

République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
Université M'Hamed BOUGUARA, Boumerdes
Faculté des Sciences de l'Ingénieur

Ecole Doctorale en Energétique et Développement Durable



Mémoire présenté en vue de l'obtention du diplôme de Magister

OPTION

Management Des Projets Energétique

**Etude Prospective de la Demande d'Energie Finale pour
l'Algérie a l'Horizon 2030.**

Présenté par : Lyes BERRACHED

Soutenu le : 30 Octobre 2011.

Examineurs :

Jacques COMITI	Professeur	Univ-Nantes	Président
Mohand TAZEROUT	Professeur	EMNantes/ France	Examineur
Khaled LOUBAR	Maître de Conférences	EMNantes	Examineur
Mourad BALISTROU	Maître de Conférences/A	UMBB/ Boumerdes	Examineur
Madjid HACHEMI	Maître de Conférences/A	UMBB/ Boumerdes	Directeur de mémoire
Kamel Dali		APRUE	Co- Directeur

Année Universitaire 2010/2011

REMERCIEMENT

Je tiens à remercier profondément mon promoteur/directeur de mémoire Mr **M. HACHEMI**, Mr. **K. DALI** directeur de l'APRUE et Mr **D. BOUCHENEB** chef département prospective au niveau de l'APRUE pour tous le temps et les efforts qu'ils m'ont consacrés, pour leurs appréciables aide et orientations constructives.

Je tiens aussi à remercier Mr **M. BALISTROU**, le représentant de l'**EDEDD** en Algérie pour ses conseils et ses orientations durant toute la période de formation et tout au long du stage.

Mes sincères remerciements s'adressent aux Mr. **M. TAZEROUT** en France pour ses efforts à fonder cette école doctorale, Mr **B. BRACHEMI** chef de département énergétique, ainsi que tous les intervenants qui ont participés dans cette formation.

Résumé

Actuellement, les problématiques major de l'augmentation de la demande énergétique mondiale, l'épuisement des énergies fossiles et le réchauffement climatique qui résident des grandes émissions des gaz à effet de serre a conduit les pays à prévoir des études prospective à court et long terme et s'intéressent à l'action de maîtrise d'énergie et développement durable. La prospective se base sur la stratégie d'élaboration des scénarios, un scénario de référence ou laissé aller et un ou plusieurs scénario volontariste réside de l'étude à long terme.

Les perspectives énergétiques pour l'Algérie à l'horizon 2030 s'articulent autour d'un scénario de référence qui fournit une image cohérente de l'évolution à long terme du système énergétique Algérien.

Le scénario de référence se base sur un certain nombre d'hypothèses argumentées relatives au contexte démographique et économique (PIB, Population, emploi, ménages...) et sur les politiques et mesures en place concernant l'énergie, les secteurs économique et l'environnement. Il présuppose la poursuite des tendances et des changements structurels en cours. Le scénario de référence permet ainsi de pointer du doigt les problèmes à long terme concernant l'énergie, les secteurs économique et l'environnement et aide à identifier les actions à mettre en œuvre pour y apporter des solutions. En se basant sur une politique de maîtrise d'énergie, on pourra élaborer un scénario volontariste comme étant le meilleur avenir énergétique pour l'Algérie.

Globalement, La présente étude a pour but, l'élaboration d'un outil de calcul de la demande d'énergie à long terme sur Excel suivi d'un scénario de référence à l'horizon 2030. En plus, cette étude prospective qui englobe tous les secteurs d'activité économiques algériens propose un scénario volontariste dans le cadre de maîtrise d'énergie et développement durable.

Mots Clés

- La prospective.
- Demande d'énergie à long terme.
- Perspectives énergétiques de l'Algérie.
- L'Algérie à l'horizon 2030.
- Les scénarios énergétiques.

Abstract

Currently, the major problem of increasing global energy demand, the depletion of fossil fuels and global warming living large emissions of greenhouse gases has led countries to provide prospective studies in the short and long term and interested in the work of mastering energy and sustainable development. Foresight is based on the strategy for developing the scenarios, a base case or let go and one or more voluntarist scenario is the long-term study.

The energy perspectives for Algeria in 2030 built around a base case that provides a coherent picture of the long-term energy system Algerian.

The baseline scenario is based on a number of assumptions relating to argued demographic and economic (GDP, population, employment, households ...) and on policies and measures up on energy, the economic and environmental. It presupposes the continuation of trends and ongoing structural changes. The baseline allows pointing the finger at long-term problems concerning energy, the economy and the environment and helps to identify the actions to be implemented to find solutions. By basing a control policy on energy, we can develop a proactive scenario as the best energy future for Algeria.

Overall, this study has stumbled the development of a tool for calculating the energy demand in the long term, followed by a baseline scenario for 2030. In addition, this prospective study that encompasses all sectors of economic activity Algerian offers proactive scenarios in the context of mastering energy and sustainable development.

Keywords

- Prospective.
- Energy demand in the long term.
- Energy outlook in Algeria.
- Algeria in 2030.
- Energy scenarios.

ملخص

في الوقت الراهن إن المشكلة الرئيسية المتمثلة في تزايد الطلب العالمي على الطاقة و استنفاد المحروقات و ظاهرة الاحتباس الحراري دفعت بالعديد من البلدان إلى القيام بدراسات مستقبلية حول استهلاك الطاقة على المدى القصير والبعيد في إطار التحكم في الطاقة والتنمية المستدامة. مستقبل الطاقة في الجزائر في عام 2030 يمكن استعلامه من خلال السيناريو الحالي لاستهلاك الطاقة الذي يمكنه تصوير التطور الحالي لاستهلاك الطاقة على المدى الطويل. ويستند ما في هذا السيناريو الحالي أو الأساسي إلى عدد من الافتراضات المتعلقة بالجانب الديمغرافي والاقتصادي (الناتج المحلي الإجمالي. السكان . العمل والأسر...) وعلى السياسات والتدابير المتعلقة باقتصاد الطاقة وحماية البيئة. ويسمح هذا السيناريو الحالي باستخلاص المشاكل الموجودة على المدى الطويل في مختلف المجالات الطاقوية والبيئية. وتحديد الاجراءات اللازم تطبيقها بحيث يسمح بوضع احسن سيناريو مستقبلي للجزائر. بشكل عام الهدف الأساسي لهذه الدراسة تطوير أداة لحساب الطلب على المدى الطويلة مع وضع سيناريو حالي.بالإضافة لذلك هذه الدراسة التي تشمل كل المجالات الاقتصادية والبيئية تطرح عدة حلول للمشاكل المستقبلية في استهلاك الطاقة في إطار التحكم في الطاقة والتنمية المستدامة في العام 2030 .

الكلمات الأساسية

الاستشراف
الطلب على الطاقة في المدى البعيد
توقعات الطاقة في الجزائر
الجزائر في عام 2030
سيناريوهات الطاقة

Sommaire

Liste des tableaux
Liste des graphes
Notation

Présentation de la Structure d'Accueil
Introduction Générale

1

Chapitre I : Objectif de l'Etude et Etat de l'Art

3

1. Objectif de L'Etude

3

2. Etat de L'Art

3

2.1 La Prospective

3

2.1.1 Tendanciel

3

2.1.2 Volontariste

3

2.2 Historique de Quelques Prospectives Energétiques Mondiales

4

2.3 Méthodologie d'une Etude Prospective Energétique

6

2.3.1 Choix de l'Horizon et l'Année de Base de l'Etude

6

2.3.2 Recueil de Données et Elaboration des Hypothèses

6

2.3.2.1 Aspect Energétique

6

2.3.2.2 Aspect Economique

7

2.3.3 Construction des Scénarios

8

2.3.3.1 Les Scénarios

8

2.3.3.2 Les grandes phases de la méthode des scénarios

9

Chapitre II : Enjeux Energétique et Environnementale

11

1. Mondiale

11

1.1 Réserves Energétiques Fossiles

11

1.2 Production et Consommation des Energies Fossiles

12

1.3 Emission des Gaz à Effet de Serre

13

2. Contexte Algérien

15

2.1 Réserves Energétique

16

2.2 Production et Consommation des Energie Fossiles

17

2.3 Emission des Gaz à Effet de Serre

22

Chapitre III : Modélisation

24

1. Les Grandes Familles des Modèles

24

1.1 Les Modèles de Type « Top-Down ».

26

1.2 Les Modèles de Type « Bottom-Up »

27

1.3 Les modèles IAM : Approche climatique

27

1.4 Modèles existants et catégories de modèles

28

1.5 Modélisation économétrique

29

1.6 Modélisation technico-économique	29
2. Le SIMED : Méthodologie de Développement	30
2.1 Le Secteur Résidentiel	31
2.2 Le Secteur Industrie	31
2.3 Le Secteur Transport	32
2.4 Le Secteur Tertiaire	32
2.5 Le Secteur Agriculture	32
3. Les Scénarios	33
3.1 Le scénario Tendancier	33
3.1.1 Hypothèses Macroéconomique	33
Le PIB	33
La Démographie	34
L'Emploi	34
3.2 Hypothèse Energétique	34
Le Résidentiel	34
L'Industrie	35
Le Transport	37
Le Tertiaire	37
L'Agriculture et la Pêche	38
3.3 Consommation Finale d'Energie et Emissions des GES évités	33
3.3.1 Consommation d'Energie Finale	39
3.3.2 Emission des GES	49
Conclusion	50
<u>Chapitre IV : Le Scénario Volontariste</u>	51
1. Hypothèses Macroéconomique	51
2. Maitrise d'Energie.	51
3. Mesure Volontariste	51
4. Potentiel d'Economie d'Energie	54
Potentiel total	56
Tendancier&Volontariste	57
Emission des GES Evité	58
Conclusion	59
Conclusion Générale	60
Référence Bibliographique	
Annexes	

Présentation de la Structure d'Accueil

Ce sujet de recherche a été proposé par L'Agence Nationale pour la Promotion et la Rationalisation de l'Utilisation de l'Energie (APRUE).

L'Agence Nationale pour la Promotion et la Rationalisation de l'Utilisation de l'Energie (APRUE) est un établissement public à caractère industriel et commercial créé par décret présidentiel en 1985, placé sous la tutelle du Ministère de l'Energie et des Mines. Elle a pour mission principale la mise en œuvre de la politique nationale de maîtrise de l'énergie, et ce à travers la promotion de l'efficacité énergétique.

Rôle et Missions

L'APRUE est l'instrument institutionnel dont se dote le Gouvernement afin d'assurer la promotion et l'animation de la mise en œuvre de la politique de maîtrise de l'énergie. Elle a pour rôle principal la coordination et le suivi du dispositif de la politique de maîtrise de l'énergie (programme national de maîtrise de l'énergie, fonds national de maîtrise de l'énergie, comité intersectoriel de maîtrise de l'énergie) et l'organisation de partenariats pour l'élaboration, la proposition et la mise en œuvre de programmes concertés dans l'ensemble des secteurs.

Trois niveaux de missions en découlent :

-Le cadre économique et programmatique

- La connaissance des consommations d'énergie, de leurs tendances d'évolution, de leurs indicateurs significatifs.
- La réalisation d'études d'exploration prospective de la demande d'énergie ; l'évaluation des potentiels de la maîtrise de l'énergie et des investissements nécessaires pour les exploiter.
- La programmation d'ensemble évolutive de la maîtrise de l'énergie, la coordination et suivi du programme national de la maîtrise de l'énergie (en lien avec le programme national de lutte contre le changement climatique).
- L'évaluation des programmes.

-Le cadre des connaissances et de la promotion

- L'organisation et la diffusion de l'information appropriée aux besoins du développement de la maîtrise de l'énergie.
- La formation en interne et en externe.

-Le montage de programmes et projets sectoriels en partenariat

- Etablir des propositions de programmes et de projets en partenariat, dans leur dimension technique, économique, environnementale et financière.

Organigramme

L'APRUE est dirigé par un Directeur Général assisté par les directions suivantes :

- Direction Communication
- Direction Planification & Programmation
- Direction de l'Action Sectorielle
- Direction de l'Environnement & de l'Energie durable
- Direction de l'Administration & des Finances

Ressources financières

- Fonds national pour l'énergie
- Autofinancement : études, et audits énergétiques et formations au la maîtrise de l'énergie
- Financement international notamment Union Européenne, coopération bilatérale et autres organismes internationaux.

Groupes cibles

Les partenaires de la maîtrise de l'énergie en Algérie représentés dans les six familles d'acteurs pour chacun des secteurs de consommation d'énergie (industrie, habitat, tertiaire, transport, agriculture, ...)

- les pouvoirs publics,
- les entreprises fournissant biens et services associés à la maîtrise de l'énergie,
- les utilisateurs d'énergie,
- les compagnies énergétiques,
- les organismes de financement,

Mission Chargé d'études –Département Prospective

- Collecte des inputs des modèles de prospectives (statistiques régulières), et des hypothèses des politiques énergétiques.
- Réaliser des enquêtes sur la consommation d'énergie et les émissions de gaz à effet de serre
- Elaborer des statistiques et des bilans liés à la consommation de l'énergie
- Définir les méthodes et modèles permettant de réaliser des études prospectives sur l'évolution de l'offre et la demande d'énergie
- Réaliser des études portant sur toutes questions liées à l'efficacité énergétique.

Le chef de département a pour mission d'encadrer et de faire réaliser les missions citées ci-dessus.

Glossaire

A.I.E.A : Agence Internationale de l'énergie atomique.

GES : Gaz à effet de serre.

VA : Valeur Ajoutée.

TVA : Taux de la valeur ajoutée.

PIB : Produit intérieur brute.

TCAM : Taux de croissance annuelle moyen.

BTP : Bâtiment et travaux publics

IGCE : Industrie grosses consommatrices d'énergie.

ONS : Office nationale des statistiques.

TOL : Taux d'occupation des logements.

VP : Véhicule particulier.

VUL : Véhicule utilitaire léger

SIMED: Simulation model for energy demand.

Pu : Puissance.

Fré : fréquence d'utilisation

FNME : Fan nationale de maitrise d'énergie

LBC : Lampe à basse consommation

CES : Chauffe eau solaire

RTB : Réglementation thermique des bâtiments.

GPL/C : Gaz du pétrole liquéfié carburant.

GN/C : Gaz naturel carburant.

Liste des Tableaux

	Page
Tableau- 1 : Potentiel Solaire en Algérie.	17
Tableau- 2 : production nationale d'énergie.	17
Tableau- 3 : Evolution de la consommation finale croisée secteurs/produits	21
Tableau- 4 : Bilan des émissions par secteur.	22
Tableau- 5 : TCAM du PIB 2030.	33
Tableau- 6 : Population en 2030.	34
Tableau- 7 : Emploi en 2030.	34
Tableau- 8 : Intensité énergétique de branches industrielles en 2030.	35
Tableau- 9 : Parc logement en 2030	36
Tableau- 10 : Taux de raccordement de l'électricité et du gaz en 2030.	36
Tableau- 11 : Parc véhicule roulant en 2030.	37
Tableau- 12 : Parc ferroviaire en 2030.	37
Tableau- 13 : Parc aérien en 2030.	37
Tableau- 14 : Surface irriguée en 2030.	38
Tableau- 15 : Consommation par usages du résidentiel en 2030.	39
Tableau- 16 : Consommation par produit du résidentiel en 2030.	39
Tableau- 17 : Consommation de l'industrie en 2030.	40
Tableau- 18 : Consommation par usages de l'industrie en 2030.	41
Tableau- 19 : Consommation par produit de l'industrie en 2030.	42
Tableau- 20 : Consommation par mode de transport en 2030	43
Tableau- 21 : Consommation par produit de transport en 2030	43
Tableau- 22 : Consommations du tertiaire en 2030.	44
Tableau- 23 : Consommation par usages du tertiaire en 2030.	45
Tableau- 24 : Consommation par produit du tertiaire en 2030	45
Tableau- 25 : Consommations de l'agriculture en 2030.	45
Tableau- 26 : Consommation par produit de l'agriculture en 2030	46
Tableau- 27 : Consommation d'énergie finale par secteur d'activité en 2030	47
Tableau- 28 : Consommation d'énergie finale par secteur d'activité en 2030	47
Tableau- 29 : Consommation d'énergie finale par produit en 2030	48
Tableau- 30 : Emission du CO ₂ en 2030.	49
Tableau- 31 : Economie d'énergie, usage GN.	53
Tableau- 32 : Economie d'énergie, usage électricité.	53
Tableau- 33 : Economie d'énergie, résidentiel.	54
Tableau- 34 : Economie d'énergie, tertiaire.	54
Tableau- 35 : Economie d'énergie, transport.	55
Tableau- 36 : Economie d'énergie, industrie.	55
Tableau- 37 : Potentiel d'économie d'énergie, total.	56
Tableau- 38 : Economie d'énergie, volontariste/tendancier	57
Tableau- 39 : Potentiel d'économie d'énergie, total par produit.	57
Tableau- 40 : Potentiel d'économie d'énergie total, secteur/produit.	57
Tableau- 41 : Emissions des GES évités	58
Tableau- 42 : Scénario tendancier/volontariste	58

Liste des Figures

	Page
Figure-1: Réserves d'énergie fossiles mondiales en milliard de tep.	11
Figure-2: Réserves mondiales du pétrole	11
Figure-3: Réserves mondiales du Gaz Naturel	11
Figure-4: Réserves Mondiales du Charbon.	12
Figure-5: Répartition géographique de la consommation d'énergie en 2005.	12
Figure-6: Consommation mondiale d'énergie par source.	13
Figure-7: Répartition des émissions de CO ₂ par pays de l'annexe (I).	14
Figure-8: Objectifs de réduction de CO ₂ en 2020.	15
Figure-9 : Réserves du pétrole et du gaz naturel au niveau méditerranéen 2006.	16
Figure-10: Production d'Energie Primaire en Mtep.	17
Figure-11: Production d'Energie Dérivée en Mtep.	18
Figure-12: Consommation nationale d'énergie période 1980-2009.	19
Figure-13: Consommation finale d'énergie période 1980-2009.	20
Figure-14: Evolution de la consommation finale par produit énergétique période	21
Figure-15: Evolution temporelle du CO ₂ à la station Assekrem (Tamanrasset).	23
Figure-16: Evolution annuelle des GES à la station D'Assekrem.	23
Figure-17: Familles et approches de modélisation	25
Figure-18: Classification des modèles.	26
Figure-19: Schéma conceptuel de l'approche « Top-down ».	26
Figure-20: Schéma conceptuel de l'approche « Bottom-up ».	27
Figure-21: Classification des modèles de prospective.	28
Figure-22: Structure du modèle MEDEE	30
Figure-23: Consommations du résidentiel par produit en 2030.	39
Figure-24: Consommations du résidentiel par usages en 2030.	40
Figure-25: Consommations de l'industrie en 2030.	40
Figure-26: Consommations de l'industrie par usages en 2030.	41
Figure-27: Consommations de l'industrie par produit en 2030.	42
Figure-28: Consommations par mode de transport en 2030.	43
Figure-29: Consommations de transport par produit en 2030.	44
Figure-30: Consommations du tertiaire en 2030.	44
Figure-31: Consommations de l'agriculture en 2030.	46
Figure-32: Consommations de l'agriculture par produit en 2030.	46
Figure-33: Consommations finale par secteurs d'activité en 2030.	47
Figure-34: Consommations finale par secteurs d'activité en 2030.	48
Figure-35: Emission des GES par secteur d'activité en 2030.	50
Figure-36: Potentiel d'économie d'énergie par produits en 2030.	56
Figure-37: Scénario tendanciel/volontariste.	59

Introduction générale

Introduction Générale

Depuis quelque année, l'énergie est revenue au cœur des préoccupations des opinions publiques et des gouvernements. La flambée des prix du pétrole et de l'ensemble des matières premières a suscité des craintes comparables à celles des chocs pétroliers des années 1970.

Les experts en climat s'accordent aujourd'hui pour dire que les émissions de gaz à effet de serre (GES), liées à l'ensemble des activités humaines, notamment le recours croissant aux énergies fossiles, représentent un risque croissant et grave pour l'environnement et la société. Une augmentation moyenne de la température mondiale de plus de 2°C aurait des conséquences dramatiques sur l'équilibre planétaire ; des changements de températures entraînant la multiplication des catastrophes naturelles avec des amplitudes de plus en plus fortes, les productions agricoles en danger, des précipitations à forte variabilité, l'élévation du niveau des mers liée à la fonte des calottes glaciaires...etc. [3].

Les opinions publiques sont inquiètes sur les perspectives énergétiques qui pourraient remettre en cause le modèle de développement qui prévaut depuis des décennies. Cette inquiétude se double aujourd'hui d'un défi environnemental lié au changement climatique. Les défis énergétiques sont par nature mondiaux. On ne peut pas envisager une politique énergétique autarcique qui ne prenne pas en compte les équilibres offre/demande mondiaux. Cependant, ces défis sont différenciés par source d'énergie et par grande région.

Le secteur énergétique se caractérise par une grande inertie. Les décisions structurantes prises (*i.e.* Programme nucléaire ou de maîtrise de l'énergie) n'ont un impact significatif qu'après une à deux décennies. Le défi du changement climatique impose de placer notre réflexion dans une vision de long terme ; ainsi, il faudra des décennies pour maîtriser la concentration dans l'atmosphère de gaz à effet de serre. Enfin, il y a un décalage majeur entre l'horizon temporel du secteur de l'énergie et celui de la politique ou des médias.

Nous devons agir dès maintenant si nous voulons mettre en œuvre le potentiel des technologies actuelles et émergentes ainsi que réduire la dépendance à l'égard des combustibles fossiles, avec les conséquences qui en découleront pour la sécurité en approvisionnement énergétique et l'environnement

L'énergie et, singulièrement les hydrocarbures, apparaissent néanmoins comme un élément de premier plan qui cristallise les divergences d'intérêts et façonnent les relations géopolitiques. Les conflits géopolitiques ont ainsi un impact à long terme sur le secteur énergétique. Ils peuvent aussi avoir des conséquences majeures à court terme sur l'économie mondiale, comme on l'a constaté lors des chocs pétroliers.

Il est aujourd'hui communément admis que le réchauffement climatique résulte de l'activité humaine et de l'émission de gaz à effet de serre en quantité trop importante. Les modes de production et de consommation d'énergie sont responsables à hauteur de 70% des émissions de gaz à effet de serre, et 80% de la consommation mondiale d'énergie est assurée par les énergies d'origine fossiles [1]. Une meilleure maîtrise des consommations d'énergie en particulier dans les bâtiments et le développement des énergies renouvelables sont deux orientations prioritaires afin d'inverser cette tendance. De ce fait, des démarches prospectives ont été lancées dans tous les secteurs pour faire face aux défis énergétiques du futur.

Le monde a besoin d'approvisionnements énergétiques toujours plus importants pour accompagner la croissance et le développement économiques. Cependant, des contraintes pèsent sur les ressources en énergie, et les émissions de CO₂ résultant de la consommation actuelle d'énergie menacent d'ores et déjà le climat de notre planète. Quelles solutions pouvons-nous envisager pour changer de cap afin que notre avenir soit fondé sur des énergies plus propres et plus efficaces ? Quel coût devons-nous supporter ? Et quelles politiques devons nous mettre en œuvre à cet effet ?

L'analyse de l'AIE montre qu'un avenir énergétique plus durable est à notre portée, et qu'il passe par la technologie. L'accroissement de l'efficacité énergétique, le captage et le stockage du CO₂, les énergies renouvelables et l'énergie nucléaire auront tous un rôle important à jouer [2].

Dans ce cadre, et en se basons sur l'aspect maîtrise d'énergie et développement durable dans tous les secteurs énergétique importants que nous avons menu cette étude qui vise a diagnostiqué modélisé et réduire la demande d'énergie pour l'Algérie : Production, Consommation et Emissions des GES à l'horizon 2030.

Chapitre I : Objectif de l'Etude et Etat de l'Art

Chapitre 1 : Objectif de l'étude et Etat de l'Art

1. Objectif de l'étude

L'objectif principal de la présente étude est l'analyse prospective de la demande d'énergie finale à l'horizon 2030 pour l'Algérie en traitant tous les secteurs de l'activité économique, avec une évaluation des gisements d'économie d'énergie relatifs, ainsi que leurs émissions de gaz à effet de serre. En plus en présente de manière synthétique les grandes évolutions de la production et de la consommation énergétique Algérienne à long terme, replacées dans leur environnement.

La période examinée portera sur les vingt deux années (2008-2030) qui succède, avec des projections chaque 5 ans : 2010, 2015, 2020, 2025 et 2030. D'autre part, on procède à la modélisation d'un outil sur Excel et l'élaboration de scénario tendanciel et volontariste.

Aussi, l'objectif de cette étude est de disposer des éléments qualitatifs et quantitatifs qui permettent d'élaborer une politique de maîtrise de l'énergie qui s'inscrit dans le cadre du développement durable, afin de mettre en œuvre les futures actions de déploiement d'efficacité énergétique dans le système de consommation énergétique nationale.

2. Etat de l'Art

2.1 La prospective

La prospective est la démarche itérative qui vise à se préparer aujourd'hui à demain. Elle ne consiste pas à prévoir l'avenir, mais à élaborer des scénarios possibles sur la base de données disponibles [1].

Aussi, la prospective consiste à explorer quels sont les futurs possibles en germe dans la situation actuelle, pour aider à la détermination des futurs volontaristes et à l'identification des moyens à mettre en œuvre pour les atteindre [2]. C'est Une exploration des futurs possibles pour éclairer la décision « La prospective : un outil qui ne prédit pas l'avenir, mais nous aide à le construire » [6].

L'ambition d'un exercice de prospective n'est pas de prédire l'avenir en donnant une image précise et chiffrée de ce qu'il sera. 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. Ainsi la prospective est clairement distincte de la prévision et de la stratégie ; c'est un outil d'aide à la décision, parmi d'autres. En identifiant les tendances lourdes, les zones d'incertitudes majeures et les principaux risques ou opportunités de ruptures, la prospective permet de dégager des marges de manœuvre, des espaces de choix à investir et à promouvoir, et d'alerter les acteurs et les décideurs sur des phénomènes ou des enjeux encore en germe, sur lesquels ils doivent développer une capacité d'anticipation. Elle a pour but l'élaboration des scénarios *Tendanciel* et *Volontariste*.

2.1.1 Le Scénario Tendanciel

Le terme « tendanciel » est l'équivalent français de la formule anglaise « *Business as Usual* ». Selon l'AIE, un scénario énergétique tendanciel est défini ainsi « Un scénario tendanciel est un scénario où la demande d'énergie évolue dans le futur conformément aux tendances du passé et où aucune politique nouvelle n'est adoptée » [4].

Un scénario tendanciel serait le scénario le plus probable si et seulement si aucun événement non prévu par lui ne se produisait et aucune nouvelle mesure influençant les consommations énergétiques n'était prise pendant les années à venir.

2.1.2 Le Scénario Volontariste

Après l'élaboration du scénario tendanciel et analyse des résultats obtenues, un scénario volontariste est le meilleur scénario pour atteindre le but fixé [1].

Entreprendre une démarche de prospective résulte le plus souvent d'un souhait d'anticipation (prospective exploratoire) qui vise à nourrir une réflexion à caractère politique ou stratégique (prospective normative ou stratégique).

Les trois questions auxquelles la prospective cherche à apporter des réponses sont donc simples : « Que peut-il advenir ? Que pouvons-nous faire ? Que voulons-nous faire ? » S'attacher à répondre à ces questions suppose préalablement de considérer deux principes :

- Le futur n'est pas déterminé, il est ouvert à plusieurs futurs possibles (les futuribles).
- Le futur se construit. Il ne résulte pas uniquement d'évolutions désincarnées mais aussi des actions entreprises par les acteurs.

Jacques Lesourne explique ainsi que toute prospective doit prendre en compte les interactions de la nécessité, du hasard, et des actions humaines. Les actions que nous entreprenons aujourd'hui contribuent à construire le futur [9].

Dans une démarche de prospective, ceci suppose que nous soyons en mesure de prendre en compte le « jeu des acteurs » et donc d'évaluer leurs marges de manœuvre. Le corollaire de cette affirmation est qu'une étude de prospective réussie doit mettre en évidence les marges de manœuvre des acteurs et peut aboutir à identifier des leviers d'actions qui permettront d'aller dans telle ou telle direction. A charge pour ces « acteurs » quels qu'ils soient de savoir dans quelle direction ils souhaitent aller...

La prospective possède trois caractéristiques essentielles qui, pour une large part, la différencient de la prévision.

a) C'est une démarche pluridisciplinaire et systémique. Car, les problèmes auxquels nous sommes confrontés ne sauraient être réduits à une seule dimension et leurs différents aspects traités séparément (Exemple : la démographie séparément de l'économie...),

b) C'est une démarche qui intègre la dimension du temps long, passé et à venir.

c) C'est une démarche qui intègre les ruptures et donc qui, au lieu de postuler la permanence du changement (demain différera d'aujourd'hui exactement comme aujourd'hui diffère d'hier), s'efforce de tenir compte des phénomènes de discontinuité et de rupture, subis ou voulus, résultant de facteurs aussi divers que :

- Les effets de seuil (par exemple, saturation d'un marché).
- L'irruption d'innovations de toutes natures et d'acteurs nouveaux.
- La volonté humaine de modifier les règles du jeu.

2.2 Historique de quelques prospectives énergétiques mondiales

L'exploration du futur n'est pas chose nouvelle dans le secteur de l'énergie. Dès 1860, W. S. Jevons avait prolongé la croissance de l'extraction anglaise de charbon jusqu'au milieu du XXe siècle pour évaluer les risques de perte de compétitivité de l'industrie anglaise par rapport à ses concurrentes allemande et américaine [7]. Un demi-siècle plus tard, H. S. Fleming avait prévu la consommation d'énergie des États-Unis de 1950 à 1,5 % près. Mais en l'attribuant en totalité au charbon. En France, un centre polytechnique d'études économiques s'était en 1939 essayé à évaluer les consommations énergétiques décennales, mais fut bloqué par la seconde guerre mondiale qui arrivait [5], [7].

Vers 1950, les calculs prospectifs à long et très long terme se sont multipliés, surtout aux États-Unis, imités par tous les pays industrialisés, avec l'encouragement des nations unies dont tous les grands organismes ont aujourd'hui des services de statistique et de prospective.

L'IIASA International Institute for Applied Systems Analysis a lancé un exercice prospectif de longue durée (1972-80) qui a mobilisé un grand nombre de chercheurs [5], [7].

Les Conférence mondiale de l'énergie, la Conférence de RIO et de Kyoto notamment, ou le GIECC ont élaboré et fait connaître de nombreux scénarii prospectifs qui ont contribué à modifier les décisions des élus et le comportement d'un grand nombre d'acteurs sans toutefois

avoir encore permis d'atteindre le facteur 4 qui est l'objectif relativement partagé issu de ces travaux.

• L'année 2000 vue des Années 1950 : il n'y Aura plus de Pétrole dans Trente Ans

Après la grande étude confiée par l'US Atomic Energy Commission à Palmer Putnam en 1950, plusieurs travaux prospectifs sont présentés devant la Conférence internationale sur l'énergie atomique à des fins pacifiques (Genève, 1956) [5].

Tableau n° 1 : Comparatif des exercices de prospective des années 1950

	Consommation anticipée (Mtep)*		Prospectives/réalité	
	1975	2000	1975	2000
Putnam	4,3	11,0	- 18 %	+ 28 %
Robinson-Daniel	3,4	6,3	- 35 %	- 27 %
Mason	4,4	9,2 à 11,7	- 17 %	+ 7 % à + 36 %
Nations unies	4,7	12,9	- 11 %	+ 50 %

* Sources d'énergie non commerciales exclues (bois de chauffage).

Source : travaux de Jean-Marie Martin-Amouroux

Le passage des trajectoires anticipées au-dessous de l'évolution effective de la consommation primaire en 1975 et au-dessus en 2000 est en grande partie lié à la forte baisse des rythmes de croissance du milieu des années 1970. Tous les exercices sont en outre pénalisés par une sous-estimation de la croissance démographique et de la croissance économique. En règle générale, la relation développement-besoins énergétiques est traitée de façon très sommaire en supposant que « the laggards try to catch the leaders » (les derniers tentent de rattraper les premiers), les pays étant assimilés à des trains qui se suivent sur une même voie.

Comment les besoins énergétiques seront-ils satisfaits ? Le point commun entre tous les auteurs est une sous-estimation complète de la contribution des hydrocarbures, basée sur le constat d'un épuisement des ressources pétrolières sur le territoire des États-Unis. En accord avec le rapport Paley publié à la même époque, Palmer Putnam n'imagine ni les possibilités offertes par l'offshore, ni l'arrivée massive des bruts du Moyen-Orient. Comme les autres prospectivistes, il ignore la mondialisation du marché pétrolier en voie de formation et le déplacement géographique du centre de gravité de l'industrie pétrolière qui l'accompagne. Ne reste donc que le charbon qui va satisfaire à la fois les besoins thermiques et les besoins en carburant, via la liquéfaction. Selon Paley, cette dernière sera compétitive dès que le prix du pétrole aura augmenté de 30 %, une hausse rendue inévitable par le recours à l'offshore [5].

• Charbon ou nucléaire au cours des années 1970

Le premier choc pétrolier de 1973 a relancé l'activité prospectiviste quelque peu retombée au cours des années 1960. Deux exercices aux conclusions diamétralement opposées sont intéressants à comparer. Avant de réintroduire le charbon dans ses options à long terme, l'IIASA l'avait éliminé, sous l'influence du modèle de substitution de Fisher et Pry, dont l'une des conclusions était l'inévitable déclin de la part du charbon dans le bilan énergétique mondial, jusqu'à sa disparition totale en 2050. L'exercice de prospective de l'IIASA était pourtant l'un des plus ambitieux de l'époque par sa durée (1972-1980) et le nombre de chercheurs mobilisés. Le pétrole arrivant aussi à son point de retournement, suivi du gaz quelques décennies plus tard, la relève ne pouvait être assurée que par le nucléaire puis le solaire et la fusion (SOLFUS).

Au même moment, le World Coal Study (WOCOL) défendait un point de vue opposé à celui de l'IIASA d'avant sa conversion au charbon. Cet atelier était chargé de donner la solution du problème posé deux ans plus tôt par un autre atelier, le Workshop on Alternative Energy Strategies (WAES), déjà piloté par le professeur Carroll Wilson du Massachusetts

Institute of Technology (MIT). Ce dernier résumait en 1977 les conclusions du groupe d'experts internationaux qu'il avait réuni : le monde va manquer de pétrole beaucoup plus tôt que la plupart des gens ne l'imaginent ; la demande dans les pays non communistes dépassera vraisemblablement l'offre entre 1985 et 1995, mais peut-être dès 1983 si les pays de l'OPEP1 restreignent leur offre au plafond de 33 Mbj parce que les ressources pétrolières ont plus de valeur restées en terre (ventes futures) que vendues aux conditions actuelles du marché ; il nous reste peu de temps pour sauver notre mode de vie occidental [5].

2.3 Méthodologie d'une Etude Prospective Energétique

2.3.1 Choix de l'Horizon et l'Année de Base de l'Etude

Selon les enjeux (ex : économie, santé, climat...) et selon les besoins stratégiques, les pas de temps sont dits de court, moyen et long terme. Ces notions sont relatives, mais on parle par exemple de :

- prospective du présent sur 2 à 5 ans,
- prospective du devenir sur 5 à 10 ans,
- prospective à long terme de 20 à 30 ans.
- Prospective de plus de 30 ans (très long terme), dont le back-casting.

La prospective se fait donc sur plusieurs horizons, selon que l'on est entreprise, administration ou État. L'expérience révèle utile de répéter : il est indispensable d'être aussi clair que précis dans l'énoncé du problème, et notamment de s'assurer que l'intitulé de la question ne prête pas à confusion, que le champ est bien délimité.

S'agissant de l'horizon, il est fréquent de dire que le « bon » horizon d'une étude prospective est l'horizon des ruptures, dans bien des cas, il n'y a pas une rupture soudaine clairement caractérisée, mais plutôt une succession de micro-ruptures engendrant finalement une dynamique nouvelle.

De fait, l'horizon est choisi par approximation en fonction :

- De l'inertie du système et de la nécessité de pouvoir gommer les « effets de période », générateurs de turbulences nuisibles à l'appréhension correcte de la dynamique profonde du système.
- De l'échéancier des décisions à prendre, du pouvoir de décision et des moyens d'action (inutile d'élaborer une stratégie si l'on ne dispose pas des moyens de sa mise en œuvre).

Aucune recette miracle donc, sinon un maximum de bon sens et de pragmatisme dans le choix optimal à opérer [3].

Concernant l'année de base, on doit passer par la collecte des données qui est très importante. Ces données sont collectées pour une année de base bien déterminée, elle dépendra essentiellement de l'année de l'étude, de la disponibilité des données et de l'étude elle-même.

2.3.2 Recueil de Données et Elaboration des Hypothèses

Pour toute étude prospective énergétique, on doit passer par la collecte de données nécessaires pour l'étude. On définit le problème et on fixe les grands axes à suivre. L'étude rétrospective du système permet de dégager une liste de variables susceptibles de déterminer [8]. Les données collectées pour l'année de base fixée sont d'aspect économique et énergétique, deux domaines importants et différents mais indispensables pour entamer l'étude.

2.3.2.1 Aspect Energétique

Les données énergétique et technique sont collectées des différents secteurs : résidentiel, tertiaire, industriel, agriculture, transport. Plusieurs variables sont en jeu et influent

énormément sur l'évolution et la demande finale comme : le parc logement pour le résidentiel, le parc automobile, aérien, maritime pour le transport...

2.3.2.3 Aspect Economique

Les données d'aspect économique sont aussi très importants pour l'évaluation de la demande en énergie, leur influence est très sensible. Comme le PIB, la croissance démographique, l'emploi par secteur d'activité et les répartitions des logements urbaine et rurale.

- Le Produit Intérieur Brut (PIB)

Le produit intérieur brut (PIB) est un indicateur économique très utilisé qui mesure les richesses créées dans un pays donné et pour une année donnée. Il est défini comme la valeur totale de la production interne de biens et services dans un pays donné au cours d'une année donnée par les agents résidant à l'intérieur du territoire national.

C'est aussi la mesure du revenu provenant de la production dans un pays donné. On parle parfois de production économique annuelle ou simplement de production [7].

Aussi le PIB est défini comme étant la somme des valeurs ajoutées réalisées à l'intérieur d'un pays par l'ensemble des branches d'activité (auxquelles on ajoute la TVA et les droits de douane), pour une période donnée, indépendamment de la nationalité des entreprises qui s'y trouvent. Certains experts ont proposé de définir un indicateur qui tienne compte des effets sur l'environnement, le PIB vert.

- Décompositions et calculs du PIB

Il existe trois méthodes pour décomposer et calculer le PIB d'un pays ou d'une région : par la production, par la dépense et par les revenus. Pour des raisons pratiques, on utilise principalement la première méthode. Selon cette technique, on additionne toutes les valeurs ajoutées, en se basant sur les résultats fournis par les entreprises, et les administrations publiques.

- La production

$$\text{PIB} = \text{Somme des Valeurs Ajoutées} + \text{TVA} + \text{Droits et Taxes sur les importations-} \\ \text{subventions sur les produits}$$

- Par les dépenses

Cette définition se déduit de l'égalité comptable entre les ressources de l'économie (PIB) et les emplois qui sont faits de ces ressources.

- CF : La consommation finale effective.
- FBCF : L'investissement (Formation brute de capital fixe dans le jargon statistique).
- VS : Les variations de stocks. En situation d'autarcie, on a :

$$\text{Ressources} = \text{Emplois} \qquad \text{PIB} = \text{CF} + \text{FBCF} + \text{VS}$$

Dans une économie ouverte les importations (notées M) s'ajoutent aux ressources, les exportations (notées X) aux emplois :

$$\text{Ressources} = \text{Emplois} \qquad \text{PIB} + \text{M} = \text{CF} + \text{FBCF} + \text{VS} + \text{X}$$

$$\text{PIB} = \text{CF} + \text{FBCF} + \text{VS} + \text{X} - \text{M}$$

- Par les revenus

Le PIB est égal à la somme des revenus bruts des secteurs institutionnels.

- RS : rémunération des salariés
- T : impôts sur la production et les importations moins les subventions.
- EBE : Excédent brut d'exploitation.
- RX : Solde de revenu avec l'extérieur.

$$\text{PIB} = \text{RS} + \text{T} + \text{EBE} + \text{RX}.$$

- PIB marchand et non-marchand

Le PIB recense à la fois la production marchande et la production non-marchand, composée exclusivement de services. En France, le PIB non-marchand est presque exclusivement le fait des administrations publiques (sécurité, justice, santé, enseignement). Par convention, il est évalué à son coût de production (voir Services non marchands).

- Variations du PIB

Une augmentation à court terme du PIB correspond à une expansion, tandis qu'une diminution indique une récession économique. L'augmentation à long terme du PIB par habitant est un indicateur de croissance économique.

- PIB par habitant

Le PIB/habitant est la valeur du PIB divisée par le nombre d'habitants d'un pays. Il est plus efficace que le PIB pour mesurer le développement d'un pays, cependant, il n'est qu'une moyenne donc il ne permet pas de rendre compte des inégalités de revenu et de richesse au sein d'une population.

En général, un pays est considéré comme « développé » lorsqu'il dépasse les 20 000 dollars US de PIB par an et par habitant, vers 2006.

- Le Déflateur du PIB

En économie, le déflateur du PIB est un des indicateurs économiques permettant de mesurer l'inflation. De manière générale, un déflateur est un instrument permettant de corriger une grandeur économique des effets de l'inflation.

Il s'agit ici de corriger le Produit intérieur brut (PIB) des effets de l'inflation.

Concrètement, le déflateur mesure le prix actuel de tous les biens et services produits dans une économie, par rapport à une année de référence. On peut le calculer de la sorte :

$$\text{Déflateur du PIB} = \frac{\text{PIB nominal}}{\text{PIB réel}}$$

PIB nominal : valeur des biens et services mesurée à prix courants.

PIB réel : valeur des biens et services mesurée à prix constants (en prenant les prix d'une année de référence).

2.3.3 Construction des Scénarios

Les scénarios sont construits à partir des hypothèses prospectives établies sur chacune des variables. Ils marquent la dernière phase de l'étude de prospective exploratoire.

2.3.3.1 Le scénario

Un scénario est une représentation cohérente de ce qui pourrait advenir dans le futur [11]. Aussi un scénario est une histoire d'un futur possible. Comme toute histoire, il se raconte, et la cohérence du récit est un gage du réalisme du scénario. Le récit a donc, dans le

cadre de la prospective, à peu près le même rôle que le « bouclage » peut tenir dans des modèles économétriques.

La méthode qui consiste à construire des scénarios pour explorer les futurs à moyen et à long terme d'un territoire ou d'une organisation a été développée aux Etats-Unis par Herman Kahn dans les années 1950[9]. Depuis, elle est largement utilisée dans des domaines relativement variés. Son succès est probablement dû au fait que les scénarios donnent des représentations imagées de l'avenir qui parlent aux décideurs comme à un public plus large.

La méthode des scénarios a été mise au point pour les besoins des entreprises (Porter, 1985; Ringland, 2002a) [9]. Elle fut officiellement utilisée pour la première fois au début des années 1970 par Shell International, encore secouée par le choc pétrolier qui avait doublé le prix du baril de brut (Wack, P., 1984; Buchan et Roberts, 2002; Shell, 2000). Les méthodes de planification traditionnelles s'étaient en effet révélées incapables d'intégrer des variables aussi instables. La nouvelle méthode permet à l'entreprise de rester sur la brèche malgré les fluctuations rapides et imprévisibles du marché mondial d'hydrocarbure. La planification de scénarios est un instrument pratique d'aide à la décision dans des situations complexes caractérisées par l'incertitude des circonstances à venir [9].

2.3.3.2 Les grandes phases de la méthode des scénarios

Phase 1 : Les préliminaires

Cette phase permet de reprendre différents points qui doivent théoriquement avoir été pensés avant le lancement de l'étude et apparaître le cas échéant dans le cahier des charges. Il est en tout état de cause utile de récapituler et de préciser les points suivants :

Phase 2 : La représentation du système en dynamique

Avant de construire des scénarios d'avenir, il s'agit donc de se doter d'une représentation partagée de l'existant et d'identifier les facteurs et acteurs qui sont susceptibles d'influencer fortement l'avenir du sujet choisi : ce sont les variables. Cette phase doit aboutir à la description du système prospectif dont on se propose d'étudier les futurs possibles et à une liste des variables clés sur lesquelles on va concentrer l'étude.

Phase 3 : l'étude rétrospective et prospective des variables

Chacune des variables clés identifiées dans la phase précédente correspond à un élément moteur du système (à la fois des facteurs et des acteurs). Il convient d'en étudier les évolutions possibles parce qu'elles sont déterminantes pour l'avenir du système dans son ensemble.

Phase 4 : La construction de scénarios

A partir du travail de diagnostic en dynamique établi lors des phases précédentes, il s'agit de construire quelques scénarios possibles d'évolution du sujet de l'étude. Cette construction peut se faire en plusieurs étapes selon la complexité du système étudié.

Cette phase consiste à :

- établir une trame des scénarios d'évolution possibles en combinant les hypothèses prospectives bâties dans la phase précédente
- rédiger les scénarios pour montrer comment ils se déroulent dans le temps, c'est-à-dire comment ils adviennent (sous l'effet de quels facteurs et de quels acteurs).

Ces scénarios doivent être validés par les instances responsables de l'étude. Ils marquent l'achèvement de la prospective dite exploratoire.

Phase 5 : la stratégie

Une fois l'étude de prospective exploratoire achevée, il convient de savoir comment l'utiliser pour qu'elle puisse être utile à l'action. Cette phase doit donc être anticipée dès le début de l'étude. Différentes utilisations d'une étude de prospective par construction de scénarios sont possibles.

Chapitre II : Enjeux Energétique et Environnementale

Chapitre 2 : Enjeux Energétique et Environnementale

1. Mondiale

D’ici les 50 prochaines années, la population mondiale pourrait atteindre 8 à 10 Milliards d’individus (contre 6 milliards actuellement) avec une consommation énergétique mondiale 2 à 3 fois supérieure à celle d’aujourd’hui [15].

1.1. Réserves Energétique Fossiles

Les réserves de gaz naturel représente 60,3 années de consommation au rythme actuel, 41,6 années pour le pétrole, 200 ans pour le charbon et en fin 100 ans pour l’uranium [16].

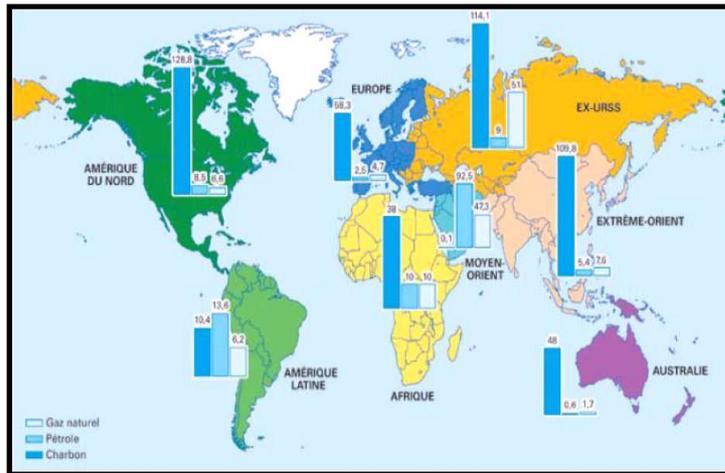


Figure-1: Réserves d’énergie fossiles mondiales (31/12/2000) en milliard de tep [17].

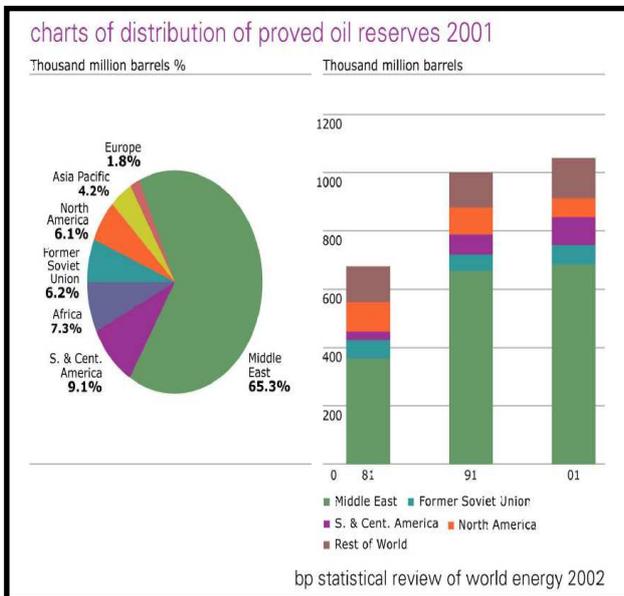


Figure-2: Réserves mondiales du pétrole

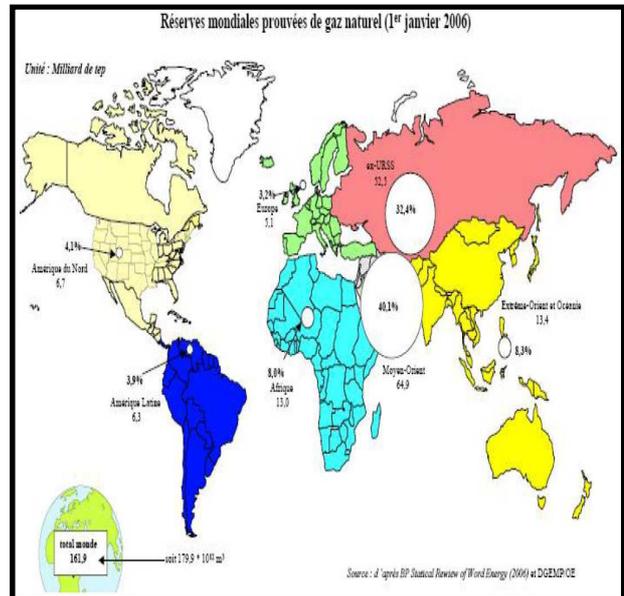


Figure-3: Réserves mondiales du Gaz Naturel

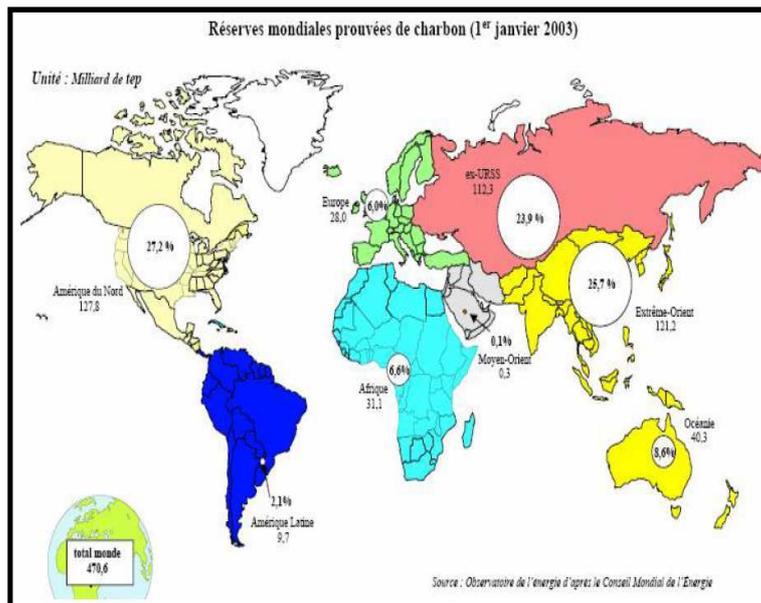


Figure-4: Réserve Mondiale du Charbon.

1.2 Production et Consommation des Energies Fossiles

En 2005, la consommation mondiale d'énergie primaire s'est établie à 11 milliards de tep alors qu'elle était de 8 milliards en 1990, soit une hausse de 37,5% au cours de cette période [18]. En terme de part de marché : Le pétrole est la source d'énergie la plus courante avec près de 37% des parts et ce, surtout à cause du secteur du transport. Il est suivi par le charbon (27%) et le gaz naturel (23%). Le nucléaire représente un peu moins de 6% du marché mondial, l'hydroélectricité et autres énergies renouvelables environ 8%.

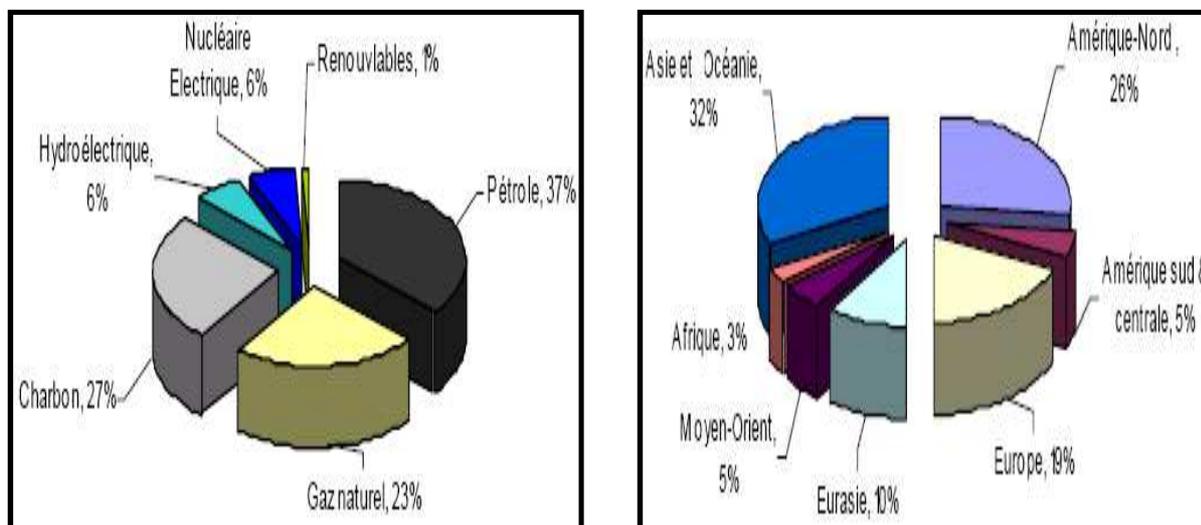


Figure-5: Répartition géographique de la consommation d'énergie en 2005[18].

Pour la consommation d'énergie par grande région géographique, la répartition fait ressortir l'Amérique du Nord comme le plus gros consommateur d'énergie dans le monde, l'Europe s'accapare la troisième place après l'Asie.

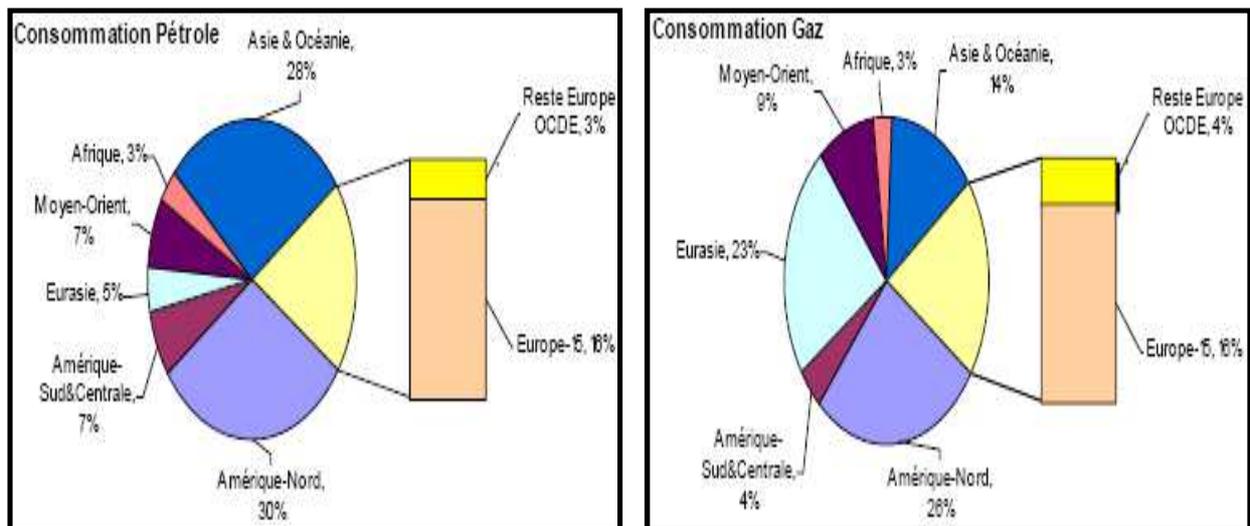


Figure-6: Consommation mondiale d'énergie par source [18].

Selon le World Energy Outlook 2007, cette consommation sera en forte croissance dans les années à venir. La demande mondiale en énergie primaire augmentera d'environ 1,8% par an entre 2005 et 2030 (Charbon 2,2%, Pétrole 1,3%, Gaz 2,1%). La demande énergétique en Chine et en Inde devrait connaître une hausse annuelle moyenne respectivement de 3,2% et 3,6% durant la même période [19]. Selon la même source, la croissance de la demande en Inde et en Chine fera augmenter la demande mondiale de 45% en 2030.

Le charbon tient le haut du pavé avec des réserves estimées à plus de 900 milliards de tonnes, ce qui représente 65% des réserves d'énergie fossile. Le rythme actuel de consommation permet une marge d'exploitation de plus de 150 ans. Les réserves de pétrole sont estimées à un peu plus de 1100 milliards de barils, ce qui représente 18% des réserves d'énergies fossiles. Le rythme actuel de consommation permet une disponibilité d'exploitation des ressources de près de 40 ans. Les réserves de gaz naturel sont estimées en 2005 à 177 912 milliards de m³, ce qui représente 17% des réserves d'énergies fossiles. Le rythme actuel de consommation permet une possibilité d'exploitation de 60 ans. L'ensemble de ces réserves, notamment le pétrole et le gaz naturel, se situe dans des zones géographiques instables économiquement et politiquement. Plus de 70% de ces réserves se localisent au Moyen-Orient, en Russie et en Afrique [18].

1.3 Emission des Gaz à Effet de Serre

La nécessité de lutter contre le changement climatique est progressivement prise en compte par la communauté internationale qui s'est dotée de plusieurs outils. Au niveau mondial, les années 1995-2006 ont été les douze années les plus chaudes (L'année 1998 est l'année la plus chaude, L'organisation météorologique mondiale classe 2007 comme étant la 7ème année la plus chaude) [18]. En l'absence de décisions efficaces, la montée de la température moyenne de la surface de la terre sera comprise entre 1,8°C et 4°C depuis les années 80 jusqu'à la fin du 21^{ème} Siècle, selon un récent rapport du groupe intergouvernemental sur l'évolution du climat [GIEC, 2007].

Au cours de cette même période, le niveau des mers s'élèvera de 18 à 59 centimètres, en raison de la fonte des glaces (Groupe de réflexion Académies et Conseil économique et Social, 2006). Tous ces bouleversements affectent le fonctionnement des écosystèmes, entraînant la multiplication des catastrophes naturelles avec des amplitudes de plus en plus fortes : la répartition des différentes espèces animales changera et certaines d'entre elles disparaîtront.

Les régimes de précipitation se modifieront, ce qui perturbera l'approvisionnement en eau et l'irrigation de nombreuses régions. Les phénomènes météorologiques extrêmes et les inondations se multiplieront, avec des répercussions importantes en termes de coûts économiques et de souffrances humaines. Les pays en développement seront particulièrement touchés par ces évolutions et les maladies tropicales gagneront du terrain [GRACES, 2006, CPM, 2006] [20].

1.3.1 Le protocole de Kyoto

Après le sommet de la terre à Rio de Janeiro en 1992, qui a marqué la prise de conscience internationale du risque de changement climatique, les pays membres de la CCNUCC adoptent le 11 décembre 1997 au Japon le protocole de Kyoto. Ce dernier fixe des valeurs limites juridiquement contraignantes pour les émissions de gaz à effet de serre des pays industrialisés. En vertu de son article 3.1, les pays de l'annexe (I) doivent réduire durant la période 2008-2012 leurs émissions de six gaz, notamment le dioxyde de carbone, le méthane, les halocarbures, le protoxyde d'azote et l'hexafluorure de soufre, de 5,2% en moyenne par rapport aux niveaux de 1990 [Rich, 2003]. Le protocole de Kyoto prévoit en outre trois mécanismes de flexibilité :

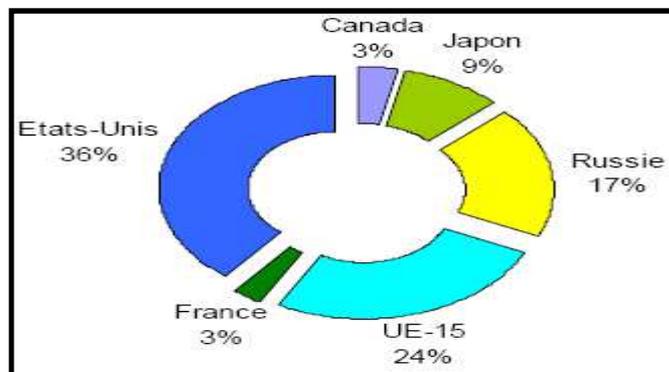


Figure-7: Répartition des émissions de CO2 par pays de l'annexe (I) [18].

- Les "Permis d'Emission Négociables" (PEN), cette disposition permet de vendre ou d'acheter des droits à émettre entre pays industrialisés,
- La "mise en œuvre conjointe" (MOC) qui permet, entre pays développés de procéder à des investissements visant à réduire les émissions de gaz à effet de serre en dehors de leur territoire national et de bénéficier des crédits d'émission générés par les réductions ainsi obtenues.
- Le "mécanisme de développement propre" (MDP), proche du dispositif précédent, à la différence que les investissements sont effectués par un pays développé, dans un pays en développement.

L'entrée en vigueur du protocole de Kyoto était soumise à une condition : l'article 25.1 stipule que le traité doit être ratifié par au moins 55 pays dont les émissions de CO₂ représentaient en 1990 au moins 55% du volume total des pays de l'annexe.

Après le refus des Etats-Unis en 2001 et la Russie en 2003 de ratifier le protocole, l'espoir quant à une éventuelle application était maigre. En 2004 la Russie accepta finalement de ratifier le protocole de Kyoto, ce qui a permis son entrée en vigueur le 16 février 2005.

Au titre du protocole de Kyoto, l'UE s'est engagée à réduire ses émissions de gaz à effet de serre de 8% au cours de la période 2008-2012, dite "première période d'engagement". Un accord communautaire, visant à répartir cette charge entre les Etats membres, fixe des objectifs pour chacun d'entre eux. Les quinze ont ratifié le protocole de Kyoto le 31 mai 2002. Les autres pays qui ont adhéré à l'UE ont également tous ratifié ce traité.

1.3.2 La directive européenne

Afin d'honorer les engagements pris dans le cadre du protocole de Kyoto, l'UE a par ailleurs mis en place son propre système d'échange de quotas¹¹ d'émission établi par la directive 2003/87/CE votée au Parlement européen en juillet 2003. Ces échanges ont débuté en 2005 pour les vingt-cinq Etats membres de l'UE élargie et les deux autres par la suite.

1.3.3 Le Plan B à l'horizon 2020 : réduction de 80% des émissions des GES

Le Plan B impose désormais une réduction de 80% des émissions nettes de dioxyde de carbone d'ici 2020. La concentration actuelle de gaz carbonique dans l'atmosphère est de 384 ppm (parties par million). En adoptant ce plan, la concentration maximale n'excédera pas 400 ppm, et les augmentations futures de température de notre planète seront réduites au minimum [21].

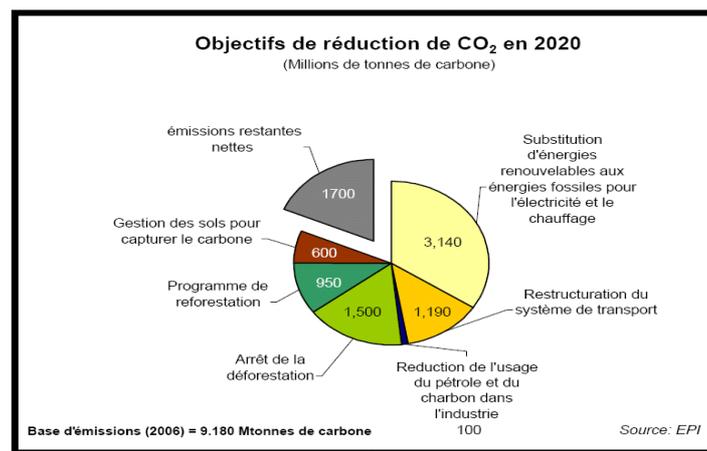
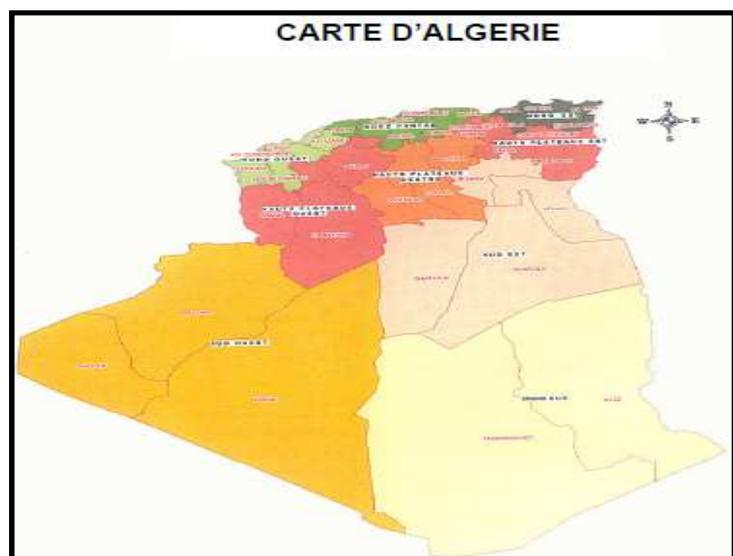


Figure-8: Objectifs de réduction de CO₂ en 2020 [21].

Une réduction supplémentaire de 14% est possible en restructurant notre système de transport et en limitant le recours au pétrole et au charbon dans le secteur industriel. L'arrêt de la déforestation au niveau mondial permet de gagner 16% supplémentaires. Finalement, des campagnes de reforestation et de gestion adaptée des sols peuvent conduire à la séquestration dans la biomasse de 17% de nos émissions actuelles. Aucune de ces marges d'action ne dépend de l'émergence de nouvelles technologies. Toutes les connaissances nécessaires à cette réduction des émissions de 80% d'ici 2020 sont disponibles.

2. Contexte Algérien

Pays africain et méditerranéen, l'Algérie, s'étale sur une superficie de 2 381 741 km², avec 1 200 km de côtes et des frontières communes. La population du pays s'élève actuellement à plus de 34,08 millions d'habitant (RGPH 2008) avec un taux de croissance démographique de 1,43 %. Plus de 90 % de cette population est répartie sur 10 % du territoire nationale avec un taux de 65 % d'urbanisation.



D'autre part, l'Algérie se caractérise par des richesses naturelles importantes et diversifiées, les réserves de gaz de l'Algérie étant parmi les premières au monde, alors que le sous-sol abrite d'immenses gisements de pétrole et de gigantesques autres ressources (phosphate, zinc, fer, or, uranium, tungstène, kaolin...).

2.1 Réserves Energétique

En dépit de ses potentialités très prometteuse, notre territoire reste encore sous exploré avec 9 puits/10.000 Km², alors que la moyenne mondiale est de 100 puits/10.000 Km² [23].

2.1.1 Pétrole et Gaz

Dans le paysage énergétique mondial, l'Algérie occupe la 15e place en matière de réserves pétrolières, la 18e en matière de production et la 12e en exportation. Les capacités de raffinage de l'Algérie sont de 22 millions de tonnes/an (2005) [22].

L'Algérie occupe la 7e place dans le monde en matière de ressources prouvées en gaz naturel, la 5e en production et la 3e en exportation, après la Russie et le Canada.

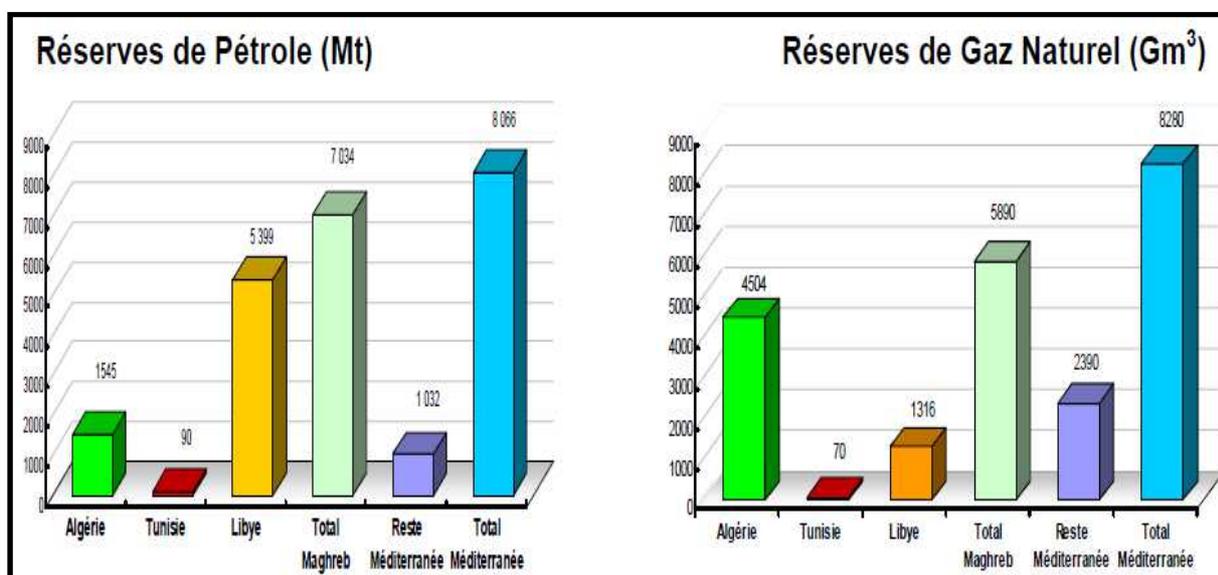


Figure-9 : Réserves du pétrole et du gaz naturel au niveau méditerranéen 2006 [24].

Compte tenu de ces chiffres, l'Algérie apparaît comme un véritable géant énergétique. Dans l'espace méditerranéen, sa place est hégémonique, puisque l'Algérie est le premier producteur et exportateur de pétrole et de gaz naturel.

En ce qui concerne le gaz naturel, forte de 50 % des réserves, de 48 % de la production totale et de l'impressionnant taux de 94 % des exportations de gaz naturel, l'Algérie n'a pas de rival dans la Méditerranée [11]. L'Algérie est le troisième fournisseur de l'Union européenne (UE) en gaz naturel et son quatrième fournisseur énergétique total.

L'Algérie compte 1,5 milliard de tonnes ne représentant que 18 ans de production au rythme actuel. Pour ce qui concerne le gaz naturel, les perspectives sont beaucoup plus importantes en Algérie avec 4500 Gm³ [24].

2.1.2 Energies Renouvelables

L'Algérie est dotée de ressources très importantes en énergies renouvelables et particulièrement en solaire et en éolien. Les heures d'ensoleillement varient entre 2650 et 3500 heures par an et la moyenne annuelle de l'irradiation varie entre 1700 kWh/m²/an dans les zones côtières et 2650 kWh/m²/an dans le Sud et les zones désertiques.

Regions	Côte	H. Plateaux	Sahara
Superficies (%)	4	10	86
Durée moyenne d'ensoleillement (Heures/an)	2650	3000	3500
Énergie moyenne reçue (KWh/m ² /an)	1700	1900	2650

Tableau- 1 : Potentiel Solaire en Algérie [25].

Pour ce qui est de l'énergie éolienne, la vitesse du vent dans la région varie de 2 à 8 m/s. Ce potentiel convient parfaitement au pompage d'eau dans les hauts plateaux. De même pour la Géothermie, on a plus de (200) sources chaudes sont inventoriées dans la partie Nord du Pays. Un tiers environ (33%) d'entre elles ont des températures supérieures 45°C. Il existe des sources à hautes températures pouvant atteindre 118°C à Biskra.

Le secteur hydraulique possède 103 sites de barrages sont recensés sites de barrages sont recensés. Plus de 50 barrages sont actuellement en exploitation.

Le potentiel énergétique est important mais reste très peu exploité. Malgré des volontés politiques affichées dans le pays et bien que les bénéfices d'un recours à grande échelle aux énergies renouvelables soient largement reconnus, leur développement se heurte encore à plusieurs obstacles qu'ils soient institutionnels, réglementaires, financiers ou autres.

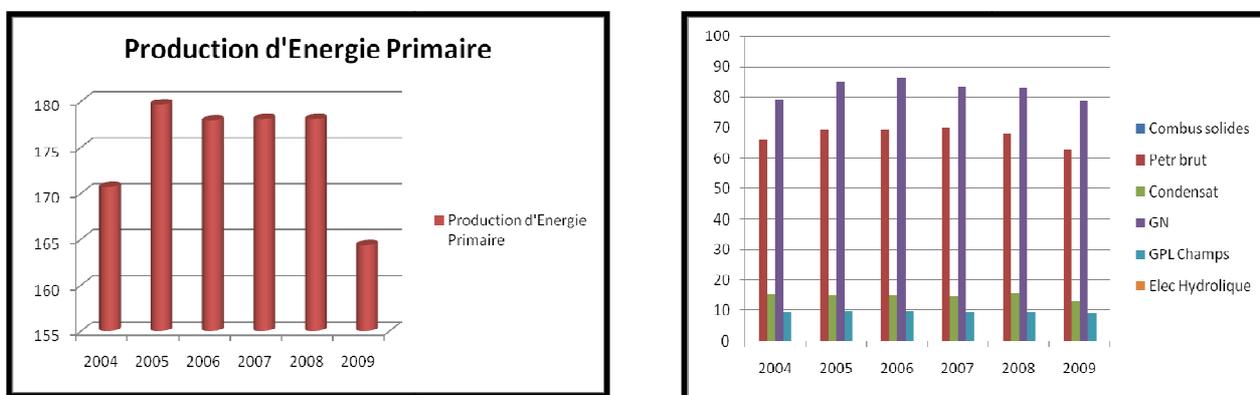
2.2 Production et Consommation des Energies fossiles

2.2.1 Production d'Énergie

Production d'Énergie en Mtep.	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Primaire	170,647	179,707	177,906	178,035	178,035	164,375
Dérivée	54,446	55,43	55,387	56,874	57,312	57,992

Tableau- 2 : production nationale d'énergie.

L'évolution de la production nationale d'énergie entre 2005 et 2009 est présente comme suit:



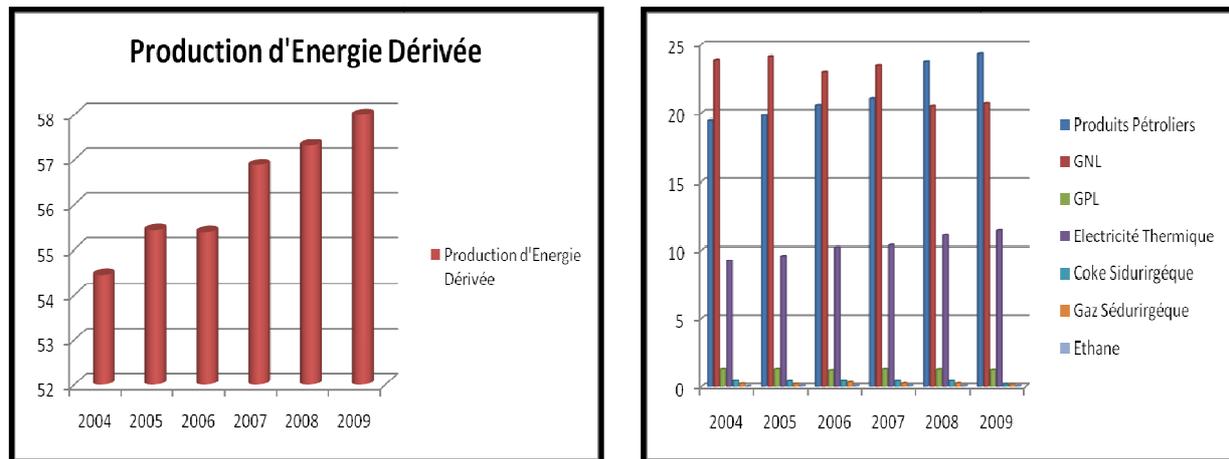


Figure-11: Production d'Énergie Dérivée en Mtep [26], [27], [28], [29], [30].

La production totale d'énergie primaire est passée de 170 Mtep en 2004 à 164 Mtep en 2009 soit une baisse moyenne de près de 4 %. De même pour la production pétrolière et gazière qui chute de 5 % et 1% respectivement.

Pour la production d'énergie dérivée, elle a connu une croissance de plus de 6 %, passant de 54 MTEP en 2004 à 55,7 MTEP en 2009 avec:

- Une croissance de 20 % pour l'électricité thermique.
- Une croissance de 20 % pour les produits pétroliers.

2.2.2 Consommation d'Énergie

L'évolution historique de la consommation d'énergie sur les 30 dernières années 1980-2009 s'avère très nécessaire afin d'avoir une idée sur le rythme de croissance de chacun des secteurs en terme de demande énergétique.

La consommation énergétique finale est passée de 8,5 millions de tep en 1980 à 30,7 millions de tep sur la période en 2009.

Son évolution par secteurs pour la période est en moyenne de 4,53% par an, elle a connu trois phases :

- La première croissante entre 1980 & 1988 avec un TCAM de 6,82%.
- La deuxième relativement stable avec seulement 0,72% de croissance annuelle moyenne entre 1989 & 1997.
- La dernière décennie par contre a connu une relance économique pour atteindre les 5,81% de TCAM de 1998 à 2009.
- La consommation nationale globale a enregistré une importante évolution entre 1980 & 2009, elle est passée de 13,9 millions de tep à 44,7 millions de tep.

2.2.2.1 La consommation Nationale

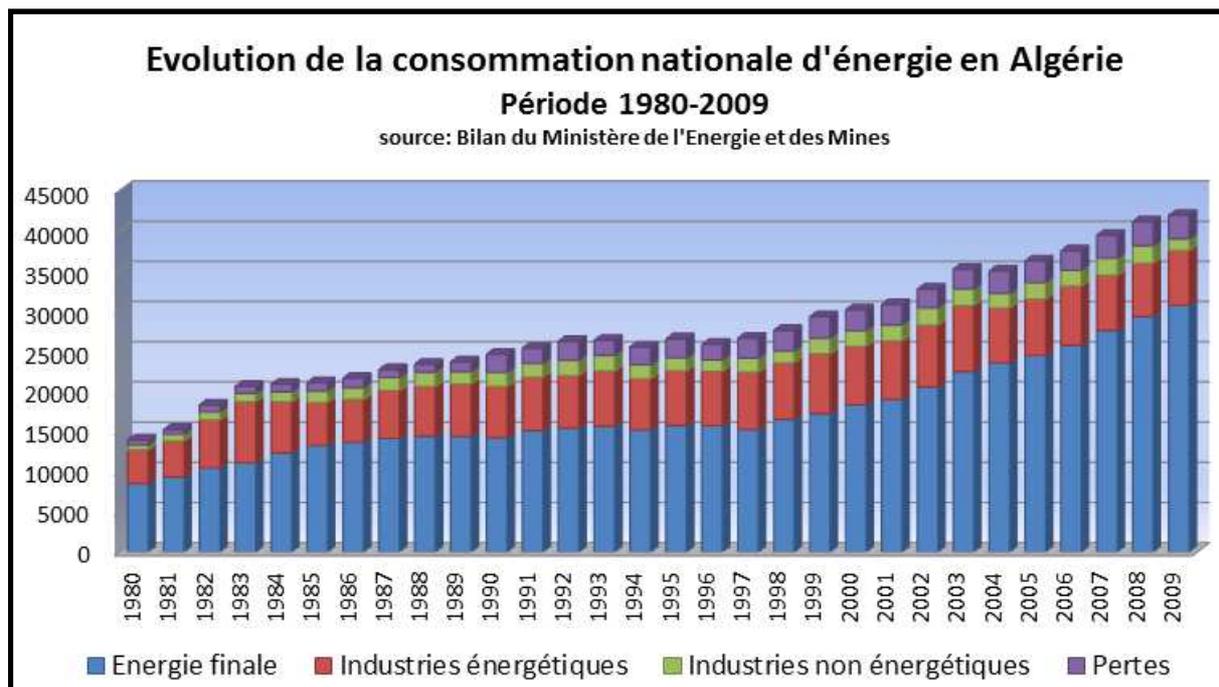


Figure-12: Consommation nationale d'énergie période 1980-2009.

La consommation nationale globale a enregistré une importante évolution entre 1980 & 2009, elle est passée de 13,9 millions de tep à 44,7 millions de tep.

Elle est constituée de quatre types de composantes à savoir : la consommation des industries énergétiques, des industries non énergétiques, de la consommation finale & des pertes. Pour la même période, la consommation des industries énergétiques est passée de 4,2 millions de tep à 6,8 millions de tep, soit un TCAM de 1,65%, La consommation des industries non énergétiques quant a elle est passée de 0,57 millions de tep à 1,45 millions de tep, soit une croissance annuelle moyenne de 3%.

2.2.2.2 La consommation Finale

La consommation finale a fluctué entre 56% et 73% de la consommation nationale d'énergie, elle constitue donc un objectif primordial pour toute initiative allant dans le sens d'une rationalisation de la consommation et par conséquent elle devient l'élément clé de toutes les stratégies nationales, de développement économique et social, de la politique énergétique et ses dérivées.

• Consommation finale par secteur d'activité

Le système de consommation finale est présenté sous forme de trois secteurs, il s'agit de l'industrie, des transports et des ménages & autres. S'agissant de l'industrie, la nomenclature du ministère de l'énergie et des mines dissocie les activités à fort contenu énergétique (production d'électricité, pétrochimie, raffinerie, liquéfaction, Industrie HC), de ce secteur et les intègrent tous dans le bilan du secteur énergétique.

Les niveaux de consommation finale pour chacun des secteurs sont passés respectivement de :

- 2,6 millions de tep en 1980 à 7,4 millions de tep en 2009 soit 3,7%/an de croissance pour le secteur de l'industrie et BTP.
- 2,6 millions de tep en 1980 à 10,26 millions de tep en 2009, soit 4,9%/an de croissance pour le secteur des transports.

- 3,3 millions de tep en 1980 à 13,1 millions de tep en 2009 soit 4,9%/an de croissance pour le secteur des ménages et autres.

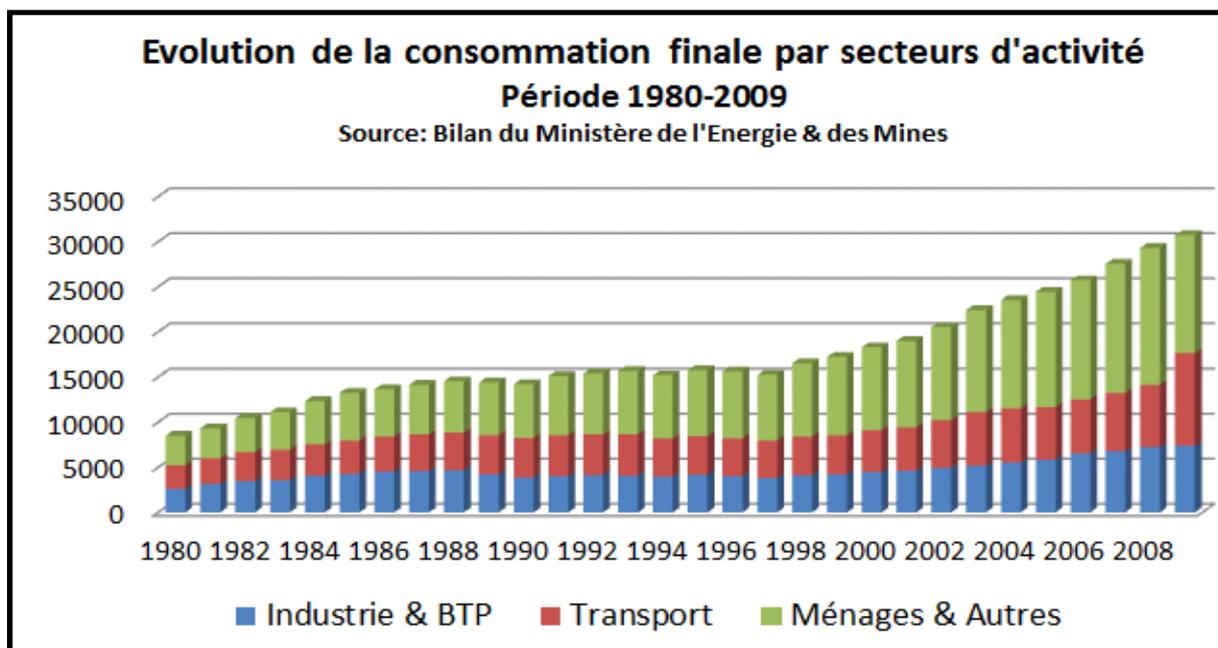


Figure-13: Consommation finale d'énergie période 1980-2009.

La part des ménages dans la consommation finale a atteint 39% en 1980 et 43% en 2009, s'agissant des transports, sa part a passé entre 1980 et 2009 de 31% à 33 %, l'industrie hors HC) quant à elle a connu une décroissance de sa part passant de 31% en 1980 à 24% en 2009.

- Consommation finale par produits

L'analyse de l'évolution de la consommation par produit énergétique montre que l'électricité a enregistré un TCAM élevée de 5,38% entre 1980 et 2009 avec une accélération de la cadence entre 1997 & 2009 TCAM de 5,82%), ceci s'explique en partie par les efforts d'électrification et l'amélioration du confort des ménages en matière d'équipements et d'appareils.

Le gaz naturel et les GPL ont enregistré des TCAM respectifs de 5,88% et de 2,81% pour la même période, le taux de raccordement au GN pour la distribution publique ainsi que le développement du tissu industriel ont fait que la consommation du GN enregistre son plus haut score depuis 1980 ces dernières années avec un TCAM de 9,39% entre 2001 & 2009.

Les produits pétroliers ont enregistré un TCAM près de 4%, avec un rythme plus accéléré entre 1997 & 2009 proches de 6,5% Pour les produits solides ont été notés par une stabilité relative sur la période. La part la plus importante dans la consommation revient aux produits pétroliers, elle a atteint 40,12% en 2009 et elle a été de 46.92 % en 1980.

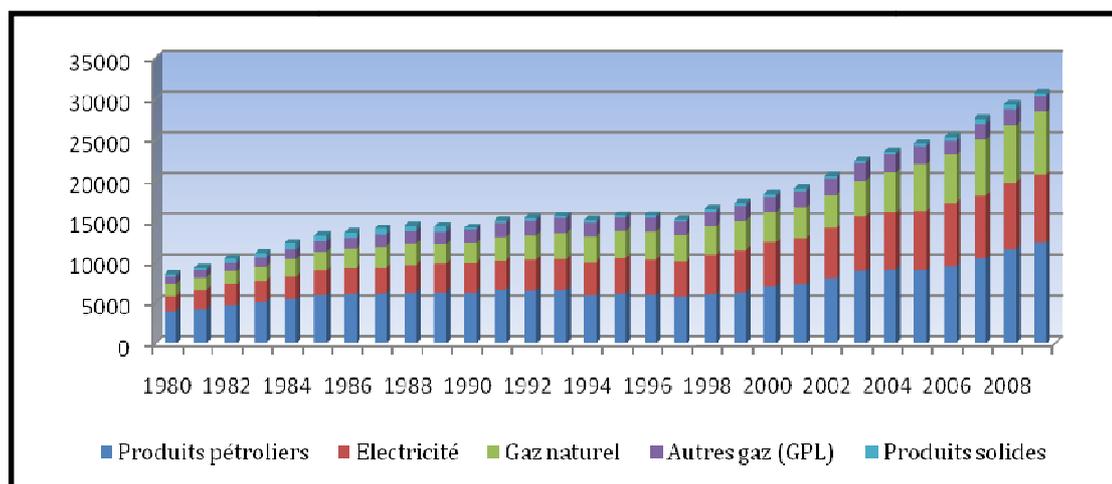


Figure-14: Evolution de la consommation finale par produit énergétique
Période 1980-2009

Source: Bilan du Ministère de l'Energie & des Mines

Concernant les produits pétroliers, il s’agit principalement du gasoil. En effet ce produit est utilisé dans des usages multiples et différentes formes et presque dans tous secteurs d’activités.

Pour l’électricité, sa part a augmenté passant de 21.69% en 1980 à 27,40% en 2009. La part importante dans la consommation du gaz naturel a atteint 17.33% en 1980 et a progressée à 25.17% en 2009. La part de la consommation des GPL est faible, elle a atteint 10.40% en 1980 et a régressé à 6.43% en 2009.

La structure de la consommation finale par produits énergétique montre que les usages dominants sont plutôt les usages thermiques pour la production de chaleur dans l’industrie, le chauffage pour les ménages & tertiaire et les usagers du transport.

• Evolution de la consommation finale croisée secteurs/produits de 1980 à 2009

TCAM (en %)	Industrie& BTP	Transports	Ménage& autres	Total
Produits Solides	-0.09%	-	2.24%	0.04%
Produits Pétroliers	7.10%	4.68%	-0.91%	3.97%
Gaz Naturel	3.03%	-	8.98%	5.88%
Electricité	3,65%	10,54%	6.71%	5.38%
GPL	5.42%	14.68%*	1.87%	2.81%
Total	3.65%	4.85%	4.88%	4.53%

Tableau- 3 : Evolution de la consommation finale croisée secteurs/produits de 1980 à 2009

Le tableau ci-dessus illustre les évolutions croisées sur la période 1980-2009. Pour appréhender au mieux l’évolution de la consommation finale algérienne, un croisement des données énergétiques est nécessaire par secteurs et par produits sur la période 1980-2009.

Si l’augmentation générale de la consommation finale se voit multiplié par un facteur de 3,62, cela cache des fortes disparités.

En effet, le résidentiel et autres a connu une multiplication par près de 4, alors que l'industrie & BTP : 2,83 et les transports de près de 4 aussi.

1.2.1 Emission des Gaz à Effet de Serre

Le Protocole de Kyoto n'inclut aucun engagement de limitation des émissions de GES pour les pays en développement. En ratifiant le Protocole de Kyoto notamment, les pays peuvent bénéficier des "mécanismes" de flexibilité définis par le Protocole. Les premières procédures de mise en œuvre de ces mécanismes ont été adoptées par la 7ème Conférence des Parties à la Convention Climat, réunie à Marrakech en 2001 (COP7) [31].

Comme tout pays hôte de projets MDP (Mécanisme pour un Développement Propre), pour être autorisé à participer au Mécanisme pour un Développement Propre, l'Algérie :

- Est partie à la CCNUCC depuis 10 Avril 1993 par ratification de la Convention Cadre des Nations Unies sur les Changements Climatiques.
- Est partie au Protocole de Kyoto le 17 mai 2005.
- A installée le 2 juillet 2006, la commission de l'autorité nationale désignée (AND), chargée de l'application du MDP, conformément aux Accords de Marrakech par le Ministre de l'Aménagement du territoire et de l'Environnement.

L'Algérie est donc Partie au Protocole de Kyoto et réunit les conditions nécessaires pour participer de plein droit au MDP. Tout porteur de projet algérien peut accéder à ce mécanisme, moyennant le respect des procédures nationales et internationales.

Les études d'atténuation des émissions de GES réalisées en Algérie ont mis en évidence l'existence d'un potentiel MDP assez important, estimé à 40 milliers de teq. CO₂. Les secteurs potentiels identifiés pour le développement des projets MDP en Algérie sont sensiblement les mêmes que les domaines d'activité éligibles au MDP établis par le CE (sectoral scopes § 2.4.1). Le tableau suivant, présente une répartition sectorielle de ce potentiel.

Secteur	Consommation en Ktep	Emissions GES (teq CO ₂)
Agriculture & hydraulique	1 130	1 538
Industrie & BP	3 226	3 881
Résidentiel & tertiaire	7 047	6 312
transport	5 536	9 574
Industries énergétiques	5 889	18 544
Bilan des émissions		40 000

Tableau- 4 : Bilan des émissions par secteur [32].

Les principaux indicateurs sont :

- Emissions dues à l'énergie consommée sont de 40 Milliers teq CO₂.
- Soit un niveau d'émissions par habitant de 1,22 Kg eq CO₂.
- Soit un niveau d'émissions par TEP consommée de 1,752 kg eq CO₂.
- Soit un niveau d'émissions par Milliards de DA produit de 5,334 teq CO₂.

S'agissant du développement de l'observation et des connaissances scientifiques, l'Algérie participe au programme mondial (OMM/PNUE) de veille de l'atmosphère globale à travers la mise en place et la gestion d'une station à Tamanrasset pour la surveillance de l'évolution des niveaux de GES dans une station de fond.

La mesure de ces gaz, montre que le CO₂ est en croissance régulière, en passant de 360 ppm en 1995 à 380 ppm en 2007, avec une augmentation annuelle de 2 ppm/an. Ces concentrations sont passées à 385 ppm en 2008 avec une variation saisonnière : maximum au printemps et minimum en automne, en relation avec le cycle de la photosynthèse de la

végétation. Le méthane, quant à lui, a augmenté entre 1996 et 2002 puis s'est stabilisé durant les dernières années [32].

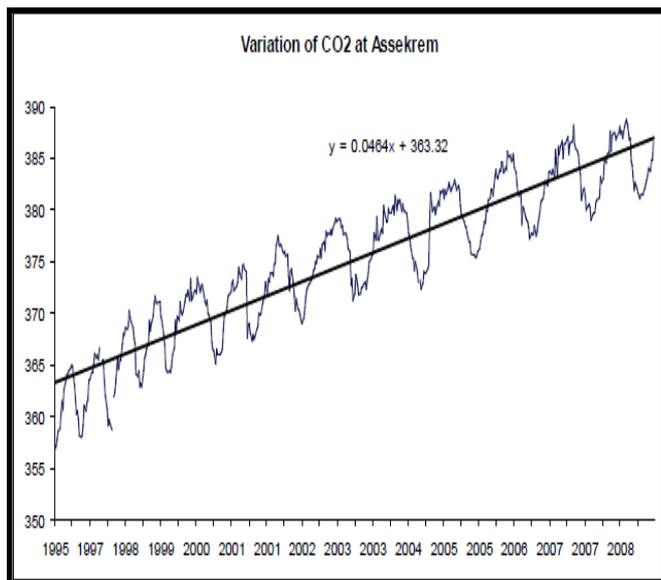


Figure-15: Evolution temporelle du CO2 à la station Assekrem (Tamanrasset) [32].

Année	CO2 (ppm)	CH4 (ppb)
1996	361,9	1755,8
1997	363,5	1758,3
1998	366,5	1771,9
1999	368,1	1778,9
2000	370,1	1779,5
2001	371,3	1779,5
2002	373,4	1779,2
2003	375,9	1783,7
2004	377,7	1779,6
2005	379,7	1802,8
2006	381,7	1803,7
2007	383,7	1808,4
2008	385,1	1819,5

Figure-16: Evolution annuelle des GES à la station D'Assekrem [32].

Chapitre III : Modélisation

Chapitre III : Modélisation

1. Les grandes familles de modèles

Les exercices de prospective énergétique ou la planification énergétique s'appuient sur des modèles de prospective pour l'analyse chiffrée de scénarios énergétiques. Un modèle est une construction simplifiée, qui cherche à représenter la réalité sous son aspect chiffré [38]. De plus, il est le résultat d'une réflexion théorique appuyée et contrôlée par les mesures statistiques qui doivent permettre de mieux saisir les phénomènes. Plusieurs préoccupations liées à l'effet de serre comme les problèmes de gestion des grands systèmes, technologies, ressources épuisables et la pollution globale et phénomène des émissions des GES ont abouti à la modélisation. Les évolutions du besoin de modélisation résident de plusieurs événements :

- Les conséquences de la crise de 1929, la reconstruction économique après guerre Ramsay/Von Neumann/Sraffa.
- les impacts de la croissance économique (1970) Modèles globaux.
- la crise de l'énergie (1973) et la question du changement climatique : l'énergie devient centrale Retour des modélisations sectorielles et intégrées

Les modèles d'aide à la décision sont nombreux et différents selon leur usage. Chaque modèle représente des approches et des spécificités transverses pour des applications appropriées

En intégrant les trois sphères que sont l'économie, l'énergie et l'environnement, ces outils permettent d'évaluer la réponse du système énergétique à des politiques, des contraintes ou des conditions de fonctionnement alternatives.

Parmi les études réalisées et les différentes classifications des modèles de prospective énergétique, « Une analyse comparative des classes des modèles », répartit les classes des modèles en six catégories :

- modèles macro-économétriques,
- modèles multi agents
- modèles d'équilibre général calculable
- les réseaux bayésiens
- modèles d'optimisation centralisée
- modèles de dynamique des systèmes.

Par leur paradigme, l'ensemble de ces modèles se répartit en trois grandes familles de modèles : « Top-down », « Bottom-up » et « intégrés ».

La structure ci-dessous tirée du document de l'AIE [33] précité et complétée pour la dimension climatique par une publication de Parson et Fisher Vanden [34], résume les différentes approches considérées.

Les deux approches ont en commun leur capacité d'analyser l'impact des différentes politiques telles que les coûts de la contrainte du dioxyde de carbone ou l'impact sur les choix technologiques effectués, suite par exemple, aux changements dans le prix des énergies [Berglund et al, 2006]. Les différences principales entre les deux approches seront revues en détail dans les sections qui suivent. La différence essentielle des deux approches réside dans la description technologique détaillée de la représentation du système énergétique pour l'approche Bottom-up, et la description théoriquement cohérente de l'économie générale pour l'approche Top-down [Löschel, 2002] [35].

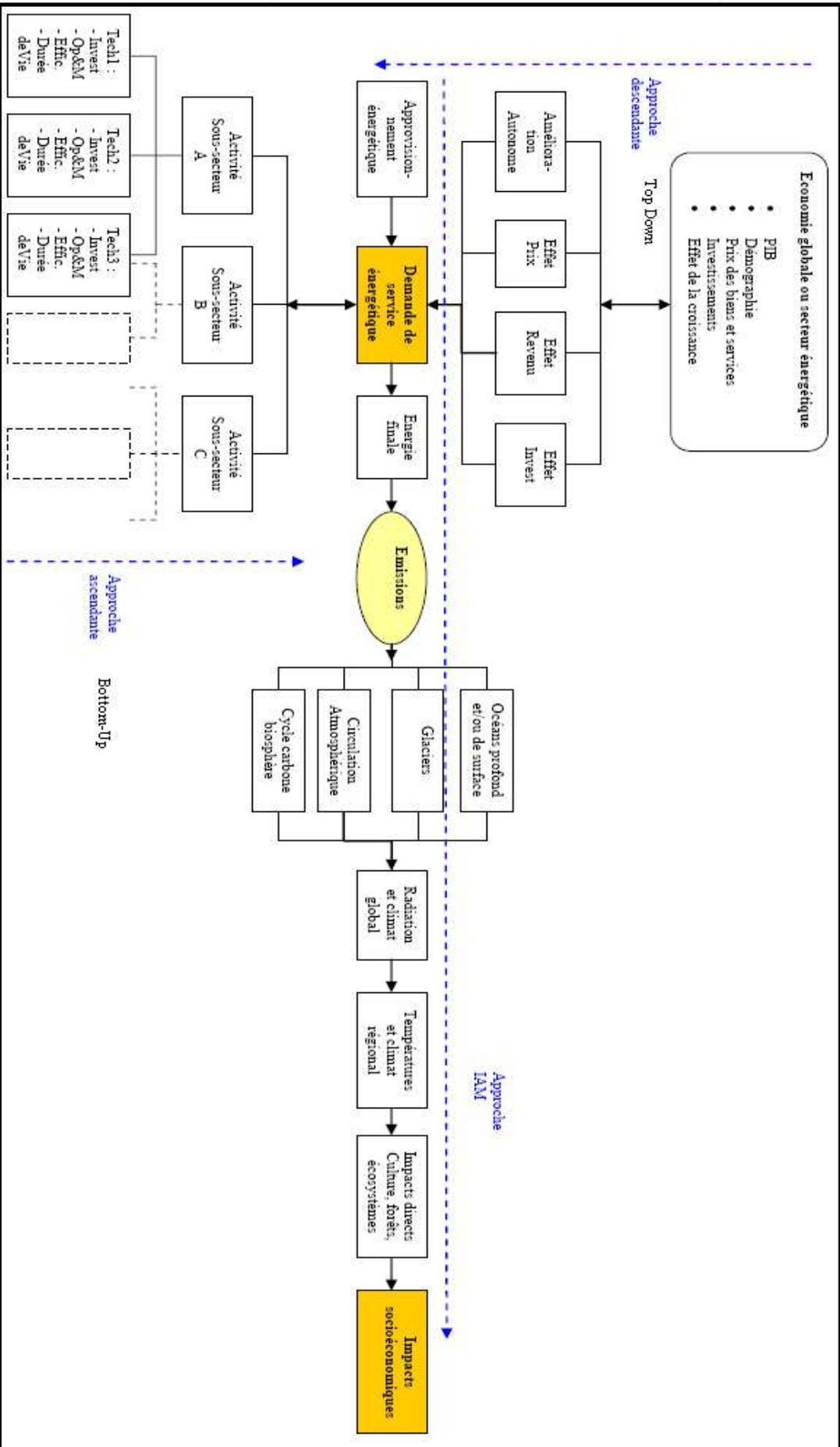


Figure-17: Familles et approches de modélisation d'après AIE [1] et Parson & Fisher-Vanden [34]

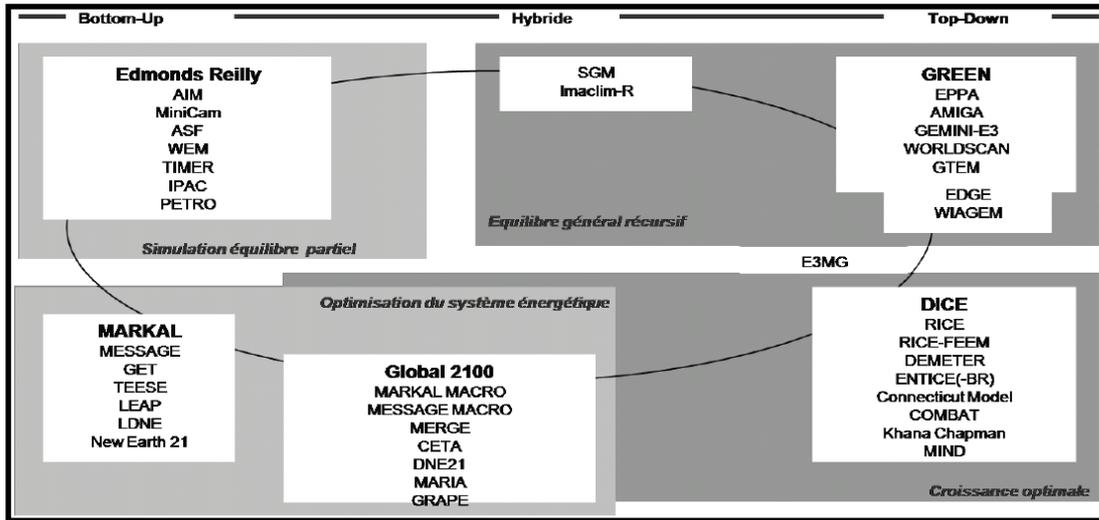


Figure-18: Classification des modèles [36].

1.1 Les modèles de type « TOP-DOWN »

Une approche dite descendante, ou approche top-down. L'appellation « Top-down » traduit une perception du système énergétique à partir d'un nombre réduit de variables économiques agrégées. Cette famille de modèle s'attache à expliciter les liens entre l'énergie et l'activité économique. Les méthodes employées s'appuient sur différentes disciplines économiques : macroéconomie, économétrie, microéconomie [37]. Elle consiste à concevoir le sujet d'études ou le produit dans les grandes lignes, puis, itérativement, à s'intéresser à des détails de plus en plus fins [38].

Elle cherche aussi à prendre en compte l'ensemble des rétroactions entre l'ensemble des marchés, aussi bien en termes de volumes que de prix [Murphy et al, 2007], sans passer par une information technologique explicite (utilisation des coefficients d'élasticité). Ces modèles sont caractérisés par leur haut niveau d'agrégation et prennent en considération les différents secteurs de l'économie, au sein desquelles des échanges de biens sont possibles [Le Henaff, 2005] [35].

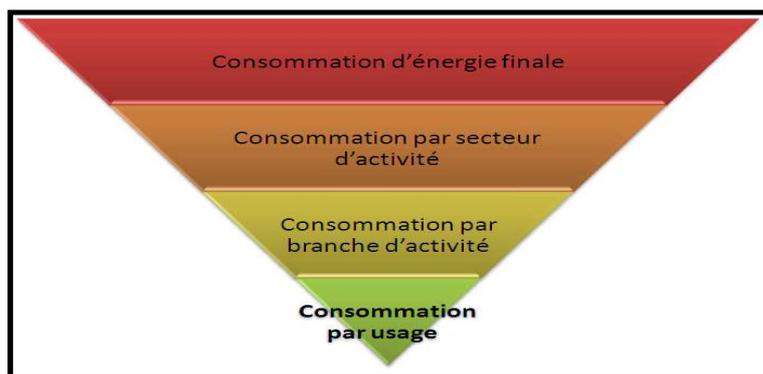


Figure-19: Schéma conceptuel de l'approche « Top-down » [38].

On distingue essentiellement les modèles macro-économétriques et les modèles d'équilibre général calculables. De Tinbergen en 1937 [Armatte, 2005] (présentant le premier exemple de modèle macroéconomique complet) à Deleau et al (1986), les modèles macro-économétriques ont connu un essor important comme outils d'aide à la décision. Ils étaient largement utilisés pour guider les politiques économiques des pays développés. Ils sont conçus pour évaluer les impacts macro-sectoriels et budgétaires de politiques de stabilisation ou de stratégies de développement sectorielles.

L'horizon de temps de ces modèles se limite à une dizaine d'années, car on considère que les structures économiques se modifient trop pour que les estimations économétriques gardent leur validité. Parmi les modèles macro-économétriques on cite les modèles de type HERMES ou NEMESIS développés en France par l'équipe ERASME [BFP, 2006] [35].

1.2 Les modèles de type « BOTTOM-UP »

A l'encontre des modèles « Top-down », la notion de « Bottom-up » renvoie à l'information ascendante. Mis au point suite au premier choc pétrolier, ces modèles décrivent la cohérence technique d'un système énergétique à partir d'une description technologique plus ou moins détaillée [37]. L'approche ascendante s'intéresse aux composantes techniques du système énergétique [35]. Elle traduit une perception du système énergétique à partir d'un grand nombre de variables technologiques ; les données technologiques désagrégées, sont progressivement agrégées pour traduire les choix énergétiques de chaque catégorie d'agent. Les flux d'énergies dépendent des technologies mises en œuvre. A partir de la production et/ou de la consommation énergétique de chaque technologie, la consommation totale est déterminée par la somme sur toutes les technologies utilisées et pour tous les usages des quantités d'énergie produites et consommées. Cette classe de modèles représente ainsi les technologies de manière explicite dans les différents secteurs d'offre et de demande d'énergie à travers un secteur énergétique désagrégé. Les méthodes utilisées pour ce type de modèles se différencient par la complexité numérique : la taille et le nombre de sous secteurs, les choix de méthodes de résolution.

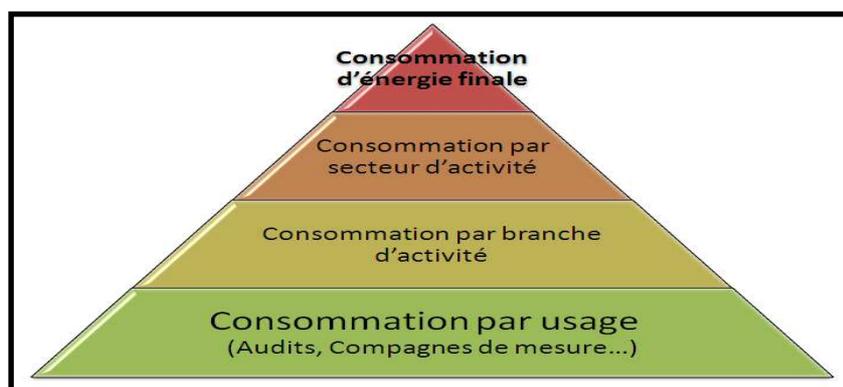


Figure-20: Schéma conceptuel de l'approche « Bottom-up » [38].

Les modèles « Bottom-up » assurent une représentation normative du comportement économique et négligent les effets-retour sur l'économie.

Parmi les modèles bottom-up, on distingue les modèles de simulation et les modèles d'optimisation (MARKAL, EFOM, MESSAGE, TIMES...) dont les buts diffèrent mais peuvent être complémentaires.

1.3 Les modèles IAM : Approche climatique

Les modèles IAM (Integrated Assesment Models) ont pour ambition, l'intégration de toute la chaîne des implications dans une approche que l'on peut qualifier de « Puits à l'atmosphère » [37].

La première approche procède par une partition de l'expertise et est donc plus simple à mettre en œuvre. Elle saisit en contrepartie moins d'interactions. Des modèles MARKAL ont contribué à certaines approches de ce type [38]. Les principales étapes de la modélisation intégrée sont la réalisation d'un modèle de calcul des émissions (approches économiques ou technologiques), celle d'un modèle climatique de diffusion et de concentration atmosphérique et enfin celle d'un modèle d'impact.

Pour la représentation des dynamiques atmosphériques, les modèles climatiques (Global Circulation Models) sont les plus utilisés. Ils décrivent sur plusieurs décennies la circulation de l'air dans l'atmosphère, les relations avec la végétation, la circulation océanique, les glaciers, les échanges thermiques et les niveaux de température correspondants. Le cycle du carbone et la relation avec le niveau des océans sont considérés et les apports anthropogéniques ou naturels sont différenciés [37].

Les modèles d'impacts s'attachent à décrire les impacts d'un changement de climat sur les écosystèmes. Leur niveau de désagrégation peut être très élevé.

1.4 Modèles existants et catégories de modèles

Les familles de modèles précédentes représentent des figures utiles mais extrêmes et la filiation, entre les modèles utilisés en pratique et les différentes familles de modèles, n'est pas toujours aisée à établir. L'évolution des capacités de calcul et l'expérience accumulée par les différentes équipes de modélisation ont en effet permis des améliorations des modèles existants et des recouvrements entre les différentes approches. Les approches économiques vont vers plus de précision technologique tandis que les approches technologiques intègrent des représentations économiques plus complexes avec des effets prix et parfois des bouclages macro-économiques simplifiés. Plusieurs contributions ont servi de base à la classification suivante qui donne quelques éléments de positionnement de modèles utilisés [37].

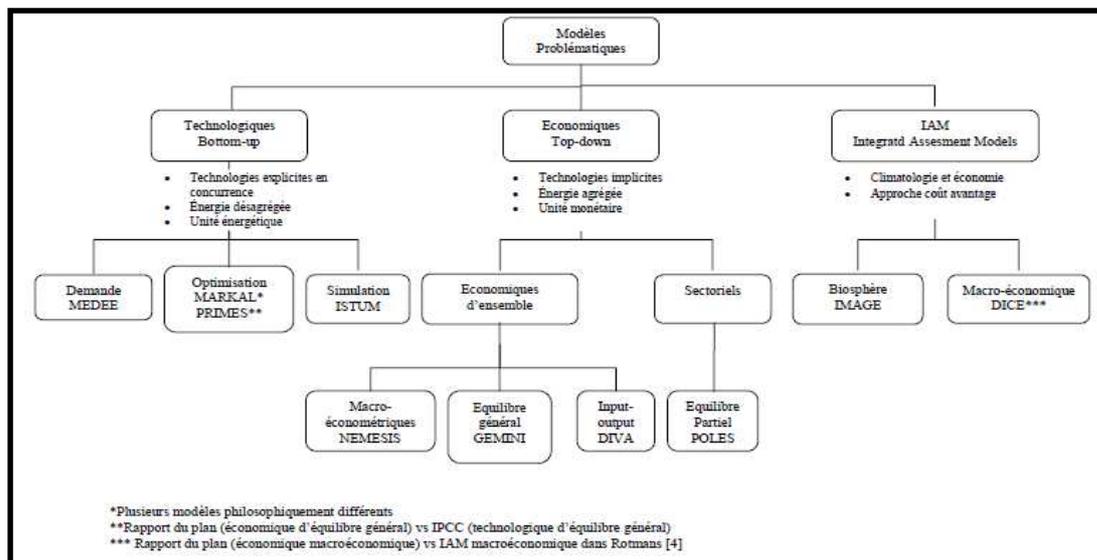


Figure-21: Classification des modèles de prospective [37].

L'arborescence proposée appelle les observations suivantes :

- Certains modèles macro-économiques peuvent être classés parmi les modèles économiques ou parmi les IAM lorsqu'ils permettent l'évaluation de certains coûts de dommage pour la société (les impacts sur la santé par exemple).
- les modèles d'équilibre partiel peuvent être technologiques d'optimisation (D'équilibre partiel dans leur approche économique) ou économiques sectoriels.
- les modèles de demande s'appuient aussi bien sur des coefficients budgétaires et un calibrage économétrique simple que sur une décomposition relativement détaillée des technologies. Ils peuvent être représentés comme des modèles technologiques de ventilation sectorielle (incluant des relations économiques statiques) ou comme des modèles économiques inputs output (incluant une décomposition plus détaillée du système énergétique).
- la famille de modèles MARKAL présente pour une même approche technologique, des variantes différentes au sens de l'approche économique (MARKAL-MACRO, MARKAL-ED ...).

En fonction des questions investiguées, la classification peut aussi être faite par des dichotomies plus simples : modèles prédictifs ou non, modèles distinguant plusieurs zones ou non, échelle de description internationale, nationale ou infranationale, modèles intégrant des incertitudes sur certains paramètres ou non.

1.5 Modélisation économétrique

L'économétrie désigne la branche de la statistique appliquée à l'économie, dont l'ensemble des techniques statistiques et informatiques destinées à mesurer des grandeurs économiques [6]. Les méthodes de l'économétrie sont très variées, les techniques économétriques sont généralement issues de la statistique mathématique. Dans les techniques économétriques au sens « prévision », on trouve en premier lieu les méthodes économétriques usuelles de régression appliquée principalement sur des séries temporelles tel que les «Moindres Carrés Ordinaires» et leurs divers prolongements, ainsi que d'autres plus complexes comme le lissage exponentiel, Box Jenkins, ARMA, ARIMA, et même ceux utilisant les réseaux de neurones. On note l'existence des logiciels destinés à l'analyse statistique englobant l'ensemble de ces méthodes dont les plus reconnus sont :

- Le SPSS

Statistical Package for the Social Sciences est un logiciel puissant d'analyse de données qui est apparu au cours des années 60, il fait partie des programmes les plus largement utilisés pour l'analyse statistique, la gestion et la documentation des données. Le logiciel SPSS constitue un système de traitement de données permettant, à partir de fichiers Excel de générer divers tableaux, graphiques et diagrammes ou encore d'effectuer divers traitement statistiques comme le dépouillement de données, le calcul de diverses mesures de tendance, la construction de tableaux croisés, l'élaboration d'études de régression, de corrélation et d'analyse de variance, l'analyse de séries chronologiques et de divers modèles prévisionnels.

- Eviews

Econometric Views est un logiciel de statistique, utilisé principalement pour les séries chronologiques, analyse économétrique orientée [38]. Il est développé par Quantitative Micro Software (SMQ). C'est un logiciel d'économétrie qui intéresse tous ceux qui ont à traiter l'analyse des statistiques générales, des analyses économétriques, l'analyse des données et l'estimation des séries chronologiques et la prévision. Il s'appuie fortement sur un format de fichier spécifique pour le stockage des données. Toutefois, pour les entrées et les sorties, il supporte de nombreux formats, y compris le format banque de données, formats Excel... La conception EViews comprend un large éventail de techniques statistiques et graphiques mis à disposition aux utilisateurs à travers une interface orientée objet.

1.6 Modélisation technico-économique

Contrairement à la modélisation économétrique adaptée pour le court terme, la modélisation technico-économique est la plus appropriée pour le long terme (20 à 30 ans) qui est considéré comme un horizon temporel nécessaire pour étudier, décider, mettre en œuvre et amortir les investissements : de l'offre énergétique ou des mesures d'efficacité énergétique, et sur lequel le poids du passé et de la situation présente pèsera faiblement, autrement dit c'est la méthode des scénarios qui décrit l'évolution des paramètres et non pas l'extrapolation (cas de l'économétrie). Pour réaliser des études prospectives de la demande ou de l'offre d'énergie, la modélisation technico-économique est la plus adéquate.

- Le MEDEE

Modèle d'Evaluation de la Demande En Energie, largement utilisé au niveau international, a été développé dès 1973 par l'IEJE (Institut Economique et Juridique de

l'Energie, actuellement IEPE «Institut Economique et Politique de l'Energie» de l'Université de Grenoble.

MEDPRO et MAED sont des versions améliorées dérivées de MEDEE, développés respectivement par ENERDATA (Cabinet d'études spécialisé dans l'énergie et l'environnement) et l'AIEA (Agence Internationale de l'Energie Atomique).

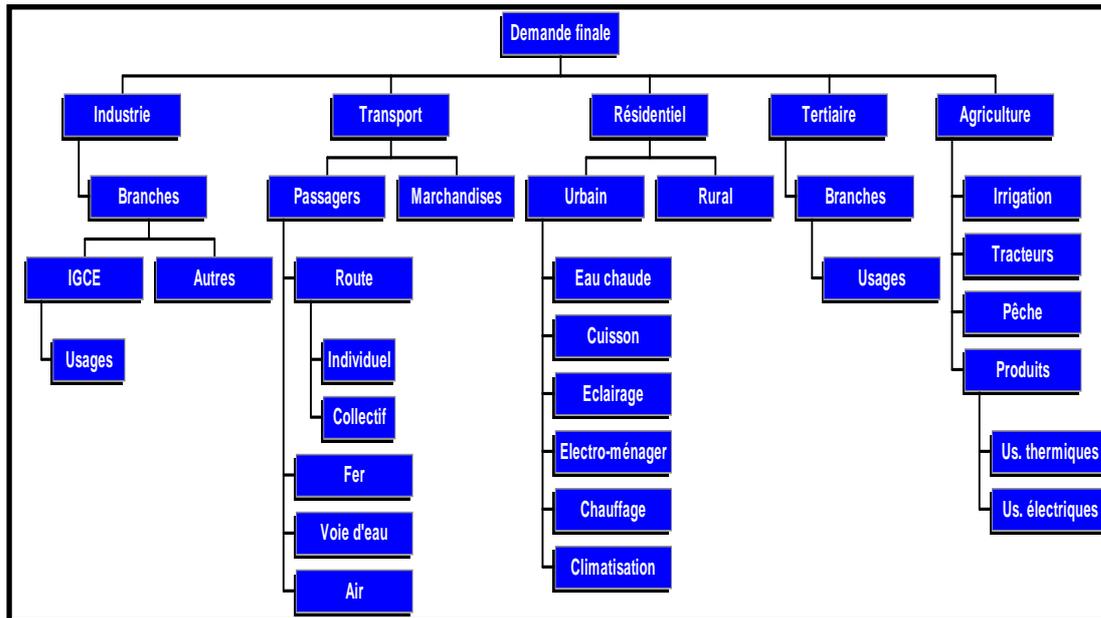


Figure-22: Structure du modèle MEDEE [38]

2. Le SIMED : Méthodologie de Développement

Simulation *Model for Energy Demand* est l'outil de prospective énergétique qu'ont fondé sur Excel pour évaluer le demande d'énergie finale a long terme avec des projections chaque 5 ans selon le contexte Algérien.

La méthode de construction de cet outil repose sur l'approche ascendante Bottom-Up, qui consiste à décrire et détaillée les éléments de base du SIMED et calculé leurs consommations énergétiques respectives pour formé les secteurs approprier. En reliant ces secteurs en aboutira a un outil de demande énergétique globale

Il traite l'information relative aux scénarios de développement social, économique et technologique et calcule la demande totale d'énergie pour les années désirées. Il fournit également la répartition de cette demande par formes d'énergie et par secteur économique.

Les équations utilisées dans le SIMED pour le calcul des consommations énergétique des déferents secteurs sont aspirés des modèles économique de prospective énergétique à long terme.

LE SIMED comporte 05 secteurs d'activité décomposé et ajusté selon le contexte Algérien. Les secteurs d'activités concernées sont respectivement :

- Le secteur Résidentiel.
- Le secteur Industrie.
- Le secteur Transport.
- Le secteur Tertiaire.
- Le secteur Agriculture.

Méthodologie de construction du SIMED

Comme on la cité dans le paragraphe précédent, les équations intégrés dans le SIMED sont utilisées pour déduire les évolutions de quelques paramètres socio-économique comme le PIB, la population et pour calculé les consommations d'énergie des déferents agrégats dans les 05 secteurs.

La méthodologie du SIMED inclut la séquence d'opérations suivante :

- Décomposition la demande totale d'énergie du pays en un grand nombre de catégories d'usages finaux.
- Identification des paramètres sociaux, économiques et technologiques qui affectent chaque catégorie d'utilisation finale de la demande d'énergie.
- Etablissement de la relation mathématique qui relie la demande d'énergie et les facteurs affectant cette demande.
- Développement de scénarios cohérents de développement social, économique et technologique du pays.
- Evaluation de la demande d'énergie résultant de chaque scénario.
- Sélection parmi l'ensemble des scénarios possibles proposés, du modèle de développement "le plus probable" pour l'Algérie.

2.1 Le Secteur Résidentiel

Dans le secteur résidentiel ou ménages, les facteurs déterminants sont de nature démographique comme la population, nombre de ménages et le taux de possession.

On distingue deux types d'usage dans ce secteur : Spécifique et thermique.

• L'usage Spécifique

La principale forme d'énergie utilisée pour cet usage est l'électricité. L'éclairage, la climatisation et les appareils électroménagers (réfrigérateur, lave-linge, éclairage, téléviseur etc.) sont les différentes catégories d'utilisation finale.

La demande d'énergie est calculée en considérant les conditions de vie de la population comme le type de logement.

La consommation d'électricité par type d'équipement est calculée sur la base des taux d'équipements électroménagers des ménages et de la consommation unitaire par ménage équipé.

La consommation d'énergie est calculée directement par la formule suivante :

$$\text{Cons} = \text{Con}_{\text{spécifique}} * \text{Nombre Ménages} * 365. [47].$$

Avec : $\text{Con}_{\text{spécifique}} = \text{Pu} * \text{fré.}$

Pu : La puissance de l'équipement

Fré : la fréquence d'utilisation journalière.

• L'usage Thermique

Les catégories d'utilisation finale sont : le chauffage, l'eau chaude sanitaire et la cuisson. L'énergie utilisée pour cet usage est le gaz naturel ainsi que les produits pétroliers (GPL). De la même méthode et avec la même formule en calcule les consommations d'énergie pour chaque type d'usage thermique.

2.2 Le Secteur Industrie

De manière générale, la demande d'énergie de chaque sous-secteur économique est déterminée par son niveau d'activité économique, évaluée par sa valeur ajoutée, et par l'intensité énergétique de chaque catégorie d'usage final de l'énergie. Le niveau d'activité économique de chaque sous-secteur est obtenu à partir des données spécifiées par l'utilisateur relatives au PIB total et à sa structure.

Pour chaque sous-secteur, la demande d'énergie est calculée séparément pour trois catégories d'utilisation finale: l'électricité pour ses usages spécifiques (éclairage, force motrice, électrolyse etc.); les usages thermiques (chauffage et eau chaude sanitaire; production de vapeur; fours et usage direct des combustibles); et les carburants.

A cause du manque de donnée sur la production par branche et les consommations spécifiques, on utilisera l'évolution de l'intensité énergétique pour déterminer les consommations de chaque sous-secteur. L'intensité peut se calculer à l'aide de l'équation suivante :

$$\text{Consommation}_{\text{industrie}} = \text{Int}_{\text{énergétique}} * \text{Valeur Ajoutée}_{\text{industrie}}. [47].$$

On calcule les intensités énergétiques des deux sous-secteurs, IGCE et le BTP. De même pour les 10 branches du sous-secteur industrie.

2.3 Secteur Transport

La demande d'énergie de ce secteur est calculée directement en termes d'énergie finale, en fonction de la demande totale de transport.

Le taux de motorisation et la distance moyenne parcourue par une voiture par an sont des variables du scénario pour le calcul de la consommation énergétique.

De plus, 6 carburants différents sont admis pour le secteur Transport: Electricité, gas-oil, essence, GPL, bunker et le kérosène.

Pour le mode routier, on utilise l'équation suivante pour le calcul d'énergie finale pour chaque type de véhicule :

$$\text{Cons}_{\text{routier}} = \text{Parc}_{\text{routier}} * \text{Cons}_{\text{L/100km}} * \text{Km}_{\text{/an}} * \text{Contenue}_{\text{énergétique carburant}}. [47].$$

De même pour le mode ferroviaire par type électrique et diesel, ainsi que le mode aérien on utilise l'équation précédente.

L'exception est pour le mode maritime, car à force d'indisponibilité des données sur le tonnage ainsi que le kilométrage on utilisera la méthode des intensités énergétiques.

Donc on utilise l'équation suivante :

$$\text{Consommation}_{\text{maritime}} = \text{Int}_{\text{énergétique}} * \text{Valeur Ajoutée}_{\text{hydrocarbures}}. [47].$$

2.4 Le secteur Tertiaire

Les paramètres du scénario et les équations qui caractérisent la consommation d'énergie du secteur tertiaire sont liés au niveau d'activité économique de ce secteur, la valeur ajoutée des sous-secteurs et la main d'œuvre du secteur.

Les catégories d'utilisation finale considérées dans le secteur service sont l'usage thermique (le chauffage, eau chaude sanitaire et cuisson), l'usage spécifique de l'électricité (climatisation, éclairage).

Pour la méthode de l'intensité énergétique, on utilise l'équation suivante :

$$\text{Consommation}_{\text{tertiaire}} = \text{Int}_{\text{énergétique}} * \text{Valeur Ajoutée}_{\text{tertiaire}}. [47].$$

Pour la méthode de productivité, on utilise l'équation suivante :

$$\text{Productivité} = \text{Valeur Ajoutée}_{\text{tertiaire}} / \text{Emploi}_{\text{service}}$$

2.5 Le secteur Agriculture & Pêche

• Agriculture : la demande d'énergie finale se calcule pour le matériel destiné pour l'irrigation des terres comme les tracteurs agricole, motopompe et électropompe.

Pour les tracteurs agricoles, on utilise la même équation que celle du transport routier qui est la suivante :

$$\text{Cons}_{\text{tracteur}} = \text{Parc}_{\text{tracteur}} * \text{Cons}_{\text{L/100km}} * \text{Km}_{\text{/an}} * \text{Contenue}_{\text{énergétique carburant}}. [47].$$

Pour les motopompes, on utilise l'équation suivante :

$$\text{Cons}_{\text{motopompe}} = \text{Parc}_{\text{motopompe}} * \text{Cons}_{L/H} * \text{fré}/\text{jour} * N_{\text{jour}} * \text{Contenue}_{\text{énergétique carburant}} \quad [47].$$

Pour l'électropompe, on utilise l'équation suivante :

$$\text{Cons}_{\text{motopompe}} = \text{Parc}_{\text{motopompe}} * \text{Cons}_{L/H} * \text{fré}/\text{jour} * N_{\text{jour}} * \text{Contenue}_{\text{énergétique carburant}} \quad [47].$$

• Pêche : Pour ce sous-secteur, on a les bateaux motorisé diesel. Le calcul de l'énergie se fait avec l'équation suivante :

$$\text{Cons}_{\text{bateaux}} = \text{Parc}_{\text{bateaux}} * \text{Cons}_{L/100\text{km}} * \text{Km}/\text{an} * \text{Contenue}_{\text{énergétique carburant}} \quad [47].$$

3. Les Scénarios

Pour faire un pronostic de la demande énergétique future, il faut considérer les niveaux actuels de consommation et de production d'énergie ainsi que les données socioéconomiques des dernières années. Etant donné qu'on ne peut pas anticiper le développement à venir, on a eu recours à deux scénarios pour établir une telle prospective basée sur les données des dernières années. Ces scénarios reflètent différentes possibilités de l'avenir. On a choisi pour la prospective élaborée dans cette étude un premier scénario qui prend comme point de départ le développement des années 2000 jusqu'à 2008 et continue avec la même croissance jusqu'en 2020 (scénario Business as Usual). Le second scénario tient compte de l'introduction de mesures d'efficacité énergétique (scénario efficacité énergétique). On envisage que l'augmentation des besoins d'énergie sera inférieure à celle obtenue dans le premier scénario dans lequel des mesures d'efficacité ne sont pas prises en considération. Il ne s'agit pas d'une estimation précise du potentiel d'efficacité énergétique mais d'une estimation approximative qui permet d'illustrer l'influence potentielle des mesures d'efficacité.

3.1 Le scénario Tendancier

Dans le cadre de réalisation d'une Etude Prospective de la demande nationale d'énergie à l'horizon 2030, il est nécessaire comme chaque exercice de prospective de passer par l'étape de collecte de données indispensables pour renseigner l'année de base, en l'occurrence arrêtée pour 2008.

Les données collectées et citées ci-dessous pour l'année de base 2008 sont collectées des différents ministères et établissement public concernées. Elles sont intégrés et utilisées dans l'outil de calcul de la demande d'énergie à l'horizon 2030.

3.1.1 Hypothèses Macroéconomique

• Le PIB : On retient une hypothèse de croissance du PIB de 3,1%/an sur l'ensemble de la période 2008-2030. Cette hypothèse est conforme aux projections de croissance potentielle émises par les organisations spécialisées jusqu'à 2015. Au-delà de 2015, on fixe la même valeur jusqu'à 2030 [43].

	Unit	2008	2015	2020	2025	2030
TCAM	%	3,10	3,10	3,10	3,10	3,10
PIB	Millions DA	11042837,90	13673867,09	15928859,46	18555728,39	21615800,99
PIB/hab.	DA/hab.	320217,77	353075,87	377976,00	404058,10	431298,47

• Tableau- 5 : TCAM du PIB 2030.

L'évolution de du PIB est PIB/hab. est représenté dans le tableau suivant :

En plus, la structure de la formation du PIB par secteurs avec la valeur ajoutée est représentée en annexe 1. Ces taux d'évolution s'élève des caractéristiques d'un pays en voie de développement et exportateur d'énergies fossiles. Ces pays souffre du phénomène de diversification économique, la part des hydrocarbures dans le pourcentage du PIB chute à cause du phénomène d'épuisement des énergies fossiles.

- **La Démographie** : C'est un déterminant essentiel de l'évolution de la demande énergétique par le biais de son impact sur l'évolution à long terme de l'économie. Ils ont un impact direct sur la consommation énergétique du secteur résidentiel puisqu'ils influencent le nombre d'appareils ménagers ainsi que la surface totale des logements devant être chauffée et éclairée.

Enfin, ils influencent la consommation de services de transport et la taille du parc automobile. Le taux d'urbanisation est de 65,75 % en 2008 et atteindra 73,18 en 2030.

L'évolution de la population 2008-2030 est présentée ci-dessous :

	Unit	2008	2015	2020	2025	2030
Population	Millions	34,49	38,73	42,14	45,92	50,12
Urbaine	%	65,75	68,11	69,80	71,49	73,18
Population Urbaine	Millions	22,67	26,38	29,42	32,83	36,68
Population Rurale	Millions	11,81	12,35	12,73	13,09	13,44

Tableau- 6 : Population en Millions jusqu'à 2030.

Ce sont les résultats d'une étude faite au niveau du département statistique et prévisions au ministère de l'habitat. Reposant sur des résultats de d'autres études de l'ONS et sur l'historique des revues de la population.

- **L'Emploi** : C'est un paramètre très influent, surtout dans la productivité. L'évolution de la population active 2008-2030 est présentée ci-dessous :

TCAM	%	2	2	2	2	2
Population Active	Millions	10,66	12,24	13,51	14,92	16,47

Tableau- 7 : Evolution de l'Emploi et de la population Active jusqu'à 2030.

Pour l'année 2008, 30,9 % de la population est active. 2 % est le TCAM, il est faible et considéré constant jusqu'à 2030. Pour les différents secteurs d'activités, Cette valeur est considérée constante durant toute l'étude jusqu'à 2030, vue la difficulté a déterminé l'évolution de l'emploi pour chaque secteur. L'évolution de la population active de chaque secteur est représentée en annexe 2.

3.2 Hypothèses Energétiques

- **L'Industrie** : ce secteur pose le problème de données sur le nombre d'industrie et leurs productions physique. Composé de deux sous secteur, BTP et IGCE. En utilise l'évolution de leurs valeurs ajoutées respectives.

Le ministère de l'industrie tente d'atteindre un pourcentage de 10 % de la formation du PIB l'horizon 2015 [43], seulement pour les IGCE contre 5 % en 2008. C'est un défi a réalisée et un gigantesque bute en doublant la part de l'industrie. Pour la période 2015-2030, le pourcentage va se stabilisé ou augmentera jusqu'à atteindre les 12 % en 2030. Pour le BTP, l'historique montre une faible évolution de la croissance, ce qui signifie une stabilité a long terme surtout avec le bute fixé pour les IGCE. Avec l'évolution des valeurs ajoutées (annexe

1) et le TCAM de l'évolution de l'intensité énergétique par sous-secteurs et par branches d'activités représentées ci-dessous, on pourra calculer la consommation finale.

1. Industrie	Unit	2008	2015	2020	2025	2030
Eau et Energie						
TCAM	%	-1	-1	-1	-1	-1
Intensité Energétique	Ktep/Million DA	0,00321	0,00299	0,00285	0,00271	0,00257
Mines et Carrières						
TCAM	%	-1	-1	-1	-1	-1
Intensité Energétique	Ktep/Million DA	0,00354	0,00330	0,00314	0,00298	0,00284
ISMMEE						
TCAM	%	-3	-3	-3	-3	-3
Intensité Energétique	Ktep/Million DA	0,00739	0,00597	0,00513	0,00440	0,00378
Matériaux de construction						
TCAM	%	-4	-4	-4	-4	-4
Intensité Energétique	Ktep/Million DA	0,03993	0,03001	0,02447	0,01995	0,01627
Chimie/Caoutchouc/ Plastique						
TCAM	%	-4	-4	-4	-4	-4
Intensité Energétique	Ktep/Million DA	0,00266	0,00200	0,00163	0,00133	0,00108
Industrie Agro-alimentaires						
TCAM	%	-3	-3	-3	-3	-3
Intensité Energétique	Ktep/Million DA	0,00228	0,00184	0,00158	0,00136	0,00117
Industrie Textiles						
TCAM	%	-1	-1	-1	-1	-1
Intensité Energétique	Ktep/Million DA	0,00371	0,00346	0,00329	0,00313	0,00297
Industrie du Cuir						
TCAM	%	-3	-3	-3	-3	-3
Intensité Energétique	Ktep/Million DA	0,00223	0,00180	0,00155	0,00133	0,00114
Industrie du Bois/Papier/liège						
TCAM	%	-3	-3	-3	-3	-3
Intensité Energétique	Ktep/Million DA	0,00242	0,00196	0,00168	0,00144	0,00124
Industries diverses						
TCAM	%	-1	-1	-1	-1	-1
Intensité Energétique	Ktep/Million DA	0,00034	0,00031	0,00030	0,00028	0,00027
2. BTP						
TCAM	%	-2	-2	-2	-2	-2
Intensité Energétique	Ktep/Million DA	0,00094	0,00082	0,00074	0,00067	0,00060

Tableau- 8 : Evolution de l'intensité énergétique jusqu'à 2030.

• **Résidentiel** : Le parc logement est l'un des déterminants essentiel pour évoluer la demande énergétique à long terme, car il a un impact direct sur la consommation énergétique du secteur résidentiel. Aussi, la taille moyenne des ménages ainsi que le TOL constitue un autre facteur démographique important pour déterminer la consommation future d'énergie. Basée sur les projections faites par le ministère de l'habitat, les audits ministériels et les programmes quinquennaux.

Le parc logement et les détails sont illustrés dans le tableau suivant :

	Unit	2008	2015	2020	2025	2030
Parc Logements Global	Millions	6,69	8,23	9,85	11,15	12,45
TCAM	%	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
Parc Logements Occupé	%	79,00	81,81	83,87	85,99	88,16
Logements occupés	Millions	5,28	6,73	8,16	9,31	10,51
TOL du parc logement global	Ratio	5,16	4,71	4,28	4,12	4,03
TOL du parc logement occupé	Ratio	6,53	5,54	4,98	4,68	4,47

Tableau- 9 : Parc Logements 2030.

Le parc logement est à 6,69 millions de logement pour 2008 [44]. Les programmes quinquennaux Algérien 2004-2009 et 2009-2014 assure :

-Réalisation de 200000 logs pour l'année 2009 qui est propre au programme quinquennal 2004-2009.

- Réalisation de 2 millions de logement, dan 1,2 millions de logement livré entre 2010 et 2015. Les 0,8 millions restantes sont livré pour 2016 et 2017.

-L'auto-construction est de l'ordre de 20 000 log/an.

Pour la période 2015-2020 :

-Les 0,8 millions de logement restant du programme 2010-2014 vont être livré pour les années 2016 et 2017.

-Réalisation : 200 000 Logt/an pour les années 2018-2019-2020.

-Auto-Construction : Moyenne de 20 000 Log/an.

Pour la période 2020-2030 on garde la même hypothèse suivante :

-Moyenne de réalisation : 200 000 Logt/an

-Auto-Construction : Moyenne de 20 000 Log/an.

Toutes ces hypothèses [45], [46], relatives a la construction, l'occupation des logements...ex, font ressortir l'évolution du parc logement à l'horizon 2030.

Le parc logement occupée est défini par un taux d'occupation du parc qui est de l'ordre de 79 %, l'évolution est faible est atteint le seuil de 88 % en 2030 [44].

Le TOL global est estimé à 4,03 en 2030 contre 5,16 en 2008, avec l'existence de logements inoccupés le TOL sur logement occupé est de 4,47 en 2030 contre 6,53 en 2008.

Avec le grand taux d'urbanisation, le TOL urbain démunie de 6,36 en 2008 à 4,36 en 2030, ainsi que le TOL rural qui est passée de 5,87 en 2008 à 4,83 en 2030.

Les hypothèses sur l'évolution du taux de raccordement d'électricité et du gaz est sont basée sur les auditions ministérielles et les programmes quinquennale que l'état tente de réalisé chaque 5ans : 2004-2009 et 2010-2014 [45].

	Unit	2008	2015	2020	2025	2030
Electrification	%	98	100	100	100	100
TACM	%	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
Raccordement en GN	%	45,80	47,43	48,62	49,85	51,11

Tableau- 10 : Taux d'électrification et raccordement en gaz 2030.

Le taux d'électrification est maximale pour 2008, et tente a stagné sur la valeur limite de 100 %. Pour le raccordement en gaz, le doc politique générale, précise que 2 millions de foyers vont être raccordés à l'horizon 2017, et un rythme de 300000 au-delà jusqu'à 2020.

Vue l'intérêt que donne l'état pour le raccordement des logements en énergie gazière, on gardera le taux de 1,5 logement raccordé chaque 5 ans jusqu'à 2030.

Pour les taux de possession des équipements d'usage spécifique et thermique, les pourcentages évolue proportionnellement avec l'évolution des ménages.

C'est ordres de grandeurs sont estimé, basée sur des études faite par le ministère de l'habitat.

Ces évolutions sont illustrées dans l'annexe 3.

• **Tertiaire** : C'est le secteur le plus hétérogène parmi les secteurs traités. L'impossibilité d'acquérir des données ainsi que le manque de trace historique sur le nombre d'établissement et les équipements correspondants rend le calcul par usage finale de produits impossible.

Donc on utilisera l'évolution des intensités énergétiques et des VA (annexe 1 et 2) du totale des services pour déduire la consommation finale d'énergie.

• **Transport** : Les hypothèses mises en oeuvre sont par modes :

-**Routier** : Les hypothèses prises pour ce mode de transport repose sur l'historique lointain, car l'influence des biens publics ainsi que le problème de mise à la casse. Ceci nous oblige à garder une évolution tendancielle du parc roulant, donc des différents types de véhicules. Les consommations spécifiques de chaque type de véhicule ainsi que leurs kilométrages annuels moyens parcourus restent fixes à l'horizon 2030.

	Unit	2008	2015	2020	2025	2030
TCAM	%	2	2	2	2	2
Total Parc Roulant	Millions	3,00	3,45	3,80	4,20	4,64
Véhicule Particulier	Millions	1,92	2,21	2,44	2,69	2,97
Véhicule Utilitaire Léger	Millions	0,75	0,86	0,95	1,05	1,16
Camion	Millions	0,15	0,17	0,19	0,21	0,23
Autocar/Autobus	Millions	0,06	0,07	0,08	0,08	0,09
Tracteur Routier	Millions	0,06	0,07	0,08	0,08	0,09

Tableau- 11 : Total Parc Roulant 2030.

-**Ferroviaire** : Pour ce mode, on fixe un taux de mise à la casse des locomotives diesel de 10 % chaque 5 ans qui vont être gardés pour le transport marchandises, on les remplace avec des locomotives électriques. Dans le parc ferroviaire diesel est considéré constant jusqu'à 2030 avec 208 locomotives, et l'électrique augmente de 10 % chaque 5 ans pour atteindre 118 locomotives en 2030 contre 35 en 2008.

	Unit	2008	2015	2020	2025	2030
Locomotive	Unité	243	264	285	305	326
Gasoil	Unité	208	208	208	208	208
Electricité	Unité	35	56	77	97	118

Tableau- 12 : Parc ferroviaire 2030.

-**Aérien** : Historiquement, le parc aérien évolue beaucoup d'année à autre. L'hypothèse qu'on pourra fixer est une évolution de 1 % du parc chaque an, considérons le phénomène de mise à la casse.

	Unit	2008	2015	2020	2025	2030
Parc Aérien	Unité	32	38	42	46	50

Tableau- 13 : Parc Aérien 2030.

-**Maritime** : Pour ce mode de transport, on utilise les VA des hydrocarbures et l'intensité énergétique pour calculer la demande d'énergie finale. Le manque de données remarqué pour les consommations spécifiques du bunker, les tonnages transportés ainsi que les kilométrages parcourus conduit à la méthode précédente. Les VA des hydrocarbures chute comme on la cite auparavant de 45 % à 24 % à cause d'épuisement des énergies fossiles et la lourde évolution d'exploration.

• **Agriculture** : Ce secteur peut être décomposé en deux sous-secteurs : Agriculture & pêche. Pour l'agriculture, l'état tente d'atteindre 1,3 millions de terre irriguée à l'horizon 2014. Après en garde un TCAM de 5% jusqu'à l'horizon 2030, déduit de l'historique. Pour le matériel d'irrigation, on garde les valeurs historiques déduites du ratio Pompe/hectare chaque an pour les tracteurs agricoles, les pompes d'irrigation électrique et diesel.

Pour la pêche, on fixe un TCAM de 2% de 2008 jusqu'à 2030 pour les bateaux motorisés diesel.

1. Agriculture						
	Unit	2008	2015	2020	2025	2030
Surface Agricole						
TCAM	%	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00
Surface Agricole Irriguée	Millions HEC	0,99	1,40	1,79	2,28	2,91
Matériel d'Irrigation						
Pompe/Surface Irriguée	Pompe/HEC	0,28	0,28	0,28	0,28	0,28
Pompe d'Irrigation	Milliers	278,91	392,45	500,88	639,26	815,88
1. Moto Pompe						
Moto-pompe/Surface irriguée	Pompe/HEC	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15
Moto-pompe	Milliers	151,34	212,95	271,78	346,87	442,70
2. Electro-pompe						
Electro-pompe/Surface irriguée	Pompe/HEC	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13
Electro-pompe	Milliers	127,57	179,51	229,10	292,40	373,18
Matériel d'Irrigation						
TCAM	%	-	3,00	3,00	3,00	3,00
Tracteur Agricole	Millions	0,06	0,08	0,09	0,11	0,12
2. Pêche						
	Unit	2008	2015	2020	2025	2030
Bateaux de Pêche Motorisés						
TCAM	%	-	2,00	2,00	2,00	2,00
Bateaux	Milliers	5,60	6,43	7,10	7,84	8,66

Tableau- 14: la surface agricole irriguée jusqu'à 2030.

3.3 Consommation finale d'Énergie et Émission des GES à l'Horizon 2030

Après l'élaboration des hypothèses du scénario de référence et les évolutions des agrégats des différents secteurs et usages à l'horizon 2030, on exploite le SIMED fondé pour déterminer l'évolution de la demande d'énergie projetée pour les années d'étude : 2008, 2015, 2020, 2025 et 2030 par secteur d'activité.

3.3.1 Consommations d'Énergie Finale

• Le Secteur Résidentiel

Comme on a cité dans le chapitre précédent, les consommations d'énergie sont d'usages spécifique de l'électricité et thermique du gaz naturel et produits pétrolier (GPL).

Usage	Unit	2008	2015	2020	2025	2030
Usage Electrique	Ktep/an	905,26	1390,03	1836,10	2320,25	2908,81
Usage Thermique	Ktep/an	4507,69	8686,26	10790,31	12624,99	14626,37
Conso Finale	Ktep/an	5412,95	10076,29	12626,41	14945,24	17535,18
Conso/Ménage	Ktep/Log	1,02	1,50	1,55	1,61	1,67
Conso/Habitant	Ktep/Hab.	0,16	0,26	0,30	0,33	0,35

Tableau- 15: Evolution de la consommation par usage à l'horizon 2030.

L'usage Spécifique est l'utilisation de l'électricité pour les appareils électroménagers, la climatisation et même une partie d'usage thermique comme le chauffage. Pour l'usage thermique du GN et produits pétroliers, on trouve le chauffage, la cuisson et l'eau chaude sanitaire. .

Produit	Unit	2008	2015	2020	2025	2030
Electricité	ktep/an	949,12	1449,95	1912,43	2411,81	3017,50
GPL	ktep/an	1390,55	3564,11	4290,08	4856,56	5435,13
Gaz Naturel	ktep/an	3073,28	5062,23	6423,89	7676,87	9082,56
Total	ktep/an	5412,95	10076,29	12626,41	14945,24	17535,18

Tableau- 16 : Evolution de la consommation par produits à l'horizon 2030.

L'évolution de la consommation par produits est présentée ci-dessous :

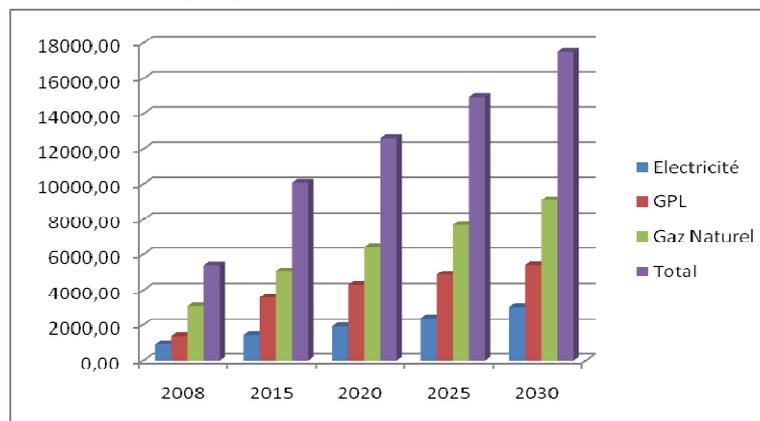


Figure-23: Consommation du résidentiel par produit a l'horizon 2030.

La demande d'énergie du résidentiel augmente avec un TCAM d'environ 5,61 %. Avec un taux de 9,63 %, la consommation a presque doublé entre 2008 et 2015 de 5,4 Mtep à 10 Mtep et continue d'augmentée avec un rythme plus stable d'un taux de 4% chaque 5an. Sur les 12 Mtep d'accroissement de la demande d'énergie envisagée entre 2008 et 2030, la part du gaz naturel est d'environ 6 Mtep qui représentent 59 % du total de la consommation, le reste qui est de 16 % est pour l'électricité et 31 % pour GPL. La grande part de la consommation finale du secteur résidentiel est celle du GN, avec un pourcentage de 59 % en 2008 contre 55 % en 2030.

Le GPL passe de 25 % en 2008 vers 29 % en 2030 et l'électricité qui reste constante à 17 % de 2008 à 2030.

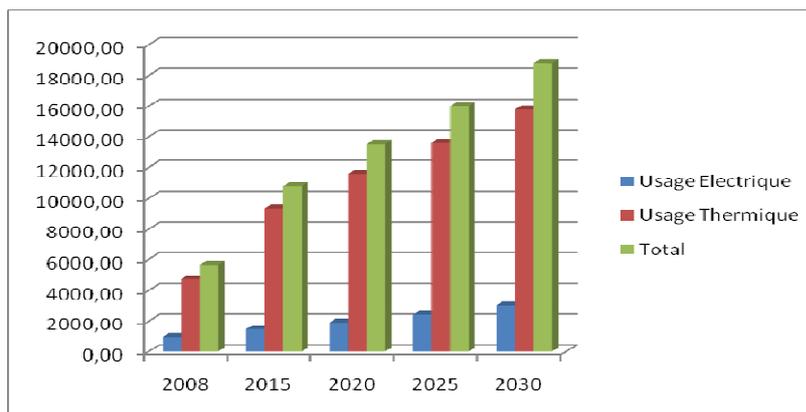


Figure-24: Consommation du résidentiel par usage à l'horizon 2030.

En parlant des usages, 84 % d'énergie de croissance entre 2008 et 2030 est consommée par usage thermique (cuisson, Chauffage et eau chaude sanitaire) et les 16 % restant sont destinée aux usages spécifiques de l'électricité (Eclairage, climatisation et appareils électroménagers).

En 2008, 84 % de la consommation d'énergie est à usage thermique et 16 % sont à usage spécifique contre 85 % et 15 % de consommation respectif en 2030.

La hausse en demande d'énergie de secteur résidentiel est due essentiellement aux fortes progressions dans le raccordement en gaz naturel et le programme de construction de logement programmée par l'état, ainsi que la forte évolution démographique prévue influe fortement sur la demande. En plus de ces hypothèses citées auparavant, le retard marqué sur l'intégration des systèmes d'efficacité énergétique dans ce secteur rend l'évolution tendancielle forte de la demande d'énergie est justifiable.

Les résultats et détails de chaque usage est présenté sur la feuille de calcul Excel en annexe 4.

• Le Secteur Industrie

L'évolution de la demande finale énergétique dans l'industrie reflète la situation économique du pays. Sur le plan de contexte économique, on observe que la demande d'énergie finale de l'industrie a fortement augmenté de 4,3 Mtep de 2008 à 2011 et atteint 15,5 Mtep en 2030 avec un TACM de 5,54 % présentant une déférence de croissance de 7 Mtep. Entre 2008 et 2015, 4 Mtep de croissance marqué dans les branches industrielles passant de 3,8 Mtep à 9 Mtep respectivement avec un taux de 14 %. Cette hausse croissance de la consommation d'énergie entre 2008 et 2015 est due essentiellement aux l'objectif fixé par l'état d'atteindre 10 % de la formation du PIB à l'horizon 2014, ce bute affecte les valeurs ajoutées des sous-secteurs et branches et prévoit une forte demande d'énergie à l'horizon 2015 après plusieurs décennies de baisse ou de stagnation.

	Unit	2008	2015	2020	2025	2030
BTP	ktep/an	894,10	1060,27	1197,55	1352,61	1527,74
Industrie	ktep/an	3843,93	7949,86	8496,90	9114,11	9807,53
Total	ktep/an	4738,03	9010,13	9694,45	10466,72	11335,27

Tableau- 17: Evolution de la consommation des sous-secteurs de l'industrie à l'horizon 2030.

En plus, les hypothèses misent en ouvre pour les intensités énergétiques des déférents branches de l'industrie qui augmentent avec l'investissement marqué sans action de maîtrise

d'énergie. Au-delà de 2015, l'évolution de la demande d'énergie est beaucoup plus faible avec un taux de 1,5 à 1,6 % chaque 5ans après la hausse de demande marqué, cela est due aux faibles évolutions des valeurs ajoutées des branches industrielles.

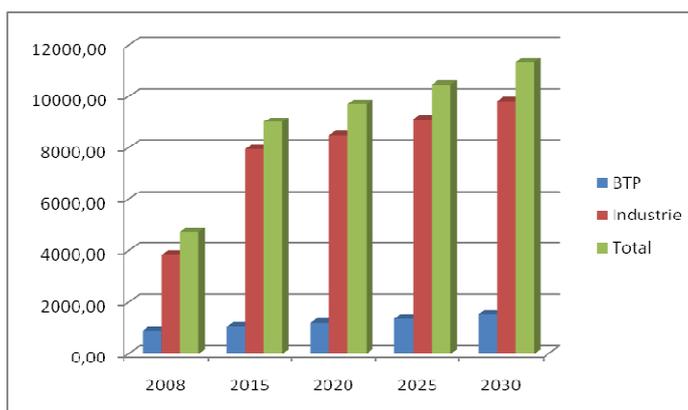


Figure-23: Evolution de la consommation des sous-secteurs de l'industrie à l'horizon 2030.

Pour 2008, 81 % de la consommation finale est dans les branches d'industrie, avec 51% pour le matériau de construction, 10 % pour les ISMEE, 8% pour la branche agro-alimentaire, 6 % pour la branches Eau-Energie et le reste pour les industries divers avec 19 % de la consommation finale totale est dans le sous-secteur BTP. Une variation importante est constatée en 2030 pour le BTP qui diminue avec seulement 8% de la consommation finale totale contre 92 % pour les branches industriels. La branche matériaux de construction présente la grande part avec 71 %, 6 %, respectivement pour les branches : Agro-alimentaire, Eau-Energie et 5% pour les ISMEE.

A-propos des usages de l'industrie. Les parts des usages, spécifique, thermique et force motrice du sous secteur industrie (branches industrielles) sont supposé constant pour toute l'étude, basée sur des estimations du ministère de l'industrie. Estimé de 60 % usage thermique, 35 % usage spécifique et 10 % pour la force motrice. Pour le BTP, on a que l'usage force motrice.

Usage	Unit	2008	2015	2020	2025	2030
Force motrice	Ktep/an	1470,69	2252,75	2472,09	2719,73	2998,87
Usage Electrique	Ktep/an	768,79	1589,97	1699,38	1822,82	1961,51
Usage Thermique	Ktep/an	2498,55	5167,41	5522,99	5924,17	6374,89
Total	Ktep/an	4738,03	9010,13	9694,45	10466,72	11335,27

Tableau- 18: Evolution de la consommation des usages de l'industrie à l'horizon 2030.

Sur la consommation totale du secteur industrie, le pourcentage de l'usage thermique est de 45 % en 2008 et augment jusqu'à atteindre 54 % en 2030. L'usage spécifique passe de 28 % en 2008 à 32 % en 2015 et reste stable a l'horizon 2030. Par contre, la force motrice diminue de 27 % en 2008 jusqu'à un pourcentage de 14 % en 2015, puis se stabilise a l'horizon 2030. La hausse en pourcentage des usages thermique est proportionnelle aux fortes augmentations des valeurs ajoutées des branches industrielles qui utilisent principalement du gaz naturel qui est le principal produit dans l'usage thermique.

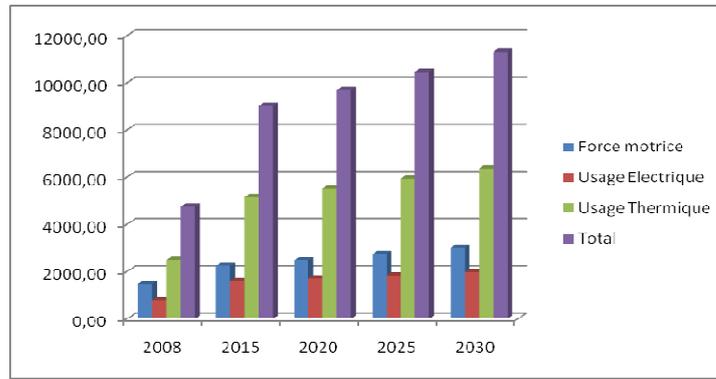


Figure-26: Evolution de la consommation des usages de l’industrie à l’horizon 2030.

Pour les produits, on considère que 100 % de la consommation en usage thermique est assuré par le GN, de même pour l’usage spécifique avec seulement l’électricité. La force motrice est assurée par deux produits : électricité et gasoil avec 35 % et 65 % respectivement.

Usage	Unit	2008	2015	2020	2025	2030
Gasoil	ktep/an	804,69	954,24	1077,80	1217,35	1374,97
Electricité	ktep/an	1434,79	2888,48	3093,67	3325,20	3585,41
Gaz Naturel	ktep/an	2498,55	5167,41	5522,99	5924,17	6374,89
Total	ktep/an	4738,03	9010,13	9694,45	10466,72	11335,27

Tableau- 19: Evolution de la consommation de l’industrie par produits à l’horizon 2030.

Le GN prend la grande part de consommation avec 44 % en 2008 et 53 % en 2030. L’électricité représente 34 à 35% de la consommation, stable jusqu’à 2030. La variation est remarquée pour le gasoil, qui passe de 22 % en 2008 à 12 % en 2030. Des pourcentages et des variations proportionnelles à leurs usages.

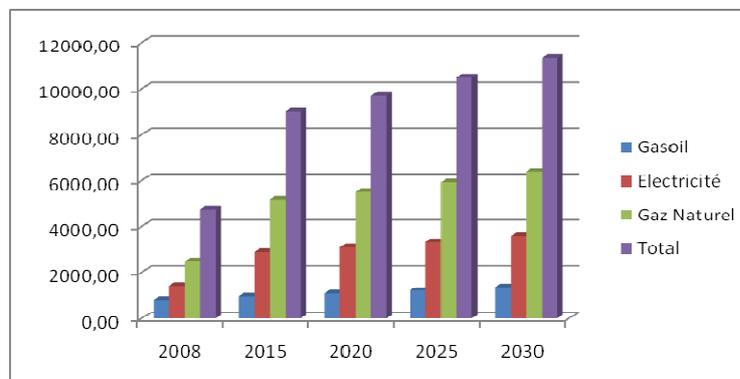


Figure-27: Evolution de la consommation de l’industrie par produit à l’horizon 2030.

Les résultats et détails de consommation de chaque sous-secteurs et branches d’activité est présenté sur la feuille de calcul Excel en annexe 5.

● Le Secteur Transport

Le transport est le secteur le plus stables on terme d’évolution de la demande finale en énergie, avec un taux de 1,87 % entre 2008 et 2030, représentant une croissance de 5 Mtep concentrée surtout dans le mode routier. La consommation passe de 9,5 Mtep en 2008 à 14,3 Mtep en 2030. Par intervalle d’étude chaque 5 ans, les taux sont de 1,88 % entre 2008 et 2020 et de 1,86 à 1,85 entre 2020 et 2030. Un rythme très stable et reflète la tendance des hypothèses.

Mode de Transport	Unit	2008	2015	2020	2025	2030
Maritime	ktep/an	301,00	306,49	307,84	298,89	275,74
Ferroviaire	ktep/an	458,26	464,52	470,78	477,04	483,30
Aérien	ktep/an	437,11	515,34	571,22	627,10	682,98
Routier	ktep/an	8342,51	9582,92	10580,32	11681,53	12897,35
Total	ktep/an	9538,88	10869,27	11930,16	13084,56	14339,37

Tableau- 20: Evolution de la consommation par modes de transport à l'horizon 2030.

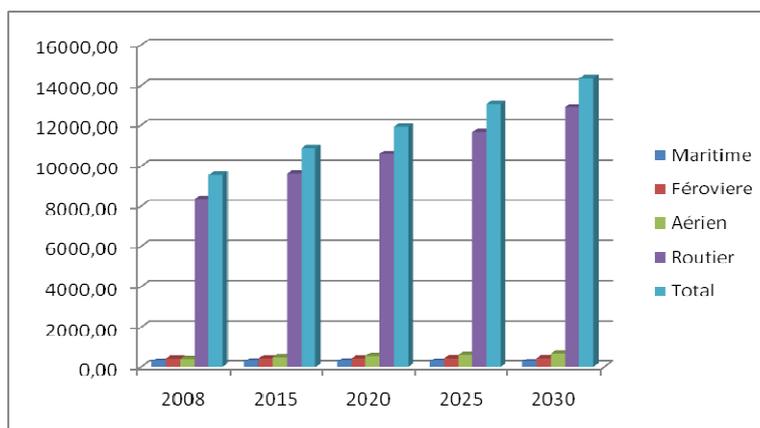


Figure-28 : Evolution de la consommation des modes de transport à l'horizon 2030.

Le transport routier est le mode le plus intensif en énergie de tous les modes utilisés, il représente 87 % de la consommation finale du secteur transport en 2008 contre 90 % de la consommation finale en 2030. Une augmentation due principalement au phénomène de diésélisation du parc roulant et le recul des consommations envisagé dans le mode maritime qui est proportionnel aux diminutions prévues des valeurs ajoutées des hydrocarbures. Les autres modes de transport, l'aérien garde un pourcentage stable de 5 % avec évolution très faible de 0,45 Mtep en 2008 à 0,68 Mtep en 2030, le ferroviaire aussi augmente mais avec une faible tendance allant de 0,45 Mtep à 0,46 Mtep due essentiellement de l'électrification des lignes et le recule en consommation du gasoil. Par contre, la consommation en mode maritime baisse légèrement de 0,3 Mtep à 0,27 Mtep on représentant 2 % de la demande totale du transport à l'horizon 2030.

Produits	Unit	2008	2015	2020	2025	2030
Electricité	ktep/an	10,54	16,80	23,06	29,32	35,58
Bunker	ktep/an	301,00	306,49	307,84	298,89	275,74
GPL	ktep/an	354,52	407,23	449,62	496,41	548,08
Kérosène	ktep/an	437,11	515,34	571,22	627,10	682,98
Essence	ktep/an	2347,74	2696,82	2977,50	3287,40	3629,56
Gasoil	ktep/an	6087,97	6926,60	7600,92	8345,43	9167,43
Total	ktep/an	9538,8762	10869,27	11930,16	13084,56	14339,37

Tableau- 21: Evolution de la consommation du transport par produit à l'horizon 2030.

Pour les produits, le gasoil est le major avec 64 % de la consommation total en 2008 est reste constant à l'horizon 2030. De même pour l'essence qui reste stagné sur la valeur de 25 %

de 2008 jusqu'à 2030. Le kérosène est à 5 %, le GPL à 4%, le bunker à 3 % est l'électricité qui est très faible avec environ 1 % de la consommation finale du transport.

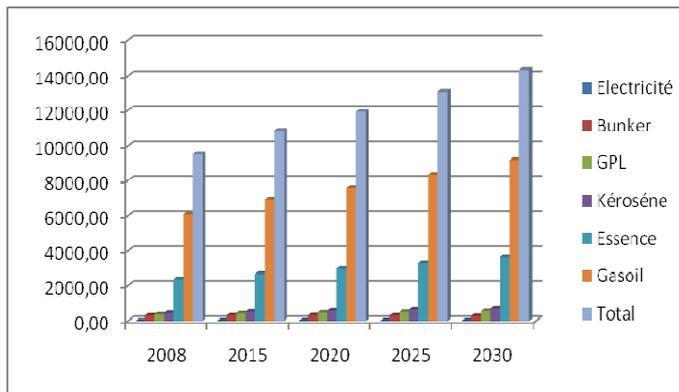


Figure-29: Evolution de la consommation du transport par produit à l'horizon 2030.

Les évolutions de ces produits tels que le bunker et le kérosène restent faible devant l'essence et le gasoil, surtout l'électricité qui reste faiblement consommé qui due principalement à la faible électrification des lignes ferroviaires. Comme le GPL qui reste faible devant l'essence, ce qui signifie la faible intégration des véhicules équipés en GPL.

Les résultats et détails de consommation de chaque mode de transport est présenté sur la feuille de calcul Excel en annexe 6.

• Le Secteur Tertiaire

Le secteur tertiaire est le plus hétérogène des secteurs étudié, peut d'informations et de données on était collectés sur les usages et les principaux facteurs influençant la consommation d'énergie. La consommation augmente avec un taux de 3,27 % entre 2008 et 2030 et garde presque le même taux d'évolution chaque 5 an. Elle passe de 3 Mtep en 2008 à 6,1 Mtep en 2030.

Pour 2008, les services marchands représente 66 % de la demande totale d'énergie contre 34 % pour les non marchands. A l'horizon 2030, une forte augmentation est observée dans les services marchands qui atteignent les 76 % de la demande d'énergie contre 24 % pour les non marchands. Une augmentation due principalement à la hausse des valeurs ajoutées des services marchands à l'horizon 2030.

Service	Unit	2008	2015	2020	2025	2030
Non Marchand	ktep/an	1045,27	1282,06	1346,13	1413,39	1484,02
Marchand	ktep/an	2010,00	2636,13	3199,55	3883,39	4713,40
Total	ktep/an	3055,27	3918,19	4545,68	5296,79	6197,42
Cons. /Emploi	Ktep/Travailleur	0,59	0,57	0,59	0,63	0,66

Tableau- 22: Evolution de la consommation des services à l'horizon 2030.

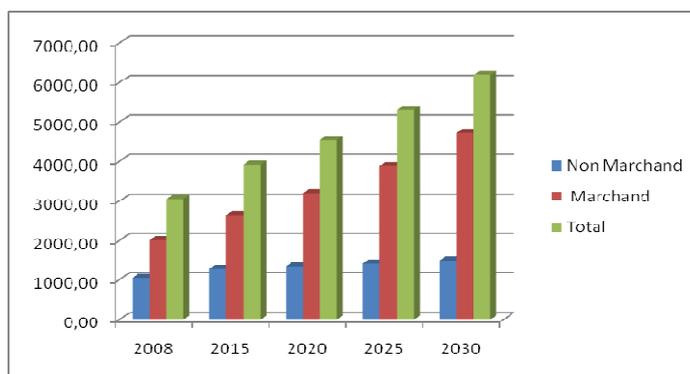


Figure-30 : Evolution de la consommation des services à l'horizon 2030.

L'évolution de la consommation du secteur tertiaire reflétant principalement la croissance de l'activité de ce secteur en termes de valeur ajoutés. Pour ce secteur. En plus, l'augmentation de la productivité montre que la demande totale d'énergie finale du secteur tertiaire ne devrait connaître globalement qu'une hausse modérée.

Usage	Unit	2008	2015	2020	2025	2030
Usage Electrique	ktep/an	1222,11	1567,28	1818,27	2118,71	2478,97
Usage Thermique	ktep/an	1680,40	2155,00	2500,12	2913,23	3408,58
Force motrice	ktep/an	152,76	195,91	227,28	264,84	309,87

Tableau- 23: Evolution de la consommation des usages des services à l'horizon 2030.

Pour les usages, l'inexistence des données nécessaires sur le secteur tertiaire nous a conduits à des suppositions sur les pourcentages de chaque usage dans la demande finale qu'on les a fixés constantes jusqu'à l'horizon 2030. On a : 55 % pour l'usage thermique (55% chauffage, 40 % ECS et 5 % cuisson), 45 % pour l'usage spécifique (50 % éclairage, 30 % climatisation et 20 appareils électronique) et 5 % pour la force motrice.

Produit	Unit	2008	2015	2020	2025	2030
Electricité	ktep/an	1314,53	1685,80	1955,78	2278,94	2666,44
Gasoil	ktep/an	152,76	195,91	227,28	264,84	309,87
Gaz Naturel	ktep/an	1310,71	1680,90	1950,10	2272,32	2658,69
GPL	ktep/an	277,27	355,58	412,52	480,68	562,42
Total	ktep/an	3055,27	3918,19	4545,68	5296,79	6197,42

Tableau- 24: Evolution de la consommation des services par produits à l'horizon 2030.

Les parts des produits restent constantes de 2008 à 2030 qui sont similaire aux usages bien définis. Le GN est l'électricité sont majoritaires avec 43 %, les autres produits sont : le GPL à 9 % et le gasoil à 5%.

Les résultats et détails de consommation de chaque service présenté sur la feuille de calcul Excel en annexe 7.

• Le Secteur Agriculture & Pêche

L'Agriculture & pêche est le secteur le moins consommateur d'énergie, une forte augmentation d'énergie qui à presque triplé avec 384,73 Mtep en 2008 et 0,84 Mtep en 2030.

Avec un taux de croissance de 3,61 % entre 2008 et 2030, on a 0,5 Mtep de croissance d'énergie qui reste lointe des croissances marquées dans les autres secteurs. Pour l'intervalle de travaille de fixé chaque 5 an, le taux reste presque le même et varie de 3,46 à 3,77 %.

Tableau- 11: Evolution de la consommation de l'agriculture à l'horizon 2030.

	Unit	2008	2015	2020	2025	2030
Agriculture	ktep/an	173,58	199,39	220,14	243,05	268,35
Pêche	ktep/an	211,15	288,88	362,02	454,30	570,84
Total	ktep/an	384,73	488,27	582,16	697,35	839,19

Tableau- 25: Evolution de la consommation de l'agriculture à l'horizon 2030.

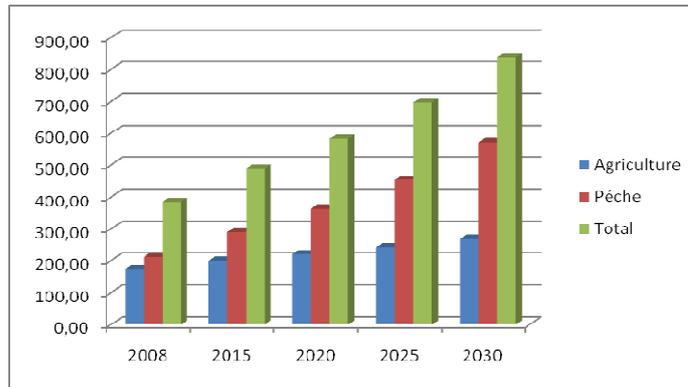


Figure-31: Evolution de la consommation de l’agriculture l’horizon 2030.

Le sous-secteur agriculture représente 55 % de la demande d’énergie en 2008 contre 68 % de la demande en 2030. Une augmentation en terme de pourcentage justifier par les efforts prévus par l’état dans l’exécution du programme agricole quinquennal tentant d’atteindre 1,3 Millions d’hectare irriguées a l’horizon 2030. Le deuxième sous-secteur est la pêche qui est considérée une bien parfait public, constatant une diminution en terme pourcentage de 45 % en 2008 à 32 % en 2030.

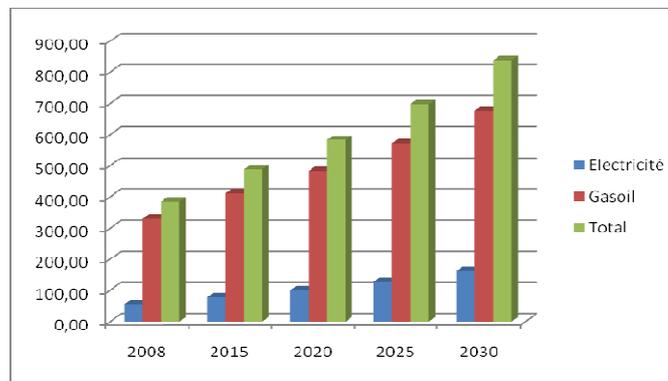


Figure-32: Evolution de la consommation de l’agriculture par produit à l’horizon 2030.

Pour les produits, le gasoil couvre 86 % de la demande d’énergie en 2008 contre 81 % en 2030. Une légère diminution en terme pourcentage, voir les efforts mise pour l’irrigation surtout avec électricité. L’électricité reste faiblement consommée dans l’agriculture, précisément pour l’irrigation. Avec 14 % en 2008 et 19 % en 2030, le programme d’irrigation augmente la part de la consommation électrique. Pour les usages, on a seulement la force motrice qui apparait comme usages commun entre les deux sous-secteurs.

	Unit	2008	2015	2020	2025	2030
Electricité	Ktep/an	55,29	77,81	99,30	126,74	161,75
Gasoil	Ktep/an	329,43	410,47	482,86	570,61	677,44
Total	Ktep/an	384,73	488,27	582,16	697,35	839,19

Tableau- 26: Evolution de la consommation de l’agriculture par produit à l’horizon 2030.

C’est la plus faible parmi tous les secteurs vue la politique mise en ouvre et le faible investissement coté matériel. Aussi le problème de manque de données concernant les taux de mise a la casse du matériel qui peuvent influés sur la consommation totale.

Les résultats et détails de consommation de ces deux sous-secteurs est présenté sur la feuille de calcul Excel en annexe 8.

• Consommation Final par secteur

Finalement, la Consommation total d'énergie en Ktep tout secteur confondu pour le scénario tendanciel à l'horizon 2030 est représentée dans le tableau suivant:

Secteur	2008	2015	2020	2025	2030
Agriculture et Pêche	384,73	488,27	582,16	697,35	839,19
Tertiaire	3055,27	3918,19	4545,68	5296,79	6197,42
Industrie	4738,03	9010,13	9694,45	10466,72	11335,27
Résidentiel	5412,95	10076,29	12626,41	14945,24	17535,18
Transport	9538,88	10869,27	11930,16	13084,56	14339,37
Totale	23129,86	34362,15	39378,86	44490,66	50246,43

Tableau- 27: Evolution de la consommation finale par secteur à l'horizon 2030.

Selon les hypothèses mises en œuvre dans chaque secteur du scénario de référence, la demande finale d'énergie augmentera au rythme de 0,18 % par an. Avec un taux de croissance de 4,03 % entre 2008 et 2030. La hausse de demande d'énergie de 11 Mtep observée entre 2008 et 2015 avec un taux de croissance de 6,3 % et un rythme moyen de croissance de 1,04 % par an. Au-delà de 2015, ce rythme de croissance se ralentit progressivement passant de 0,54 % en 2020 à 0,49 % en 2030 pour les 10 dernières années avec des taux de croissance de 2,72 % et 2,44 % respectivement. En terme absolue, la consommation finale d'énergie augmenterait de 27 Mtep, passant de 23,3 Mtep en 2008 à 50,2 Mtep en 2030.

Sur le graphe ci-dessous illustrant l'évolution sectorielle de la demande d'énergie finale sur la période de projection serait pilotée surtout par la croissance de la consommation d'énergie dans les secteurs industrie et résidentiel. Cette croissance absolue est de 7 Mtep et 11 Mtep respectivement avec un taux moyen par an de 0,25 % chacun.

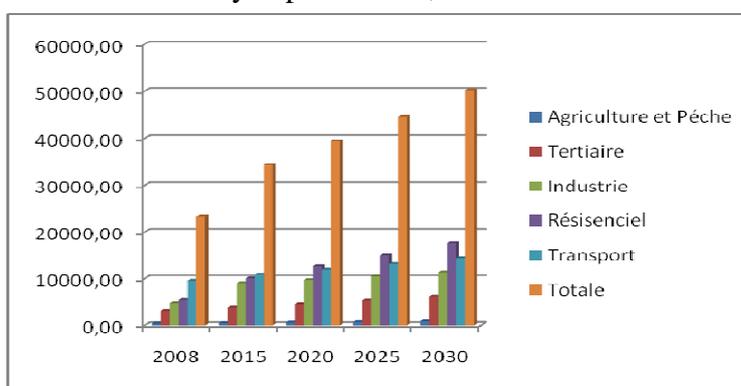


Figure-33: Evolution de la consommation finale par secteur à l'horizon 2030.

A l'horizon 2030, les parts respectives du résidentiel, de l'industrie, du transport, du tertiaire et du secteur agriculture dans la demande d'énergie seraient de 34,9 %, 22,56 %, 28,74 %, 12,33 % et 1,67 %. Elles étaient de 23,4 %, 20,48 %, 41,24 %, 13,21 % et 1,66 % en 2008.

Secteur	2008	2015	2020	2025	2030
Agriculture et Pêche	1,66	1,42	1,48	1,57	1,67
Tertiaire	13,21	11,40	11,54	11,91	12,33
Industrie	20,48	26,22	24,62	23,53	22,56
Résidentiel	23,40	29,32	32,06	33,59	34,90
Transport	41,24	31,63	30,30	29,41	28,54
Totale	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00

Tableau- 28: Evolution de la consommation finale par secteur en pourcentage à l'horizon 2030.

Ces évolutions sectorielle globale et de long terme, cachent des évolutions constatées tant pour les différents usages énergétiques au sein d'un même secteur ou pour différents branches industriel que pour les différents sous-périodes de projection ont été analysé auparavant.

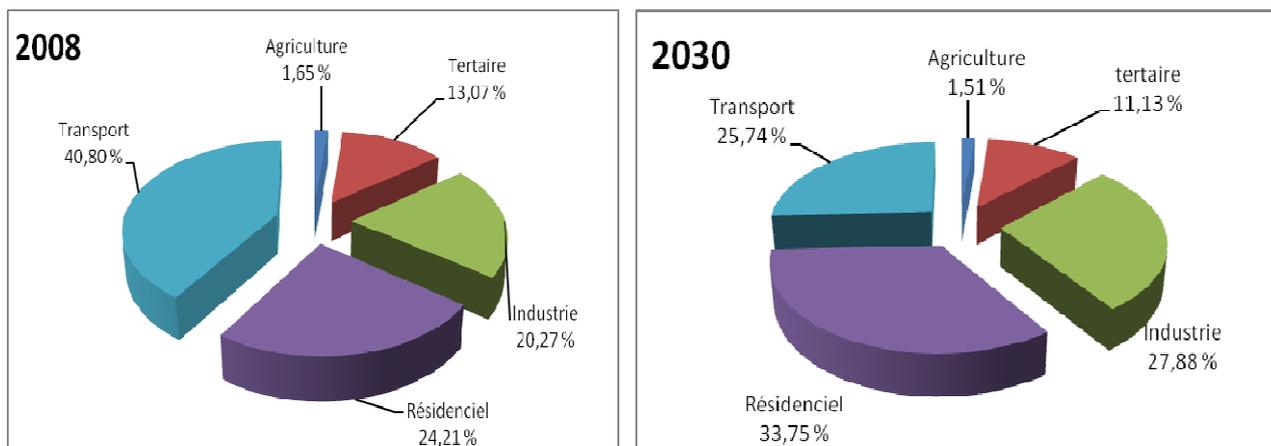


Figure-34: Evolution de la consommation finale par secteur à l'horizon 2030.

Produits	Unit	2008	2015	2020	2025	2030
Bunker	ktep/an	301,00	306,49	307,84	298,89	275,74
Kérosène	ktep/an	437,11	515,34	571,22	627,10	682,98
Essence	ktep/an	2347,74	2696,82	2977,50	3287,40	3629,56
GPL	ktep/an	2047,54	4359,24	5189,72	5877,35	6596,75
Gasoil	ktep/an	7222,10	8291,30	9161,58	10133,39	11219,84
Electricité	ktep/an	3772,67	6129,60	7096,74	8186,57	9483,72
GN	ktep/an	7001,70	12063,35	14074,26	16079,94	18357,84
Total	ktep/an	23129,86	34362,15	39378,86	44490,66	50246,43

Tableau- 29 : Evolution de la consommation finale par produit à l'horizon 2030.

Au propos des produits, Le GN est la forme d'énergie dominante tous secteurs confondus avec 38 % de la demande finale en 2030. Avec un taux de croissance de 5,38 % et un rythme annuel moyen de 0,24 %, le GN passe de 29 % en 2008 à 38 % en 2030. C'est le GN qui connaît la plus forte progression. Le moteur principal de l'évolution de la demande du GN et de son rôle dominant dans la demande finale totale d'énergie reste plus que jamais le secteur résidentiel et industrie. Plus au moins pour le secteur tertiaire ou la part du GN est plus faible. La forte évolution de la demande du GN est le résultat d'une part de la forte demande en matière de chauffage et eau chaude sanitaire, et d'autre part, du fort programme de raccordement des logements en GN.

Le gasoil vient en deuxième place, passant de 33 % en 2008 à 22 % en 2030 % avec un taux annuel moyen de 0,09 % et un taux de croissance de 2,08 %. Le secteur transport reste le premier consommateur avec environ 80 % de la consommation finale totale du gasoil en 2008 et 76 % en 2030. Pour les autres secteurs, la demande en gasoil est beaucoup plus faible avec 14 %, 4 %, et 2 % respectivement pour les secteurs, industrie, agriculture et tertiaire en 2008 contre 15 %, 6 % et 3 % en 2030. C'est une légère diminution qui ne cache pas l'évolution de la demande constaté pour le gasoil qui due au phénomène de diésélisation du parc roulant et l'absence observé en terme d'efficacité énergétique.

Pour l'électricité qui connaît aussi une forte croissance allant d'environ 3,7 Mtep en 2008 à 9,4 Mtep en 2030, avec un taux de croissance de 4,92 % et un rythme de croissance

annuel de 0,22 %. Les parts de consommations de l'électricité passent de 17 % en 2008 à 20 % en 2030.

Utilisée sans exception dans tous les secteurs et tous les usages. En 2008, 41 % dans le résidentiel, 33 % dans le tertiaire 1 % dans l'agriculture est presque nulle dans le transport, contre 48 %, 24 %, et 1 % en 2030 respectivement.

Le GPL et l'essence reste un peu plus faible par rapport au autres produits fortement consommés cités ci-dessus. L'essence décroît de 10 % en 2008 à 7 % en 2030 de la demande d'énergie totale, par contre le GPL progresse de 9 % en 2008 à 12 % en 2030. Les deux dernières formes d'énergie, précisément le bunker et le kérosène restent beaucoup plus stables avec des parts allant de 1 % à 2 %.

3.3.2 Emissions des GES

Comme on la cité dans le chapitre 2, Le Protocole de Kyoto n'inclut aucun engagement de limitation des émissions de GES pour les pays en développement. En ratifiant le protocole de Kyoto, l'Algérie n'a pas de limite bien déterminée pour les émissions des GES. Selon ce contexte et dans le cadre du développement durable qu'on évaluera les émissions provenant seulement des consommations énergétiques des différents secteurs d'activités économique. Le dioxyde de carbone (CO₂), un des six gaz à effet de serre concernés par le protocole de Kyoto, est le principal GES puisque il ne représente pas moins de 84 % des émissions des GES [49].

Le scénario de référence décrit la situation énergétique de l'Algérie en supposant la poursuite des tendances et des changements structurels en cours dans l'économie. Si ces hypothèses paraissent irréaliste étant donné que l'Algérie n'a pas ratifié le protocole de Kyoto, elle permet de préserver au scénario de base son caractère de « point de référence » (Benchmark) à partir duquel des scénarios alternatifs pouvant être examinés.

La méthode de calcul des émissions est celle publiée par EUROSTAT. Elle consiste à multiplier les consommations d'énergie totale des différents secteurs d'activités en Mtep, par les facteurs d'émission appropriés en TCO₂/Mtep.

Les facteurs d'émissions appropriés pour chaque forme d'énergie en TCO₂/Tep sont respectivement : 2,3 pour le GN, 2,6 pour le GPL, 2,9 pour l'essence, 3 pour le kérosène et 3,1 pour le gasoil et le bunker [49].

Le tableau ci-dessous nous illustre l'évolution des émissions des GES par secteurs d'activité à l'horizon 2030.

Secteur	Unité	2008	2015	2020	2025	2030
Agriculture&Pêche	MTCO ₂ /an	1,40	1,81	2,18	2,64	3,22
Tertiaire	MTCO ₂ /an	13,20	16,93	19,64	22,89	26,78
Industrie	MTCO ₂ /an	18,14	34,77	37,39	40,34	43,66
Résidentiel	MTCO ₂ /an	17,23	30,91	39,12	46,93	55,84
Transport	MTCO ₂ /an	28,92	32,96	36,19	39,71	43,52
Totale	MTCO₂/an	78,90	117,39	134,54	152,51	173,02

Tableau- 30: Emission du CO₂ par secteur à l'horizon 2030.

Dans le scénario de référence, les émissions de CO₂ progresseraient au taux annuel moyen de 0,19 % entre 2008 et 2030 avec un TCAM de 4 %. Durant cette période, les émissions croissent de 80,53 %, de 78,9 MTCO₂ en 2008 à 173 MTCO₂ à l'horizon 2030. En terme absolue, 95 MTCO₂ vont être émis durant cette période. La période la plus émettrice est celle entre 2008 et 2015, passant de 78,9 MTCO₂ en 2008 à 117,39 MTCO₂ en 2015 avec un TCAM de 7,48 % et un rythme de croissance annuel moyen de 1,07 % évalué à 39 MTCO₂ en valeur absolue. Après 2015, le rythme de croissance moyen est plus stable avec 0,5 % par an et un TCAM de 2,5 % à l'horizon 2030. Cette hausse évolution est proportionnelle aux fortes

consommations marquées pour la première période de projection entre 2008 et 2015, faisant presque doubler les parts des émissions.

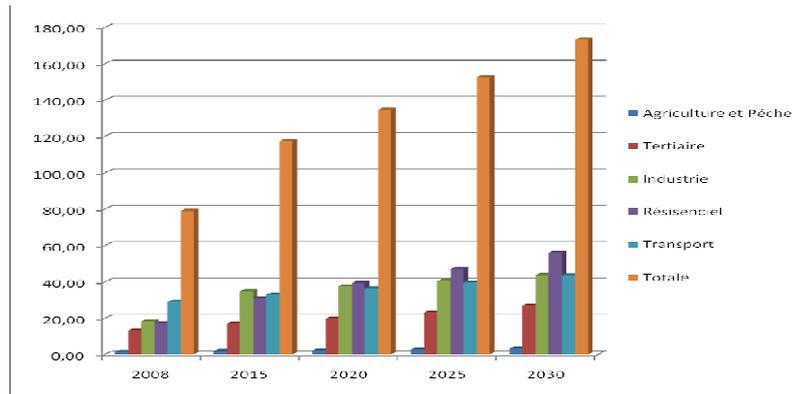


Figure-35 : Evolution des émissions par secteur à l'horizon 2030.

Pour les évolutions sectorielles, l'augmentation des émissions du CO₂ entre 2008 et 2030 est principalement due aux deux secteurs d'activité économique. L'industrie avec 38 % et le résidentiel avec 36 %. Entre 2008 et 2015, la demande d'énergie dans l'industrie provoque 57 % de croissance d'émissions du CO₂ contre 28 % pour le résidentiel. Après les émissions se stabilise à l'horizon 2030.

En 2008 le transport est le responsable de 35,92 % des émissions avec 23,74 % pour l'industrie, 22,11 % pour le résidentiel et 16,49 % pour le tertiaire. A l'horizon 2030, c'est l'industrie et le résidentiel qui émettent plus du CO₂ avec 31,95 % et 30,19 % respectivement. Le transport recule jusqu'à 22,37 % avec une stabilité pour le tertiaire qui représente 13,94 %. Le service agriculture reste le moins émetteur de CO₂ avec 1,74 % des émissions.

La forte croissance des émissions du CO₂ provient principalement des usages thermique et spécifique dans les secteurs industrie et résidentiel. Responsable de 35 % et 40 % respectivement des émissions.

Par forme d'énergie, la consommation d'électricité émet 40 % de totale des émissions avec 25 % pour le GN et 19 % pour le gasoil. Les émissions du GPL restent plus faibles par rapport à d'autres produits avec 9 %, de même pour l'essence qui est à 5 %.

Les facteurs explicatifs de cette tendance sont premièrement, la forte pénétration du gaz naturel et la forte demande en électricité (ç-a-dire, une forte production d'électricité).

Conclusion

Suite aux résultats du SIMED obtenue pour le scénario de référence, une forte évolution de la demande en énergie finale total en Algérie est prévue à l'horizon 2030, s'accompagne aussi par de fortes émissions du CO₂. Des évolutions sectorielles dues principalement aux hypothèses démographique et économique fixées comme objectif de l'état surtout à l'horizon 2015 pour la construction des logements, le raccordement en réseaux gaz et le grand déficit d'atteindre 10 % de la formation du PIB à l'horizon 2014, qui a boosté complètement la demande.

Le scénario de référence à également pour rôle de servir de base, d'une part pour des analyses de sensibilité, et d'autre part, pour l'évaluation de l'impact de politiques est mesures susceptibles d'affecter le développement du système énergétique.

Chapitre IV : Scénario Volontariste

Chapitre IV : Le Scénario Volontariste

Après l'analyse faite sur les résultats obtenus sur le scénario de référence, des constatations sont remarquables sur la grande consommation d'énergie finale totale en termes sectorielles et produits. Il met en avant le rôle joué par les secteurs industrie et résidentiel sur toute la période de la projection dans la hausse en consommation et émissions du CO₂, avec les consommations de gasoil proportionnelles au secteur transport et la forte demande en électricité. À partir de ces constatations, on procède à des actions de maîtrise d'énergie dans tous les secteurs d'activité, est compris le secteur agriculture qui représente seulement 2 % de la demande finale en 2030.

Ceci est avec une exploitation maximale des potentiels techniques d'efficacité énergétique tels qu'ils sont connus aujourd'hui, avec un recours en priorité aux énergies non émettrices de CO₂.

1. Hypothèses Macro-économique

Les hypothèses de cadre socio-économique sont les mêmes que celles retenues pour le scénario tendanciel. L'évolution de la population, du PIB de la valeur ajoutée et même les déterminants dans chaque secteur, comme les tendances de construction de logement, le raccordement en GN. Pour les prix des énergies primaires, on ne fixe pas d'hypothèses particulières.

2. Maîtrise d'Énergie en Algérie

Ce scénario repose sur les programmes faits par les établissements concernés, comme l'APRUE, CNME et même le ministère de l'industrie. Les actions de maîtrise d'énergie sont prévues dans tous les secteurs d'activité.

Le programme d'efficacité énergétique obéit à la volonté de l'Algérie de favoriser une utilisation plus responsable de l'énergie et d'explorer toutes les voies pour préserver les ressources et systématiser la consommation utile et optimale.

L'objectif de l'efficacité énergétique consiste à produire les mêmes biens ou services, mais en utilisant le moins d'énergie possible. Ce programme contient des actions qui privilégient le recours aux formes d'énergie les mieux adaptées aux différents usages et nécessitant la modification des comportements et l'amélioration des équipements.

3. Mesure Volontariste par Secteur

3.1 Secteur Résidentiel : Ce secteur représente 33,75 % de la demande en 2030. Voir les consommations d'usages thermiques et spécifiques présentant une grande possibilité d'emmètre des actions volontaristes et assure un grand potentiel d'économie d'énergie. Pour cela, et afin de réduire les consommations, les actions prévues dans ce contexte sont illustrées ci-dessous.

- Programme LBC : le programme consiste la généralisation de la commercialisation des LBC par phase dans le temps, entre :

- 2011-2012 : 1 million de LBC.
- 2013-2015 : 10 millions de LBC.
- 2016-2020 : 10 millions de LBC
- 2020-2030 : Toute évolution en matière d'éclairage est en lampe LBC.

N.B. : La fréquence d'utilisation des LBC est de 6H/jour pendant 365 jours.

- Programme chauffe eau solaire : l'intégration des CES se fait par tranches entre :

- 2011-2013 : 12 000 m².
- 2014-2020 : 100 000 m² chaque 5 ans à l'horizon 2030.

N.B : 432 KWh/m² est l'équivalent d'énergie thermique générée d'un CES.

- Programme Isolation Thermique des logements: c'est prévu pour les phases suivantes :

- 2011-2013 : 2100 logements.
- 2014-2020 : 21150 logements.
- 2020-2030 : 40000 logements chaque 5 ans.

N.B. : l'économie d'énergie par logement est de 1550 KWh.

- Appareil électroménagers performantes : En 2020, tous les ménages sont équipés d'appareils électroménagers ayant une performance énergétique équivalente à celle commercialisée avec classe en Europe. Cela induit des économies d'énergie de 20 % à 30 % selon le type d'appareil.
- Respect de la réglementation thermique pour les logements neufs : A partir de l'année 2020, l'ensemble des logements neufs respecte la réglementation thermique de 1997, que l'on suppose rendue obligatoire en 2005. Le respect de cette réglementation entraîne une réduction des consommations unitaires de chauffage de 40% dans les logements neufs.

3.2 Secteur Tertiaire : Présentant 13 % de la consommation en 2008 et 11 % en 2030, le tertiaire présente un bon chantier pour économiser l'énergie pour ces usages électrique et thermique. Des actions similaires à ceux prévues dans le résidentiel sont praticables aussi dans le tertiaire avec une action propre au parc éclairage public. Les actions sélectionnées sont les suivantes :

- Programme LBC : le programme consiste la généralisation de la commercialisation des LBC par phase dans le temps, entre :

- 2011-2030 : 20 mille LBC chaque 5 ans jusqu'à l'horizon 2030.

N.B. : La fréquence d'utilisation des LBC est de 6H/jour pendant 365 jours.

- Programme CES : l'intégration des CES se fait par tranches entre :

- 2011-2013 : 10 000 m².

- 2014-2020 : 50000 m² chaque 5 ans à l'horizon 2030.

N.B : 432 KWh/m² est l'équivalent d'énergie thermique générée d'un CES.

- Programme Lampe d'Eclairage Public

Amélioration de la performance énergétique du parc d'éclairage public : on suppose qu'en 2020, la performance énergétique du parc d'éclairage public est doublée, ce qui correspond à des économies d'électricité de 50% sur cet usage.

- Programme Isolation Thermique : application à partir de 2015 :

- 1000 logements chaque 5 ans à l'horizon 2030.

N.B. : l'économie d'énergie par logement est de 1550 KWh.

- Respect de la réglementation thermique pour les logements neufs : A partir de l'année 2020, l'ensemble des logements neufs respecte la réglementation thermique de 1997, que l'on suppose rendue obligatoire en 2005. Le respect de cette réglementation entraîne une réduction des consommations unitaires de chauffage de 40% dans les logements neufs.

3.3 Secteur Transport

Pour ce secteur qui représente 25 % de la demande en énergie en 2030, et la demande en gasoil qui atteint les 9 Mtep pour le même horizon avec plus de 90 % dans le mode routier. Ce dernier est une priorité importante dans les actions suivantes :

Sous-scénario 1 : Développement de l'utilisation du GPL : On considère qu'en 2020, la part de marché du GPL dans le parc de bus est de 20% et de 66% dans le parc de taxis.

- Pour les taxis, au-delà du 2020, en double le pourcentage à l'horizon 2030.
- Pour les bus, au-delà du 2020, même hypothèse que les taxis.

Sous-scénario 2 : Amélioration des consommations spécifiques des moteurs : Cette action est proportionnelle au mode routier. Cette amélioration est induite par le renouvellement du parc et par l'importation de véhicules conformes aux efforts d'amélioration (notamment les véhicules européens rentrant dans le cadre de l'accord ACEA) ; cette amélioration varie, en fonction des catégories de véhicules, entre 10% et 20% des consommations spécifiques actuelles.

Sous-scénario 3 : Promotion du GN/C : Il est prévu d'ici 2013 de faire fonctionner au GN/C une centaine de bus pour la ville d'Alger et d'étendre l'opération aux autres grandes villes d'Algérie d'ici 2020. Donc on suppose qu'à l'horizon 2015, 200 bus fonctionneront en GN/C. pour les projections chaque 5 an, une moyenne de 100bus/an est prévue à l'horizon 2030.

Sous-scénario 4 : Développement des transports en commun routiers : c'est la mesure phare du scénario Volontariste dans le secteur des transports.

3.4 Secteur industrie

Les résultats obtenus du scénario tendanciel illustre la grande évolution de la demande d'énergie à l'horizon 2030 pour ce secteur. Passant de 20.27 % en 2008 à 27.88 % en 2030, l'industrie et on deuxième priorité après le résidentiel vue la possibilité d'intervenir avec beaucoup d'action d'efficacité énergétique pour les divers branches industriels.

Une audite est faite au niveau de l'APRUE dans ce terme en traitant les branches par usages. Elle dégage 05 actions prioritaires pour atteindre le potentiel d'économie d'énergie désiré, qui sont les suivantes :

- Sur la fabrication, pour le gaz naturel, amélioration du rendement des fours par la modernisation des installations (isolation, contrôle combustion, récupération des fumées, introduction de brûleurs performants, etc..), extension de la récupération sur les fumées, instrumentation pour réduire les pertes sur les réseaux. L'extension des cogénérations fournira des ressources en chaleur supplémentaires qui pourront venir se substituer aux consommations actuelles de combustibles.
- Amélioration du rendement actuel des installations d'autoproduction d'électricité (rendement moyen 30%) par l'optimisation de la conduite des installations. Introduction des moteurs à gaz dans certains cas permettra d'augmenter le rendement (jusqu'à 40%) de ces installations. La mise en place de cogénération à proprement parler aura des répercussions sur les consommations liées au process et sur la valorisation des effluents.
- Les gains en matière de force motrice sont essentiellement liés à l'introduction de la variation électronique de vitesse dans les moteurs électriques et même dans les compresseurs à vitesse variable. Les gains sont compris entre 10 et 30% suivant les entreprises. Un effort particulier peut être aussi mené dans les réseaux d'air comprimé avec la mise en place d'instrumentation (10% de gain au minimum) et de comptages permanents. Il faudrait aussi promouvoir la modernisation des parcs de moteur par du matériel plus performant.
- Amélioration principalement de l'isolation des fours et séchoirs électriques, mais plus généralement modernisation des installations obsolètes. Extension des opérations de suivi, contrôle, instrumentation des installations existantes pour permettre une amélioration de leur conduite.
- Concernant les autres usages de l'électricité, un travail spécifique sur le froid industriel peut être engagé : isolation des chambres froides, remplacement des compresseurs frigorifiques par des modèles performants (multiplication par 2 du rendement envisageable), optimisation des réseaux de froid (instrumentation et contrôle). La généralisation d'installations d'éclairages et de climatisations performantes pour les bureaux doit aussi être recherchée.

Cette audite dégage aussi des estimations les potentiels d'économie d'énergie possibles et réalisable par branches et par usages. Les pourcentages d'économie certaine sont applicable sue les pourcentages d'économie possible. Pour les usages d'électricité et du GN, le détail est illustré dans le tableau suivant :

Economie d'énergie	Fabrication (fours)	Production d'électricité	Autres usages
Possible	20 %	10 %	5 %
Certaine	80 %	100 %	80 %

Tableau- 31 : Economies d'Énergie, Usages Gaz Naturel.

Economie d'énergie	Force motrice	Usages thermiques	Autres Usages
Possible	15	10	15
Certaine	50	80	100

Tableau- 32 : Economies d'Énergie, Usages Electricité.

4. Potentiel d'économie d'énergie

• Le Résidentiel

Les résultats présentés dans le tableau ci-dessous confirment l'importance et l'efficacité des actions de maîtrise d'énergie prises dans ce secteur. Des économies d'énergies déférées d'une action à d'autres qui peuvent évaluer leurs efficacités énergétiques et sert comme référence pour le choix d'action à suivre sérieusement pour d'autre programme.

Programme	Unité	2015	2020	2025	2030	Total
LBC	Ktep	75,96	145,02	286,25	428,30	935,53
CES	Ktep	0,45	4,16	7,88	11,59	24,07
Isolation Thermique	Ktep	0,28	4,30	8,30	12,30	25,17
Appareil Elect Perf	Ktep	-	190,54	375,67	652,64	1218,85
RTB	Ktep	-	-	136,00	284,00	420,00
Totale	Ktep	76,69	344,02	814,09	1388,83	2623,63

Tableau- 33: Potentiel d'économie d'énergie résidentiel.

Le tableau précédent représente l'évolution du potentiel d'économie d'énergie à l'horizon 2030. Des économies vont de 0,08 Mtep en 2015 à 2,6 Mtep en 2030. Le programme LBC représente 99 % du potentiel d'économie d'énergie en 2015, et diminue jusqu'à 36 % en 2030 à cause de la généralisation presque totale de l'utilisation des LBC dans les logements et la forte pénétration des autres modes de maîtrise d'énergie tel que les appareils performants qui économisent 55 % d'énergie du potentiel de 2015 à 2030. Ces résultats positifs prouvent la grande efficacité en termes d'économie d'énergie pour les LBC et les appareils électroménagers avec étiquetage. Avec 1 % de la totalité d'économie d'énergie en 2030, les actions CES et isolation thermique sont négligeables devant les LBC et appareils électroménagers performants.

Par rapport au scénario de référence ou la consommation d'énergie dans le résidentiel était de 18,8 Mtep en 2030. Les actions précédentes mises en œuvre économisent 14 % de la demande d'énergie globale du secteur résidentiel en 2030.

Avec une vision plus volontariste que prévue, surtout pour le programme LBC et le programme d'appareils électroménagers efficaces on pourra atteindre jusqu'à 20 % d'économie d'énergie dans le résidentiel à l'horizon 2030.

• Le Tertiaire

Après application des mesures volontaristes dans les usages spécifiques et thermiques, le tableau ci-dessous illustre l'évolution constatée pour le potentiel d'économie d'énergie à l'horizon 2030.

Programme	Unité	2015	2020	2025	2030	Total
LBC	Ktep	0,37	2,23	31,78	74,37	108,75
CES	Ktep	-	75,00	174,79	306,77	556,57
Isolation Thermique	Ktep	-	15,27	28,92	48,59	92,78
Eclairage Public	Ktep	-	63,64	74,16	86,76	224,56
RTL	Ktep	-	-	247,87	545,07	792,94
Totale	Ktep	0,37	156,15	309,65	516,49	1775,60

Tableau- 34: Potentiel d'économie d'énergie résidentiel.

Une évolution remarquable du potentiel d'économie d'énergie à l'horizon 2030 est envisagée sur les périodes de projection. Allant de 0,37 Ktep en 2015 à environ 1,8 Mtep en 2030.

L'opération prévue sur la RTL prend la grande part avec 44 % du totale d'économie d'énergie en 2015, contre 45 % en 2030. 48 % de totale économie d'énergie est assurée par l'action d'isolation thermique, mais reculant à 31 % en 2030 à cause de la pénétration du RTL. Le parc d'éclairage public représente 41 % du potentiel d'économie d'énergie en 2015, contre 13 % à l'horizon 2030.

De même pour l'opération d'isolation thermique qui reste moins efficace en matière d'économie d'énergie avec 10 % en 2015, qui recule jusqu'à atteindre 5 % en 2030.

Par rapport au scénario de référence ou la consommation d'énergie dans le tertiaire était de 6,2 Mtep en 2030. Les actions précédente misent en ouvre économise 32 % de la demande d'énergie en 2030.

Avec une vision plus volontariste que prévue, surtout pour le programme LBC, le programme appareils électronique efficaces ainsi que l'investissement rigoureux dans le parc éclairage public, le potentiel d'économie d'énergie peut dépasser les 40 % à l'horizon 2030.

• Le Transport :

Les trois scénarios prévus dans le transport routier montre la possibilité d'économisée de l'énergie d'environ 2.63 Mtep à l'horizon 2030. Représentant 19 % d'économie d'énergie de la demande total du transport et 18 % pour seulement le mode routier.

Sous-scénario	Unité	2015	2020	2025	2030	Total
Sous-scénario 1	Ktep	-	181,48	388,44	631,62	1201,54
Sous-scénario 2	Ktep	-	199,05	439,54	727,93	1366,51
Sous-scénario 3	Ktep	4,28	11,40	18,53	25,65	55,58
Total	Ktep	4,28	391,93	846,51	1385,20	2623,63

Tableau- 35: Potentiel d'économie d'énergie transport.

A l'horizon 2015, un seul scénario est prévu. Une faible économie est marqué à 4.28 Ktep due essentiellement à la faible pénétration des bus en GN/C. le potentiel augmente entre

Le scénario 1 représente 46 % du potentiel d'économie d'énergie sur les trois périodes de projection. Le grand potentiel se présente dans le deuxième scénario, avec 52 % du total potentiel économisé à l'horizon 2030. C'est avec ces deux actions qu'on pourra agrandir les potentiels d'économies d'énergie.

• Industrie : le tableau présenté ci-dessous, montre le potentiel d'économie d'énergie envisagé dans ce secteur à l'horizon 2030 par branche industriel :

Branche	Unité	2020	2025	2030	Total
Mines et Carrières	Ktep	13,49	18,13	20,92	52,54
ISMME	Ktep	33,23	20,58	21,50	75,31
Matériaux de construction	Ktep	831,00	987,02	1076,98	2895,00
Chimie/Caoutchouc/Matières Plastique	Ktep	25,14	26,16	27,22	78,52
Industrie Agro-alimentaires	Ktep	87,27	78,76	71,09	237,11
Industrie Textiles	Ktep	13,36	13,33	13,31	40,00
Industrie du Cuir	Ktep	1,86	2,04	2,24	6,15
Industrie du Bois/Papier/liège	Ktep	9,94	10,39	10,86	31,19
Industries diverses	Ktep	4,09	3,88	3,69	11,66
Total	Ktep	1019,38	1160,30	1247,80	3427,48

. Tableau- 36: Potentiel d'économie d'énergie industrie.

Les actions d'efficacité énergétique mises dans ce secteur permettent d'avoir le plus grand potentiel d'économie d'énergie parmi tous les secteurs, Avec 3,4 Mtep qui représente environ 30 % de la demande d'énergie totale pour l'industrie à l'horizon 2030 contre 1 Mtep en 2020. On a 82 % du potentiel d'économie d'énergie assuré par la branche matériaux de construction en 2020 allant jusqu'à 84 % en 2030. Ce gain sur la branche construction qui est de 1 Mtep en 2030 reste logique vu les fortes consommations marquées dans le scénario tendanciel pour cette branche. Les autres branches ne présentent pas d'important potentiel allant entre 1 % à 2 % d'économie de la demande totale à l'horizon 2030. L'amélioration du rendement des fours par la modernisation des installations, la cogénération l'isolation...etc. est l'action principale permettant d'économiser ce gros potentiel. Sur 20 % de possibilité d'économie d'énergie dans la construction (fabrication), 80 % sont certaine et assuré.

- Potentiel d'économie d'énergie total

Le potentiel d'économie d'énergie total résultant des différentes actions de maîtrise d'énergie pour chaque secteur d'activité économique est illustré dans le tableau suivant :

Secteur	Unité	2015	2020	2025	2030	Total
Résidentiel	Ktep	76,69	344,02	814,09	1388,83	2623,63
Tertiaire	Ktep	0,37	156,15	557,52	1061,57	1775,60
Transport	Ktep	4,28	391,93	846,51	1385,20	2623,63
Industrie	Ktep	-	1019,38	1160,30	1247,80	3427,48
Totale	Ktep	81,34	1911,48	3378,41	5083,39	10454,62

Tableau- 37: Potentiel d'économie d'énergie total.

10,45 Mtep est le potentiel d'économie d'énergie totale prévue à l'horizon 2030. L'économie en énergie générée est différente d'une projection à autre. A l'horizon 2015, on a seulement 0,08 Mtep d'économie d'énergie contre 1,9 Mtep en 2020, 3,3 Mtep en 2025 et 5 Mtep en 2030.

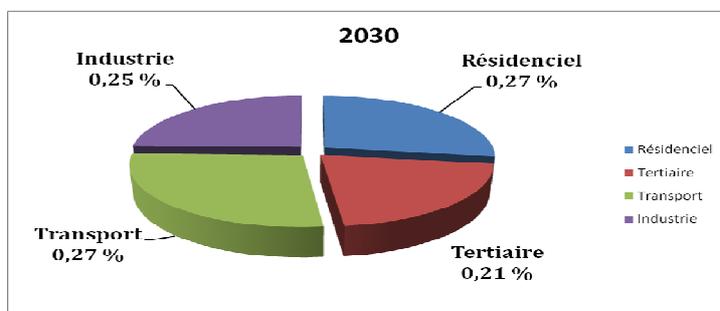


Figure-36 : Potentiel d'économie d'énergie par secteur.

Des évolutions remarquables sur les périodes de projection envisageables. 1,9 Mtep entre 2015 et 2020 avec un TCAM de 58 %, 1,4 Mtep entre 2020 et 2025 avec un TCAM de 12 % et 1,7 Mtep entre 2025 et 2030 évoluant avec un TCAM de 8%.

Au propos des secteurs générateur de ce potentiel. A l'horizon 2030, 33 % d'économie d'énergie totale est d'origine industrielle contre 53 % en 2020 et 25 % en 2030, ce qui prouve l'importance capitale du secteur industrie. Le résidentiel est prépondérant en 2015, avec 94 % d'économie d'énergie, passe à 18 % en 2020, 24 % en 2025 et 27 % en 2030. Il représente 25 % du potentiel d'économie d'énergie total générée à l'horizon 2030. le transport assure aussi 27 % d'économie d'énergie en 2030 et 25 % du totale potentiels prévue. Le tertiaire reste stable à 21 % en 2030 contre 17 % de la totale économie d'énergie générée. Ces taux d'économie d'énergie varient entre secteurs, due essentiellement aux charges d'actions appliquées pour chaque secteur.

- Scénario : Volontariste & Tendanciel

A titre de comparaison entre les évolutions de demande d'énergie pour les deux scénarios, tendanciel et volontariste. Le tableau suivant nous illustre le gain en matière d'économie d'énergie à l'horizon 2030.

- Les secteurs : l'analyse sectorielle du potentiel d'économie est une priorité pour cibler et prévoir prochainement les actions à mener par importances du potentiel des secteurs rassurant la rentabilité des actions pareils. le potentiel par secteur d'activité est illustré dans le tableau suivant :

Secteur	Unité	Tendanciel	Volontariste	Déférence	
Tertiaire	Ktep	6197,42	4421,82	1775,60	29%
Industrie	Ktep	11335,27	7907,79	3427,48	30%
Résidentiel	Ktep	17535,18	14911,55	2623,63	15%
Transport	Ktep	14339,37	11711,46	2627,91	18%
Totale	Ktep	50246,43	39791,81	10454,62	21%

Tableau- 38: Economie d'énergie volontariste/tendanciel.

Par secteur, l'action de maîtrise d'énergie pour l'industrie est la plus rentable en matière d'économie d'énergie par rapport aux autres secteurs. Dans le scénario tendanciel, la consommation était de 11 Mtep, l'intégration des techniques d'efficacité énergétique par branches a fortement diminué la consommation d'énergie finale jusqu'à 7.9 Mtep évalué à environ 30 %. Les 3.4 Mtep de déférence gagnés entre le scénario tendanciel et volontariste représentent la plus grande part avec 33 % du potentiel d'économie d'énergie à l'horizon 2030.

Pour le tertiaire, une diminution de la demande d'énergie entre scénario tendanciel et volontariste est marquée après action de maîtrise d'énergie, passant de 6.1 Mtep pour le tendanciel à 4.4 Mtep pour le volontariste. 1.7 Mtep de gain d'énergie entre les deux scénarios qui représente 17 % du total potentiel d'économie d'énergie à l'horizon 2030. Malgré les faibles actions de maîtrise d'énergie prévues dans ce secteur et l'évolution moyenne de la demande d'énergie dans le scénario tendanciel par rapport à d'autres secteurs, le gain d'énergie remarqué à l'horizon 2030 reflète la bonne performance des techniques d'efficacité énergétique mises en œuvre dans ce secteur. Les mêmes techniques utilisées dans le tertiaire sont utilisées dans le résidentiel. Elle assure un gain d'énergie de 15 % entre le scénario tendanciel et volontariste évalué à 2.6 Mtep de déférence. Une diminution remarquable de 17.5 Mtep à 14.9 Mtep respectivement entre le scénario tendanciel et volontariste. Ce secteur peut assurer 25 % du total potentiel d'économie d'énergie à l'horizon 2030. Pour le secteur transport, 2.6 Mtep d'économie d'énergie entre le scénario tendanciel et volontariste due à différentes actions de maîtrise d'énergie fait diminuer la demande de 18 %, allant de 14.3 Mtep pour le tendanciel contre 11.7 Mtep pour le volontariste. Les actions de maîtrise d'énergie mises dans ce secteur assurent 25 % du total potentiel d'économie d'énergie à l'horizon 2030.

- Les produits : On procède aussi à une analyse par produit du potentiel économisé. le tableau ci-dessous présente les taux de chaque produit économisé.

Produit	Unité	2030	
Gasoil	Ktep	870	8%
Essence	Ktep	1752,13	17%
Electricité	Ktep	2884,49	28%
GN	Ktep	4905,46	47%
Totale	Ktep	10454,62	100%

Tableau- 39: Potentiel d'économie d'énergie par produit.

Le gain en produit est majoritaire pour le GN, avec une économie de 47 % du total potentiel d'économie d'énergie. L'action de maîtrise d'énergie mise en œuvre pour la branche matériaux de construction (action pour les fours et séchoirs) affirme son efficacité par le gain de 4.9 Mtep de GN.

Secteur	Unité	Essence	Gasoil	GN	Electricité	Total
Tertiaire	Ktep	-	-	1442,29	333,31	1775,6
Industrie	Ktep	-	-	3031,73	396,77	3428,5
Résidentiel	Ktep	-	-	474,24	2154,15	2628,39
Transport	Ktep	1752,13	870	-	-	2622,13
Totale	Ktep	1752,13	870	4905,46	2884,49	10454,62

Tableau- 40 : Potentiel d'économie secteur&produit.

Aussi, les techniques d'efficacité énergétique mises dans le résidentiel et le tertiaire ont refléter leur performance énergétique en économisant 2,8 Mtep d'électricité, représentant 28 % du totale potentiel économiser. Les actions propres au secteur transport aident à l'économie de 17 % d'essence et 8 % de gasoil du total potentiel.

• Émissions des GES évités

A partir du potentiel d'économie d'énergie généré du scénario volontariste pour les 04 secteurs d'activité, les émissions des GES supposé évités sont calculés avec la même méthode que dans le scénario tendanciel. Comme on procédé dans le scénario tendanciel, on considère sauf le CO₂ comme GES. Le tableau suivant montre les quantités d'émission de CO₂ évité.

Secteur	Unité	Total	
Tertiaire	MTCO2	5,62	14%
Industrie	MTCO2	9,71	25%
Résidentiel	MTCO2	15,95	41%
Transport	MTCO2	7,78	20%
Totale	MTCO2	39,06	100%

Tableau- 41: GES évités.

Le scénario volontariste développé ultérieurement permet d'évité des émissions de 39.06 MTCO₂ supposé générée par le potentiel d'énergie économisé à l'horizon 2030.

Les mesures de maîtrise d'énergie présent dans le scénario volontariste on un impact sur les taux d'émissions du CO₂ dans pratiquement tous les secteurs d'activités. Elle est du principalement aux baissent des consommations des carburants dans le transport ainsi que l'électricité et le gaz naturel dans les autres secteurs comme l'industrie. 41 % de ces émissions sont évités dans le secteur résidentiel et l'industrie avec 25 % des émissions évités, à cause des économies d'énergie de l'électricité et du gaz. Le tertiaire reste faible devant les autres secteurs, ceci se signifie par la faible consommation de ce secteur envisagé dans le scénario tendanciel.

Scénario	Unité	2008	2015	2020	2025	2030
Volontariste	MTCO2/an	78,90	116,87	127,60	140,04	154,30
Tendanciel	MTCO2/an	78,90	117,39	134,54	152,51	173,02

Tableau- 42: Scénario tendanciel&volontariste.

Par rapport au scénario de référence, les émissions du CO₂ ont diminué de pré de 18,72 MTCO₂ en valeur absolue à l'horizon 2030, contre 12,47 MTCO₂ en 2020 et 6,93 MTCO₂ en 2015.

Le graphique suivant montre l'évolution des émissions du CO₂ pour les deux scénarios tendanciel et volontaristes.

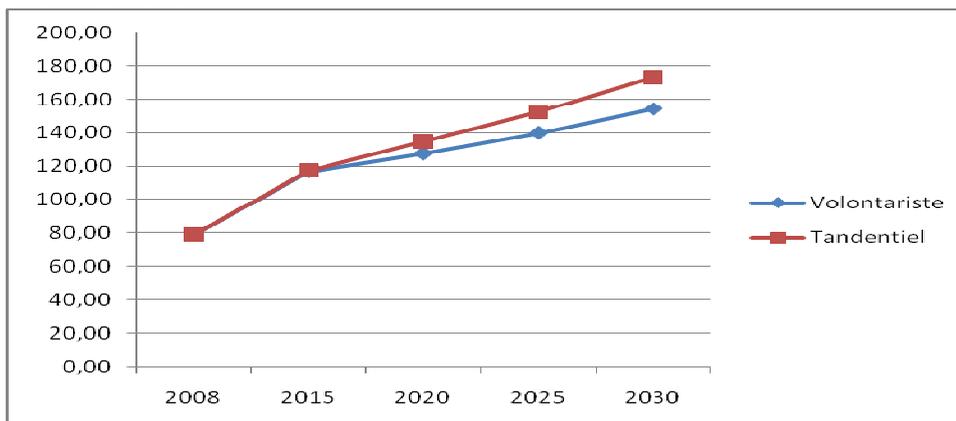


Figure-37 : Scénario tendanciel volontariste.

Le potentiel des émissions évitées peut être plus grand avec des charges d'actions plus grandes et plus importantes que prévue dans l'analyse. La diminution des émissions du CO₂ à l'horizon 2030 pour le scénario volontariste représente plus de 11 % par rapport au scénario tendanciel. C'est la valeur la plus grande sur toutes les périodes de projection.

Conclusion

Suite aux résultats obtenus pour le scénario volontariste, une diminution de la demande en énergie est marquée à l'horizon 2030. Produisant un potentiel d'économie d'énergie qui atteint les 10 Mtep sur toutes les périodes de projections entre 2008 et 2030. Allant de 81,34 Ktep entre 2008 et 2015, 1,9 Mtep entre 2015 et 2020, 3,3 Mtep entre 2020 et 2025 et 5 Mtep entre 2025 et 2030. Avec les actions de maîtrise d'énergie mises en œuvre dans chaque secteur, des économies en énergie sont certaines et importantes dans quelques secteurs ou usages bien spécifiques. Le secteur industrie figure comme un intéressant champ d'intégration d'action de maîtrise d'énergie par sa grande consommation et l'existence de techniques d'efficacité énergétique bien faisables. Par rapport au scénario de référence, le potentiel d'économie d'énergie représente 21 % de la demande d'énergie finale totale pour le scénario tendanciel à l'horizon 2030. Ce potentiel énergétique engendra des émissions de CO₂ évitées de près de 18,72 MTCO₂ à l'horizon 2030. Ce scénario reflète l'importance capitale des techniques de maîtrise d'énergie mises en œuvre et atteste sur l'importance des gains énergétiques et environnementaux réalisés.

Conclusion générale

Pour toute étude prospective énergétique à long terme, les hypothèses d'aspect macroéconomiques et énergétiques ont un grand impact sur la demande finale d'énergie.

La demande d'énergie finale en Algérie à l'horizon 2030 augmente avec l'évolution démographique et économique constatés dans tous les secteurs.

Le scénario de référence décrit la situation énergétique de l'Algérie à l'horizon 2030. Passant de 23 Mtep en 2008 à 50 Mtep en 2030 avec un TCAM de 4 %. Pour 2008, le secteur transport est le majoritaire avec 41 %, suivie du secteur résidentiel avec 23,4 % et l'industrie avec 20 % contre 28.54 %, 34.9 % et 22.56 % respectivement à l'horizon 2030. Cette hausse s'accompagne par une forte demande sur les produits tel que le GN, le gasoil et l'électricité. Le GN est prépondérant dans la demande d'énergie à l'horizon 2030 avec 37 % et 22 % et 19 % respectivement pour le gasoil et l'électricité. C'est fortes demande d'énergie génèrent 79,8 MTCO₂ en 2008 est 154,3 MTCO₂ en 2030.

Le scénario volontariste ou scénario d'efficacité énergétique qui consiste à intervenir sur tous les secteurs d'activité avec des actions de maîtrise d'énergie dégage un potentiel d'économie d'énergie à l'horizon 2030 de 10 Mtep, répartie avec 81,34 Ktep en 2015, 1,9 Mtep en 2020, 3,3 Mtep en 2025 et 5 Mtep en 2030. Le secteur industrie est le plus important en termes d'efficacité énergétique. Avec 3,4 Mtep d'économie d'énergie totale et 2,6 Mtep pour le résidentiel et l'industrie. Ces actions d'efficacité énergétique, non seulement économise de l'énergie, mais évites environ 39 MTCO₂ proportionnelle au potentiel d'économie d'énergie à l'horizon 2030. Ce potentiel atteste sur la performance des actions misent en œuvre et l'importance capitale des techniques d'efficacité énergétique pour la réduction de la consommation d'énergie ainsi que les émissions qui parviennent.

Afin d'évitée les grandes consommations d'énergie et émissions des GES, la mise en point d'une politique d'efficacité énergétique est fortement posée vue le contexte actuel du pays et la faible pénétration des technique économisant l'énergie. Cette étude peu nous illustré approximativement le futur énergétique à venir qui reste à travailler.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- [1] : « Etude pour une Prospective Energétique Concernant la France » Rapport final 01-02 2005, Observatoire de l'Energie. Direction Générale de l'Energie et des Matières Premières.
- [2] : la prospective des territoires urbains sensibles : la construction de scénarios, et quelques autres méthodes. François de Jouvenel, futuribles. (Un guide méthodologique de la Mission Prospective et Stratégie du Secrétariat Général du Comité Interministériel des Villes).
- [3] HUGUES DE JOUVENEL. Revue Futuribles (N°247, novembre 1999), Mise à jour 2002.
- [4] CERNA, centre d'économie industrielle, école nationale supérieure des mines de paris (Un scénario énergétique tendancier pour la France à l'horizon 2020), pierre-noël Giraud, en collaboration avec Enerdata. Réalités industrielles – annales des mines, novembre 1999, pp.24-30.
- [5] perspectives énergétiques de la France à l'horizon 2020-2050 rapports des groupes de travail de la commission énergie présidée par Jean Syrota 2008.
- [6] la filière avicole française à l'horizon 2025 rapport du groupe de travail (prospective agricole). Octobre 2009 / Christine Jez, Catherine Beaumont, Pascale Magdelaine, Sandrine Paillard.
- [7]. site web: www.wikipedia.org/wiki/prospective
- [8] énergies alternatives, scénarios Tunisie 2030. Mémoire de fin d'étude pour l'obtention du master professionnel de prospective appliquée m2pa université virtuelle de Tunis élaboré par Slim Gomri dirigé par Mme Rim Mouelhi Ben Ayed avril 2009
- [9] la prospective des territoires urbains sensibles : la construction de scénarios, et quelques autres méthodes François De Jouvenel. Futuribles un guide méthodologique de la mission prospective et stratégie du secrétariat général du comité interministériel des villes.
- [10] trousse d'outils pour la construction de scénarios Tom Leney Mike Coles Philip Grollman Raivo Vilu CEDEFOP. Dossier CEDEFOP dossier séries; 10 Luxembourg: office des publications officielles des communautés européennes, 2004.
- [11] : (Porter, 1985; Ringland, 2002a). Ringland, 2002a et 2002b
- [12] Rapport final ALGERIE: THE WORLD BANK. Mediterranean Environmental Technical Assistance Programme. Préparé par THE INTERNATIONAL CONSORTIUM GTZ – ERM – GKW Janvier 2004.
- [13] Projet national ALG/98/G31 Elaboration de la stratégie et du plan d'action national des changements climatiques Communication Nationale Initiale Mars 2001.
- [14] Avenir énergétique de l'Algérie à l'horizon 2030 : La vérité qu'il faut dire Pr Chams Eddine CHITOUR Ecole Polytechnique enp-edu.dz février 2010.
- [15] Les prévisions mondiales dans le domaine de l'énergie du rapport WETO (World Energy, Technology and Climate Policy Outlook) établie par la commission européenne en 2003.
- [16] BP Statistical Review of World Energy, Juin 2008.
- [17] Problèmes énergétiques globaux cours «Énergie» Bruno Duplessis Centre Énergétique et Procédés École des Mines de Paris
- [18] Thèse ACHENE 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).) mai 2009.
- [19] World Energy Outlook, 2007.
- [20] Site internet: <http://whc.unesco.org>, <http://www.changementclimatique.fr>
- [21] Le Plan B à l'horizon 2020 Réduction de 80% des émissions de gaz à effet de serre LESTER R. BROWN, JANET LARSEN, JONATHAN G. DORN AND FRANCES C. MOORE
- [22] KPMG, Guide investir en Algérie 2006.doc.

- [23] : Mémoire de magister EDEDD MPE : (Etude des conditions technico-économiques, environnementale et réglementaire du développement de la cogénération et trigénération en Algérie) KHODJA AKILA.
- [24]: Peterson Institute for International Economics. Prospects for Greater Global and Regional Integration in the Maghreb. Energy Sector Study Draft May 2008.
- [25] : Potentialités et perspectives pour les Energies renouvelables en Algérie (2009). Séminaire Algéro-Allemand sur le partenariat dans le domaine de l’Energie solaire SONELGAZ Direction Générale du Développement et de la Stratégie. janvier 2011
- [26] DGE/EPE Mai/2006 : Bilan énergétique nationale de l’année 2005.
- [27] DGE/EPE Septembre/2007 : Bilan énergétique nationale de l’année 2006.
- [28] DGE/EPE Septembre/2008 : Bilan énergétique nationale de l’année 2007.
- [29] DGE/EPE Janvier/2010 : Bilan énergétique nationale de l’année 2008.
- [30] DGE/EPE Janvier/2010 : Bilan énergétique nationale de l’année 2009.
- [31] PROJET CD4CDM ALGERIE. Guide de développement de Projet MDP en Algérie Février 2010.
- [32]Projet GEF/PNUD 00039149. Seconde communication nationale de l’Algérie sur les changements climatiques a la CCNUCC. Alger 2010.
- [33]. Agence International de l’énergie (AIE), «Mapping the Energy Future: Energy Modeling and Climate Change Policy», AIE 1998.
- [34]. Parson, E., Fisher-Vanden, K., «Integrated assessment models of global climate Change», Annu Rev. Energy Environ, 1997.
- [35] T H E S E pour obtenir le grade de DOCTEUR DE L’ECOLE NATIONALE SUPERIEURE DES MINES DE PARIS Spécialité “Economie et Finance” Ahcène 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)).
- [36] Les modèles, outils de prospective dans le débat climatique Nadia Maïzi, Centre de Mathématiques Appliquées MINES Paris Tech. Chaire Modélisation prospective au service du développement durable Paris Tech.
- [37] THESE Pour obtenir le grade de Docteur de l’Ecole des Mines de Paris Spécialité « Economie et Finance » Edi ASSOUMOU MODELISATION MARKAL POUR LA PLANIFICATION ENERGETIQUE LONG TERME DANS LE CONTEXTE FRANÇAIS Collège doctoral
- [38] : Etude sur les techniques de modélisation. APRUE Département Prospective.
- [40] Consommation et contribution à l’effet de serre du transport de personnes. APERE, Association pour la Promotion des Energies Renouvelables, Belgique. Renouvellement n°10 : 4ème trimestre 2004
- [42] Analyse de l’efficacité énergétique du système de transport en Algérie Sid Ahmed HAMDANI, Direction Etudes Economiques et Modèles, Sonatrach/Direction Générale, Hydra, 16000, Algérie
- [43] Croissance économique mondiale : Un scénario de référence à l’horizon 2030 Nina KOUSNETZOFF. N° 2001 – 21 Décembre. Centre d’étude prospective et d’information internationale. CEPII.
- [44]Ministère de l’habitat et de l’urbanisme.
- [45]Auditions ministériels 2010.
- [46]Programmes quinquennaux 2004-2009 et 2010-2015.
- [47] : COLLECTION MANUELS INFORMATIQUES NO. 18 Modèle pour l’Analyse de la Demande d’Énergie (MAED-2). Manuel de l’utilisateur AGENCE INTERNATIONALE DE L’ÉNERGIE ATOMIQUE, VIENNE.
- [48] : Dominique Gusbin, Bruno Hoornaert. Perspectives énergétique pour la Belgique à l’horizon 2030. Janvier 2004.

Annexes 1	Unit	2008	2015	2020	2025	2030
Agriculture TCAM VA	%		3,5	3	3	3
	Millions DA	711 754,00	905 549,85	1 049 780,47	1 216 983,28	1 410 817,17
Hydrocarbures TCAM VA	%		0	2	2	2
	Millions DA	4 997 554,50	4 997 554,50	5 517 703,99	6 091 991,05	6 726 050,37
1. Industrie VA	Millions DA	519 501,00	1 331 869,41	1 681 588,75	2 126 351,56	2 692 837,74
Eau et Energie TCAM VA	%		9,00	5,00	5,00	5,00
	Millions DA	93705,90	171298,05	218624,54	279026,47	356116,35
Mines et Carrières TCAM VA	%		9,00	5,00	5,00	5,00
	Millions DA	16916,00	30923,11	39466,59	50370,49	64286,92
ISMMEE TCAM VA	%		9,00	4,00	4,00	4,00
	Millions DA	64431,20	117782,75	143300,73	174347,25	212120,09
Matériaux de construction TCAM VA	%		25,00	6,00	6,00	6,00
	Millions DA	60402,40	288021,09	385437,19	515801,90	690259,30
Chimie/Caoutchouc /Plastique TCAM VA	%		20,00	5,00	5,00	5,00
	Millions DA	42077,20	150770,22	192425,25	245588,79	313440,45
Industrie Agro-alimentaires TCAM VA	%		15,00	4,00	4,00	4,00
	Millions DA	164160,20	436669,40	531275,09	646377,38	786416,91
Industrie Textiles TCAM VA	%		7,00	3,00	3,00	3,00
	Millions DA	12876,10	20676,20	23969,39	27787,09	32212,85
Industrie du Cuir TCAM VA	%		5,00	2,00	2,00	2,00
	Millions DA	2527,00	3555,74	3925,83	4334,43	4785,56
Industrie du Bois/Papier/liège TCAM VA	%		8,00	5,00	5,00	5,00
	Millions DA	16687,20	28598,93	36500,28	46584,64	59455,12
Industries diverses TCAM VA	%		9,00	5,00	5,00	5,00
	Millions DA	45717,80	83573,93	106663,86	136133,12	173744,19

Annexes 2	Unit	2008	2015	2020	2025	2030
Emploi TCAM Population Active	%	2	2	2	2	2
	Millions	10,66	12,24	13,51	14,92	16,47
Agriculture	%	13,7	13,7	13,7	13,7	13,7
	Millions	1,25	1,68	1,85	2,04	2,26
industrie	%	12,50	12,50	12,50	12,50	12,50
	Millions	1,14	1,53	1,69	1,87	2,06
B.T.P.	%	17,20	17,20	17,20	17,20	17,20
	Millions	1,75	2,11	2,32	2,57	2,83
Tertiaire	%	56,6	56,6	56,6	56,6	56,6
	Millions	5,18	6,93	7,65	8,45	9,32

Annexe 3

1. Usages Electrique de L'Electricité

	Unit	2008	2015	2020	2025	2030
Eclairage	Millions	35,70	54,23	64,80	75,26	85,83
	Millions	0,53	0,70	0,85	0,98	1,12
Téléviseur	%	96,00	122,73	141,82	160,91	180,00
	Millions	5,07	8,58	12,01	15,78	20,16
Réfrigérateur	%	80,00	102,27	118,18	134,09	150,00
	Millions	4,22	7,15	10,01	13,15	16,80
Climatiseur	%	13,80	28,50	39,00	49,50	60,00
	Millions	0,73	1,99	3,30	4,85	6,72
Lave linge	%	20,00	23,18	25,45	27,73	30,00
	Millions	1,06	1,62	2,16	2,72	3,36
Micro Ordinateur	%	12,30	27,48	38,32	49,16	60,00
	Millions	0,65	1,92	3,24	4,82	6,72

2. Usages Thermique de L'Electricité

	Unit	2008	2015	2020	2025	2030
Climatiseur	%	13,80	28,50	39,00	49,50	60,00
	Millions	0,73	1,99	3,30	4,85	6,72
Micro onde	%	6,00	13,64	19,09	24,55	30,00
	Millions	0,32	0,95	1,62	2,41	3,36
Cumulus	%	7,00	7,95	8,64	9,32	10,00
	Millions	0,37	0,56	0,73	0,91	1,12
Radiateur	%	7,00	7,95	8,64	9,32	10,00
	Millions	0,37	0,56	0,73	0,91	1,12

3. Usage Thermique du Gaz Naturel

	Unit	2008	2015	2020	2025	2030
Cuisson	%	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
	Millions	2,42	3,78	5,36	6,81	8,29
Eau Chaude Sanitaire	%	40,00	46,36	50,91	55,45	60,00
	Millions	0,97	1,75	2,73	3,78	4,98
chauffage	%	80,00	83,18	85,45	87,73	90,00
	Millions	1,94	3,14	4,58	5,97	7,47

4. Usage Thermique des PP

	Unit	2008	2015	2020	2025	2030
log non Raccorder en GN	%	54,2	46	36,74	30,59	25,94
	Millions	2,86	3,22	3,11	3,00	2,91
Cuisson	%	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
	Millions	2,86	3,22	3,11	3,00	2,91
Eau Chaude Sanitaire	%	20,00	22,27	24,55	26,82	30,00
	Millions	0,57	0,72	0,76	0,80	0,87
Chauffage	%	80,00	82,27	84,55	86,82	90,00
	Millions	2,29	2,65	2,63	2,60	2,62

Annexe 4 : Résultats du secteur résidentiel
Usages électrique de l'électricité

	Unit	2008	2015	2020	2025	2030
Eclairage	Millions	35,70	54,23	64,80	75,26	85,83
	Millions	0,53	0,67	0,82	0,93	1,05
	GWH/an	3952,06	5993,52	7163,01	8317,09	9484,74
	Ktep/an	339,88	515,44	616,02	715,27	815,69
Téléviseur	Millions	5,07	7,42	9,93	12,51	15,60
	GWH/ans	1850,51	2708,26	3624,73	4567,15	5695,17
	Ktep/an	159,14	232,91	311,73	392,77	489,78
Réfrigérateur	Millions	4,22	6,62	9,30	12,31	16,12
	GWH/an	3701,03	5799,36	8149,86	10782,14	14117,31
	Ktep/an	318,29	498,74	700,89	927,26	1214,09
Climatiseur	Millions	0,73	1,31	2,02	2,94	4,24
	GWH/an	454,77	815,29	1261,38	1837,21	2648,30
	Ktep/an	39,11	70,12	108,48	158,00	227,75
Lave linge	Millions	1,06	1,55	2,07	2,61	3,25
	GWH/an	520,46	761,70	1019,46	1284,51	1601,77
	Ktep/an	44,76	65,51	87,67	110,47	137,75
Micro Ordinateur	Millions	0,65	1,16	1,80	2,62	3,78
	GWH/an	47,42	85,01	131,53	191,57	276,14
	Ktep/an	4,08	7,31	11,31	16,47	23,75
Consommation	GWH/an	10526,25	16163,15	21349,96	26979,67	33823,43
	Ktep/an	905,26	1390,03	1836,10	2320,25	2908,81

Usages thermique d'électricité

	Unit	2008	2015	2020	2025	2030
Climatiseur	Millions	0,26	0,36	0,46	0,55	0,65
	GWH/an	164,77	225,08	286,76	343,95	408,29
	Ktep/an	14,17	19,36	24,66	29,58	35,11
Micro onde	Millions	0,32	0,43	0,55	0,66	0,79
	GWH/an	79,09	108,04	137,65	165,10	195,98
	Ktep/an	6,80	9,29	11,84	14,20	16,85
Cumulus	Millions	0,37	0,50	0,64	0,77	0,92
	GWH/an	133,08	181,79	231,61	277,81	329,77
	Ktep/an	11,45	15,63	19,92	23,89	28,36
Radiateur	Millions	0,37	0,50	0,64	0,77	0,92
	GWH/an	133,08	181,79	231,61	277,81	329,77
	Ktep/an	11,45	15,63	19,92	23,89	28,36
Consommation	GWH/an	510,03	696,70	887,64	1064,66	1263,80
	Ktep/an	43,86	59,92	76,34	91,56	108,69

Usages thermique du gaz naturel

	Unit	2008	2015	2020	2025	2030
Cuisson	Millions	2,42	3,19	3,97	4,64	5,37
	GTH/an	8,83	18,64	23,16	27,10	31,38
	ktep/an	882,85	1863,66	2316,22	2710,06	3138,13
Eau Chaude Sanitaire	Millions	0,97	1,37	1,79	2,20	2,68
	GTH/an	5,81	9,99	13,05	16,05	19,53
	ktep/an	580,50	999,05	1304,99	1604,77	1953,04
chauffage	Millions	1,94	2,64	3,37	4,04	4,80
	GTH/an	16,10	22,00	28,03	33,62	39,91
	ktep/an	1609,93	2199,53	2802,68	3362,04	3991,39

Usage thermique des produits pétroliers (GPL).

	Unit	2008	2015	2020	2025	2030
Cuisson	Millions	2,86	3,54	4,19	4,67	5,14
	GTH/an	6,27	12,91	15,30	17,04	18,76
	ktep/an	626,86	1291,16	1529,52	1703,80	1876,02
Eau Chaude Sanitaire	Millions	0,57	0,73	0,89	1,02	1,15
	GTH/an	0,86	1,34	1,62	1,85	2,09
	ktep/an	85,87	133,70	162,39	185,46	209,36
chauffage	Millions	2,29	2,93	3,56	4,06	4,59
	GTH/an	6,78	21,39	25,98	29,67	33,50
	ktep/an	677,81	2139,25	2598,17	2967,30	3349,74

Annexe 5 : Résultats pour l'industrie

	Unit	2008	2015	2020	2025	2030
Eau et Energie Consommation	Ktep	300,92	694,89	801,67	924,85	1066,96
Mines et Carrières Consommation	Ktep	59,89	138,30	159,55	184,06	212,34
ISMMEE Consommation	Ktep	475,94	1022,91	1068,72	1116,58	1166,58
Matériaux de construction Consommation	Ktep	2411,86	4820,99	5260,43	5739,93	6263,14
Chimie/Caoutchouc/Matières Plastique Consommation	Ktep	111,90	223,68	232,77	242,23	252,08
Industrie Agro-alimentaires Consommation	Ktep	374,20	804,26	725,87	655,13	591,28
Industrie Textiles Consommation	Ktep	47,78	110,33	110,11	109,89	109,67
Industrie du Cuir Consommation	Ktep	5,63	12,10	13,27	14,54	15,94
Industrie du Bois/Papier/liège Consommation	Ktep	40,43	86,89	90,78	94,84	99,09
Industries diverses Consommation	Ktep	15,38	35,51	33,74	32,05	30,45
2. BTP Consommation	Ktep	894,10	1060,27	1197,55	1352,61	1527,74

Annexe 6 : Résultat du transport routier

	Unit	2008	2015	2020	2025	2030
Véhicule Particulier	Millions	1,92	2,21	2,44	2,69	2,97
Essence	Mtep/an	1,92	2,21	2,44	2,69	2,97
Gasoil	Mtep/an	0,57	0,66	0,73	0,80	0,89
	Mtep/an	2,49	2,87	3,16	3,49	3,86
Véhicule UL	Millions	0,75	0,86	0,95	1,05	1,16
Essence	Mtep/an	0,21	0,24	0,26	0,29	0,32
Gasoil	Mtep/an	1,78	2,04	2,25	2,49	2,75
	Mtep/an	1,98	2,28	2,52	2,78	3,07
Camion	Millions	0,15	0,17	0,19	0,21	0,23
Essence	Mtep/an	0,09	0,10	0,11	0,12	0,14
Gasoil	Mtep/an	1,55	1,78	1,96	2,16	2,39
	Mtep/an	1,63	1,88	2,07	2,29	2,53
Autocar/Autobus	Millions	0,06	0,07	0,08	0,08	0,09
Essence	Mtep/an	0,07	0,08	0,09	0,10	0,11
Gasoil	Mtep/an	1,41	1,61	1,78	1,97	2,17
	Mtep/an	1,48	1,70	1,88	2,07	2,29
Tracteur Routier	Millions	0,06	0,07	0,08	0,08	0,09
Essence	Mtep/an	0,06	0,06	0,07	0,08	0,09
Gasoil	Mtep/an	0,34	0,39	0,43	0,48	0,52
	Mtep/an	0,40	0,45	0,50	0,55	0,61

Annexe 7 : Résultat du tertiaire

	Unit	2008	2015	2020	2025	2030
1. Services Marchands						
I.E.	Ktep/Million DA	0,00094	0,00088	0,00083	0,00079	0,00075
Consommation	Ktep	2010,00	2636,13	3199,55	3883,39	4713,40
2. Services Non Marchands						
I.E.	Ktep/Million DA	0,00094	0,00088	0,00083	0,00079	0,00075
Consommation	Ktep	1045,27	1282,06	1346,13	1413,39	1484,02