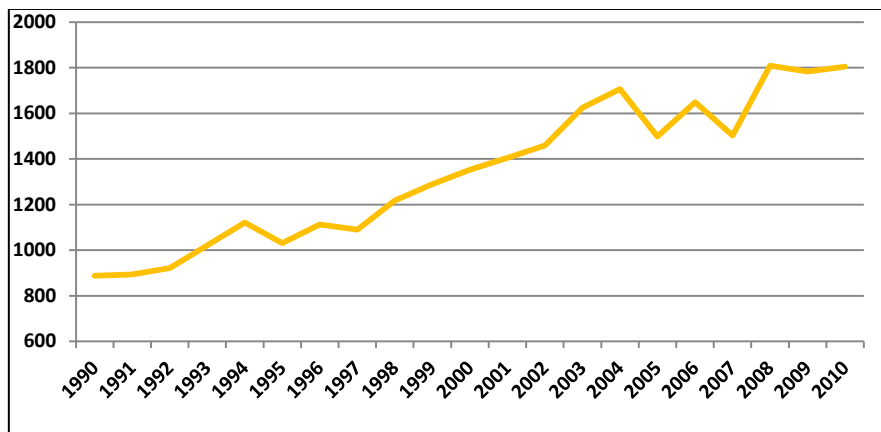


Figure 4.18 : Evolution de la consommation électrique par logement (KWh/logement/an) entre 1990-2011

Source : [35]

Le constat est une rapide progression de la consommation électrique par logement (3,6%/an), en raison de l'amélioration du niveau de vie et donc de l'augmentation du taux d'équipement des logements, faisant progresser la consommation électrique des ménages de 12 à 16%, entre 1990 et 2010.

a- **Les usages dans le résidentiel :**

➤ **Chauffage :**

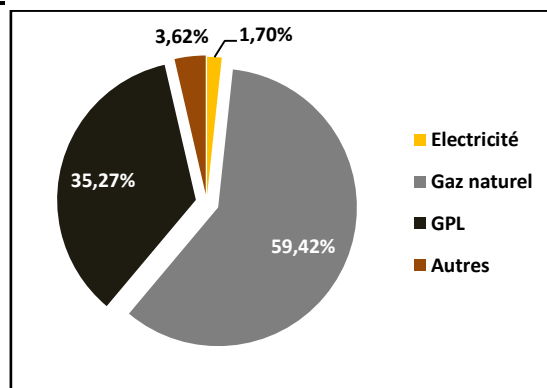


Figure 4.19: Quotes part des différentes sources¹⁷ pour le chauffage en 2008

Source: [35]

¹⁷ Autres : fuel domestique, bois,...

Les sources de chauffage en Algérie sont essentiellement : le gaz naturel avec près de 60% pour les ménages raccordés et le GPL pour les non raccordés.

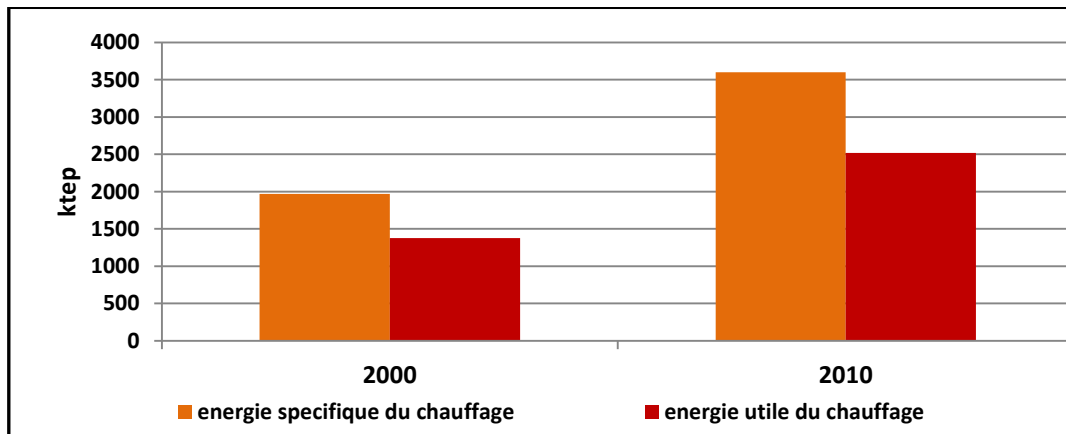


Figure 4.20 : Evolution de la consommation pour le chauffage par les ménages en Ktep entre 2000 et 2010
Source: [35]

La consommation spécifique pour le chauffage a progressé d'une manière significative d'environ 6,2%/an au cours de ces dernières années (entre 2000-2010) en raison des hivers devenus rigoureux. Si l'on raisonne en termes d'énergie utile¹⁸, la consommation spécifique est 30% plus basse.

La consommation pour le chauffage d'un logement dépend principalement de l'efficacité du système de production de chaleur, de la température extérieure et des performances thermiques du bâti. En effet, ces dernières vont influencer la vitesse avec laquelle la chaleur, une fois produite, se dissipera.

➤ **Eau Chaude Sanitaire (ECS):**

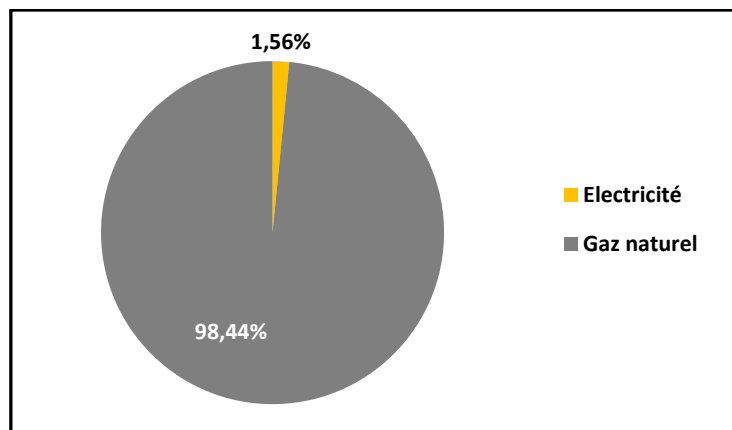


Figure 4.21: Quotes part des différentes sources pour l'utilisation de l'ECS en 2008
Source: [35]

L'énergie dominante pour l'eau chaude sanitaire est le gaz naturel. Elle est généralement liée au mode de chauffage du logement.

¹⁸ La consommation utile a été estimée sur la base d'une hypothèse sur le rendement de la combustion qui est de 70% (gaz naturel, fuel domestique, bois).

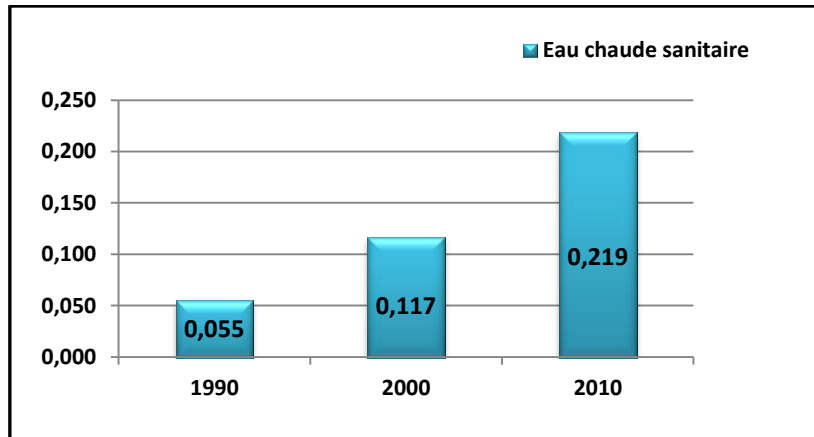


Figure 4.22: Consommation unitaire d'eau chaude sanitaire par les ménages: Tep/ménage
Source: [35]

On observe une augmentation des consommations d'ECS, passant de 0,055 à 0,219 tep/ménage soit 4 fois plus en 20ans.

➤ **Cuisson :**

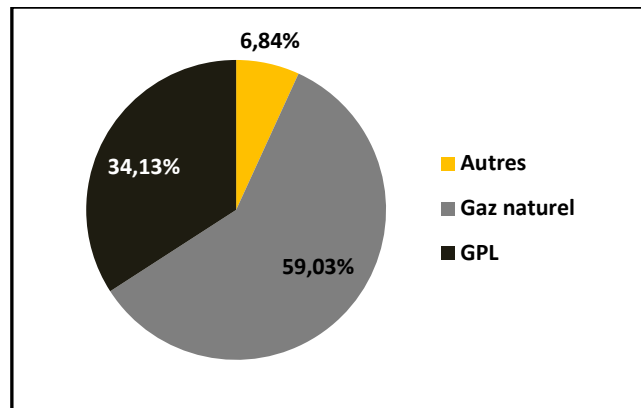


Figure 4.23: Quotes part des différentes sources pour la cuisson en 2008
Source: [35]

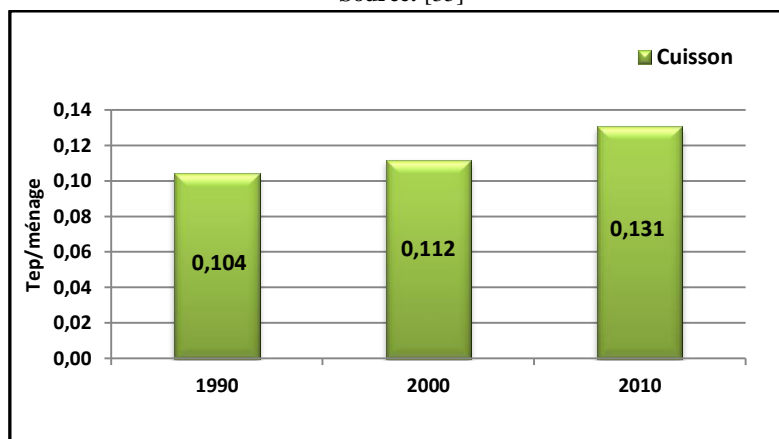


Figure 4.24 : Consommation unitaire par ménage pour la cuisson : tep/ménage
Source: [35]

La consommation d'énergie pour la cuisson est très stable dans le temps, dépendant plus des habitudes familiales que du niveau d'équipement. Le gaz naturel et le GPL en bouteille en sont les sources énergétiques principales. [36]

➤ **L'électricité spécifique :**

Ce poste correspond à tous les usages non thermiques de l'électricité et renvoie à des usages de lavage (linge, vaisselle), de froid (congélation, réfrigération), d'éclairage, de multimédia (téléviseur, chaîne hi-fi) incluant également tous les appareils électriques à usage domestique. Ce secteur connaît une croissance rapide (multipliée par deux depuis 1990) liée à l'amélioration de l'équipement électroménager et à l'avènement des micro-ordinateurs et d'internet dans les ménages algériens.

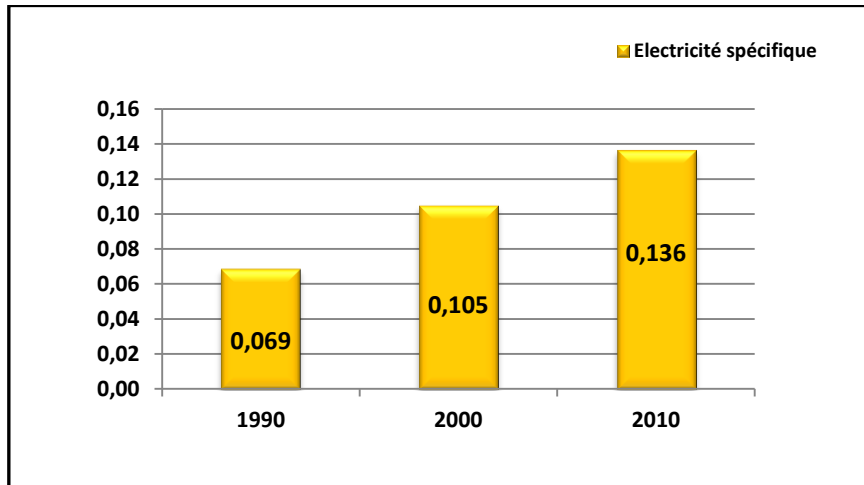


Figure 4.25: Consommation unitaire d'électricité spécifique par les ménages: tep/ménage

Source: [35]

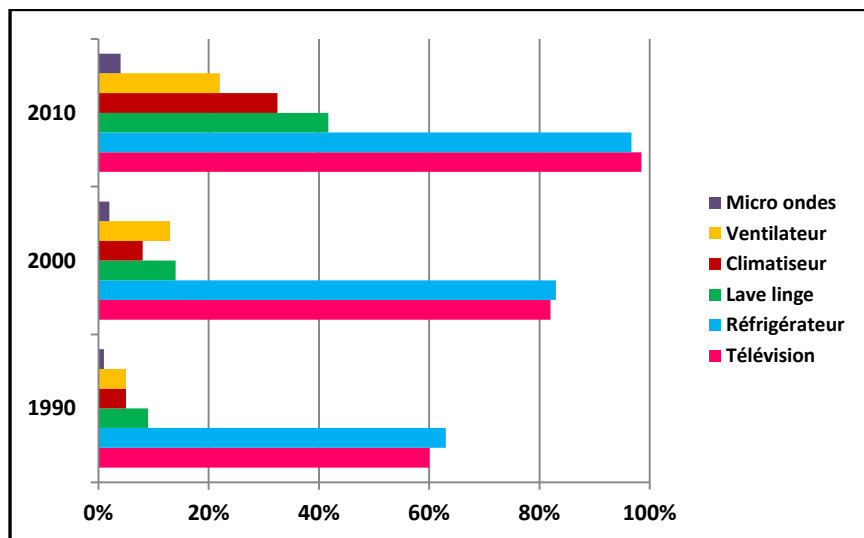


Figure 4.26: Taux d'équipement des ménages en %

Source: [35], ONS - RGPH 2008

La progression soutenue de la demande d'électricité est due à la l'accroissement:

- Du taux d'équipement en climatiseurs entre 2000 et 2010 (de 8 à 32%) et en lave-linge (de 14 à 42%);
- Du taux d'équipement en réfrigérateurs et téléviseurs (respectivement entre 2000 et 2010, de 83 à 97% et 82 à 98%)

La climatisation pose de sérieux problèmes de consommation électrique en Algérie, enregistrant des pics jamais atteints ces dernières années.

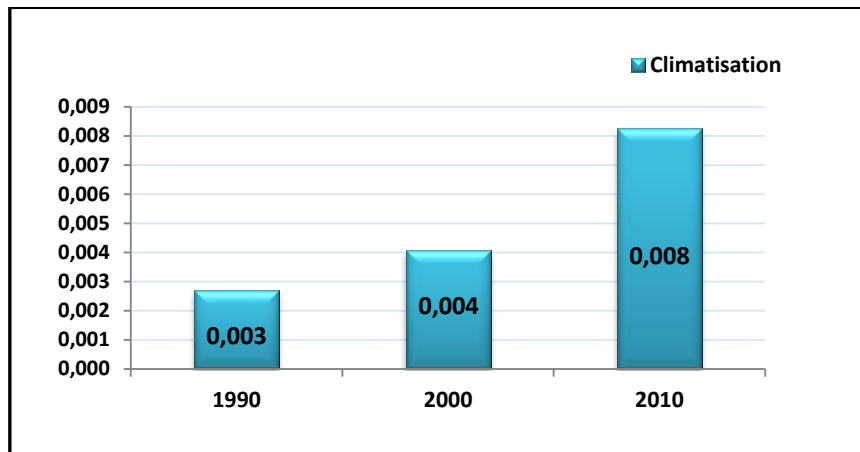


Figure 4.27 : Consommation unitaire pour la climatisation par les ménages: tep/ménage
Source: [35]

4.3- Estimation de la demande d'énergie dans le résidentiel :

La consommation d'énergie du poste « Ménages et Autres » représente selon le MEM 43% de la globalité énergétique consommée pour l'année 2008, principalement due au secteur résidentiel qui contribue à plus de 8 millions de Tep.

Après avoir passé en revue l'organisation et la structure du secteur résidentiel en Algérie, nous procéderons dans ce qui suit à l'évaluation de la demande d'énergie dans ce secteur, pour une année de référence (2008) en nous basant sur une approche de désagrégation « Bottom Up ».

Objectifs :

- Produire un scénario tendanciel de référence à l'horizon 2050, selon une démarche « fil de l'eau ».
- Envisager un autre scénario « Maitrise de l'énergie » visant la rationalisation de la consommation et la réduction des émissions de gaz à effet de serre.

Données d'entrée :

- **Choix de l'année de référence :**

Le choix de l'année de base dépend essentiellement de la **disponibilité des données**. La première étape de l'étude concerne la collecte de données nécessaires à la construction de l'année de cadrage, **2008** dans notre cas. **La population et le parc logement habité** étaient de **34,08** et **5,3 millions** respectivement.

- **Collecte de données :**

Le document de base est le bilan énergétique du MEM (Ministère de l'Énergie et des Mines), dans lequel figure la consommation du secteur résidentiel en électricité, en gaz et en GPL.

Les données socio-économiques sont fournies par l'ONS, portant principalement sur les résultats du RGPH 2008 et sur les taux d'équipement des ménages.

Les données de SONELGAZ concernent les taux de raccordement et les consommations de gaz et d'électricité par wilaya.

Il est à noter cependant, que des hypothèses ont été émises afin de pallier au manque d'informations.

4.3.1- Répartition de la consommation d'énergie dans les ménages:

Pour rappel, la consommation finale d'énergie dans les ménages résulte fondamentalement de la satisfaction de divers besoins (confort thermique, eau chaude sanitaire, cuisson, éclairage et loisirs), provenant de trois sources principales : électricité, gaz naturel (pour les logements raccordés) et GPL.

Ces usages sont répartis en deux catégories, thermiques (gaz naturel, GPL et électricité) et électriques spécifiques et seront analysés avec un niveau de désagrégation variable selon leur importance et en fonction des statistiques disponibles.

La consommation énergétique des ménages dépend de divers paramètres :

- Nombre de logements équipés.
- Taux d'équipement des habitations pour les différents appareils utilisés.
- Puissance des appareils utilisés ou consommation journalière.
- Durée d'utilisation par jour.

Afin d'analyser la demande d'énergie dans le secteur résidentiel et d'apprécier son évolution à long terme, nous proposons le schéma de désagrégation « Bottom Up » présenté ci-dessous.

a. **Ventilation des consommations électriques par usage :**

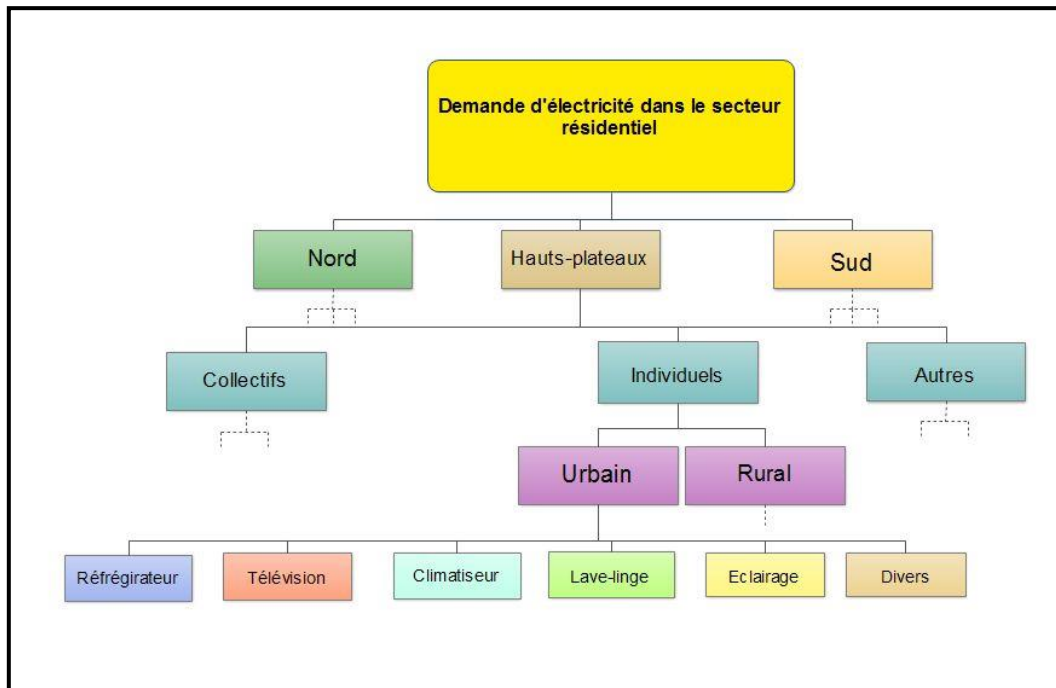


Figure 4.28 : Désagrégation du secteur résidentiel en fonction de la demande en électricité

L'utilisation spécifique de l'électricité domestique englobe six pôles:

1. Eclairage.
2. Téléviseur.
3. Froid alimentaire.
4. Climatisation.
5. Lavage
6. Autres (chauffage, cumulus, repassage, four, sèche-cheveux, audio-visuel, ordinateur et accessoires, ventilateur, aspirateur ...)

La consommation électrique de chaque équipement est calculée par la formule suivante :

$$\text{Consommation électrique (KWh)} = \text{parc logement} \times \text{taux d'équipement} \times \text{consommation spécifique (KWh/jour)} \times \text{nombre de jours d'utilisation/an}$$

Avec :

$$\text{Consommation spécifique (KWh/jour)} = \text{puissance moyenne (KW)} \times \text{nombre d'heures d'utilisation par jour}$$

La détermination de la consommation de chaque usage électrique nécessite un certain nombre d'hypothèses permettant d'approcher la réalité (durée d'utilisation, climat, mode de vie, surface habitée, taux d'occupation par logement (TOL)).

Remarques importantes :

- Les appareils pris en compte pour cette étude, sont ceux jugés par l'APRUE les plus répandus dans les ménages algériens.
- Les hypothèses émises pour nos calculs, proviennent toutes d'enquêtes effectuées par l'APRUE.

a.1 Hypothèses émises et interprétations des résultats pour les différents usages:

1. Eclairage :

La consommation électrique pour l'éclairage dépend du nombre de points lumineux présents, de leur durée d'utilisation, de la puissance des sources et de la surface du logement [36]. Par manque de données, on retiendra comme paramètres de calcul :

- Le nombre d'ampoules utilisées avec une durée d'éclairage égale pour toutes les sources lumineuses.
- La surface habitée moyenne retenue selon l'OPGI¹⁹ sera de 75m² pour le collectif, 150m² pour l'individuel et 40 m² pour les autres²⁰, omettant ainsi l'impact du nombre de personnes et du type d'activité par pièce.

L'éclairage est optimal dans les ménages électrifiés, avec essentiellement trois types de sources lumineuses : lampes à incandescence, lampes fluorescentes (lampes économiques) et tubes fluorescents.

• **Cas type considéré :**

Afin de calculer la consommation annuelle en éclairage des ménages, nous avons considéré, sur la base d'une étude du CDER [37], que dans un logement algérien type, il y aurait quatre lampes à incandescence de 75 watts et deux lampes de 40 Watts (les plus utilisées dans nos maisons).

Nous avons calculé, en accord avec le chiffre de l'APRUE estimé à 5h/jour, une durée totale d'éclairage de 1879 heures/an pour les quatre lampes de 75Watts et une lampe de 40Watts.

S'ajoute au total, une durée de 7h/jour d'éclairage pour une lampe veilleuse consommant en moyenne 40Watts.

Nos calculs indiquent une consommation nationale en éclairage de 4221 GWh/an (pour l'année de base : 2008), soit 33% du total électrique consommé en 2008.

¹⁹ Office de Promotion et de Gestion Immobilière

²⁰ Maisons traditionnelles, habitations précaires, habitations non déterminées, autres ordinaires

Ce chiffre sera par la suite désagrégé selon la figure 4.28 (par région, par type de logement puis par milieu d'habitation). Nous pouvons tirer les conclusions suivantes :

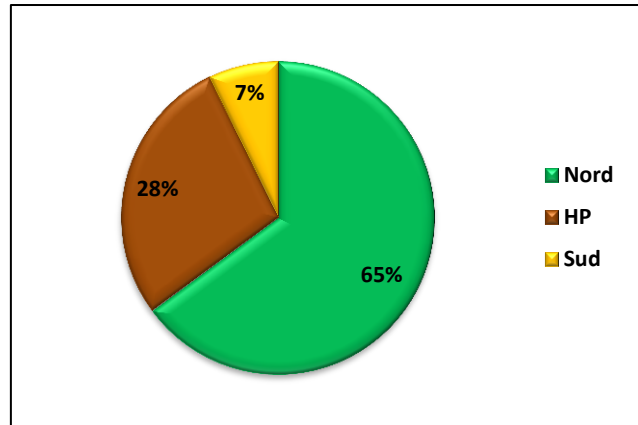


Figure 4.29 : Répartition par région de la consommation en éclairage

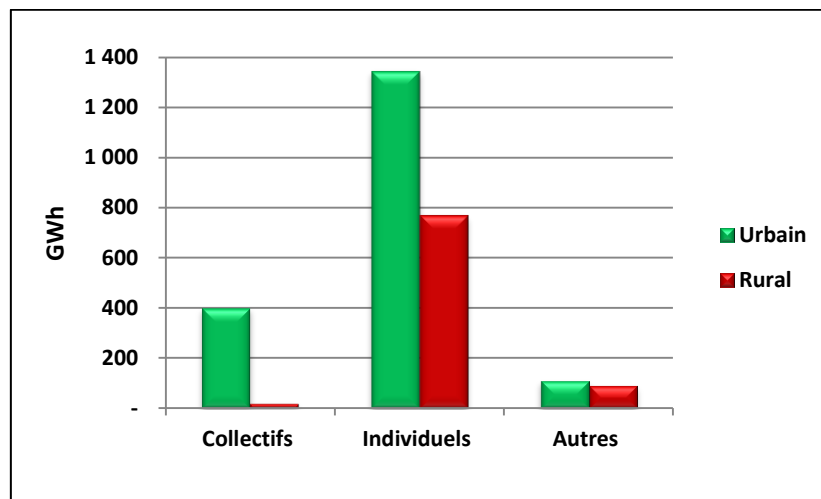


Figure 4.30: Répartition par type de logement et par milieu de résidence de la consommation en éclairage (GWh) dans le nord

L'éclairage, premier pôle de consommations nationale et régionale (nord et hauts plateaux), est proportionnel au parc logement et à la superficie. Notons que 65% de la consommation électrique globale pour l'éclairage provient du nord et principalement des logements **individuels urbains** avec 1350 GWh en 2008, soit près de 50% du total consommé dans cette région.

2. Froid alimentaire :

La demande de **froid** correspond aux postes de réfrigération et de congélation.

Le taux d'équipement est de 88,3% selon l'ONS (RGPH 2008). Le réfrigérateur type retenu sur la base d'une étude faite par l'APRUE a une capacité de 290 litres, fonctionnant 24h/24h pendant 365 jours avec une puissance moyenne de 90 Watts.

Pour différencier la consommation en froid des deux régions nord et sud, nous avons introduit le facteur climat, qui influence la consommation électrique lors de l'ouverture du réfrigérateur.

- **Le facteur climat :** le réfrigérateur est une machine frigorifique considérée comme réversible, son rendement ou coefficient de performance (COP) dépend de l'écart entre les températures des deux sources chaude et froide. Plus l'écart est élevé, plus le rendement diminue et plus la consommation augmente.

$$COP = \frac{T_{froid}}{T_{chaud} - T_{froid}} \quad (T \text{ en Kelvin})$$

- **Définition du COP :** le coefficient de performance (COP) d'une machine frigorifique est le quotient de la chaleur absorbée par le travail fourni (consommation).
Exemple : Une machine ayant un COP de 3,5; signifie que pour 1 kWh consommé ; 3,5 kWh d'énergie thermique est absorbée.

Prenons des températures intérieures annuelles moyennes : $T_{nord} = 20^{\circ}\text{C}$ et $T_{sud} = 25^{\circ}\text{C}$ avec $T_{froid} = 4^{\circ}\text{C}$

Donnant un rapport des deux rendements (nord/sud) : $R_{nord/sud} = \frac{T_{chaud\ sud} - T_{froid}}{T_{chaud\ nord} - T_{froid}} = 1,3$

Conclusion : à l'ouverture, un réfrigérateur dans le sud consomme 1,3 fois plus qu'un réfrigérateur dans le nord.

Nos calculs indiquent une consommation nationale en froid de 3703 GWh/an en 2008, soit 29% du total électrique consommé cette même année.

La désagrégation, nous permet de tirer les conclusions suivantes :

| | Nord | HP | Sud |
|---------------------------------------|--------------|--------------|---------------|
| Parc logement | 3 440 620 | 1 481 310 | 381 916 |
| Taux de possession | 92% | 53% | 88% |
| Consommation/logement/an (KWh) | 845,4 | 845,4 | 1099,0 |

Tableau 4.3: Consommation en froid par région et par logement pour 2008

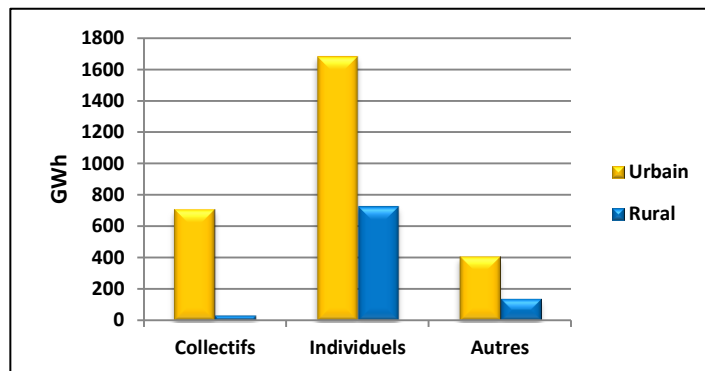


Figure 4.31: Répartition par type de logement et par milieu de résidence de la consommation nationale en froid (GWh)

La consommation en froid dans le pays est fonction du parc logement, elle prédomine dans les habitations individuelles vu leur nombre et surtout dans les villes où le taux de possession est de 92% contre 80% dans le rural.

3. Téléviseur :

Le **téléviseur** est l'équipement le plus répandu dans les ménages algériens, avec un taux de 93,4% en 2008 (RGPH 2008). Le téléviseur à tube cathodique était le type dominant en Algérie, avec un début de conversion vers les technologies plus consommatrices à écrans LCD et Plasma, notons aussi la présence des téléviseurs LED à faible consommation d'énergie, mais en nombre réduit vu leur prix onéreux.

Pour l'estimation de la consommation d'un téléviseur, nous avons considéré les deux modes marche/veille avec une puissance moyenne de 150 Watts pour le mode marche et de 7 Watts pour le mode veille et une durée d'utilisation de 6h/jour, sur la base d'une étude faite par l'APRUE.

Par manque de données, nous n'avons considéré aucun facteur discriminant dans la désagrégation, relatif en l'occurrence aux revenus des ménages.

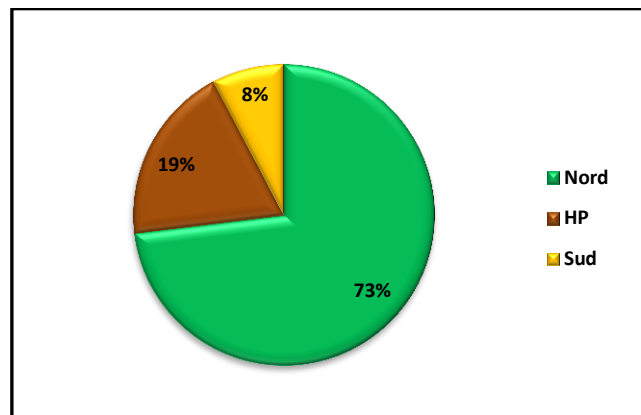


Figure 4.32: Répartition par région de la consommation liée au téléviseur

La plus grande part de consommation liée au téléviseur est détenue par le nord avec son important parc logement. Les hauts plateaux viennent en deuxième position avec 20% du total tout en ayant le plus faible taux de possession estimé à 58%.

4. Climatisation :

La **climatisation** a pour objectif l'assurance du confort thermique des ménages. Le taux d'équipement national était de 13,7% selon l'ONS (RGPH 2008).

La consommation de climatisation devrait se calculer comme suit [CNERIB]:

Besoins en climatisation = apports calorifiques des bâtiments + apports internes ²¹

Consommation de climatisation = besoins en climatisation / rendement (COP)

Le calcul des apports calorifiques des bâtiments dépend de plusieurs paramètres (isolation, orientation, vitrage,...) et se fait suivant la méthodologie du DTR C.3.4 (Document technique réglementaire).

Pour uniformiser l'approche et pour estimer la consommation nationale, nous nous baserons uniquement sur le **taux d'équipement** et sur le **nombre d'heures d'utilisation moyen**. Le climatiseur représentatif [APRUE] a une puissance de 1500 Watts²² et une durée d'utilisation de 6h/jour (moyenne nationale) pendant 90jours (période estivale essentiellement), nous aboutissons à une consommation nationale en climatisation de 589 GWh soit 4,7% de la consommation électrique.

Pour différencier la demande en climatisation des trois régions, nord, haut plateaux et sud, lors de la décomposition de la consommation nationale, nous avons introduit deux facteurs, le **climat** et les **heures d'utilisation**.

- **Facteur climat :** Nous avons calculé le rapport des COP d'un climatiseur dans le nord, et d'un autre dans le sud.

$$COP = \frac{T_{froid}}{T_{chaud} - T_{froid}} \quad (T \text{ en Kelvin})$$

Prenons des températures moyennes des deux régions pendant la période estivale (Juin, Juillet, Août) [météo Algérie] :

$T_{nord} = 29^{\circ}\text{C}$ et $T_{sud} = 35^{\circ}\text{C}$ avec une température intérieure voulue : $T_{froid} = 20^{\circ}\text{C}$

Le rapport des deux rendements (nord/sud) : $R_{nord/sud} = \frac{T_{chaud\ sud} - T_{froid}}{T_{chaud\ nord} - T_{froid}} = 1,6$

- **Heures d'utilisation :** le nombre d'heures d'utilisation des climatiseurs dans le sud est en moyenne de 16 h/jour, selon une estimation de l'APRUE contre 5h/jour en moyenne dans le nord et 6h/jour dans les hauts plateaux.

Le facteur « heures d'utilisation » sera le rapport des deux moyennes :

$$F_{nord} = \frac{5 \text{ heures}}{6 \text{ heures}} = 0,83 \quad ; \quad F_{sud} = \frac{16 \text{ heures}}{6 \text{ heures}} = 2,7$$

Conclusion : Un climatiseur dans le sud consomme 4,3 fois plus que la moyenne nationale.

La désagrégation, nous permet de tirer les conclusions suivantes :

²¹ **Apports internes :** viennent des occupants (une personne assise libère une puissance moyenne de 100 W environ) et de la chaleur produite par les équipements électriques (éclairage, appareils électroménagers...)

²² On considère que pour une puissance moyenne de 1500 watts consommée, la puissance de froid sera de 3000 watts, c'est-à-dire que le coefficient de performance (COP) est de 2 : moyenne des COP des climatiseurs qui se vendent en Algérie.

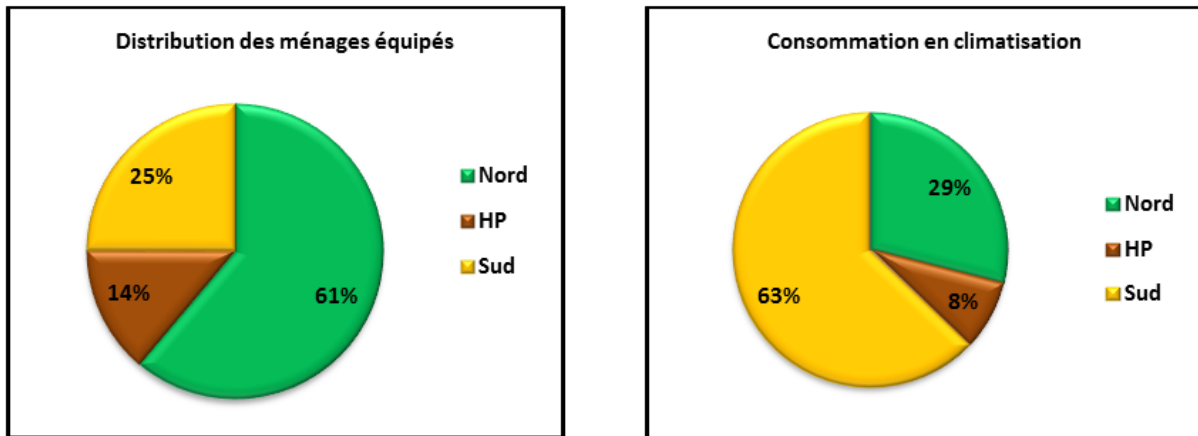


Figure 4.33: Répartition par région de l'effectif et de la consommation liée à la climatisation

Le sud avec son climat chaud représente près de 60% de la consommation nationale en climatisation bien qu'il ne détienne que 25% du parc logement (44% des logements du sud sont équipés en climatiseurs)

Le nord, avec 61% du parc logement ne représente que 34% de la consommation totale.

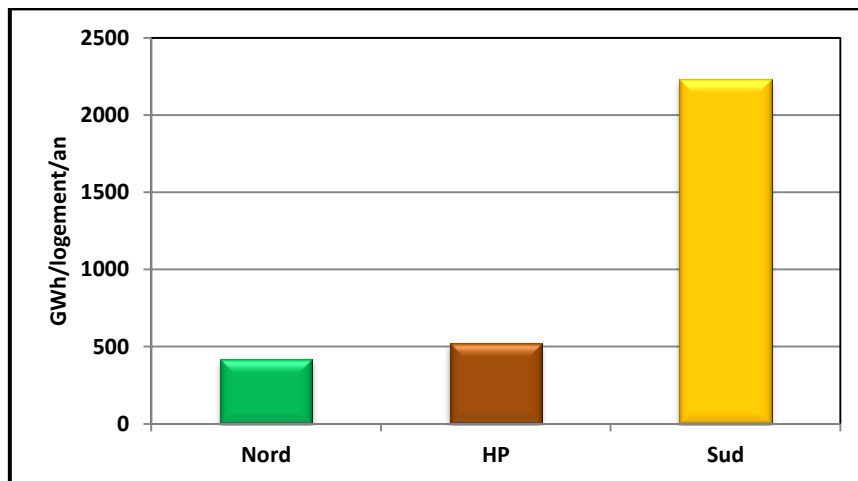


Figure 4.34: Consommation par logement et par an en climatisation dans les différentes régions

Un logement dans le sud consomme près de 2200 GWh/logement/an, tandis que pour le reste du pays la moyenne est de 500 GWh/logement/an, cela est expliqué notamment par deux facteurs le climat en particulier et la mauvaise isolation thermique.

La surface du logement est un facteur important dans la consommation en climatisation. **En comparant des factures d'hiver et d'été de deux logements types**, un collectif et un autre individuel, il a été confirmé qu'un logement individuel consomme en climatisation le double d'un logement collectif en raison de la surface deux fois plus grande.

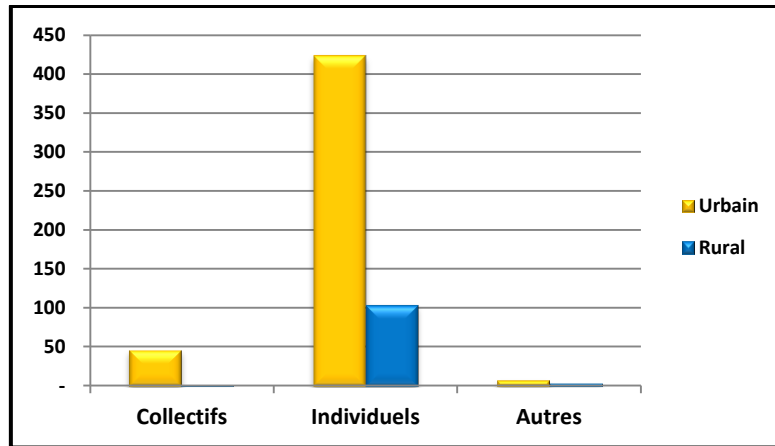


Figure 4.35: Répartition par type de logement et par milieu de résidence de la consommation nationale en climatisation (GWh)

Les habitations individuelles représentent 60,2 % du parc logement, dont 66% sont dans les villes, expliquant leur consommation plus grande comparée à celle des autres types de logement, en plus du facteur surface précédemment cité.

5. Lavage :

La consommation d'énergie à des fins de lavage renvoie principalement à l'utilisation du lave-linge. La demande utile correspond donc au nombre de cycles consommés par le ménage. D'après une étude effectuée [36], cette demande varie linéairement avec le nombre de personnes vivant dans le même logement, comme le montre la figure 4.36.

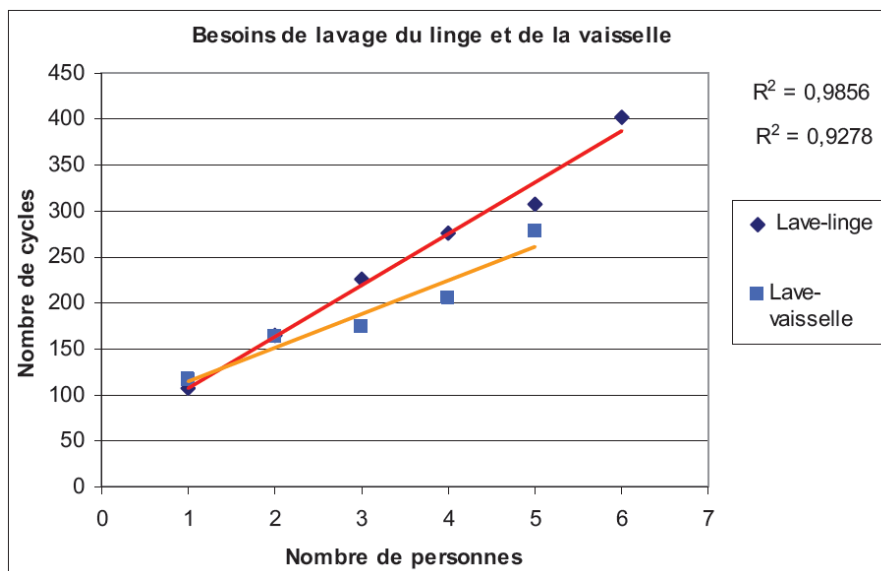


Figure 4.36: Evolution de la demande de lavage avec la taille du ménage
Source : [36]

Pour ce qui est de la détermination de la consommation du lave-linge dans le national, le calcul a été effectué en se basant toujours sur les estimations de l'APRUE, prenant en référence un lave-linge moyen avec une puissance de 2 KWh/cycle et qui fonctionnerait trois

fois par semaine dans un ménage de 5 personnes. Selon le RGPH 2008 de l'ONS, 25,1% des logements étaient équipés en lave-linge en 2008.

La désagrégation par type de logement a été faite en fonction du TOL (taux d'occupation par logement), en nous inspirant de cas réels, nous avons attribué à chaque type de logement (individuel et collectif) un TOL moyen. Pour le reste des habitations (autres), le TOL a été déduit du total de la population de 2008 :

| Type de logement | Nombre de logements | Nombre de personnes | Total population |
|------------------|---------------------|---------------------|------------------|
| Collectifs | 1015751 | 5 | 5078755 |
| Individuels | 3198252 | 8 | 24626540 |
| Autres | 1090341 | 4 | 4361364 |
| Total | | | 34066659 |

Tableau 4.4: TOL par type de logement, 2008

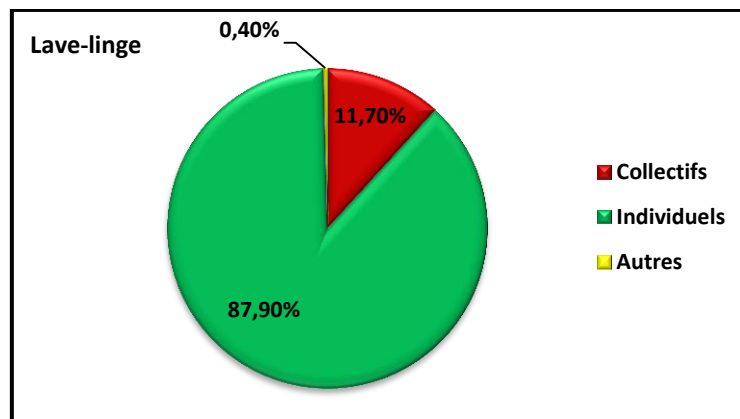


Figure 4.36: Répartition de la consommation nationale en lavage par type de logement (GWh)

6. Autres appareils électriques :

Cette catégorie comprend :

- **Les usages thermiques de l'électricité :** comme le climatiseur en mode chauffage, le cumulus, le fer à repasser, le sèche-cheveux, le four électrique ainsi que la plaque chauffante.
- **Le reste des usages électriques :** représenté par les appareils à faible pénétration dans les ménages algériens, ou à faible consommation unitaire : micro-ordinateur et accessoires, audiovisuel, ventilateur, aspirateur, bouilloire, robot-cuisine,...

La consommation liée à ces appareils est assez difficile à appréhender en termes de besoins. La variable la plus discriminante entre les ménages n'est pas l'efficacité énergétique de l'équipement, ni la durée d'utilisation mais plutôt le taux d'équipement variant en fonction des revenus [36].

Récapitulatif des consommations électriques des appareils électroménagers :

| | Taux d'équipement | Consommation unitaire (KWh/an) | Consommation totale (GWh/an) |
|---------------|-------------------|--------------------------------|------------------------------|
| Réfrigérateur | 88,3% | 790,6 | 3702,4 |
| Télévision | 93,40% | 416,5 | 2063,0 |
| Climatiseur | 13,70% | 810,0 | 588,6 |
| Lave-linge | 25,10% | 383,4 | 510,4 |
| Ordinateur | 12,40% | 69,0 | 45,4 |
| Modem | 3,50% | 9,6 | 1,8 |
| Eclairage | 100% | 795,8 | 4220,7 |
| Autres | | | 1576,7 |
| Total | | | 12709,0 |

Tableau 4.5: Consommation d'électricité par usage

Remarques :

- La consommation de « autres » a été déduite de la consommation totale.
- La consommation nationale donnée dans le bilan du MEM est de 11553,6 GWh, à laquelle s'ajoutent les pertes non techniques causées par le piratage (estimées à 10% par SONELGAZ).

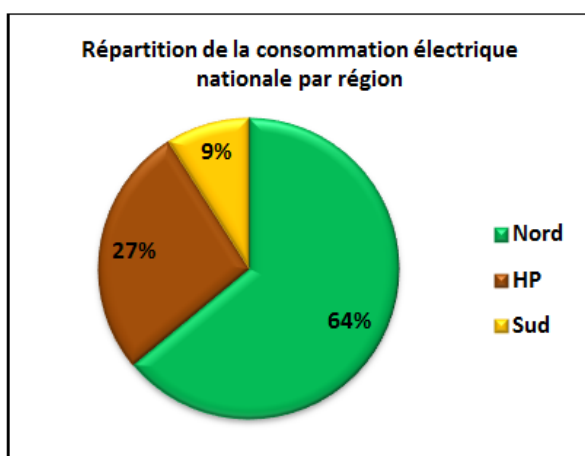


Figure 4.37: Consommation d'électricité par région

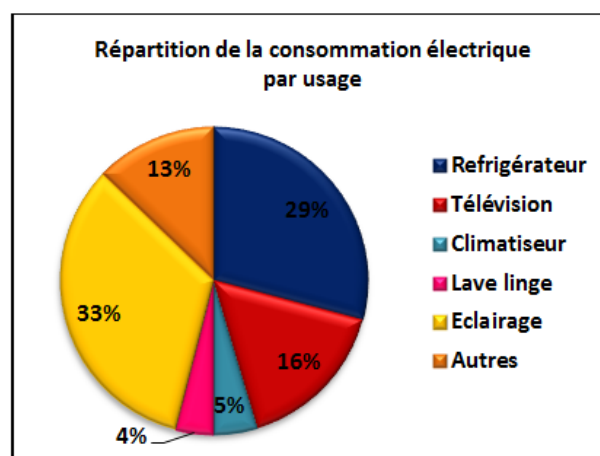


Figure 4.38: Consommation de l'électricité nationale par usage

La répartition de la consommation électrique nationale suit celle du parc logement, avec 64% au nord et 9% au sud. Cependant, en comparant la consommation par logement et par an, le logement du sud consomme près de 3000 KWh/logement/an alors que le logement du nord est pratiquement à 2400 KWh/logement/an.

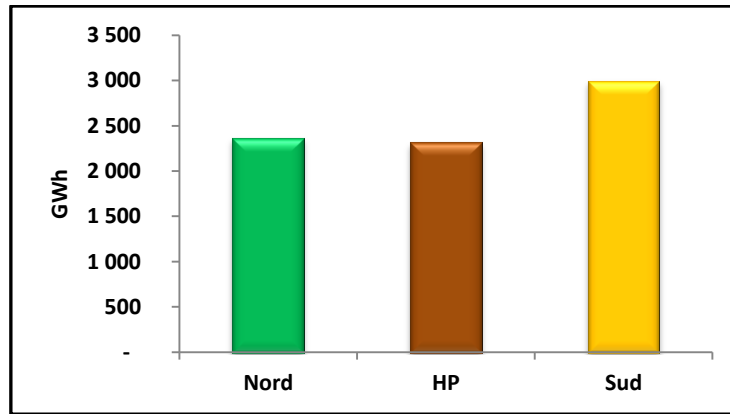


Figure 4.39: Consommation d'électricité par logement et par région

L'importance de la consommation du sud est justifiée par le besoin en climatisation, et est encouragée par les subventions de l'état, **le prix du KWh au sud est nettement moins cher qu'au nord.**

b. Ventilation de la consommation du gaz naturel par usage :

Nous distinguons trois usages domestiques :

- La cuisson
- Le chauffage
- L'eau chaude sanitaire

Vu le manque d'information pour ce volet, notre référence a été la consommation globale en gaz naturel, répartie par usage par l'APRUE et déduite de la manière suivante :

A partir de la consommation mensuelle de gaz naturel (courbe basse pression) donnée par SONEGAS :

- La consommation relative pour la cuisson est déduite pendant la saison estivale (Juin-Septembre) durant laquelle les consommations en chauffage et en ECS sont minimales voire nulles. Le mois de Septembre est le mois révélateur car les consommations autres que pour la cuisson sont au plus-bas.

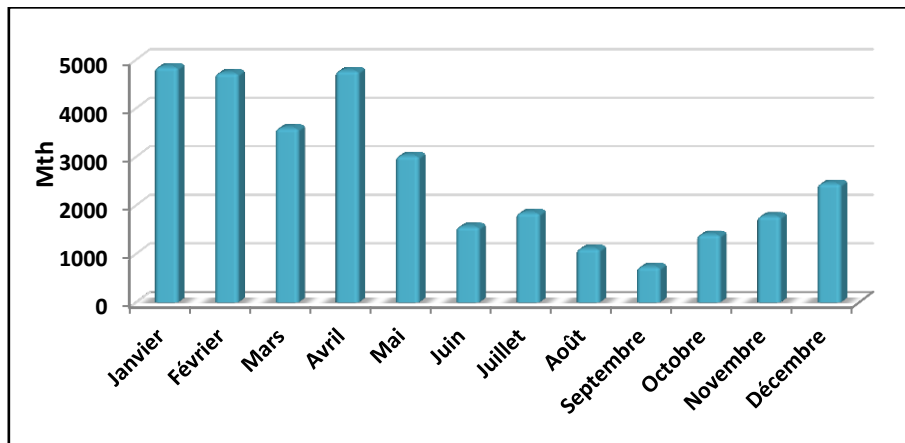


Figure 4.40: Courbe de consommation mensuelle de gaz naturel

Source: Sonelgaz

- La consommation moyenne en eau chaude sanitaire, est également déterminée pendant l'été « de Juin à Septembre » car la consommation en chauffage est nulle, celle de la cuisson sera soustraite.
- Enfin, la consommation relative au chauffage est déduite, après détermination des consommations des deux précédents paramètres.

Les résultats obtenus sont les suivants :

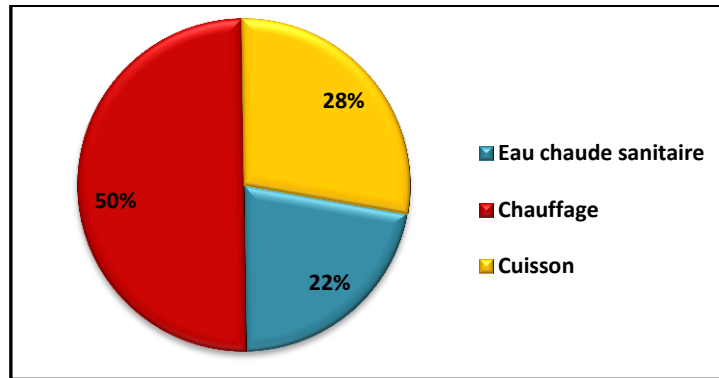


Figure 4.41: Répartition de la consommation en gaz naturel
Source: APRUE

Remarque : Cette approche est plus ou moins fiable pour la détermination de la consommation de gaz naturel par usage.

Démarche suivie : Nous avons décomposé la consommation totale en gaz naturel donnée dans le bilan énergétique national du MEM 2008 par région puis par type de logement, en nous référant aux estimations de l'APRUE (figure 4.41) et aux chiffres de l'ONS (RGPH 2008), tout en tenant compte du taux de raccordement de chaque région.

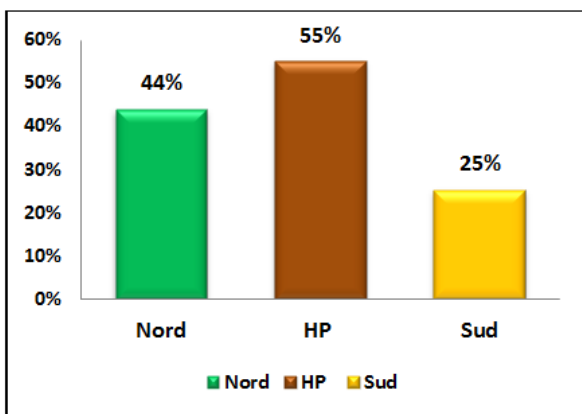


Figure 4.42: Taux de raccordement par région

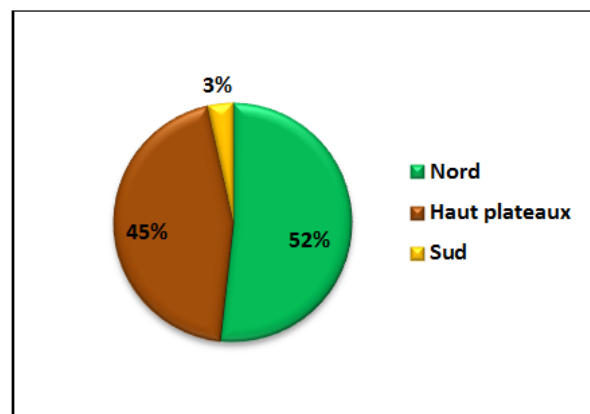


Figure 4.43 : Répartition de la consommation en gaz naturel

La consommation en gaz naturel au sud est clairement basse, vu le nombre de logement et le faible taux de raccordement.

Dans la désagrégation de la consommation totale, les facteurs considérés sont :

- Le nombre d'heures d'utilisation et la surface des logements pour le chauffage.
- Le taux d'occupation par logement (TOL) pour la cuisson et pour l'ECS

b.1 Hypothèses émises et interprétations des résultats pour les différents usages:

- Chauffage :

Selon des études sur le bâtiment et la consommation des ménages [36] et [38], le besoin en chauffage²³ dépend de plusieurs paramètres, notamment la surface, le bâti (l'isolation thermique) et la différence de température.

Pour simplifier l'approche de la décomposition par région, le paramètre retenu « heures d'utilisation » a été attribué en plus grand nombre à la région la plus froide pendant l'hiver : celle des hauts-plateaux.

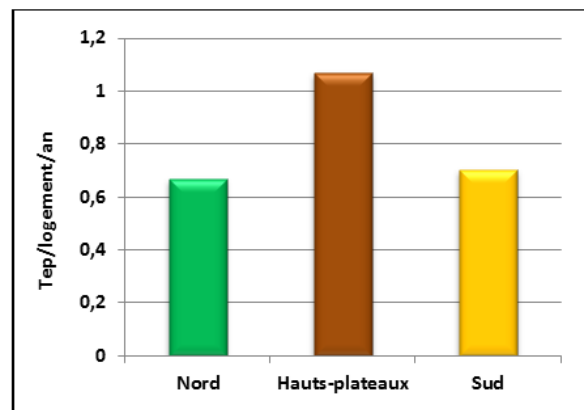
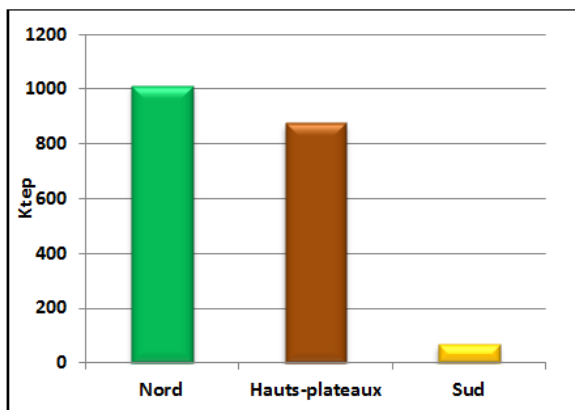


Figure 4.44: Consommation de chauffage par région

Figure 4.45: Consommation de chauffage par logement

Tout comme pour le reste des usages domestiques, le chauffage suit le parc logement raccordé, justifiant les chiffres plus élevés au nord que dans les hautes-plateaux, région pourtant la plus froide, comme illustré sur la figure 4.44.

A l'unité, c'est l'inverse, un logement dans les hauts-plateaux consomme 1,6 fois plus qu'un logement dans le nord (1Tep/an contre 0,7 Tep/an).

- Eau chaude sanitaire et Cuisson :

Les besoins en ECS et en cuisson évoluent en fonction du nombre de personnes [36].

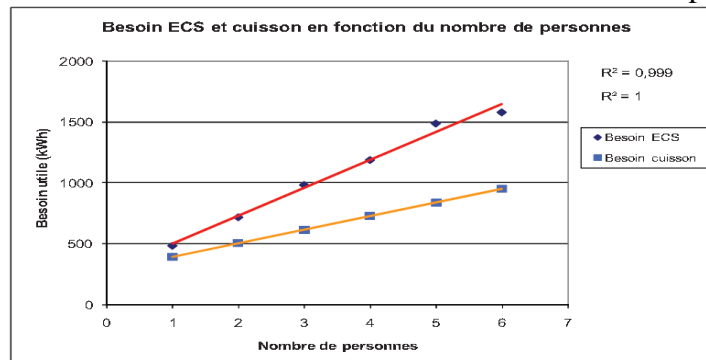


Figure 4.46 : Evolution du besoin utile en eau chaude sanitaire et en cuisson avec la taille du ménage

Source : [36]

²³ Le besoin en chauffage se calcule en toute rigueur avec les déperditions thermiques (DTR C 3.2)

Pour le calcul de cette consommation nous avons considéré le TOL moyen de chaque région :

| Région | TOL |
|--------|------|
| Nord | 6,25 |
| HP | 6,78 |
| Sud | 6,60 |

Tableau 4.6: TOL par région
Source : ONS, RGPH 2008

c. Ventilation de la consommation du GPL par usage :

Le GPL est principalement utilisé dans les logements non raccordés. Avec deux usages principaux :

- La cuisson
- Le chauffage

Comme pour le gaz naturel, la répartition a été faite sur la base des estimations de l'APRUE, soit 65% pour le chauffage et 35% pour la cuisson. La démarche suivie est la même que pour le gaz naturel.

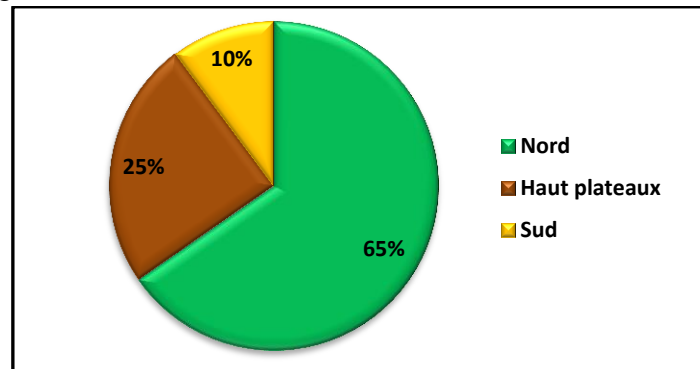


Figure 4.47: Répartition de la consommation de GPL par région

A retenir :

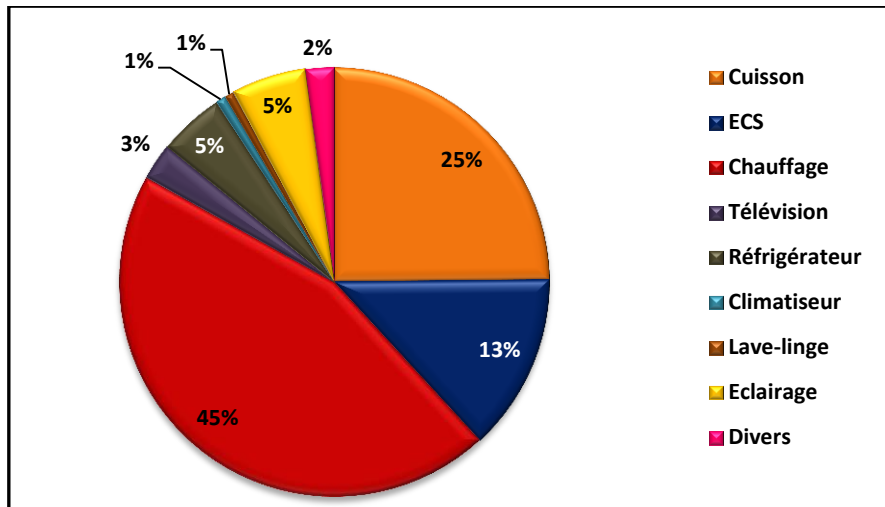


Figure 4.48: Répartition de la consommation d'énergie par usage 2008 dans le **national**

L'usage prédominant dans la consommation nationale du secteur résidentiel est le chauffage avec 41%, suivi par la cuisson comme illustré ci-dessous.

Des actions pour la rationalisation globale de la demande énergétique doivent être immédiates surtout pour les usages thermiques représentant 82% du total consommé.

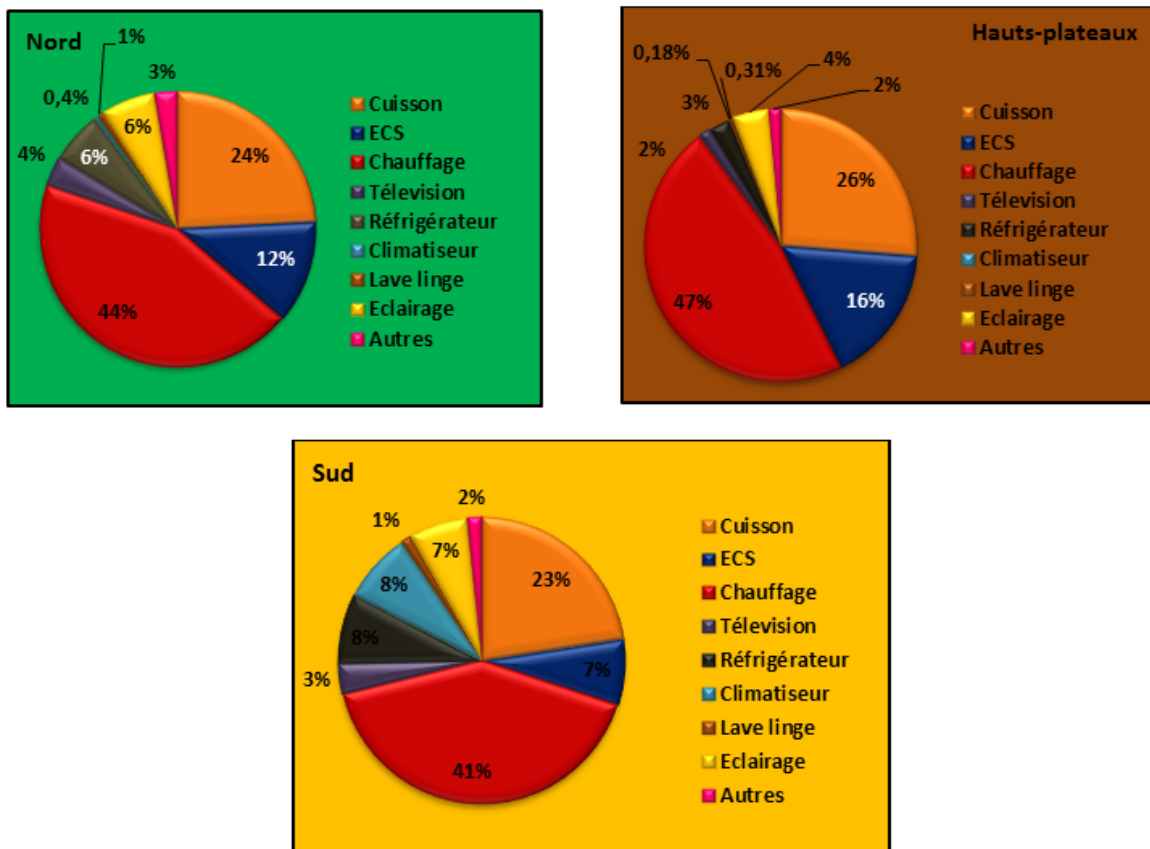


Figure 4.49: Répartition de la consommation d'énergie par usage 2008 par région

Prospective énergétique

L'analyse des consommations actuelles de gaz naturel et d'électricité dans le secteur résidentiel a permis de faire un état des lieux de la demande, de son importance, de sa répartition par usage et par région. Le bilan de la consommation risque encore de s'alourdir avec l'émergence de nouveaux produits, de nouveaux besoins de confort dans l'équipement des ménages. C'est pourquoi une modélisation dynamique de la demande énergétique a été entreprise.

Dans ce chapitre, deux scénarii seront élaborés, le premier **tendancier** ou laisser faire « business as usual », le second **volontariste**, tiendra compte de l'introduction de mesures d'efficacité énergétique. Les projections réalisées, n'ont pas pour ambition de calculer précisément les quantités d'énergie consommées à moyen et long termes, tâche quasiment impossible, mais d'estimer la demande énergétique du secteur domestique telle qu'elle pourrait être en 2030-2050, moyennant un certain nombre d'hypothèses de base.

- **Prospective :**

La **prospective** est un outil d'**aide à la décision** qui n'a pas pour vocation de « **prédire le futur** », mais aide à le construire sur la base de données disponibles.

La prospective est une démarche exploratoire qui propose différentes visions possibles du futur afin d'aider les décideurs à se préparer aux transformations à venir, en identifiant les tendances lourdes et les principaux risques.

La **prospective** se distingue de la **prévision** par l'horizon temporel, la première s'intéresserait plutôt au long terme tandis que la seconde au court et moyen terme.

- **Objectifs :**

Cette étude a donc pour objectifs principaux :

- Bâtir une prospective de la consommation d'énergie des ménages.

- Identifier les potentiels d'économie d'énergie pour les principaux usages à partir d'une projection de la consommation énergétique des ménages algériens.

- **Méthodologie :**

Pour élaborer les prévisions de la demande énergétique, on a eu recours à une approche analytique qui tient compte, à la fois, de l'historique et des hypothèses d'évolution de certains paramètres.

- **Scénarii :**

- **Scénario tendanciel « Laisser Faire » :**

L'AIE le définit comme un scénario dans lequel la demande d'énergie évolue dans le futur conformément aux tendances du passé sans qu'aucune politique nouvelle ne soit adoptée [39].

- **Scénario « Maîtrise de l'Energie » :**

Après l'élaboration du scénario tendanciel et analyse des résultats obtenus, un scénario volontariste est élaboré pour minimiser la consommation énergétique.

Il se caractérise par :

- Une forte sensibilisation des consommateurs aux économies d'énergie.

Une réduction importante des consommations unitaires moyennes des équipements ménagers.

L'évolution de la consommation énergétique globale des ménages dépend principalement de trois facteurs :

- La **population**
- Le **parc logement**
- Les **revenus**

5.1 Projections des indicateurs socio-économiques :

- **Evolution démographique :**

La population a un impact direct sur la demande énergétique du secteur résidentiel puisqu'elle influe sur le parc logement, la consommation de chauffage, d'éclairage et autres appareils électroménagers.

| | 2008 | 2011 | 2015 | 2020 | 2025 | 2030 | 2035 | 2040 | 2050 |
|----------------------------------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Population | 34,1 | 36,7 | 40,2 | 44,4 | 47,8 | 50,3 | 52,3 | 54,4 | 57,8 |
| TCAM²⁴ (%) | | 2,5 % | 2,3 % | 2,0 % | 1,5 % | 1,0 % | 0,8 % | 0,8 % | 0,6 % |

Tableau 5.1: Evolution de la population algérienne en millions jusqu'à 2050

La projection a été faite suivant la tendance des années précédentes (2000-2008). En 2030, la population serait de 50 millions d'habitants, chiffre confirmé par les estimations du Ministère de l'habitat.

Nous remarquons que le TCAM va en diminuant, pour stagner à partir de 2035, il s'agirait d'un phénomène de saturation.

| Population | 2008 | 2011 | 2015 | 2020 | 2025 | 2030 | 2035 | 2040 | 2050 |
|--|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Population urbaine (millions) | 22,5 | 26,8 | 29,8 | 33,7 | 37,3 | 40,2 | 43,0 | 45,4 | 48,2 |
| % Population urbaine | 66 % | 73 % | 74 % | 76 % | 78 % | 80 % | 83 % | 85 % | 85 % |

Tableau 5.2: Evolution de la population urbaine-rurale en millions jusqu'à 2050²⁵

Le taux d'urbanisation était de 66% en 2008 et atteindrait 85% en 2050.

- **Evolution de parc logement :**

Le parc logement influence indirectement la demande énergétique du secteur résidentiel. La dynamique de construction de logements pour les prochaines années est fonction de la croissance de la population.

| | 2008 | 2011 | 2015 | 2020 | 2025 | 2030 | 2035 | 2040 | 2050 |
|-----------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Logements (millions) | 5,3 | 5,9 | 6,6 | 7,5 | 8,3 | 9,0 | 9,8 | 10,6 | 11,5 |
| TCAM (%) | - | 3,2% | 3,0% | 2,5% | 2,1% | 1,8% | 1,7% | 1,6% | 1,6% |
| TOL | 6,4 | 6,3 | 6,1 | 5,9 | 5,8 | 5,6 | 5,3 | 5,0 | 4,9 |

Tableau 5.3: Evolution du parc logement en millions

Le taux d'occupation par logement baissera graduellement pour atteindre 5 personnes par logement d'ici 2050.

²⁴ TCAM : Taux de Croissance Annuel Moyen

²⁵ Ces résultats sont basés sur les projections du ministère de l'habitat.

• **Evolution de PIB/habitant :**

L'évolution de l'indicateur PIB/habitant, peut renseigner sur les tendances des revenus des ménages.

| | 2008 | 2011 | 2015 | 2020 | 2025 | 2030 | 2035 | 2040 | 2050 |
|--------------------------------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| PIB (milliards de DA) | 11077 | 11964 | 13729 | 16305 | 19366 | 23000 | 27317 | 32444 | 38534 |
| PIB/habitant (DA) | 325 033 | 325 839 | 341 398 | 367 250 | 404 887 | 457 540 | 527 400 | 607 928 | 680 102 |

Tableau 5.4: Evolution du PIB/habitant

N.B :

Scénario plus optimiste, relatif au développement économique et industriel.

5.2 Scénario tendanciel :

5.2.1- Projection de la consommation électrique dans les ménages :

Le secteur des ménages est le deuxième plus gros secteur consommateur d'énergie après le transport en Algérie. Sa part dans la consommation nationale totale augmente d'année en année pour diverses raisons : la croissance démographique, l'accroissement des taux d'équipement des ménages ou encore l'amélioration du niveau de vie, ce qui laisse présager, pour l'avenir, une augmentation importante des consommations d'énergie si aucun effort n'est fait pour la maîtriser. Cela est particulièrement vrai pour l'électricité, énergie secondaire, qui nécessite des quantités importantes de combustibles, en déplétion dans notre pays.

Afin d'estimer la consommation électrique à moyen et long termes, nous avons projeté le taux d'équipement des ménages, en nous référant aux chiffres existants par usage.

• **Taux d'équipement :**

Les taux d'équipements ont été projetés sur la base de chiffres antérieurs, en tenant compte de l'hypothèse suivante :

Les appareils qui seront utilisés à l'horizon 2050 seront identiques à ceux existant aujourd'hui (mêmes puissances, même caractéristiques techniques)

- **Réfrigérateur :** A l'horizon 2030, il y aurait trois fois plus de réfrigérateurs qu'en 2008. Tous les logements en seraient équipés. En 2050, il y aurait cinq fois plus.
- **Téléviseur :** Avec une tendance exponentielle, l'effectif serait multiplié par six, d'ici 2050.

- **Climatiseur** : Après avoir augmenté rapidement entre 2008 et 2011, le taux de possession de climatiseurs atteindrait plus de 70% à l'horizon 2050.

- **Projection de la consommation électrique :**

La consommation totale d'électricité sera calculée avec les mêmes consommations spécifiques que celles prises pour l'année 2008 mais avec un taux d'équipement différent.

Pour ce qui est de la distribution de cette consommation entre les trois régions étudiées, les projections ont été faites à partir des taux de croissance actuels, cela veut dire que le même pourcentage de consommation est gardé pour chaque région, soit : 64% pour le nord, 27% pour les hauts-plateaux et 9% pour le sud.

| | % | 2008 | 2011 | 2015 | 2020 | 2025 | 2030 | 2035 | 2040 | 2050 |
|-------------|-------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Nord (GWh) | 64% | 8 134 | 9 092 | 12397 | 13530 | 18592 | 22237 | 26305 | 29986 | 37505 |
| HP (GWh) | 27% | 3 431 | 3 836 | 5 230 | 5 708 | 7 844 | 9 381 | 11097 | 12650 | 15822 |
| Sud (GWh) | 9% | 1 144 | 1 279 | 1 743 | 1 903 | 2 615 | 3 127 | 3 699 | 4 217 | 5 274 |
| Total (GWh) | 100% | 12709 | 14207 | 19370 | 21141 | 29050 | 34746 | 41101 | 46854 | 58601 |

Tableau 5.5: Projection de la consommation résidentielle électrique en Algérie (GWh)

Si l'on analyse l'évolution de la consommation électrique du résidentiel national, on constate une forte croissance passant de 12710 GWh en 2008 à 59000 GWh en 2050 soit une progression de 3,7% par an, induite notamment par le développement des appareils électroménagers, des équipements de loisir et des climatiseurs.

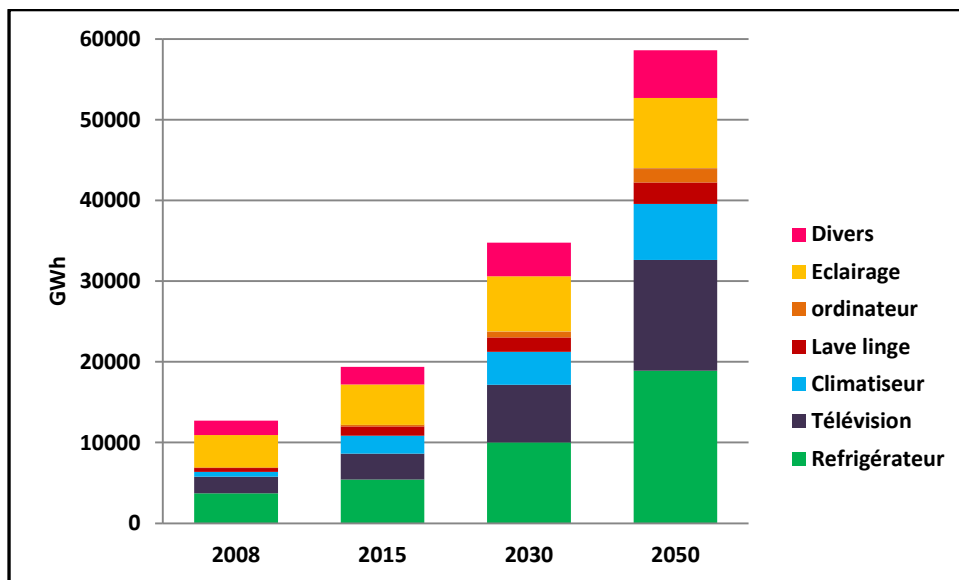


Figure 5.1 : Projection de la consommation d'électricité des ménages par usage, scénario tendanciel

Concernant l'évolution de la consommation par usage, nous constatons une forte progression de la climatisation, dont la consommation passe de 588 GWh en 2008 à 4000 GWh en 2030.

5.2.2 Projection de la consommation gazière :

Pour l'élaboration des prévisions de consommation de gaz naturel et de GPL dans le secteur domestique, les usages thermiques (cuisson, eau chaude sanitaire et chauffage) seront traités globalement, et cela en raison de l'absence de données détaillées.

La consommation de gaz naturel est fonction du taux de raccordement des logements, projeté selon l'évolution chronologique donnée dans le bilan de SONELGAZ .

| | 2008 | 2010 | 2011 | 2015 | 2020 | 2025 | 2030 | 2035 | 2040 | 2050 |
|----------------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Taux de raccordement (%) | 42,2 | 46,0 | 47,4 | 53,5 | 61,8 | 70,0 | 78,2 | 86,4 | 94,6 | 99,0 |
| Logt raccordés (millions) | 2,4 | 2,5 | 2,7 | 3,5 | 4,6 | 5,8 | 7,1 | 8,5 | 10,1 | 11,4 |

Tableau 5.6: Evolution du taux de raccordement, scénario tendanciel

| | 2008 | 2010 | 2011 | 2015 | 2020 | 2025 | 2030 | 2035 | 2040 | 2050 |
|---------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|--------|--------|--------|
| GPL (Ktep) | 1 456 | 1 737 | 1 801 | 1 908 | 2 020 | 2 110 | 2 144 | 2 179 | 2 214 | 2 249 |
| Gaz naturel (Ktep) | 3 912 | 4 085 | 4 714 | 5 557 | 7 072 | 8 671 | 10 296 | 12 066 | 13 932 | 14 992 |

Tableau 5.7: Evolution de la consommation de gaz naturel et de GPL, scénario tendanciel

D'après les résultats du scénario « Laisser Faire », la consommation de gaz naturel du secteur domestique passera de 3 912 Ktep en 2008 à 10 000 Ktep en 2030 soit une progression de 4,5% par an.

En ce qui concerne la consommation de GPL, l'urbanisation et l'augmentation du taux de raccordement diminueront son taux de croissance, qui stagnera à 0,3% à l'horizon 2050.

5.2.3 Récapitulatif de l'output du modèle :

Globalement, on assiste à une forte croissance de la consommation d'énergie du secteur résidentiel, passant de 6461 Ktep en 2008 à 15428 Ktep en 2030, soit une augmentation de 139% en 22ans.

| | 2008 | 2011 | 2015 | 2020 | 2025 | 2030 | 2035 | 2040 | 2050 |
|---------------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| GPL (Ktep) | 1 456 | 1 801 | 1 908 | 2 020 | 2 110 | 2 144 | 2 179 | 2 214 | 2 249 |
| Gaz naturel (Ktep) | 3 912 | 4 714 | 5 557 | 7 072 | 8 671 | 10296 | 12066 | 13932 | 14992 |
| Electricité (Ktep) | 1 093 | 1 222 | 1 666 | 1 818 | 2 498 | 2 988 | 3 535 | 4 029 | 5 040 |
| Total (Ktep) | 6 461 | 7 737 | 9 131 | 10910 | 13279 | 15428 | 17779 | 20175 | 22281 |

Tableau 5.8: Evolution de la consommation d'énergie par produit à l'horizon 2050

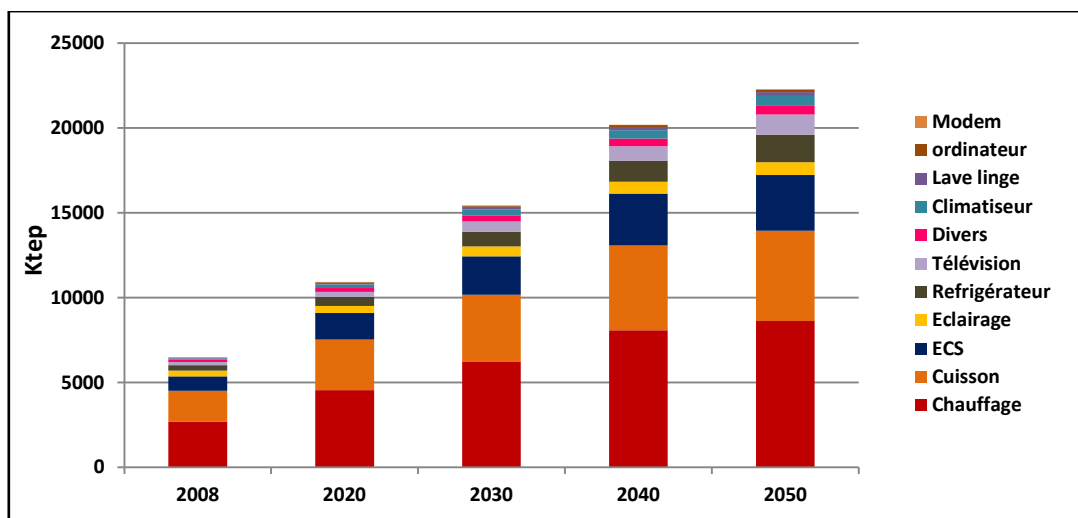


Figure 5.2: Evolution de la consommation d'énergie par usage dans le résidentiel, scénario tendanciel

Les usages fonctionnant au gaz naturel resteront prédominants à l'horizon 2050.

| | 2008 | 2011 | 2015 | 2020 | 2025 | 2030 | 2035 | 2040 | 2050 |
|--|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| CO₂ GPL (mT) | 3,8 | 4,7 | 5,0 | 5,3 | 5,5 | 5,6 | 5,7 | 5,8 | 5,8 |
| CO₂ Gaz naturel (mT) | 9,0 | 10,8 | 12,8 | 16,3 | 19,9 | 23,7 | 27,8 | 32,0 | 34,5 |
| Total (mT) | 12,8 | 15,5 | 17,7 | 21,5 | 25,4 | 29,3 | 33,4 | 37,8 | 40,3 |

Tableau 5.9: Evolution des émissions de CO₂ (millions de tonnes) pour le résidentiel, scénario tendanciel

A ce rythme de consommation, l'émission de CO₂ augmentera rapidement. Avec un taux de croissance annuel de 3% entre 2008 et 2050, on sera autour de 40 millions de tonnes de CO₂ émis en 2050, provenant du domestique uniquement ! Ce taux représenterait plus de 32% des émissions totales de CO₂, tous secteurs confondus ! [39]

Question: Face à ces besoins grandissants :

Est-ce que la production nationale pourra satisfaire la demande du secteur résidentiel, sans compter le reste des secteurs ?

5.2.4- Offre nationale :

- **Production électrique :**

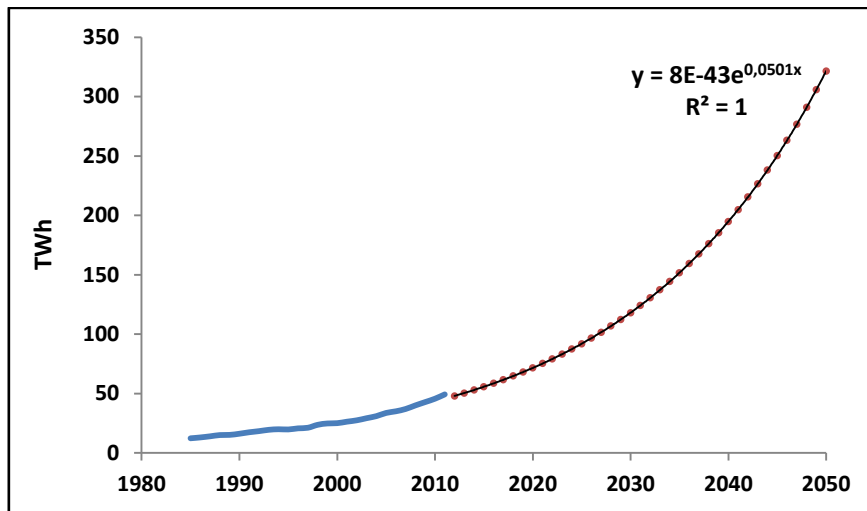


Figure 5.3: Projection de la production électrique

Sur la base de l'historique, la production électrique atteindrait 120 TWh en 2030. Aura-t-elle toujours le gaz naturel comme source principale ?

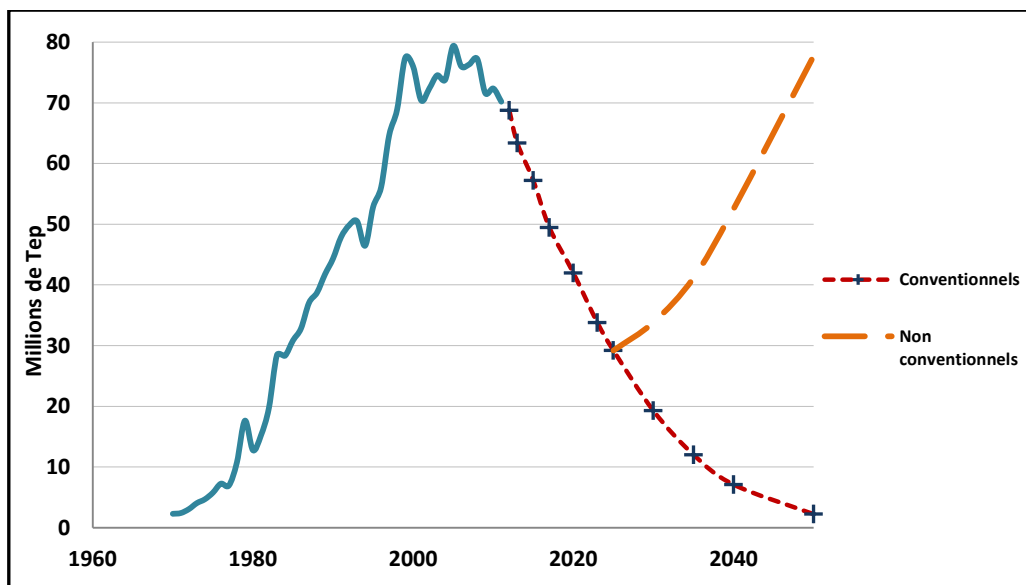


Figure 5.4: Tendances de la production gazière conventionnelle et non conventionnelle

Note: Pour le non conventionnel, les données ne sont pas consolidées. En supposant qu'en 2025, la technologie de la fracturation hydraulique serait mature : minimum d'eau, moins de risques sismiques, moins de produits chimiques.

Pour produire les 40 TWh actuels, la capacité électrique installée est de 12000 MW, fonctionnant à 99% à partir de ressources fossiles. Le MEM prévoit une production de 120 TWh à l'horizon 2030 dont 40% proviendraient des énergies renouvelables. Le défi à relever pour notre pays serait donc d'installer 30 000 MW en vingt ans, dont 12 000 MW d'énergies renouvelables !

Basé sur les prévisions du MEM, il serait donc possible d'y arriver si :

- **Solaire :**

Il est dit dans les prévisions du MEM, que 37% de 120 TWh (44,4 TWh) proviendraient du solaire à l'horizon 2030, soit une capacité installée de **10 000 MW** dont **2800 MW** auraient pour source **des centrales photovoltaïques** et **7200 MW** proviendraient **de centrales solaires thermiques**. Comment faire pour respecter les délais ?

Pour cela, la feuille de route suivante pourrait être proposée :

- Installation de 36 centrales **thermiques** avec une capacité unitaire de 200MW, soit deux centrales par an pendant quinze ans (jusqu'à 2028), puis trois centrales par an jusqu'à 2030.
- Installation de 70 centrales **photovoltaïques** avec une capacité unitaire de 40MW, soit quatre centrales par an pendant quinze ans ((jusqu'à 2028) puis cinq centrales par an jusqu'à 2030.

| Année | 2015 | 2018 | 2021 | 2024 | 2027 | 2030 |
|-------------------------|------|------|------|------|------|-------|
| Capacité installée (MW) | 1120 | 2800 | 4480 | 6160 | 7840 | 10000 |

Tableau 5.10: Capacité solaire (cumulée) installée à l'horizon 2030

Ce vaste chantier coûterait plus de 40 milliards d'euros [16].

- **Eolien :**

Les 3% restants seront d'origine éolienne selon la même source. L'équivalent d'une capacité de **2000 MW**. Pour cela, il faudrait un parc de 400 éoliennes de 5 MW, qui seront installées comme suit :

Vingt-deux éoliennes de 5 MW par an entre jusqu'à 2017, puis vingt-quatre éoliennes par an jusqu'à 2030.

| Année | 2015 | 2018 | 2021 | 2024 | 2027 | 2030 |
|-------------------------|------|------|------|------|------|------|
| Capacité installée (MW) | 220 | 560 | 920 | 1280 | 1640 | 2000 |

Tableau 5.11: Capacité éolienne théorique à installer à différents horizons jusqu'à 2030

Le coût d'une éolienne de 5 MW est estimé à 4 millions d'euros en Europe, en Algérie elle coûterait 1.5 fois plus soit 6 millions d'euros. Ce vaste chantier représenterait un investissement de 1,6 milliards d'euros.

Conclusion :

Les résultats inquiétants du scénario tendanciel nous imposent une rupture imminente avec nos habitudes de consommation, en particulier dans nos maisons, nous permettant alors de réaliser d'importantes économies énergétiques.

5.3 Scénario volontariste :

Ce scénario a pour objectif de sélectionner des actions de maîtrise de l'énergie, réalisables techniquement et viables économiquement pour le consommateur.

L'élaboration de ce scénario se basera sur les objectifs du programme « efficacité énergétique » approuvé par l'état, qui consiste à produire les mêmes biens ou services, mais en utilisant le moins d'énergie possible. Il contient des actions qui privilégient le recours aux formes d'énergies les mieux adaptées aux différents usages et nécessitant la modification des comportements et l'amélioration des équipements.

- **Hypothèses :**

- Nous conserverons les mêmes chiffres que ceux du scénario tendanciel en ce qui concerne la population, le parc logement, le PIB/habitant, le taux de raccordement au gaz naturel ainsi que le taux d'équipement.

Les hypothèses d'amélioration de l'efficacité énergétique sont :

- **L'éclairage performant (LBC):**

Le programme d'efficacité énergétique, prévoit une action ambitieuse de diffusion de 11 millions de lampes à l'horizon 2015.

Il est à prévoir dans la réglementation en matière de maîtrise de l'énergie **l'interdiction de commercialisation de lampes à incandescences** sur le marché national et ceci **à l'horizon 2020**, l'effet ne sera visible qu'à partir de 2025, ou il est supposé la disparition de ce produit du marché, permettant une économie de près de **75%** [APRUE].

- **Introduction du chauffe-eau solaire :**

L'économie d'énergie estimée après l'installation d'un chauffe-eau est de 70% [APRUE], il est prévu, la mise en service à l'horizon 2020, de l'équivalent de 150 000 m².

- **Respect de la réglementation thermique :**

Il est prévu l'isolation thermique de plus de 30000 logements à l'horizon 2020. L'enjeu de la réglementation thermique dans le bâti est considérable, la construction selon les normes de Haute Performance Energétique (HPE) permet de faire des économies d'énergie de l'ordre de 40% si toutes les mesures sont prises [APRUE]. L'APRUE estime une économie de 40% dans 20 ans, en cas de mise en conformité des bâtiments neufs (Double vitrage, isolation thermique des toitures et des murs). Par contre l'opération de rénovation thermique de l'ancien parc, nécessitera un temps de retour très long.

- **Labellisation (Etiquetage énergétique) :**

L'interdiction des classes énergivores (G et F) des appareils électroménagers est à prévoir à partir de 2020, elle permettra une économie d'énergie variant de 15 à 40% selon l'équipement considéré [APRUE].

Pour atteindre cet objectif, il est impératif de généraliser l'étiquette énergie à l'ensemble des équipements (produits ou importés) et de contrôler les appareils importés surtout les climatiseurs et les réfrigérateurs dont la majorité provient de Chine.

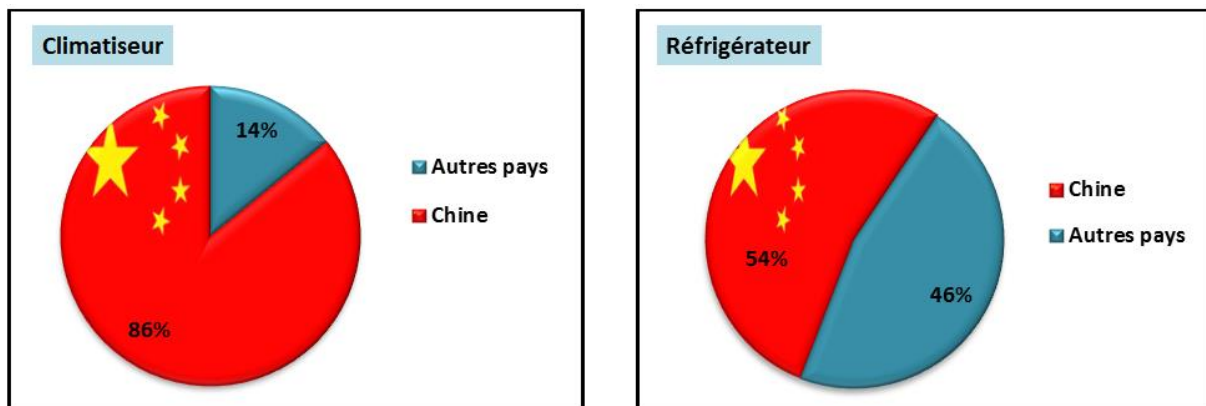


Figure 5.5: Pays d'origine des importations de climatiseurs et de réfrigérateurs en Algérie, 2012

Source : Centre National de l'Informatique et des Statistiques (CNIS), Douanes, 2012

L'Algérie a importé pour plus de 39 millions de dollars de climatiseurs et pour plus de 52 millions de dollars de réfrigérateurs en 2012, provenant essentiellement de Chine.

| Consommation (Ktep) | 2008 | 2011 | 2015 | 2020 | 2025 | 2030 | 2035 | 2040 | 2050 |
|-----------------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|---------------|--------------|--------------|--------------|
| Réfrigérateur | 318 | 365 | 467 | 413 | 572 | 688 | 826 | 987 | 1 301 |
| Télévision | 177 | 195 | 276 | 250 | 381 | 493 | 629 | 696 | 943 |
| Climatiseur | 51 | 99 | 192 | 77 | 106 | 126 | 149 | 174 | 216 |
| Eclairage | 344 | 369 | 428 | 428 | 134 | 146 | 159 | 172 | 187 |
| Divers | 198 | 189 | 296 | 270 | 369 | 446 | 515 | 581 | 684 |
| Chauffage | 2 903 | 3 528 | 4 019 | 3 435 | 3 973 | 4 482 | 5 036 | 5 619 | 5 960 |
| Cuisson | 1 605 | 1 950 | 2 224 | 2 687 | 3 166 | 3 633 | 4 141 | 4 676 | 4 985 |
| ECS | 865 | 1 043 | 1 230 | 470 | 576 | 685 | 803 | 927 | 1 000 |
| Total (Ktep) | 6 461 | 7 737 | 9 131 | 8 030 | 9 278 | 10 700 | 12257 | 13832 | 15275 |
| Potentiel d'économie | - | - | - | 26% | 30% | 31% | 31% | 31% | 31% |

Tableau 5.12: Evolution de la consommation d'énergie par usage dans le résidentiel –
Scénario volontariste

Le scénario « Maîtrise de l'Energie » induit une réduction significative de la consommation d'énergie du secteur domestique. En effet, le potentiel d'économie d'énergie cumulé entre 2020 et 2050 est de 30 millions de Tep, soit **30%** d'économie par rapport au scénario tendanciel. En considérant un prix prévisible du baril à 150 dollars, l'Algérie économiserait **7,6 milliards de dollars**, en 2050.

| Année | 2008 | 2011 | 2015 | 2020 | 2025 | 2030 | 2035 | 2040 | 2050 |
|---|------|------|------|----------|----------|----------|-----------|-----------|-----------|
| Emission CO ₂ (mT) "Volontariste" | 13 | 16 | 18 | 16 | 18 | 21 | 24 | 26 | 28 |
| Emission CO ₂ (mT) "Tendanciel" | 13 | 16 | 18 | 22 | 25 | 29 | 33 | 38 | 40 |
| Emissions CO ₂ évitées (mT) | - | - | - | 6 | 7 | 8 | 10 | 11 | 12 |

Tableau 5.13: Emissions de CO₂ évitées en millions de tonnes

Avec la maîtrise de l'énergie on éviterait l'émission de 12 millions de tonnes de CO₂ à l'horizon 2050, soit une réduction de 30%.

• **Conclusion :**

D'après notre exercice de prévision, la consommation énergétique du secteur résidentiel atteindrait 15428 Ktep en 2030 et 22281 Ktep en 2050 si aucune action de maîtrise de l'énergie n'est entreprise (scénario tendanciel). Dans le cas d'un scénario de maîtrise de l'énergie, une économie de 30% pourrait être envisagée.

Il serait donc judicieux d'appliquer le programme d'efficacité énergétique :

- Réserver l'électricité à ses usages spécifiques qui ne pourraient être satisfaits par une autre énergie de substitution.
- Favoriser l'isolation thermique

- Promouvoir les énergies renouvelables et particulièrement l'énergie solaire (thermique et photovoltaïque).
- Sensibiliser les utilisateurs à la maîtrise de l'énergie non seulement en recourant à des équipements performants et efficaces mais également en améliorant leurs comportements de façon à éviter le gaspillage de l'énergie. De simples petits gestes quotidiens peuvent induire des économies substantielles (éteindre les lampes dans les pièces inoccupées, profiter au maximum de la lumière du jour, éviter le mode veille des appareils électroniques ... etc)

Une réduction de la consommation énergétique est la meilleure façon d'assurer le développement durable d'un système énergétique, en valorisant dans nos comportements les principes de rationalisation et d'économie.

Pour une politique du transport respectueuse de l'environnement

Le parc automobile mondial est estimé à 1 milliard de véhicules, dont 240 millions aux Etats-Unis. Même les pays émergents ont des taux qui rejoignent graduellement ceux des pays industrialisés : C'est le cas de la Chine et de l'Inde. C'est aussi en règle générale le syndrome des pays développés, imiter les pays industrialisés sans avoir mis en place les fondamentaux du développement, d'autant que c'est aussi un signe de visibilité sociale au point qu'en Algérie : Rouler en 4x4 est un signe de développement ! Cruelle erreur !!

Le secteur du transport a toujours été le premier grand consommateur d'énergie, d'après les bilans énergétiques nationaux du ministère de l'énergie et des mines. Il est prédominé par le mode routier qui représente 94% en 2011, soit 11,7 millions de Tep. En seconde position, le transport aérien avec un taux de 4%, équivalent à 500 Ktep.

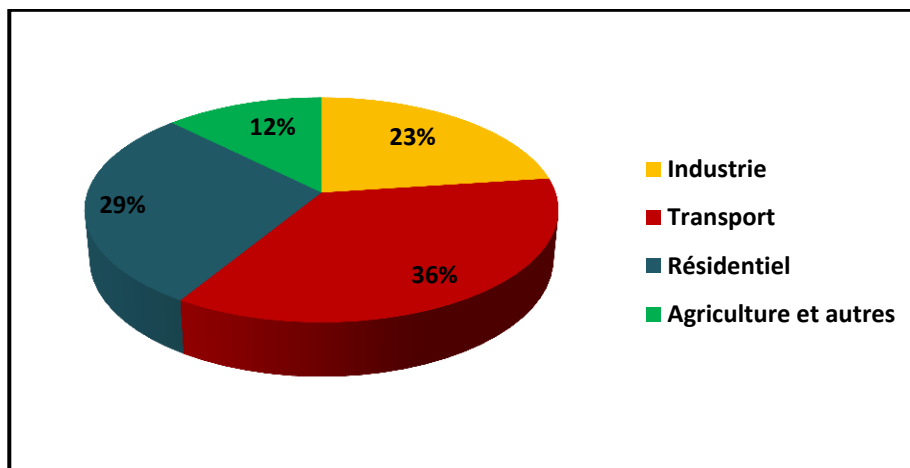


Figure 6.1 : Quotes-parts des différents secteurs économiques, 2011

Source : Bilan MEM, 2012

Le secteur des transports a comme sources principales l'essence, principalement pour les voitures de tourisme. Le prix dérisoire du gasoil a fait que ce carburant est de plus en plus utilisé au point que l'Algérie ne produisant pas assez de gasoil – le pétrole algérien étant léger, la coupe gasoil est réduite- en importe. En 2011, il a été importé pour plus de 500.000 tonnes le gasoil au prix de 250 millions de dollars. Ce chiffre est appelé à augmenter d'une

façon incontrôlée si rien n'est fait pour brider la consommation anarchique. Ajoutons que le gasoil est vendu 13 DA, il est acheté de l'étranger 6 à 7 fois plus cher !

1. Constitution du parc automobile en Algérie :

Sur le diagramme suivant nous présentons la situation du parc automobile

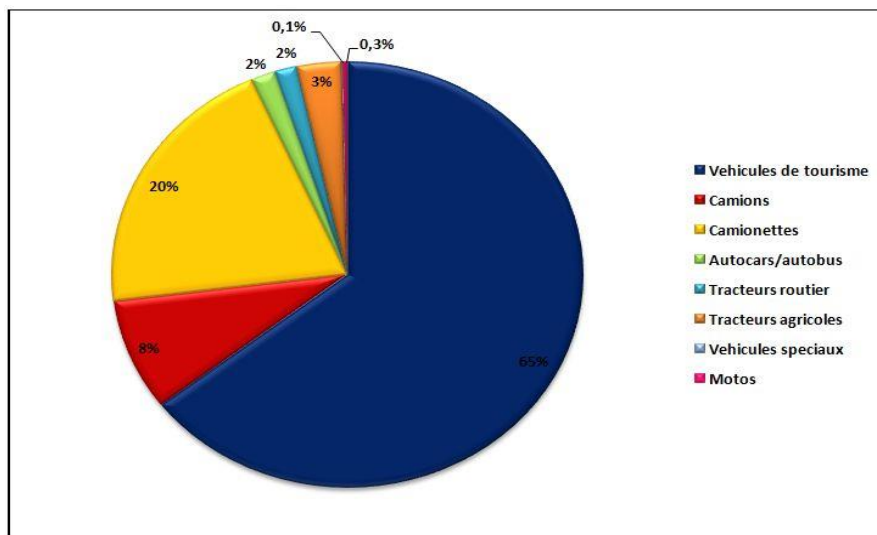


Figure 1.6 : Ventilation du parc véhicule par genre en 2012

Source: ONS

En 2012, le parc national de transport routier est estimé à 4,5 millions de véhicules tous types confondus. Les véhicules de tourisme représentent 65% soit 2,9 millions d'unités. Si on suit une tendance « fil de l'eau » et si rien n'est fait pour mettre de l'ordre les chiffres pour le parc automobile seraient les suivants :

| | 2012 | 2015 | 2020 | 2025 | 2030 |
|----------------------------------|------|------|------|------|------|
| Véhicules de tourisme (millions) | 2,9 | 3,0 | 3,4 | 3,7 | 4,1 |

Tableau 6.1 : Evolution du parc véhicules de tourisme jusqu'à 2030

2. Prospective du secteur de transport : voiture de tourisme

Nous arriverons aux consommations suivantes d'ici 2030 :

- Scénario tendanciel :

| | 2012 | 2015 | 2020 | 2025 | 2030 |
|----------------|------|------|------|------|------|
| Essence (Ktep) | 1803 | 1921 | 2100 | 2263 | 2396 |
| Gasoil (Ktep) | 283 | 610 | 815 | 1021 | 1287 |

Tableau 6.2: Evolution de la consommation en carburant jusqu'à 2030 pour les véhicules de tourisme Scénario tendanciel

| | 2012 | 2015 | 2020 | 2025 | 2030 |
|-----------------------|------|------|------|------|------|
| Essence (Ktep) | 81% | 70% | 65% | 59% | 54% |
| Gasoil (Ktep) | 19% | 30% | 35% | 41% | 46% |

Tableau 6.3: Evolution des quotes parts de marché dans le parc des Véhicules Particuliers (Scénario Tendanciel)

On le voit, si rien n'est fait pour rééquilibrer la consommation, l'Algérie importera de plus en plus de gasoil qu'elle revendra à un prix dérisoire. Aura-t-elle les moyens de poursuivre cette « politique énergétique énigmatique ? » Paradoxalement la riche en GPL (Sirghaz) n'exploite pas cette filière, alors que de par le monde, la carburation GPL est utilisée. Le GPL ne représente que 6%, part stagnante entre 2012 et 2030.

A ce rythme de consommation, et en gardant la même constitution des véhicules de tourisme, la demande en carburant va presque doubler à l'horizon 2030. Il est alors impératif pour notre pays de rationaliser la consommation dans ce secteur !

Quelques mesures de bon sens dans le cadre d'une réelle stratégie énergétique

- **Scénario volontariste :**

Pourquoi ne pas utiliser le sirghaz, source abondante en Algérie, à la place de l'essence et du gasoil ? Le sirghaz que l'on arrive pas à commercialiser d'une façon optimale à moins de le brader ? N'est-il pas possible d'imposer aux concessionnaires de vendre des véhicules sobres, mais aussi avec une double carburation GPL/essence ? Par une politique graduelle de vérité des prix, on arriverait à faire changer d'une façon soft les habitudes de consommation des usagers.

Si on tient compte des prévisions qui sont pour le moment des vœux pieux, à l'horizon 2020, l'Etat prévoit une augmentation de la quote part du GPL à 20%. Comment faire ? Le scénario volontariste ne voit toujours pas le jour, car la préparation lente et déterminée aurait pu commencer plus tôt pour mettre en place une batterie de mesures. (Instruction aux concessionnaires, mise en place d'une politique graduelle de fabrication de kit de GPL, incitation financière, Publicité dans les médias lourds...)

Résultat :

| | 2012 | 2015 | 2020 | 2025 | 2030 |
|-----------------------|------|------|------|------|------|
| Essence (Ktep) | 81% | 69% | 57% | 46% | 40% |
| Gasoil (Ktep) | 19% | 24% | 29% | 33% | 35% |
| GPL (Ktep) | 6% | 7% | 14% | 19% | 21% |

Tableau 6.4: Evolution des quotes parts de marché dans le parc des Véhicules Particuliers - Scénario volontariste

| | 2012 | 2015 | 2020 | 2025 | 2030 |
|-----------------------|------|------|------|------|------|
| Essence (Ktep) | - | 1499 | 1403 | 1232 | 1188 |
| Gasoil (Ktep) | - | 487 | 668 | 827 | 972 |
| GPL (Ktep) | - | 163 | 370 | 547 | 670 |

Tableau 6.5: Evolution de la consommation en carburant jusqu'à 2030 pour les véhicules de tourisme Scénario volontariste

Avec un tel programme, l'Algérie économiserait près de 977 millions de dollars l'équivalent de 10 millions de barils de pétrole !

3. Qu'en est-il des émissions de CO₂ ?

Un autre gain d'une stratégie sobre en consommation d'énergie serait la diminution du CO₂ émis. A titre d'exemple une lecture d'une revue spécialisée nous informe sur les performances des concessionnaires qui vendent des véhicules dont la consommation en CO₂/km dépasse de loin les normes internationales notamment européennes (120g CO₂/km au maximum, les véhicules actuels seraient autour de 100 g CO₂/km). En nous calant sur cette référence de 120 g de CO₂/km, nous avons évalué le surplus (gaspillage de consommation d'essence et par conséquent d'excès d'émission de CO₂ pour une moyenne de 15000 km) nous présentons les calculs qui ont été réalisés sur la base des véhicules de tourisme les plus achetés en 2011 relevés de la revue « le mensuel de l'automobile » :

| Voiture type | Marque | Total voitures essence | g CO ₂ /Km essence | g de CO ₂ /an/véhicule | Tonne CO ₂ /an |
|----------------|-----------|------------------------|-------------------------------|-----------------------------------|---------------------------|
| Symbol | Renault | 480 647 | 140 | 2 100 000 | 1 009 358 |
| Atos | Hyundai | 549 895 | 143 | 2 145 000 | 1 179 525 |
| 207 | Peugeot | 280 543 | 152 | 2 280 000 | 639 638 |
| Aveo | Chevrolet | 305 434 | 138 | 2 070 000 | 632 249 |
| Logan | Dacia | 192 011 | 165 | 2 475 000 | 475 228 |
| Alto | Suzuki | 187 235 | 119 | 1 785 000 | 334 214 |
| Picanto | Kia | 129 065 | 118 | 1 770 000 | 228 446 |
| Polo | Wolswagen | 108 210 | 138 | 2 070 000 | 223 994 |
| Autres | | 211 296 | 160 | 2 400 000 | 507 110 |
| Total | | 2 444 335 | | | 5 229 760 |

Tableau 6.6 : Emissions de CO₂ des voitures « essence », en 2011

| Voiture type | Marque | Total voiture diesel | g/Km diesel | g de CO ₂ /an/véhicule | Tonne CO ₂ /an |
|----------------|-----------|----------------------|-------------|-----------------------------------|---------------------------|
| Symbol | Renault | 114 950 | 126 | 1 890 000 | 217 256 |
| 207 | Peugeot | 67 094 | 116 | 1 740 000 | 116 743 |
| Logan | Dacia | 45 921 | 126 | 1 890 000 | 86 791 |
| Picanto | Kia | 30 867 | 116 | 1 740 000 | 53 708 |
| Polo | Wolswagen | 25 879 | 119 | 1 785 000 | 46 194 |
| Hilux | Toyota | 76 838 | 219 | 3 285 000 | 252 412 |
| Autres | | 50 533 | 137 | 2 055 000 | 103 845 |
| | | 412 082 | | | 876 949 |

Tableau 6.7: Emissions de CO₂ des voitures « gasoil », en 2011

Les normes européennes sont à **120 g de CO₂ / Km**, en les respectant, les économies en carburants seraient de :

| | Economie (Tep) | Emissions de CO ₂ évitées (tonnes) | Emissions de CO ₂ évitées (%) |
|---------|----------------|---|--|
| Essence | 288 460 | 836 533 | 16,0% |
| Gasoil | 45 630 | 141 451 | 16,1% |

Tableau 6.8: Economie de carburants et émissions évitées à 120g de CO₂/Km

Résultats :

Si les normes européennes de respect de l'environnement et de sobriété des voitures en 2011, nous aurons pu faire l'économie de 288 460 Tep d'essence et de 45 630 Tep de gasoil. En termes réelles de cout indexés sur les couts mondiaux, l'Algérie gagnerait près de 210 millions de dollars, soit 21 milliards de dinars. C'est aussi, si -ces carburants n'étaient pas consommés- autant de réserves disponibles le moment venu pour les générations futures. C'est cela le développement durable.

- **Remarque importante :**

Les voitures à essence produisent bien plus de CO₂, que les moteurs diesel. Cependant le CO₂, n'est pas seul responsable de la pollution atmosphérique. Les oxydes d'azote (NOx), autres gaz à effet de serre, sont également coupables de cette pollution. A cet effet, le diesel avec ses fumées noirâtres, émet beaucoup plus d'oxydes d'azote et d'autres particules cancérogènes.

4. Coût des embouteillages :

Un autre paramètre à signaler et sans que la liste des améliorations possibles est exhaustive est le cout des embouteillages, en clair combien d'énergie nous perdons dans des embouteillages, où non seulement, le véhicule, consomme sans rouler, il se fatigue, le conducteur aussi, et la productivité du pays aussi s'en ressent quand on arrive en retard au travail dans un état de stress peu propice à l'efficacité. D'après une étude européenne, la perte des carburants dans les embouteillages est estimée à 0,5 litre/heure.

Pour la wilaya d'Alger, quotidiennement il y aurait 200.000 véhicules coincés dans les embouteillages pendant au moins 1 heure. A raison de 0,5 litre/heure, la perte en carburant serait alors de 100.000 litres/jours, l'équivalent de 75 tonnes/jour.

Soit une perte annuelle de 25.000 tonnes de carburant qui coûterait à l'Algérie près de 100.000 litres x 22 Da x 300 jours = 660 10⁶ DA soit 660 millions de DA aux conditions algériennes- le carburant algérien est l'un des moins cher au monde, nous ne sommes dépassés que par le Venezuela. Au cout mondial il faut multiplier au moins par 5 ; En Europe le litre d'essence peut coûter jusqu'à 2 euros.

Ce cout de 660 millions de Da est pour Alger. Qu'en est-il du reste du pays ? Une première estimation montre que 40 % du parc est concentré à Alger soit au total une perte sèche de près d'un milliard de Da et un envoi dans l'atmosphère de quantité du CO₂ importantes

Cette petite étude montre le chemin à faire pour arriver dans tous les secteurs pour arriver à une sobriété énergétique où chaque secteur est concerné. Le moment est venu de sortir de l'ébriété énergétique actuelle. Après il sera de plus en plus difficile. Notre pays, a les hommes les compétences pour y arriver. Le cap énergétique et à bien des égards un état d'esprit qui fait que la Société dans son ensemble, les pouvoirs publics changent de paradigme. Le développement durable est à ce prix...

5. **La vérité des prix :**

L'Algérie est le troisième pays au monde où le prix du carburant est le moins cher. Le coût de l'essence est de 0,7 dollar le litre, vendu en Algérie à 0,22 dollar ! Le gasoil importé à 1 dollar le litre est bradé à 0,13 dollar, au même ordre de prix que le sirghaz, dont les réserves sont abondantes dans notre pays. Ce phénomène incite la population à se mettre au diesel, importé et moins cher que le reste des carburants.

Pire encore, le prix erratique du carburant fait profiter les pays voisins, Tunisie et Maroc. De ce fait, les villes frontalières comme Tlemcen, El Taref ou El Oued consomment autant de carburant qu'Alger !

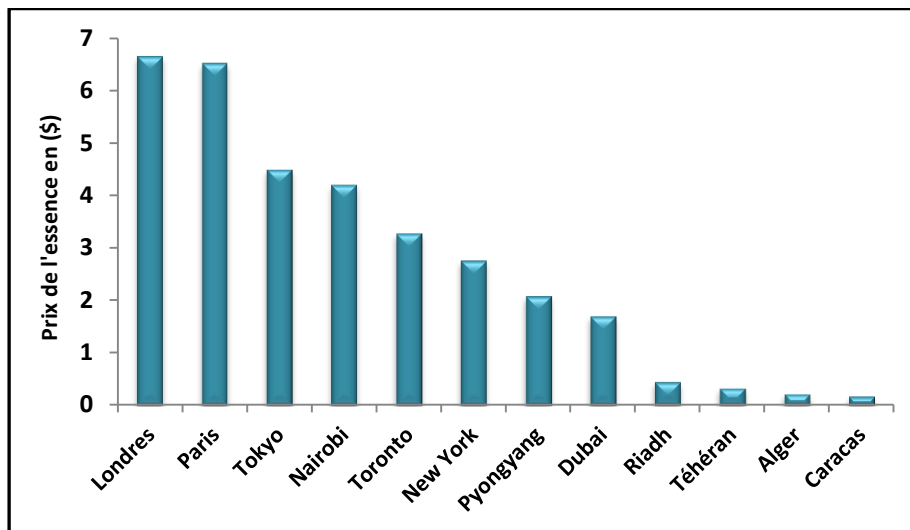


Figure 6.1: Prix de l'essence dans différentes villes du monde

Source : www.chine-informations.com/guide/prix-de-essence-en-chine-et-dans-le-monde

Recommandations

Ces dernières années, la consommation énergétique en Algérie est en forte progression, en particulier dans le secteur résidentiel et le transport, en raison de la croissance démographique élevée, de l'amélioration du niveau de vie, de l'urbanisation, de plus en plus importante et du prix dérisoire de l'énergie sous toutes ses formes

Comme illustré dans notre étude, cette tendance risque de se maintenir dans les années à venir, conduisant à une fin prématurée des ressources primaires, corrélée à une forte émission de polluants mais aussi à un danger mortel pour l'Algérie, pour n'avoir pas su à temps, jouer de prudence préserver ses réserves restantes d'énergie, diversifier ses exportations par la création de richesse hors hydrocarbure. Ce qui amènerait à un collapsus : Nous n'aurons pas de quoi nous nous nourrir, nous chauffer, nous mouvoir, dépendant à 98% d'une rente éphémère.

Face à ce constat, il devient nécessaire d'instaurer une stratégie de développement durable dans notre pays, fréquemment associé aux économies d'énergie, aux énergies renouvelables et à la protection de l'environnement. La réussite d'une telle politique réside dans la capacité du pays à mobiliser la société dans son ensemble se motiver et agir avant qu'il ne soit trop tard, car la rente va fondre très rapidement au rythme actuel du pompage frénétique qui amène aussi à un vieillissement prématuré des puits

Le développement durable est un défi pour l'Algérie si elle ne veut pas devenir une zone grise. Elle devra mettre fin à ses péchés de gaspillage, environnementaux, de vivre au-dessus de ses moyens et de donner au citoyens à tort, l'illusion que le pays est développé. Le secret est de pouvoir, sans tarder, développer un modèle énergétique durable.

Prescription à respecter pour entretenir le capital santé de l'Algérie :

Sans prétendre être exhaustive nous énumérons ci-après quelques mesures de bon sens. Leur mise en œuvre est possible notamment si les pouvoirs publics mobilisent les médias lourds d'une façon assidue et déterminée.

1. Economie d'énergie :

La meilleure attitude à adopter dans notre pays est celle de la sobriété énergétique, paramètre essentiel du développement économique. Des mesures doivent être prises dans tous **les secteurs**, le **résidentiel et le transport** en particulier. Il serait aussi judicieux d'appliquer le programme d'efficacité énergétique cité dans le chapitre précédent (Isolation thermique, introduction du chauffe-eau solaire, généralisation de l'utilisation des lampes LBC et aller

vers les appareils électriques performants). Il faut également adopter les gestes simples comme : éteindre les appareils en veille, éteindre les lampes dans les pièces inoccupées, profiter au maximum de la lumière du jour...

2. Réduction de la consommation abusive de carburant :

L'Algérie devra mettre fin à sa consommation abusive de carburant pour notamment stopper la pollution qu'elle engendre.

Il y aurait beaucoup à gagner si les autorités mettent en place une réglementation visant à bannir les véhicules qui consomment beaucoup et qui dégagent proportionnellement de grandes quantités de CO₂.

Au vu ses réserves actuelles très limitées en pétrole, l'Algérie a tout intérêt à encourager un autre type de carburant en l'occurrence le GPL ou au moins passer à la double carburation GPL/essence.

3. Aménagement de territoire :

La façon de construire, le type de matériau, la proximité des lieux de vie collectifs auront un impact important sur la facture énergétique. Souvenons-nous qu'un degré en moins dans le chauffage, c'est 7% en moins dans la facture énergétique

4. Développement des transports urbains :

Avec le développement des transports en commun les bus, les métros ou encore les tramways, avec l'encouragement de leur utilisation ainsi que l'incitation au covoiturage, avec la construction de parkings, l'Algérie économiserait de grandes quantités d'hydrocarbures !

5. La vérité des prix :

Il est important avant tout d'insister sur la **nécessité d'une vérité graduelle des prix** , protégeant naturellement les classes vulnérables, mais faisant au prix réel les Algériens qui peuvent payer l'énergie au prix réel

L'Algérie est le troisième pays au monde où le prix du carburant est le moins cher. Le coût de l'essence est de 0,7 dollar le litre, vendu en Algérie à 0,22 dollar ! Le gasoil importé à 1 dollar le litre est bradé à 0,13 dollar, au même ordre de prix que le sirghaz, dont les réserves sont abondantes dans notre pays. Ce phénomène incite la population à se mettre au diesel, importé et moins cher que le reste des carburants.

Par ailleurs, l'électricité, cédée à moins de 2DA le KWh et des équipements électroménagers fonctionnant sans aucune limite de consommation, notamment les climatiseurs, il est normal que la demande dépasse l'offre, surtout en été.

Il est impératif que l'eau, l'électricité et le carburant soient facturés à leurs véritables prix, pour que les citoyens fassent plus attention et les préservent. Les classes vulnérables paieront

en fonction de leurs moyens La rente nous permet de payer la différence entre les prix de revient et les prix de vente, mais comment allons-nous faire à l'après pétrole ?

Nous plaillons pour un contrôle strict des importations, ce qui permettrait au fur et à mesure que des normes dans le domaine énergétique sont élaborés de mettre un frein aux achats désordonnés d'appareils électroménagers énergivores (entre la norme A et G, un réfrigérateur consomme deux fois plus d'énergie de 400 à 750kWh). Il en sera de même de l'importation des voitures qui consomment plus de 6 litres aux 100km, Nous ne pouvons plus continuer à importer des voitures à plus de 120g de CO₂/km. C'est 25 % d'énergie en plus.

6. Les énergies renouvelables:

Pour assurer l'avenir des générations futures, l'Algérie doit mettre un frein au pompage frénétique des ressources fossiles et mettre en œuvre un plan Marshall pour les énergies renouvelables (solaire, éolien, géothermie, biomasse, hydraulique) dont le potentiel est important.

- ✓ Il faudrait, d'ailleurs remettre en état les **barrages hydroélectriques** du pays dont la capacité est de 450MW.
- ✓ **Les gaz de décharges**, source renouvelable pour la production d'électricité : l'Algérie gagnerait 3,5 milliards de dinars si elle exploitait 360 000 tonnes de déchets recyclables. Chaque million de tonne de déchets générés produit suffisamment de gaz pour alimenter une centrale de 1 MW pendant 20 ans [49]. A ce titre, la décharge d'Oued-Smar représente un potentiel renouvelable de plus de 5 MW.

7. La formation des Hommes :

Le marché mondial a bien conscience du rôle prééminent des actifs intellectuels dans la croissance économique, la formation de l'Homme est donc la colonne vertébrale du développement dans tous les pays du monde.

Il vient que tous les départements ministériels ont leur part de responsabilité dans la préservation de l'avenir énergétique du pays. Parmi eux le système éducatif a une responsabilité particulière. C'est en son sein que l'on éduquera l'enfant à l'éco-citoyenneté, que l'on formera les milliers de techniciens et d'ingénieur à même de prendre en charge un Plan Marshall du Développement durable à 2030. C'est en son sein que se formeront les chercheurs qui vont travailler dans le domaine de l'énergie pour inventer des solutions spécifiques à l'Algérie notamment par une adaptation continue qui nous permettra graduellement une création d'un savoir-faire endogènes. C'est à ce titre que l'on parlera d'une Algérie de l'avenir, une Algérie de tous ses enfants, fière de son histoire de ses cultures, et résolument tournée vers le futur.

Conclusion générale

L'énergie, paramètre de vie indispensable, créateur de puissance et de déclin économique est au centre aujourd'hui des préoccupations de toutes les nations.

Les sources de production énergétiques fossiles, longtemps abondantes ont été surexploitées sans ménagement ni précaution pour l'environnement afin de satisfaire une industrialisation galopante des pays les plus riches et récemment des pays émergents.

Actuellement, les ressources fossiles s'épuisent avec des répercussions environnementales désastreuses.

La transition énergétique peut faire appel au gaz de schiste abondant mais dont l'exploitation est controversée, au nucléaire différemment apprécié à cause de catastrophes mémorables et enfin à la gamme des énergies renouvelables idéales pour l'Homme et la planète mais dont l'exploitation figure parmi les plus chères en matière d'infrastructures.

Face à cette situation de tension énergétique, le monde affiche des besoins sans cesse grandissants si bien que la demande risque de dépasser l'offre disponible.

Les réactions des pays dans cette conjoncture diffèrent selon leurs richesses, leur statut économique et leurs convictions. Les Etats-Unis, première puissance mondiale, exploitent leur potentiel en gaz de schiste et assurent leur autonomie énergétique.

L'Allemagne, première puissance économique européenne investit son célèbre savoir-faire dans le renouvelable et le stockage de l'énergie.

L'Iran, civilisation millénaire et puissance technologique, maintient son programme nucléaire malgré l'hostilité et les sanctions internationales qui limitent son ouverture aux investisseurs étrangers et donc à l'exploitation de ses immenses réserves en hydrocarbures.

La Chine, premier pays émergent et premier producteur de charbon, souffre encore d'une répartition inégale des richesses sur son territoire, opposant la façade côtière prospère aux régions oubliées de l'ouest. Le miracle chinois est dû en partie à sa politique énergétique qui préconise l'économie, le développement des capacités internes et l'investissement dans le renouvelable, l'hydroélectricité en particulier.

L'Algérie, jeune pays indépendant, à vocation longtemps agricole pendant la colonisation n'a jamais profité de ses ressources importantes et diverses pendant cette douloureuse période.

A l'aube de l'indépendance, arrachée de haute lutte, la nationalisation des hydrocarbures lui donne un souffle nouveau mais la santé de son économie reste très dépendante de ses exportations.

La croissance démographique, l'urbanisation, les consommations effrénées du secteur domestique et du transport diminuent chaque jour nos potentiels énergétiques déjà largement entamés.

Des modèles de prospective sont à l'étude et tous préconisent un comportement citoyen rationnel et économe, dès l'école primaire. La transition énergétique est un état d'esprit. Nous devons pouvoir créer de la richesse indépendamment de la rente.

Un contrôle des importations de véhicules et d'appareils électroménagers avec exigence d'un label de qualité, la construction de logements aux normes internationales, la facturation des carburants et de l'électricité à leurs prix réels pour inciter à l'économie. Rationnaliser notre consommation serait un début, investir dans le renouvelable même si les infrastructures sont onéreuses, serait l'alternative idéale face à une situation énergétique des plus critiques des temps modernes.

Bibliographie :

- [1] P-Y. Trépanier. Evolution du concept d'énergie [en ligne]. Canada : Université de Montréal, Décembre 2005, 14p. Disponible sur : <http://pages.infinet.net/pyt/EvolutionEnergie.pdf>
- [2] M.T.WESTRA et al. L'énergie fait tourner le monde [en ligne]. Pays-Bas : Institut de la Physique de Plasma, 2002, 64p. Disponible sur : https://www.efda.org/wpcms/wp-content/uploads/2011/11/EPYW_fr.pdf
- [3] R.Vially. Hydrocarbures non conventionnels [en ligne]. France : IFPEN, Novembre 2011, 7p. Disponible sur : <http://www.ifpenergiesnouvelles.fr/content/download/71817/1530656/version/>.
- [4] Guillaume BRESSION, Marie LINTON. France24. Le Japon teste l'exploitation de l'hydrate de méthane [en ligne]. Mai 2013. Disponible sur : <http://www.france24.com/fr/20130508-japon-energie-hydrate-methane-gaz-non-conventionnel-exploitation-commerciale-2018>
- [5] Auteur inconnu. Gaz et pétrole de schiste : quels sont les risques et les conséquences d'une nouvelle ruée vers l'or [en ligne]. Disponible sur : http://www.collegedesassure.ch/espace-pedagogique/espaces-des-disciplines/geographie/cours-4ge.df7-j-m-borel/gaz-et-petrole-de-schiste-1/at_download/file
- [6] J-M.JANCOVICI. A quand le pic de production gazier mondial ? [en ligne]. Juillet 2012. Disponible sur : http://www.manicore.com/documentation/petrole/pic_futur_gaz.html
- [7] Ali TITOUCHE. L'OPEP face au boom pétrolier américain : les recettes du pays en baisse. El Watan, n°6881, 30/05/2013, p7.
- [8] J-M.JANCOVICI. Comment évoluent actuellement les émissions de GES ? [en ligne]. Juin 2012. Disponible sur : <http://www.manicore.com/documentation/serre/GES.html>
- [9] Rémi Ink. France info. Climat : le protocole de Kyoto prolongé de justesse jusqu'en 2020 [en ligne]. Décembre 2012. Disponible sur : <http://www.franceinfo.fr/economie/climat-le-protocole-de-kyoto-prolonge-de-justesse-jusqu-en-2020-827513-2012-12-09>
- [10] Institut national de santé publique Québec. L'humanité a dépassé le seuil critique des 400 ppm de CO₂ dans l'atmosphère [en ligne]. Mai 2013. Disponible sur : <http://www.monclimatmasante.qc.ca/1%E2%80%99humanite-a-depasse-le-seuil-critique-des-400-ppm-de-co2-dans-1%E2%80%99atmosphere.aspx>
- [11] R.BENBRAHIM, A.RAHMANI. Production d'électricité à partir de l'énergie nucléaire. In : Pr C.E.CHITOUR. 16^{ème} journée de l'énergie, De la bougie à l'électricité durable : Les défis de 2030, Tome 1. ANDRU/LA VALEF-Polytechnique/SONELGAZ. Alger : 2012, pp. 189-218.
- [12] ADEME. Comment ça marche la géothermie ? La géothermie pour produire de l'électricité [en ligne]. Disponible sur : <http://www.mtaterre.fr/dossier-mois/archives/chap/760/La-geothermie-pour-produire-de-l-electricite>

- [13] ADEME. Feuille de route biocarburants avancés [en ligne]. France : ADEME, Février 2011, 60p. Disponible sur : <http://www2.ademe.fr/servlet/getBin?name=0095EA4CA3C50D7ADC951513CAC5B1A01299160610631.pdf>.
- [14] R. BOUGHRIET. Energies renouvelables : la Chine reste le premier investisseur mondial [en ligne]. Juin 2012. Disponible sur : <http://www.actu-environnement.com/ae/news/rapport-PNUE-2012-REN21-investissement-mondial-energies-renouvelables-15923.php4>
- [15] L. RINGUET, LOUIS. L'aventure de l'électricité. France : L'Odyssée-Flammarion, 1983, 255p.
- [16] C.E. CHITOUR. Le futur d'un monde sans pétrole : les opportunités pour l'Algérie, 15^{ème} journée de l'énergie. Alger : SONATRACH, 2011, 400p.
- [17] R. JOHNSTON, L. PALTI-GUZMAN. Gaz naturel « made in USA » : un atout pour la politique étrangère américaine. Le figaro [en ligne]. 2013. Disponible sur : <http://www.lefigaro.fr/mon-figaro/2013/01/09/10001-20130109ARTFIG00558-gaz-un-atout-pour-la-politique-etrangere-americaine.php>
- [18] C. LEGAULT. Le taux de CO₂ en baisse aux Etats-Unis [en ligne]. Avril 2013. Disponible sur : <http://www.sciencepresse.qc.ca/revue-presse/2013/04/18/taux-co2-baisse-aux-etats-unis>
- [19] M-N. LIENEMANN. Rapport d'information fait au nom de la commission des affaires économiques par le groupe de travail sur l'économie sociale et solidaire [en ligne]. Juillet 2012, 107p. Disponible sur : <http://www.senat.fr/rap/r11-707/r11-7071.pdf>
- [20] Centre d'analyse stratégique. Rapport d'activité 2012 [en ligne]. France : Centre d'analyse stratégique, Avril 2013, 131p. Disponible sur : www.strategie.gouv.fr/system/files/11_rapport_dactivite_2012-04-17.pdf
- [21] G. Bernard. Gaz de schiste : la Chine passé à la vitesse supérieure [en ligne]. Disponible sur : http://www.novethic.fr/novethic/ecologie,energies,energies_fossiles,gaz_schiste_chine_passe_vitesse_superieure,138648.jsp
- [22] Iran Focus. Iran: inflation supérieure à 30% à cause des sanctions internationales [en ligne]. Disponible sur : <http://www.iranfocus.com>
- [23] C.E. Chitour. Le développement technologique de l'Iran : un résistant contre le nouvel ordre mondial [en ligne]. Septembre 2011. Disponible sur : http://www.lexpressiondz.com/chroniques/analyses_du_professeur_chitour/138249-un-resistant-contre-le-nouvel-ordre-mondial.html
- [24] A. HEDJAZI, la revue de Téhéran. L'Iran et le jeu géopolitique pétrolier du XXI^{ème} siècle [en ligne]. Disponible sur : <http://www.teheran.ir/spip.php?article22>
- [25] H. BENISSAD. Economie du développement de l'Algérie, sous-développement et socialisme. OPU. Alger 1982. p7.

- [26] M.OUCHICHI. L'obstacle politique aux réformes économiques en Algérie [en ligne]. Thèse de doctorat en Science Politique. France : Université Lumière Lyon 2, 2011.
- [27] L.ROGER. L'agriculture algérienne de 1954 à 1962. In: Revue de l'Occident musulman et de la Méditerranée, N°8, 1970. pp. 41-99.
- [28] R. Laurent. Aspect de l'infrastructure économique de l'Algérie. In : Méditerranée, 3ème année N°3, 1962.pp.53-68
- [29] B.CHASTAGNER. L'indépendance algérienne, juillet 1962 [en ligne]. Disponible sur : http://www.ecpad.fr/wp-content/uploads/2012/06/Independance_algerie.pdf
- [30] M.SEGDI, M.ZAIDI. Evolution des prix de pétrole dans le futur par rapport aux autres matières premières. Projet de fin d'études en Génie Chimique. Alger : Ecole Nationale Polytechnique, 2010.
- [31] M.ROUMADI. Réserves de Gaz de schiste : L'Algérie dispose du troisième plus gros potentiel au monde. El Watan, n°6892, 12/06/2013, p6.
- [32] E.ASSOUMOU. Modélisation MARKAL Pour la planification énergétique long terme dans le contexte français. Thèse de Doctorat. France : l'Ecole des Mines de Paris, 2006, 227p.
- [33] S.HAMDANI. Modèle énergétique de l'Algérie à l'horizon 2050. Thèse de Poste Graduation Spécialisé. Alger : Ecole Nationale Polytechnique d'Alger, 2008, 121p.
- [34] A.DJEMAA. Modélisation Bottom-Up, un outil d'aide à la décision long terme pour les mesures politiques en matière d'énergie et d'environnement - Le modèle TIMES appliqué aux industries grandes consommatrices d'énergie (IGCE). Thèse de Doctorat. France : l'Ecole des Mines de Paris, 2009.
- [35] W.Klouche. Troisième réunion du projet sur les indicateurs Medener « Indicateurs du secteur des ménages », APRUE 2013.
- [36] J-M CAYLA. Les ménages sous la contrainte carbone : Exercice de modélisation prospective des secteurs résidentiel et transports avec TIMES. Thèse de Doctorat. France : l'Ecole des Mines de Paris, 2011.
- [37] M.AMIRAT, S.M.K.EL HASSAR. Economies d'Energie dans le Secteur de l'Habitat Consommation Electrique des Ménages. Rev. Energ. Ren. Vol. 8 (2005) pp27-37, CNERIB, USTHB, 2004.
- [38] ADEME, Agence De l'Environnement et de la Maitrise d'Energie. Guide de l'écoconstruction. Février 2006. 68p.
- [39] L.BERRACHED. Etude prospective de la demande d'énergie finale pour l'Algérie à l'horizon 2030. Thèse de Magister. Algérie : Université de Boumerdes, Ecole des Mines de Nantes, 2011.

❖ **Activités du Laboratoire de Valorisation des Energies Fossiles dirigé par le Professeur Chems Eddine CHITOUR, dans le domaine de l'énergie :**

- Sid Ahmed HAMDANI, thèse de Poste Graduation Spécialisé, Ecole Polytechnique d'Alger, « Modèle énergétique de l'Algérie à l'horizon 2050 », 2008.
- M.SEGDI et M.ZAIDI, PFE, Ecole Polytechnique d'Alger, « Evolution des prix du pétrole par rapport aux autres matières premières », 2010.
- O.MALLEM et I.LASSEL, PFE, Ecole Polytechnique d'Alger, « Mise au point d'un logiciel de calcul de l'empreinte écologique : application à l'empreinte écologique de l'Algérie et des 48 wilayas du pays », 2009.
- **Quelques journées de l'énergie :**
 - 5^{ème} journée de l'énergie : Les perspectives énergétiques à l'horizon 2020 dans un contexte de globalisation planétaire, 2001
 - 8^{ème} journée de l'énergie : Vers une nouvelle crise de l'énergie ?, 2004
 - 14^{ème} journée de l'énergie : La stratégie énergétique du monde musulman, 2010
 - 15^{ème} journée de l'énergie : Le futur d'un monde sans pétrole : les opportunités pour l'Algérie, 2011
 - 16^{ème} journée de l'énergie : De la bougie à l'électricité durable : les défis de 2030, 2012

Annexes :

Annexe 1 : Exemple de calcul des facteurs d'émission de CO₂

Essence: $2 \text{ C}_8\text{H}_{18} + 25 \text{ O}_2 \longrightarrow 16 \text{ CO}_2 + 18 \text{ H}_2\text{O} + \text{chaleur}$

2 mol C₈H₁₈ (114 g/mol) \longrightarrow 16 mol CO₂ (44 g/mol) D'où: (228g de C₈H₁₈ \longrightarrow 704g de CO₂)

Alors: 1 kg d'essence produit : 3,088 kg de CO₂

Annexe 2 : Résultats au niveau national

❖ **Electricité :**

| | Taux d'équipement | Effectif | Consommation (GWh) |
|--------------------|-------------------|----------|--------------------|
| Réfrigérateur | 88,3% | 4683296 | 3702,4 |
| Téléviseur | 93,4% | 4953792 | 2063,0 |
| Climatiseur | 13,7% | 726627 | 588,6 |
| Lave-linge | 25,1% | 1331265 | 510,4 |
| Chauffage | 7,0% | 371269 | 445,5 |
| Ordinateur | 12,4% | 657677 | 45,4 |
| Modem | 3,5% | 185635 | 1,8 |
| Eclairage | 100,0% | 5303846 | 4220,7 |
| Divers | | | 1131,2 |
| Total (GWh) | | | 12709,0 |

❖ **Gaz naturel :**

| | Consommation Tep |
|--------------------|------------------|
| Cuisinière | 1095469,2 |
| Chauffe-eau | 860725,8 |
| Chauffage | 1956195,0 |
| Total (Tep) | 3912390,0 |

❖ **GPL :**

| | Consommation Tep |
|--------------------|------------------|
| Cuisinière | 407563,0 |
| Chauffe-eau | 320228,0 |
| Chauffage | 727791,0 |
| Total (Tep) | 1455582,0 |

Annexe 3: Désagrégation régionale❖ **Electricité :**

| | TV (GWh) | % | Réfrigérateur (GWh) | % | Climatiseur (GWh) | % | Lave-linge (GWh) | Eclairage (GWh) | % | Autres (GWh) |
|-----------------|--------------|-------------|------------------------|-------------|----------------------|-------------|---------------------|--------------------|-------------|-----------------|
| Nord | 1 507 | 73,1% | 2 668 | 72,1% | 170,22 | 28,9% | 370 | 2 738 | 64,9% | 1 152 |
| HP | 395 | 19,2% | 666 | 18,0% | 48,18 | 8,2% | 83 | 1 179 | 27,9% | 396 |
| Sud | 159 | 7,7% | 369 | 10,0% | 370,17 | 62,9% | 57 | 304 | 7,2% | 77 |
| National | 2 063 | 100% | 3 702 | 100% | 588,57 | 100% | 510 | 4 221 | 100% | 1 624 |
| En Ktep | 177 | | 318 | | 50,62 | | 444 | 363 | | 140 |

| National | % Consommation | Consommation régions (GWh) | Nombre de logements | Cons/logt (Kwh) |
|-----------------|----------------|----------------------------|---------------------|-----------------|
| Nord | 64% | 8 133,7 | 3440620 | 2 364 |
| HP | 27% | 3 431,4 | 1481310 | 2 316 |
| Sud | 9% | 1 143,8 | 381916 | 2 995 |

❖ **Gaz naturel :**

| | Cuisson (28%) | ECS (22%) | Chauffage (50%) | Total (millions de thermie) | % | Total (Ktep) |
|-----------------|---------------|-----------|-----------------|-----------------------------|-------------|---------------|
| Nord | 5671,4 | 4456,1 | 10127,5 | 20255,0 | 51,8% | 2025,5 |
| HP | 4902,6 | 3852,0 | 8754,6 | 17509,2 | 44,8% | 1750,9 |
| Sud | 380,7 | 299,1 | 679,8 | 1359,7 | 3,5% | 136,0 |
| National | 10954,7 | 8607,3 | 19562,0 | 39123,9 | 100% | 3912,4 |

❖ **GPL :**

| | Cuisson (35%) | Chauffage (65%) | Total (millions de thermie) | % | Total (Ktep) |
|-----------------|---------------|-----------------|-----------------------------|-------------|---------------|
| Nord | 3329,8 | 6183,9 | 9513,7 | 65,4% | 951,4 |
| HP | 1244,6 | 2311,4 | 3555,9 | 24,4% | 355,6 |
| Sud | 520,2 | 966,0 | 1486,2 | 10,2% | 148,6 |
| National | 5094,5 | 9461,3 | 14555,8 | 100% | 1455,6 |

Annexe 4: Désagrégation par type de logement et par milieu d'habitation❖ **Electricité :**

Annexes

| Nord(GWh) | | TV | Réfrigérateur | Climatiseur | Lave-linge | Eclairage | Divers | Total |
|-------------------|--------|------|---------------|-------------|------------|-----------|--------|-------|
| Collectifs | Urbain | 358 | 613 | 31 | 53 | 401 | 286 | 1 742 |
| Collectifs | Rural | 10 | 32 | 1 | 0,4 | 19 | 11 | 74 |
| Total Collectifs | | 369 | 645 | 32 | 53 | 421 | 297 | 1 817 |
| Individuels | Urbain | 695 | 1107 | 132 | 304 | 1 346 | 689 | 4 274 |
| Individuels | Rural | 219 | 545 | 33 | 11 | 769 | 206 | 1 783 |
| Total Individuels | | 914 | 1653 | 165 | 315 | 2 115 | 895 | 6 057 |
| Autres | Urbain | 153 | 329 | 1 | 1 | 111 | 130 | 726 |
| Autres | Rural | 71 | 82 | 0,3 | 0,2 | 91 | 57 | 303 |
| Total "Autres" | | 225 | 412 | 2 | 2 | 202 | 187 | 1 029 |
| Total NORD | | 1508 | 2710 | 198 | 370 | 2 738 | 1 379 | 8 903 |
| Total NORD (Ktep) | | 130 | 233 | 17 | 32 | 235 | 119 | 766 |

| HP (GWh) | | TV | Réfrigérateur | Climatiseur | Lave-linge | Eclairage | Autres | Total |
|-------------------|--------|-----|---------------|-------------|------------|-----------|--------|-------|
| Collectifs | Urbain | 48 | 81 | 4 | 8 | 102 | 49 | 292 |
| Collectifs | Rural | 0,2 | 0,2 | 0,01 | 0,03 | 1 | 0,6 | 2 |
| Total Collectifs | | 48 | 81 | 4 | 8 | 104 | 50 | 294 |
| Individuels | Urbain | 291 | 432 | 35 | 58 | 719 | 206 | 1 741 |
| Individuels | Rural | 51 | 122 | 6 | 17 | 245 | 70 | 512 |
| Total Individuels | | 342 | 554 | 41 | 75 | 964 | 277 | 2 253 |
| Autres | Urbain | 5 | 36 | 0,06 | 0,14 | 27 | 16 | 84 |
| Autres | Rural | 0,4 | 5 | 0,004 | 0,01 | 24 | 14 | 44 |
| Total Autres | | 6 | 41 | 0,06 | 0,15 | 51 | 30 | 127 |
| Total HP | | 396 | 676 | 45 | 83 | 1118 | 356 | 2 674 |
| Total HP (Ktep) | | 34 | 58 | 4 | 7 | 96 | 31 | 230 |

| Sud | | TV | Réfrigérateur | Climatiseur | Lave-linge | Eclairage | Divers | Total |
|-------------------|--------|------|---------------|-------------|------------|-----------|--------|-------|
| Collectifs | Urbain | 9 | 17 | 12 | 2 | 11 | 6 | 57 |
| Collectifs | Rural | 0,02 | 0,02 | 0,1 | 0,001 | 0,1 | 0,04 | 0,2 |
| Total Collectifs | | 9 | 17 | 13 | 2 | 11 | 6 | 58 |
| Individuels | Urbain | 95 | 140 | 258 | 51 | 185 | 67 | 797 |
| Individuels | Rural | 36 | 60 | 64 | 4 | 60 | 22 | 246 |
| Total Individuels | | 131 | 201 | 322 | 55 | 245 | 89 | 1 043 |
| Autres | Urbain | 10 | 45 | 7 | 0,1 | 18 | 6 | 86 |
| Autres | Rural | 9 | 54 | 4 | 0,03 | 15 | 5 | 87 |
| Total Autres | | 19 | 99 | 10 | 0,1 | 32 | 12 | 173 |
| Total SUD | | 160 | 317 | 345 | 57 | 288 | 107 | 1 274 |
| Total SUD (Ktep) | | 14 | 27 | 30 | 5 | 25 | 9 | 110 |

❖ Gaz naturel :

| Nord (Mth) | | Cuisson (28%) | ECS (22%) | Chauffage (50%) | Total | Total (Ktep) |
|----------------------|--------|------------------|--------------|--------------------|-------|-----------------|
| Collectifs | Urbain | 1920 | 1509 | 3429 | 6859 | 686 |
| Collectifs | Rural | 16 | 12 | 28 | 55 | 6 |
| Total Collectifs | | 1936 | 1521 | 3457 | 6914 | 691 |
| Individuels | Urbain | 5109 | 4014 | 9123 | 18245 | 1825 |
| Individuels | Rural | 215 | 169 | 384 | 768 | 77 |
| Total Individuels | | 5324 | 4183 | 9507 | 19014 | 1901 |
| Autres | Urbain | 151 | 119 | 270 | 539 | 54 |
| Autres | Rural | 6 | 5 | 11 | 23 | 2 |
| Total Autres | | 157 | 124 | 281 | 562 | 56 |
| Consommation NORD | | 7417 | 5828 | 13245 | 26489 | 2649 |

| Hauts-plateaux (Mth) | | Cuisson (28%) | ECS (22%) | Chauffage (50%) | Total | Total (Ktep) |
|----------------------|--------|------------------|--------------|--------------------|-------|-----------------|
| Collectifs | Urbain | 363 | 285 | 648 | 1296 | 130 |
| Collectifs | Rural | 1 | 1 | 3 | 5 | 1 |
| Total Collectifs | | 364 | 286 | 651 | 1301 | 130 |
| Individuels | Urbain | 2577 | 2025 | 4601 | 9203 | 920 |
| Individuels | Rural | 229 | 180 | 409 | 818 | 82 |
| Total Individuels | | 2806 | 2205 | 5010 | 10021 | 1002 |
| Autres | Urbain | 34 | 27 | 61 | 122 | 12 |
| Autres | Rural | 1 | 1 | 3 | 5 | 1 |
| Total Autres | | 36 | 28 | 63 | 127 | 13 |
| Consommation HP | | 3206 | 2519 | 5725 | 11449 | 1145 |

| Sud | | Cuisson (28%) | ECS (22%) | Chauffage (50%) | Total | Total (Ktep) |
|-------------------|--------|------------------|--------------|--------------------|-------|-----------------|
| Collectifs | Urbain | 27 | 21 | 49 | 97 | 10 |
| Collectifs | Rural | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Total Collectifs | | 27 | 21 | 49 | 98 | 10 |
| Individuels | Urbain | 290 | 228 | 518 | 1036 | 104 |
| Individuels | Rural | 12 | 10 | 22 | 44 | 4 |
| Total Individuels | | 302 | 237 | 540 | 1079 | 108 |
| Autres | Urbain | 2 | 2 | 4 | 8 | 1 |
| Autres | Rural | 0,10 | 0,08 | 0,17 | 0,34 | 0,03 |
| Total Autres | | 2 | 2 | 4 | 8 | 1 |
| Consommation SUD | | 332 | 261 | 593 | 1185 | 119 |

❖ GPL :

| Nord | | Cuisson (35%) | Chauffage (50%) | Total (Mth) | Total (Ktep) |
|--------------------------|--------|------------------|--------------------|----------------|-----------------|
| Collectifs | Urbain | 185 | 343 | 528 | 53 |
| Collectifs | Rural | 43 | 79 | 122 | 12 |
| Total Collectifs | | 227 | 422 | 650 | 65 |
| Individuels | Urbain | 1511 | 2807 | 4318 | 432 |
| Individuels | Rural | 1425 | 2647 | 4072 | 407 |
| Total Individuels | | 2937 | 5454 | 8390 | 839 |
| Autres | Urbain | 310 | 576 | 886 | 89 |
| Autres | Rural | 220 | 409 | 629 | 63 |
| Total Autres habitations | | 530 | 985 | 1515 | 152 |
| Consommation NORD | | 3694 | 6860 | 10555 | 1056 |

| HP | | Cuisson (35%) | Chauffage (50%) | Total (Mth) | Total (Ktep) |
|--------------------------|--------|------------------|--------------------|----------------|-----------------|
| Collectifs | Urbain | 109 | 203 | 313 | 31 |
| Collectifs | Rural | 6 | 12 | 18 | 2 |
| Total Collectifs | | 116 | 215 | 331 | 33 |
| Individuels | Urbain | 208 | 386 | 594 | 59 |
| Individuels | Rural | 683 | 1269 | 1952 | 195 |
| Total Individuels | | 891 | 1655 | 2546 | 255 |
| Autres | Urbain | 4 | 8 | 13 | 1 |
| Autres | Rural | 7 | 13 | 19 | 2 |
| Total Autres habitations | | 11 | 21 | 32 | 3 |
| Consommation HP | | 1018 | 1890 | 2908 | 291 |

| Sud | | Cuisson (35%) | Chauffage (65%) | Total (Mth) | Total (Ktep) |
|--------------------------|--------|------------------|--------------------|----------------|-----------------|
| Collectifs | Urbain | 31,35 | 58,22 | 89,57 | 8,96 |
| Collectifs | Rural | 0,13 | 0,23 | 0,36 | 0,04 |
| Total Collectifs | | 31,48 | 58,45 | 89,93 | 8,99 |
| Individuels | Urbain | 334,26 | 620,76 | 955,02 | 95,5 |
| Individuels | Rural | 14,07 | 26,14 | 40,21 | 4,0 |
| Total Individuels | | 348,33 | 646,90 | 995,2 | 99,5 |
| Autres | Urbain | 2,62 | 4,86 | 7,48 | 0,75 |
| Autres | Rural | 0,11 | 0,20 | 0,31 | 0,03 |
| Total Autres habitations | | 2,73 | 5,07 | 7,79 | 0,78 |
| Consommation SUD | | 382,53 | 710,42 | 1092,95 | 109,30 |