

UNIVERSITE A.MIRA DE BEJAIA
FACULTE DES SCIENCES ECONOMIQUES ET DE DROIT
DEPARTEMENT DES SCIENCES ECONOMIQUES

MEMOIRE
POUR L'OBTENTION DU DIPLOME DE MAGISTERE EN
SCIENCES ECONOMIQUES
OPTION: ECONOMIE DE L'ENVIRONNEMENT

Thème
LA QUESTION DES ENERGIES RENOUVELABLES DANS
LA PERSPECTIVE DE L'APRES PETROLE :
CAS DE L'ALGERIE ET PAYS DU SUD ET EST
MEDITERRANEENS

Présenté par
HAMMA FAIZA

Sous la direction du
Professeur M.C.AINOUCHE

Université de Béjaia

Soutenu devant le jury composé de

- | | |
|--|-------------|
| - Dr. CHAKOUR SAID CHAWKI : Président | U. De JIJEL |
| - Dr. FARADJI Mohamed Akli : Examineur | U.De BEJAIA |
| - Dr. BOUKRIF MOUSSA : Examineur | U.De BEJAIA |
| - Pr. AINOUCHE Monhand Cherif : Directeur de Mémoire | U.De BEJAIA |

REMERCIEMENTS

Au terme de mon travail, je tiens à exprimer mes remerciements les plus sincères et plus profonds tout d'abord au bon Dieu le tout puissant pour le courage, la patience et la santé qu'il m'a donné pour suivre mes études.

Merci à ma famille et à mon marie pour leurs encouragements, leur soutien moral, leur disponibilité et l'aide qu'ils m'ont apporté. Ce travail est aussi le leur. Merci à tous ceux qui ont contribué de près ou de loin à la réalisation de ce travail.

Je voudrai exprimer en ces quelques lignes mes vifs remerciements à Monsieur le professeur M.C.AINOUCHE qui m'a fait l'honneur d'accepter de diriger mon travail. Je lui exprime ici ma vive reconnaissance, pour l'intérêt scientifique qu'il a porté à cette recherche et le temps qu'il m'a patiemment consacré, malgré ses multiples activités de recherche.

DEDICACES

Je dédie ce modeste travail :

A la mémoire de mes grands parents ;

*A mes très chers parents, A mon cher marie et surtout à mon chouchou et
adorable fils « Aissam » que Dieu le protège et le garde pour moi ;*

*A mes chers frères et ma grand-mère « Mira » que dieu lui donne longue
vie et bonne santé ;*

*A mes proches, amis et collègues au niveau du trésor de la Wilaya de
Bejaia.*

SOMMAIRE

Introduction générale	09
Chapitre I : Approche historique de l'économie des hydrocarbures	12
Section1 : Notions de base sur les hydrocarbures	13
I - De la matière organique aux hydrocarbures : ou comment naît l'énergie fossile ?	13
I-1 -Origine des hydrocarbures	13
I-2- Genèse des hydrocarbures	14
I-3- Migration et accumulation des gisements	14
II- Les différentes formes principales de l'énergie	15
II-1- La chaleur	15
II-1-a- La combustion de produits énergétiques	15
II-1-b- L'effet joule	15
II-2- L'énergie mécanique	15
II-3- L'énergie lumineuse	16
III- Les différentes sources d'énergies fossiles	16
III-1- Le pétrole	16
III-2- Le gaz naturel	19
III-3- Le charbon	19
III-4- L'uranium	20
III-5- Les autres combustibles fossiles	20
IV- Les principales caractéristiques de chaque énergie (pétrole, gaz, charbon) et leurs rôles vitaux	21
V- Les problèmes d'exploitation	22
V-1- Problèmes des limitations quantitatives	22
V-2- Problèmes des délais	23
V-3- Problèmes d'accessibilité	24

**La Question Des Energies Renouvelables Dans la Perspective de l'Après Pétrole :
Cas de l'Algérie et des Pays du Sud et Est Méditerranéens.**

V-4- Problèmes des coûts	24
V-4-a- Pour les consommateurs.....	24
V-4-b- Pour les producteurs	24
V-5- Problèmes sociaux.....	25
V-5-1- Problèmes de travail.....	25
V-5-2- Problèmes des nuisances.....	25
V-6- Problèmes d'adaptation géographique.....	25
VI- Chronologie : histoire du pétrole.....	26
VII- Les utilisations multiples du pétrole.....	31
Section 2 : Les trois périodes de l'économie des hydrocarbures	33
I – Première période : les sept sœurs ont le pouvoir.....	34
I-1- La constitution des majors.....	34
I-2- La conquête des sept sœurs de l'activité pétrolière mondiale	36
II- Deuxième période : La prise du pouvoir par l'OPEP.....	38
II-1- Avant le réajustement des prix 1973.....	41
II-1-1- Réunion de CARACAS.....	41
II-1-2- Accord de TEHERAN I.....	42
II-1-3- Accord de TRIPOLI	42
II-1-4- Accord de KOWEIT.....	42
II-1-5- Accord de TEHERAN II.....	42
II-2- Entre les deux réajustements des prix 1973.....	43
II-2-1- Accord de QATAR.....	43
II-2-2- Accord de VIENNE I.....	44
II-2-3- Accord d'ABU DHABI.....	44
II-2-4- Accord de VIENNE II.....	44
III- Troisième période : L'imposition des lois du marché.....	45
III-1- Du second réajustement de prix à la crise de 1986.....	45
III-1-1- Les pertes du marché par l'OPEP.....	45
III-2- De la crise de 1986 à 1990.....	47

III-2-1- Le système de quotas de l'OPEP.....	47
III-2-2- Les prix de références	48
III-3- De 1990 à nos jours.....	50
III-3-1- La décennie 1990.....	50
III-3-2- Une nouvelle ère économique.....	51
Chapitre II : La fin annoncée de la civilisation pétrolière.....	56
Section 1 : L'Approche du pic pétrolier	58
I – Le pic pétrolier : deux points de vue.....	58
I-1- Un retour en arrière sur le déclin de la production pétrolière aux Etats Unis.....	58
I-2- Possibilité d'être confronté à un pic de production pétrolière avant une décennie.....	62
I-3- Possibilité d'être confronté à un pic de production à une date encore plus rapprochée à cause de la guerre en IRAK ?.....	64
II- Situation des réserves mondiales de pétrole (conventionnel et non conventionnel).....	64
II-1- Les réserves pétrolières.....	64
II-2- La durée de vie des réserves pétrolières mondiales.....	70
III- Le bilan énergétique mondiale	71
III-1- L'offre et la demande mondiale du pétrole.....	71
III-2- La tarification.....	79
III-2-1- Les facteurs politiques	82
III-2-2- Les facteurs climatiques.....	83
III-2-3- Les facteurs économiques.....	83
Section 2 : Energie et Environnement.....	87
I – L'effet de serre.....	88
II- La pollution	90
III- Le changement potentiel du climat de la planète.....	94
IV- La réglementation de l'environnement.....	98
V- Effets sur les diverses formes d'énergies.....	99

Chapitre III : Développement durable et énergies renouvelables : Cas de l'Algérie et pays du Sud et Est Méditerranéens.....105

Section 1 : Aperçu historique des énergies renouvelables et recherche d'économie d'énergie pour l'avenir.....107

I – Les différentes filières d'énergies renouvelables.....108

I-1- Le solaire.....108

I-1-1- Le solaire thermique.....110

I-1-2- Le solaire photovoltaïque.....110

I-2- L'énergie éolienne.....111

I-2-1- La production d'énergie mécanique grâce au vent.....113

I-2-2- La production d'électricité par aérogénérateurs.....113

I-3- La géothermie.....113

I-3-1- La géothermie de haute énergie et de moyenne énergie.....114

I-3-2- La géothermie basse énergie.....115

I-3-3- La géothermie très basse énergie : les pompes à chaleur.....115

I-4- La biomasse115

I-4-1- Bois énergie.....116

I-4-2- Le biocarburant.....116

I-4-3- Le biogaz.....117

I-5- L'énergie des déchets.....118

I-6- Les petites centrales hydrauliques.....119

I-7- L'hydrogène.....120

I-7-1- Production d'hydrogène à partir des hydrocarbures fossiles.....120

I-7-2- Production de l'hydrogène à partir de l'eau.....121

I-8- L'énergie nucléaire.....122

II- Avantages et inconvénients des énergies renouvelables.....124

III- Les énergies renouvelables dans le monde.....126

III-1- Quelques chiffres126

III-2- Quels atouts ?.....127

**La Question Des Energies Renouvelables Dans la Perspective de l'Après Pétrole :
Cas de l'Algérie et des Pays du Sud et Est Méditerranéens.**

III-3- Les perspectives.....	128
IV- Le cadre général du développement durable.....	130
IV-1- La notion du développement durable.....	131
IV-1-1- Bref historique du développement durable.....	131
IV-1-2- Définition et application des principes du développement durable	132
IV- 1-2-1- Les notions de besoins et de générations futures.....	132
IV-1-2-2- Application des principes du développement durable.....	133
IV- 1-2-2-a- Opérationnalité.....	133
IV-1-2-2-b- Interdépendance	133
IV-1-2-2-c- Ethique.....	133
IV-1-3- Interrelation économique- environnement- social.....	134
Section2 : Avenir énergétique de l'Algérie par rapport aux pays Sud et Est méditerranéens.....	138
A- Cas d l'Algérie :	138
A-I- La politique de conservation de l'énergie en Algérie.....	139
A-II- La diversification des économies d'énergies en Algérie	140
A-II-a- L'énergie solaire.....	141
A-II-b- L'énergie éolienne.....	143
A-II-c- La géothermie.....	144
A-II-d- La biomasse.....	145
A-II-e- Hydroélectricité.....	146
A-III- La politique nationale de développement des énergies renouvelables	146
A-IV- Bilan des réalisations dans le domaine des énergies renouvelables.....	148
A-IV-a- Les projets réalisés	148
A-IV-b- Les projets en cours de réalisation.....	152
A-V- Missions des principaux organismes institutionnels et opérateurs du secteur des énergies renouvelables.....	153

B- Cas des Pays Sud et Est Méditerranéens :	155
B-I- Un potentiel considérable des énergies renouvelables dans les pays Sud et Est Méditerranéens.....	156
B-II- Analyse du potentiel MDP- énergies renouvelables dans les pays Sud et Est Méditerranéens par le modèle POLES.....	161
B-III- Quelques éléments de conclusion pour la promotion des énergies renouvelables des pays Sud et Est Méditerranéens.....	162
B-IV- Les principaux obstacles et barrières au développement des énergies renouvelables.....	164
Conclusion générale.....	167
Annexe.....	169
Index.....	184
Bibliographie.....	189
Résumé.....	194

INTRODUCTION GENERALE

L'énergie est un facteur essentiel du développement économique et social. Jusqu'à ces dernières décennies, des progrès ont été accomplis grâce à l'utilisation du pétrole, une ressource abondante, ayant une grande souplesse d'utilisation et relativement bon marché.

La consommation énergétique repose aujourd'hui essentiellement sur les combustibles fossiles, puisque ces dernières représentent un peu plus de 80% de l'énergie primaire consommée sur la planète. Le pétrole et le gaz naturel représentent 56% de la fourniture d'énergie primaire et le charbon 25% (selon AIE)¹.

En outre, certains secteurs comme le transport et la pétrochimie dépendent presque exclusivement du pétrole. Les besoins dans le domaine du transport routier et aérien augmentent rapidement. Il est prévu dans les vingt ans à venir une augmentation de 130% du trafic passagers et de 200% du trafic marchandises (selon AIE). Cette progression va entraîner une augmentation rapide de la demande de carburants pétroliers, qui représente déjà près de 50% de la consommation de pétrole. Ceci amène à des interrogations sur la capacité à répondre à cette augmentation continue de la demande au moyen de combustibles fossiles, qui sont par nature non renouvelables. Les réserves prouvées de pétrole représentent environ 40 ans de consommation au rythme actuel, 60 ans pour le gaz naturel et presque 200 ans pour le charbon.

La communauté internationale et compris les algériens prennent pour acquis qu'une ressource abondante peut être utilisée en permanence. Mais selon les spécialistes, si rien n'est fait, à partir de 2030, l'Algérie devra importer des quantités importantes de gaz, en raison d'une croissance rapide de la demande interne et malgré les découvertes attendues. Par conséquent, pour retarder la date à laquelle on importera du gaz en Algérie, il faut, dès à présent, apprendre à économiser cette énergie dite abondante pour aider le développement économique à long terme.

Si la consommation de combustibles fossiles a contribué au développement économique, elle a eu cependant des conséquences négatives sur l'environnement, aussi bien à l'échelle locale, qu'à l'échelle globale. Les risques encourus pour le système économique et environnemental sont de plus en plus grands, notamment, ceux provoqués par les émissions de gaz à effet de serre qui résultent de la consommation croissante d'énergie, provoquant d'importants changements climatiques à l'échelle de la planète toute entière.

Les modes de production et d'utilisation d'énergie sont à l'origine de la plupart des risques environnementaux. En effet, les conséquences d'un monde en réchauffement se font déjà

¹ : AIE : Agence internationale de l'énergie. (Voir annexe n°6).

La Question Des Energies Renouvelables Dans la Perspective de l'Après Pétrole : Cas de l'Algérie et des Pays du Sud et Est Méditerranéens.

sentir un peu partout : la couche de glace marine de l'Arctique s'amenuise et tend à disparaître, les glaciers se fondent, modifiant le cours et le niveau des mers et océans et causent des inondations dans les régions peu élevées (exemple : Pays Bas), des conditions météorologiques extrêmes telles que les fortes pluies provoquant des inondations, de plus en plus fréquentes et désastreuses. La Méditerranée, notamment, la partie entourant l'Algérie, est loin d'être épargnée par ce bouleversement de la nature, menaçant la survie de toutes les espèces qui y vivent. Les spécialistes de l'environnement ne cessent de tirer la sonnette d'alarme. Le danger n'étant plus un risque mais une réalité qui se voit et dont on mesure les effets quotidiennement.

Le défi auquel est confronté la communauté internationale, y compris l'Algérie et les pays du Sud et Est Méditerranéens, est donc réel : la consommation d'énergie croît plus vite que sa production, et les découvertes de gisements se raréfient, ayant des effets sur l'environnement et provoquent des changements climatiques. Cela a pour effet de rendre caduc le modèle actuel de production et de consommation d'énergie. Par conséquent, nous devons agir et faire tous les efforts nécessaires pour réussir la transition de l'énergie non renouvelable aux énergies renouvelables.

L'Algérie et les pays du Sud et Est méditerranéens s'engagent avec détermination sur la voie des énergies renouvelables afin d'apporter des solutions globales et durables aux défis environnementaux et aux problématiques de préservations des ressources énergétiques d'origine fossile. Ce choix stratégique est motivé par l'immense potentiel en énergie solaire. Cette énergie constitue l'axe majeur du programme qui consacre au solaire une part essentielle.

Sur la base des données ci-dessus, notre objectif dans la présente recherche, est de répondre à la question : Comment allons nous satisfaire les besoins énergétiques mondiaux à long terme? En d'autres termes, Quel est le plan d'action à mettre en œuvre pour assurer aux générations futures une énergie suffisante, durable et propre ?

Concernant l'Algérie et les pays du Sud et Est Méditerranéens en particulier, nous tenterons de répondre à deux questions complémentaires :

Quelles politiques et quels programmes l'Algérie et les pays du Sud et Est Méditerranéens devront adopter pour économiser leurs ressources énergétiques ?

Quelles sont les énergies renouvelables que ces pays devront développer, pour pouvoir d'un côté satisfaire les besoins en énergie, et de l'autre réduire les effets néfastes du pétrole sur l'environnement ?

Pour répondre à ces questions, il sera nécessaire, dans une première étape, de faire le point sur l'acheminement des événements marquant une nouvelle ère du pétrole, en exposant d'abord un aperçu historique sur l'évolution de l'économie des hydrocarbures. Dans une seconde étape, nous examinerons un certain nombre d'études théoriques qui ont abordé la question du pic et de la fin d'une énergie abondante et bon marché à l'échelle mondiale et les effets négatives de cette dernière sur l'environnement. Enfin, dans une troisième partie, nous

La Question Des Energies Renouvelables Dans la Perspective de l'Après Pétrole : Cas de l'Algérie et des Pays du Sud et Est Méditerranéens.

passerons en revue les politiques énergétiques de l'Algérie et des pays du Sud et Est Méditerranéens, ainsi que les propositions avancées pour préparer la transition vers les énergies renouvelables et vers un environnement plus sain.

**I. CHAPITRE PREMIER
APPROCHE HISTORIQUE DE L'ECONOMIE
DES HYDROCARBURES**

De nos jours, l'énergie fossile constitue un facteur clé de la croissance de l'économie mondiale. L'essor de l'industrie pétrolière au cours du XIX siècle donne à l'huile de pierre (pétrole) une place prédominante dans le bilan énergétique mondial. Il représente aujourd'hui une part de près de 40% de la consommation mondiale de l'énergie. Depuis le premier forage, l'industrie pétrolière n'a cessé de progresser jusqu'au début des années 60 où de nouvelles données contribuèrent à un changement dans la structure de celle-ci. Bien avant, l'apparition d'un nombre important de compagnies pétrolières occidentales, attribuèrent à la scène pétrolière, le caractère d'un lieu d'usurpation de grandes parts de la rente pétrolière.

Cette étape est nécessaire pour notre travail. Selon notre avis, la connaissance de l'histoire de tout phénomène faciliterait la compréhension de l'évolution des événements et serait un appui pour prendre des décisions.

L'objet du présent chapitre est de donner une rétrospective résumée de l'économie des hydrocarbures, on exposant d'abord un aperçu historique sur les notions de bases des hydrocarbures. Et en fin l'évolution de l'industrie pétrolière partant de la phase de constitution des majors jusqu'à la phase d'imposition des lois du marché.

Section 1 : Notions de base sur les hydrocarbures.

Depuis l'origine des temps, l'énergie est une ressource stratégique, nécessaire, vitale et indispensable, qui procure à l'homme divers services : chauffage, cuisson, éclairage et force motrice. Les énergies fossiles (pétrole, gaz et charbon), constituent le contingent dominant dans le panier énergétique. Ce pendant, elles représentent de nombreux inconvénients. D'une part, elles sont polluantes, limitées, s'épuisent rapidement et ne sont pas renouvelables, ce qui incite à envisager les alternatives urgentes et écologiques. D'autre part, elles sont géographiquement mal réparties dans le monde, ce qui est une source de tensions géopolitiques. Elles sont contrôlées en partie par un cartel, l'OPEP, et pour le reste, par de grandes sociétés multinationales, pour la plupart américaine, qui agissent suivant la logique du capital international.

Au préalable, avant d'aborder notre travail, nous avons jugés utile de rappeler quelques notions nécessaires à la compréhension des chapitres qui seront développés ultérieurement.

I. De la matière organique aux hydrocarbures : ou comment naît l'énergie fossile ?

On rencontre les hydrocarbures dans les bassins sédimentaires où ils occupent les vides des roches poreuses appelées réservoirs.

Les gisements des hydrocarbures correspondent à une accumulation dans une zone où le réservoir présente des caractéristiques favorables et constitue un piège : la fuite des hydrocarbures - moins denses que l'eau - est rendu impossible vers le haut par la présence d'une couverture imperméable (argile, sel) et latéralement par une géométrie favorable (dôme anticlinal, biseau de sables dans des argiles)¹.

1. Origine des hydrocarbures :

Les hydrocarbures ont pour origine la substance des êtres, animaux ou végétaux, vivant à la surface du globe et particulièrement en milieu aquatique. La matière organique ainsi produite se dépose au fond des mers et des lacs et est incorporée aux sédiments. A mesure que ceux-ci sont enfouis, les constituants organiques se transforment principalement sous l'action de la

¹ Rapport du WAES : « l'énergie en sursis, scénarios 1985-2000 », édition ; economica, Paris, 1979, p.113.

La Question Des Energies Renouvelables Dans la Perspective de l'Après Pétrole : Cas de l'Algérie et des Pays du Sud et Est Méditerranéens.

température, en hydrocarbures dont une partie vient progressivement se concentrer dans les pièges des réservoirs poreux.

L'explication de l'origine du pétrole par l'évolution géologique de la matière organique a été formulée dès le XIXe siècle.

2. Genèse des hydrocarbures :

La partie superficielle des sédiments est le siège d'une activité microbiologique intense. Dans un sol subaérien ou bien dans un sédiment subaquatique perméable (sable) où les eaux chargées d'oxygène circulent librement. Cette activité se poursuit jusqu'à destruction complète de la matière organique (« minéralisation » du carbone sous forme de dioxyde, CO₂). C'est pourquoi les sables et les grès, qui sont par ailleurs de bons réservoirs, ne sont jamais des roches favorables à la formation des hydrocarbures. Au contraire, les sédiments subaquatiques imperméables (argile, vase calcaire fine constituent rapidement un milieu clos et réducteur. Dans ces conditions, la matière organique n'est pas minéralisée et se transforme dans un processus très lent –millions d'années- en hydrocarbures.

3. Migration et accumulation en gisements :

Pour constituer un gisement exploitable, il est nécessaire que les hydrocarbures soient expulsés hors de la roche mère à grain fin où ils se sont formés (argile, calcaire fin) pour venir s'accumuler dans une roche poreuse. Cette roche mère est normalement mouillée par de l'eau et la dimension de ses pores est bien inférieure au micromètre, dans les argiles par exemple.

Dans un réservoir poreux et perméable, l'huile ou le Gaz vont se déplacer vers les points hauts du fait de la différence de densité entre l'eau d'une part, l'huile ou le Gaz d'une autre part. Si le réservoir comporte des pièges sur le trajet des hydrocarbures, ces derniers s'y accumuleront, sinon ils parviendront jusqu'aux affleurements superficiels où ils se dissiperont. Les pièges résultent soit de la nature et de la géométrie des dépôts : lentilles de sable ou de calcaire récifal dans une série argileuse, biseau d'un réservoir au sein d'une couche imperméable, soit de plissement ou cassures dus aux mouvements tectoniques. Dans tous les cas, il est nécessaire que le mouvement des hydrocarbures vers les couches sus-jacentes soit empêché par une formation imperméable appelée couverture.

II. Les différentes formes principales de l'énergie :

Rappelons brièvement que l'on peut considérer l'énergie sous quatre formes principales à savoir :

- ✓ **Primaire** : c'est la ressource principalement extraite du sol, (c'est-à-dire pétrole, gaz naturel, charbon et uranium) et plus généralement, toute forme naturelle existant dans l'univers (marine, hydraulique, solaire et géothermique).
- ✓ **Secondaire** : c'est le résultat énergétique de toute transformation artificielle de l'énergie primaire, en vue de la consommation. Principalement, les produits pétroliers, le gaz naturel, l'électricité, ceci à la sortie des usines de transformation.
- ✓ **Finale** : c'est l'énergie secondaire, après les pertes énergétiques dues au transport et à la distribution depuis les industries de transformation jusqu'aux points de consommation.
- ✓ **Utile** : c'est l'énergie effectivement récupérable par le consommateur, compte tenu des rendements des appareils consommant cette énergie (l'intensité lumineuse d'une ampoule). Ces principales formes sont les suivantes :

1. La chaleur : cette énergie utile s'obtient principalement suivant deux procédés :

- a) **La combustion de produits énergétiques** : Ces produits se répartissent suivant qu'ils sont :
 - **Commercialisés** : pétrole et produits pétroliers, gaz naturel, combustibles minéraux solides.
 - **Traditionnels** : (faiblement commercialisés) bois de feu, déchets végétaux et animaux.
- b) **L'effet joule** : le passage d'un courant électrique dans un matériau ohmique est accompagné d'un échauffement de la matière, essentiellement dû à la friction électronique que le courant occasionne. L'énergie électrique est générée dans des centrales : thermiques classiques, hydrauliques, géothermiques et nucléaires.

2. L'énergie mécanique : son rôle intervient dans la traction motorisée et la marche des moteurs fixes, elle est fournie par :

La Question Des Energies Renouvelables Dans la Perspective de l'Après Pétrole : Cas de l'Algérie et des Pays du Sud et Est Méditerranéens.

- Les produits pétroliers pour le transport par route (essence, gas-oil, Moteur pour l'essentiel.).

- Les produits pétroliers et l'électricité pour le transport par voie ferrée et la marche des Moteurs fixes

3. L'énergie lumineuse : outre celle fournie par le soleil, elle provient de la combustion d'hydrocarbures (pétrole lampant, gaz naturel) et de la friction électronique obtenue par passage de courant électrique.

III. Les différentes sources d'énergie fossile :

Les énergies fossiles sont une parenthèse dans le cycle du carbone. Les forêts, les animaux, les micro-organismes préhistoriques se sont décomposés il y'a des millions d'années. Ils ont été petit à petit recouverts par de la terre, les roches, et d'autres végétaux. Le temps et la pression des couches ont concentré le carbone. Aujourd'hui, en le brûlant, on relance un cycle mis en veilleuse pendant des millénaires.

1. Le pétrole :

Du latin « Petra deum », appelé aussi à l'état brut, « crude oil ou huile naphtée ». Huile minérale, onctueuse au toucher, douée d'une odeur acre caractéristique. Liquide huileux inflammable dont la couleur varie du vert au noir. Il se compose essentiellement d'hydrocarbures (composé chimique formé de carbone et d'hydrogène), très divers et que l'on trouve dans les couches sédimentaires de l'écorce terrestre sous sa forme brut, c'est-à-dire associé à des composés oxygénés, azotés et sulfurés ainsi qu'à des types de métaux particuliers. Voici un tableau représentant quelques caractéristiques du pétrole :

Tableau 1: Les caractéristiques du pétrole brut

Densité	Tension de vapeur TVR	Viscosité (à 25 °C)	Soufre	Point éclair	Auto inflammation
0, 8kg / L à 15 ° C	750g/cm ²	2,5 cst*	O, 1 %Pds	< -20° C	280° C

Source : Revue Sonatrach : n° spécial, 2006, p 14.

*N.B : * : Unité de mesure de la viscosité : le centi stocst.*

La Question Des Energies Renouvelables Dans la Perspective de l'Après Pétrole : Cas de l'Algérie et des Pays du Sud et Est Méditerranéens.

Il existe une grande diversité de pétrole aussi bien au point de vue physique :

Fluide ou visqueux, vert ou noir clair ou foncé, qu'au point de vue de la composition chimique. Si la composition élémentaire globale des pétroles est relativement fixe, la structure chimique de leurs constituants varie plus largement ce qui entraîne une grande diversité des propriétés physiques (densité) ainsi que des teneurs très variables dans les différents types de produits obtenus par raffinage. Ainsi la présence de soufre dans certains pétroles pose des problèmes de corrosion et de pollution atmosphérique tant au stade du raffinage qu'à celui de l'utilisation de leurs dérivés.

Selon les gisements, la composition des pétroles offre une grande variété : les pétroles d'Amérique, du Moyen Orient sont presque exclusivement formés de carbures saturés, ceux de l'Ex URSS contiennent en outre des cyclanes, ceux d'Extrême Orient, des carbures aromatiques.

L'American Petroleum Institute (A.P.I) distingue selon leur densité, divers pétroles bruts : lourds, moyens ou légers. Distinction importante car lors du raffinage, les quantités de fioul ou d'essence varient selon la densité : les bruts lourds fournissent plus de fioul, les bruts légers, plus d'essence. Approximativement, les bruts lourds (densité inférieure à 25° API) sont surtout présents en Amérique Latine, les bruts moyens (densité comprise entre 25° et 35° API) en Moyen Orient et les brut légers (densité supérieure à 35° API), au Moyen orient, en Afrique, Amérique du et Europe.

Plus précisément, le marché du pétrole distingue de très nombreuses catégories de pétrole brut, don l'appellation est déterminée par le lieu d'extraction. (Voir tableau n°2).

La Question Des Energies Renouvelables Dans la Perspective de l'Après Pétrole : Cas de l'Algérie et des Pays du Sud et Est Méditerranéens.

Tableau n°2: Les principales catégories de pétrole brut.

Pétrole brut		Degré A.P.I
Lieu d'exploitation	Appellation	
Moyen Orient :		
-Arabie Saoudite	Arabe léger	33°
-Arabie Saoudite	Arabe léger	37°
-Dubai	Fateh	31°
-Abu Dhabi	Mursan	39°
-Irak	Kirkuk	36°
-Koweït	Koweït	32°
-Iran	Iran léger	33°
-Iran	Iran léger	31°
Afrique :		
-Nigeria	Bonny Light	33°
-Algérie	Sahara	45°
-Libye	Es Sider	37°
Amérique Latine :		
-Venezuela	Tia juna	31°
-Mexique	Maya	17°
Europe occidentale :		
-Royaume Uni	Brent	31°
-Norvège	Ekofisk	42°
Amérique du Nord :		
-Etats-Unis	West Texas intermediate	43°
-Etats-Unis	West Texas Sour	33°
-Etats-Unis	Alaskan North Slope	26°

Source : Durousset.M : « le marché du pétrole », édition : ellipses, p10, Paris 1999.

Les asphaltes représentent une catégorie très particulière de pétrole. Il s'agit de pétrole très lourd, visqueux, parfois solides, généralement contenus dans des roches appelées sables asphaltiques ou sables (et schistes) bitumineux.

L'origine la plus fréquente de ces dépôts est un pétrole normal qui s'est formé de façon classique mais qui a subi une dégradation chimique ou biochimique liée à l'invasion du réservoir par des eaux météoriques. Ces eaux chargées d'oxygène dissous ont permis à des bactéries aérobies de dégrader certains constituants du pétrole, seuls les constituants lourds, résines et asphaltènes ne sont pas dégradés.

Les réserves mondiales de sables asphaltiques et schistes bitumineux sont gigantesques au Canada (Athabasca), aux Etats-Unis (Utah), Russie (région Oural- Volga) ; mais ces produits

La Question Des Energies Renouvelables Dans la Perspective de l'Après Pétrole : Cas de l'Algérie et des Pays du Sud et Est Méditerranéens.

posent des problèmes spécifiques de raffinage (teneur élevée en résine et asphaltéines, rapport hydrogène / carbone très faible comparée à celui des pétroles classiques : teneur élevée en huileux, soufre, forte viscosité, instabilité des produits).

La conséquence est qu'ils ne sont pas économiquement exploitables parce que le prix de revient de ces pétroles est trop élevé. Les Etats-Unis avaient envisagé l'exploitation de ces produits à la fin des années 70(présidence de Carter) mais l'ont abandonné quand le prix du pétrole mondial a baissé.

2. Le gaz naturel² :

Terme général caractérisant un mélange d'hydrocarbure gazeux trouvé dans des roches. Le gaz naturel est constitué essentiellement de méthane, avec des proportions notables d'éthane, de propane, de butane et des traces d'hydrocarbures en C5 et plus. Les hydrocarbures du gaz naturel sont des alcanes de formule générale C_nH_{2n+2} . Le gaz associé est la partie volatile du pétrole brut et possède par conséquent la même origine, le gaz non associé ou gaz sec n'est apparemment pas relié à une accumulation de pétrole brut et pourrait provenir de matière végétale. Les gaz secs ont une très faible proportion d'hydrocarbures liquides contrairement aux gaz humides.

3. Le charbon³ :

Le charbon est une roche stratifiée à partir de restes de végétation. C'est une roche organique noire ou brune très foncée, déposée principalement à la période carbonifère. Les divers charbons ont des teneurs en carbone comprises entre 60 et 95%. Ces teneurs dépendent du degré de houillification du charbon. Il contient principalement du carbone, de l'hydrogène et de l'oxygène, combinés chimiquement comme dans les produits de la photosynthèse. On y trouve aussi une faible proportion d'azote, de chlore et de soufre, et des traces de plusieurs métaux. Les proportions de carbone, d'hydrogène et d'oxygène varient en fonction du degré de houillification. Pendant cette houillification, l'eau et le dioxyde de carbone ont été éliminés et il s'y forme du méthane.

² : Conseil mondial de l'énergie : « l'énergie pour le monde d demain », édition ; technip, Paris, 1993, p.102.

³ : Ibid, p. 103.

4. L'uranium⁴ :

Symbole atomique : U, masse atomique : 238 g / mole, densité : 19,05, point de fusion : 1135° C, point d'ébullition : 4000° C. L'uranium est un métal gris, dur et radioactif que l'on trouve sous différentes formes isotopiques. Dans la nature, il se présente en trois isotopes : 238, 235, 234, avec les abondances respectives de 99,28%, 0,71% et 0,006%. Les isotopes les plus importants à l'égard de l'énergie nucléaire sont le 238, le 235 et le 239 qui n'est pas un isotope naturel. Il existe deux types d'uranium : l'uranium appauvri, qui contient moins de 0,72% de noyaux d'uranium 235 et l'uranium enrichi qui contient plus de 0,72% de noyaux d'uranium 235. Ce dernier est utilisé comme combustible dans les réacteurs nucléaires.

5. Les autres combustibles fossiles :

Les autres combustibles fossiles (huiles lourdes, sables et schistes bitumineux) présentent un intérêt immédiat car on peut les convertir en produits liquides semblables à ceux qui sont obtenus à partir des pétroles bruts classiques et les utiliser dans l'infrastructure existante. Les ressources que représentent ces combustibles fossiles sont importantes si on les compare aux ressources en pétrole brut classique, mais la production actuelle est inférieure à 0,2 MBJEP.

Les investissements et les dépenses de fonctionnement nécessaire à la production de ce pétrole sont plus élevés que dans le cas du pétrole classique et la mise en valeur de certaines de ces ressources pose d'importants problèmes d'environnement qu'il faudra résoudre préalablement à toute exploitation à grande échelle.

Huiles lourdes et sables bitumineux sont deux des plus importants parmi les autres combustibles fossiles. Les principales réserves se trouvent au Venezuela et au Canada. Les réserves de ses deux pays représentent un total d'environ 2000 milliards de barils de pétrole⁵, mais on estime le maximum récupérable à 800 milliards de barils seulement. Au Canada, on pourrait extraire environ 30 milliards de barils par une exploitation à ciel ouvert. Avant qu'une production à grande échelle soit possible, il faudra résoudre de sérieux problèmes sociaux, financiers, techniques et d'environnement.

⁴ : Amardjia-Adnani Hania : « Algérie : énergie solaire et hydrogène, développement durable », édition ; office des publications universitaires, Alger, 2007, p.41.

⁵ Rapport du WAES « l'énergie en sursis, scénarios 1985-2000 », édition : economica, Paris, 1979, p.38.

La Question Des Energies Renouvelables Dans la Perspective de l'Après Pétrole : Cas de l'Algérie et des Pays du Sud et Est Méditerranéens.

Les plus importantes réserves de schistes bitumineux connues se trouvent aux Etats-Unis, mais le Brésil, l'URSS et la Chine en renferment également des quantités importantes. Les huiles de schistes se rencontrent aussi ailleurs, par exemple en Suède, mais en quantités plus faibles. L'expérience acquise à ce jour donne à penser qu'on peut extraire le pétrole de ces schistes à un coût nettement supérieur au prix actuel du brut importé. Un soutien financier des pouvoirs publics apparaît nécessaire au moins aux premiers stades de la mise en valeur, quant à la protection de l'environnement, elle pose des problèmes qu'il faudra résoudre avant qu'une production à grande échelle puisse commencer.

IV. Les principales caractéristiques de chaque énergie (pétrole, gaz et charbon) et leurs rôles vitaux :

Le pétrole reste l'énergie de référence. Pourquoi ? Parce que, comme le disait PAUL FRANKEL ⁽¹⁾ , le pétrole est liquide, donc facile à produire, facile à transporter et à utiliser. Le pétrole est une matière première stratégique, indispensable dans le secteur du transport. Sans lui aucune activité économique n'est possible. Autre caractéristique essentielle du pétrole : c'est un produit pour lequel, il existe une rente. En d'autres termes, son prix de vente est généralement supérieur, voir très supérieur à son coût de production.

On dit souvent du gaz naturel que c'est l'énergie de l'avenir, car c'est une énergie propre (peu d'émissions polluantes, émissions réduites de CO₂), qui permet notamment de produire de l'électricité avec d'excellents rendements. Cependant, la géographie de la production gazière est très différente de la géographie de la production pétrolière. En effet, alors que le coût du transport du pétrole ne représente que quelques pourcents de son prix, le coût de transport du gaz est très élevé. Transporter du gaz naturel est beaucoup plus coûteux que transporter du pétrole, car une même canalisation transportera cinq à dix fois plus d'énergie sous forme liquide (pétrole) que sous forme du gaz⁶.

Le charbon reste une énergie indispensable, dont la consommation continue à croître, mais dont l'utilisation se restreint progressivement à la production d'électricité et à la production d'acier. Quelques pays sont à la fois de très grands producteurs et de très grands consommateurs : Etats-Unis, Chine, Inde, Afrique du Sud. La production du charbon se concentre de plus en plus dans les pays où l'exploitation est possible et à faible coût : mines à

⁶ : « Elément d'économie pétrolière », office des publications universitaires, Alger 1990.

La Question Des Energies Renouvelables Dans la Perspective de l'Après Pétrole : Cas de l'Algérie et des Pays du Sud et Est Méditerranéens.

découvert ou à faible profondeur, avec des réserves importantes. C'est pourquoi par exemple la production Européenne est en fort déclin.

Cependant, même en limitant l'étude de l'énergie à ses seules formes modernes commercialisées, le sujet reste considérable et il est bon de rappeler le rôle particulier de ses dernières. La consommation d'énergie est à la base de presque toutes les activités économiques : la totalité des activités productrices agricoles, industrielles et des transports en requièrent, plus ou moins massivement. Aucun progrès matériel de l'humanité n'est actuellement concevable sans elle. Divers auteurs ont comparé l'énergie à l'oxygène ou au sang, car également indispensable à nos activités vitales. Dans notre monde actuel, toute pénurie énergétique serait sans recours et causerait une régression dramatique. En plus de ses fonctions productrices, l'énergie est un facteur déterminant du confort et du mode de vie des individus. Presque tout ce qui est impliqué dans le thème très à la mode de « qualité de la vie » est directement ou indirectement consommateur d'énergie. Seul en effet le recours à l'énergie mécanique peut durablement réduire la fatigue des hommes.

V. Problèmes d'exploitation :

Pour toutes les sources d'énergie, y compris cette fois celles qui sont renouvelables, la mise en valeur des ressources potentielles est confrontée à un nombre d'exigences, parfois délicates.

1. Problèmes des limitations quantitatives :

Ils sont eux-mêmes multifformes. Pour les sources d'énergie non renouvelables, la principale question est évidente : À quel rythme d'exploitation doit-on se limiter pour assurer une durée satisfaisante du gisement ? Et comment calculer cette durée optimale ? Le problème est d'ailleurs double :

Pour les producteurs, il s'agit de respecter un certain rapport production annuelle / réserves reconnues, en fonction des exigences de rentabilités et de la période prévisible pendant laquelle cette production semble devoir être indispensable à la vie de la collectivité régionale ou nationale. C'est la raison pour laquelle la plupart des gros producteurs exportateurs de pétrole entendent aujourd'hui plafonner sinon réduire leur production, redoutant un épuisement survenant avant qu'ils n'aient pu en préparer une relève économique et technique.

La Question Des Energies Renouvelables Dans la Perspective de l'Après Pétrole : Cas de l'Algérie et des Pays du Sud et Est Méditerranéens.

Pour les consommateurs, et notamment ceux dépendant d'importations, un arbitrage s'impose entre l'utilité ou la nécessité de se procurer davantage d'énergie pour soutenir l'activité, et donc les équilibres économiques et sociaux, et d'autre part le danger de devoir payer cette énergie plus cher que l'économie nationale ne peut le supporter, couplé avec la menace (dont l'opinion a insuffisamment conscience) d'un épuisement prématuré provoquant, avec une pénurie irrémédiable, des désordres catastrophiques.

2. Problèmes des délais :

Mêmes ces restrictions, fort sérieuses, admises, les sources d'énergie renouvelables constituent un recours indispensable et précieux, dont la part devra augmenter dans les bilans énergétiques futurs. Mais la mise en place de nouveaux systèmes énergétiques ne peut être que lente. Il faut d'abord prévoir les inévitables difficultés de mise au point, notamment quand on passe du stade de l'installation pilote et des expériences d'ampleur limitée à celui de la massification. En outre, l'industrie doit être en mesure de suivre, c'est-à-dire livrer dans des conditions acceptables les nouveaux équipements ; des capacités de productions nouvelles et considérables ne surgissent pas du jour au lendemain. Dans des domaines déjà maîtrisés, il faut compter sur un délai de 4 à 9 ans pour le développement d'une mine du charbon, 4 à 12 ans pour celui d'un gisement d'hydrocarbures, 7 à 10 ans pour la mise en exploitation d'une usine de gazéification ou de liquéfaction du charbon, 6 à 12 ans pour celle d'une centrale nucléaire (source : EXXON citée par J. Masseron dans, total information, n° 80).

Enfin, il faut tenir compte aussi de l'inertie fatale de l'héritage antérieur. Tout notre équipement est conçu en fonction du système énergétique actuellement en vigueur ; on ne peut le modifier ou le remplacer que progressivement. Le personnel de maintenance aussi doit être formé aux nouvelles techniques. Charbon, puis pétrole ont demandé respectivement trois et deux générations pour conquérir vraiment un marché de masse. Même en admettant l'accélération des rythmes de renouvellement, on ne peut espérer un délai inférieur à une génération, ce qui amène au début du 3^{ème} millénaire. Cette longueur des délais nécessaires est d'ailleurs une des raisons qui milite en faveur d'une prospective rigoureuse débouchant sur des décisions prises assez tôt pour assurer l'avenir.

3. Problèmes d'accessibilité :

En plus de la mise en exploitation de nouvelles sources d'énergie, nos besoins exigeront impérativement la découverte de nouveaux gisements de sources énergétiques traditionnelles, et plus particulièrement d'hydrocarbures. Où chercher ces réserves supplémentaires ? Il n'est pas interdit d'espérer que l'amélioration des méthodes de prospection permettra de découvrir dans les régions déjà explorées de nouveaux gisements, sans doute petits, mais que le renchérissement du produit rendraient exploitables. Mais les meilleures chances se situent dans les zones les moins accessibles, et à ce titre non ou mal explorées jusqu'à présent : grandes profondeurs (qui ne peuvent guère recéler que le gaz), zones sous marines, régions arctiques ou forêts denses. Grâce au progrès technique, de telles régions ne sont plus à considérer comme inexploitables, mais il est évident que leur mise en valeur exige beaucoup plus de travail et d'effort, donc d'argent.

Outre les difficultés d'accès géographique, il faut aussi tenir compte d'éventuelles difficultés d'accès de pays déficitaires aux ressources de pays excédentaires, pour raisons politiques.

4. Problème des coûts :

Comme on l'a déjà vu, non seulement toute pénurie, physique ou provoquée, mais aussi l'évolution des techniques énergétiques peuvent être des facteurs de renchérissement. Là encore, la question des coûts se pose doublement :

- a) **Pour les consommateurs :** il s'agit bien du prix d'achat, sur lequel se répercutent absolument tous les éléments de hausse : coûts de production croissants, alourdissement des fiscalités, majoration de la rente minière, spéculation à la hausse. Située à l'amont de l'activité économique avec les matières premières, l'énergie est irremplaçable, une hausse assez forte de son prix peut être subie sans effet notable sur les quantités demandées.
- b) **Pour les producteurs :** la détermination du prix de vente dépend de multiples facteurs, mais évidemment le prix de revient en est le premier. Nous avons vu qu'inexorablement la tendance à la hausse. Or, dans le coût de l'énergie, il faut tenir compte non seulement de son coût de production actuel, mais aussi de son coût de remplacement, c'est-à-dire des dépenses nécessaires pour assurer la production future. Les investissements qui nous fourniront l'énergie à la fin du siècle doivent être financés par les bénéfices réalisés sur la production d'aujourd'hui. C'est pourquoi des marges brutes d'autofinancement

La Question Des Energies Renouvelables Dans la Perspective de l'Après Pétrole : Cas de l'Algérie et des Pays du Sud et Est Méditerranéens.

relativement élevées sont indispensables aux entreprises énergétiques : c'est le prix de l'avenir. Les réductions fiscales dites « provisions pour reconstitution de gisement », appliquées dans la législation minière de nombreux pays, reconnaissent ce fait.

5. Problèmes sociaux :

- a) **Problèmes du travail :** l'énergie supplémentaire dont nous aurons tant besoin n'a pas seulement un coût financier ; elle peut aussi avoir un coût social. D'abord dans la main d'œuvre qu'elle requiert, qu'il faut recruter et former ; et aussi dans les dangers que celle-ci doit affronter. Quels que soient les efforts déployés pour les réduire, les accidents du travail ne pourront être éliminés. Tout le monde a entendu parler des risques de contamination radioactive encourus par le personnel des centrales nucléaires, et davantage, par celui des usines de retraitement, même si des propos très exagérés ont été tenus, on ne doit pas écarter à priori les dangers que les négligences, les erreurs ne manqueront pas de faire encourir lorsque l'énergie nucléaire sera plus répandue. Mais ils ne doivent pas faire oublier les dangers, réels et fréquents, subis dans les autres secteurs énergétiques.
- b) **Problèmes des nuisances :** Dans les pays industriels la progression géométrique de la consommation et donc des nuisances qui l'accompagnent a sensibilisé l'opinion à une pollution davantage perceptible, aliment de la contestation « écologiste ».

6. Problèmes d'adaptation géographique :

Les grandes enquêtes sur les disponibilités énergétiques futures de l'humanité examinent en général notre planète comme un tout. Cette approche globale est nécessaire, mais non suffisante. Tous les pays du monde ne sont pas également armés pour supporter le « choc du futur » : inégale dépendance énergétique vis-à-vis d'autrui, inégale aptitude à supporter le renchérissement de l'énergie, inégal intérêt des diverses sources d'énergie, aussi, selon les caractères de chaque région. Il suffit que de graves insuffisances sectorielles perturbent quelques Etats mal- chanceux pour qu'une crise générale menace. Des déséquilibres partiels peuvent suffire pour provoquer une grave crise de pénurie, qui reposerait alors en termes explosifs le problème du partage des ressources énergétiques de la planète, sans attendre l'épuisement réel des ressources.

VI. Chronologie : Histoire du pétrole :

1859

Premières découvertes de pétrole en Pennsylvanie (États-Unis) par Edwin Drake et George Bissell

1870

John D. Rockefeller fonde la Standard Oil (Cleveland, Ohio), société de raffinage de pétrole, dont l'activité principale est la production du kérosène comme source d'éclairage. Elle détient rapidement 80 % du raffinage et 90 % du transport pétrolier américain.

1873

La famille Nobel entreprend des recherches de pétrole dans la région de Bakou en Russie (aujourd'hui Azerbaïdjan).

1882

Thomas Edison invente l'ampoule électrique qui met en danger le développement du marché du pétrole.

1885

Les Rothschild développent la production de pétrole en Russie. La compagnie néerlandaise Royal Dutch développe la production de pétrole à Sumatra (Indonésie)

1892

Marcus Samuel crée la compagnie Shell dont le but est le transport du pétrole par le canal de Suez.

1896

L'invention de l'automobile (Daimler et Benz) fait renaître le marché du pétrole

1901

Première concession anglaise au Moyen-Orient ; extraction pétrolière sur le territoire perse (Iran).

1901-1905

Du pétrole est découvert et exploité dans différents États américains (Texas, Californie, Oklahoma).

1907

Fusion des compagnies pétrolières Shell et Royal Dutch.

1910

Boom de la production pétrolière au Mexique.

La Question Des Energies Renouvelables Dans la Perspective de l'Après Pétrole : Cas de l'Algérie et des Pays du Sud et Est Méditerranéens.

1911

Démantèlement de la Standard Oil et création de sept entreprises : Standard Oil of New Jersey (50 % du capital) qui deviendra Exxon ; Standard Oil of New York, plus tard Mobil ; Standard Oil of California qui deviendra Chevron ; Standard Oil of Ohio qui deviendra Sohio ; Standard Oil of Indiana qui deviendra Amoco ; Continental Oil qui deviendra Conoco, Atlantic qui deviendra Arco.

1913

Création de l'Anglo Persian Oil Company (APOC), future British Petroleum (en 1954).

1920

Accords de San Remo sur le partage de l'exploitation des ressources de l'Irak.

1922

Boom de la production pétrolière au Venezuela.

1924

Création de la Compagnie française des pétroles (CFP), future Total.

1927

Boom de la production pétrolière en Irak.

1928

Accord dit « de la ligne rouge ». Le capital de l'Iraqi Petroleum Company (IPC) se répartit dès lors entre l'APOC (23,75 %), la Shell (23,75 %), la CFP (23,75 %), la Near East Development Corporation (Exxon, Gulf, Texaco, Socal/Chevron, Socony/Mobil, 23,75 %) et le groupe de Callouste Gulbenkian (5 %). Accords d'Achnacarry ou *As-Is Agreement* entre Shell, Standard Oil of New Jersey, APOC, Gulf et Standard Oil of Indiana. Ces accords débouchent sur la création d'un *pool association*. Chaque compagnie se voit attribuer des quotas de production sur tous les marchés, basés sur les pourcentages de 1928. Une compagnie peut voir sa production croître, mais pas son pourcentage.

1933

La Standard Oil de Californie (Socal) investit fortement dans le forage de pétrole en Arabie saoudite après avoir obtenu l'accord du roi Ibn Seoud.

1937

Nationalisation de l'industrie pétrolière mexicaine.

1938

Boom de la production pétrolière au Koweït et en Arabie saoudite.

1943

Loi pétrolière de l'État vénézuélien qui récupère une partie des concessions et perçoit la moitié des recettes des sociétés. C'est le premier partage 50/50 entre un État producteur et les grandes compagnies.

La Question Des Energies Renouvelables Dans la Perspective de l'Après Pétrole : Cas de l'Algérie et des Pays du Sud et Est Méditerranéens.

1945

Rencontre entre le président américain Roosevelt et le roi d'Arabie saoudite Ibn Seoud sur le *Quincy* en Égypte : les États-Unis échangent leur soutien au régime saoudien contre l'exploitation des richesses pétrolières.

1950

Accord entre l'Arabie saoudite et la compagnie pétrolière Aramco généralisant le principe du partage des revenus pétroliers à 50/50 entre grandes compagnies et pays producteurs.

1951

En Iran, nationalisation de l'industrie pétrolière par Muhammad Mossadegh et création de la National Iran Oil Company (NIOC).

1953

Renversement du gouvernement de M. Mossadegh.

1956

Découverte du pétrole au Sahara et au Gabon.
Boom de la production pétrolière en Algérie et au Nigeria.
Nationalisation des actifs de la Compagnie du canal de Suez par Gamal Abdel Nasser.

1959

Découverte de gisements de pétrole en Libye.

1960

Création de l'Organisation des pays producteurs de pétrole (OPEP) par l'Arabie saoudite, l'Irak, l'Iran, le Koweït et le Venezuela.

1965

Création de Elf Erap en France.

1969

Début de la production de pétrole en Chine.

1971

Accords de Téhéran. Fin du principe 50/50.

1972

Nationalisation de l'Irak Petroleum Company.

1973

Guerre du Kippour. Les États arabes décident une série de hausses des prix du baril en représailles au soutien américain à Israël. Premier choc pétrolier.

1974

L'OPEP lève l'embargo pétrolier contre les États-Unis, le Danemark et les Pays-Bas.
Création de l'Agence internationale de l'énergie (AIE).

La Question Des Energies Renouvelables Dans la Perspective de l'Après Pétrole : Cas de l'Algérie et des Pays du Sud et Est Méditerranéens.

1976

Nationalisation de l'Aramco par l'Arabie saoudite.

1979

La révolution iranienne provoque une vaste perturbation des approvisionnements occidentaux de pétrole en provenance du golfe Arabo-Persique. Deuxième choc pétrolier.

1980

Début des mécontentements entre les États membres de l'OPEP. L'Irak attaque l'Iran. La guerre durera huit ans.

1982

Début de la baisse des prix du pétrole. L'OPEP établit des quotas de production (les difficultés pour les respecter s'accumulent entre les États membres).

1985

La hausse du dollar équivaut à un troisième choc pétrolier.

1986

Contre-choc pétrolier : effondrement des prix du pétrole (le baril chute à 7 dollars).

1990

L'Irak envahit le Koweït, causant ainsi de nouvelles perturbations dans les approvisionnements de pétrole en provenance du golfe Arabo-Persique.

1991

Libération du Koweït par une coalition internationale menée par les États-Unis. Dissolution de l'Union soviétique, l'un des trois plus grands producteurs mondiaux de pétrole.

1992

Baisse rapide des prix du baril. Découverte de pétrole en Amérique latine, en Syrie, en Inde et en Norvège.

1998

La région de Bakou (et la mer Caspienne en général) devient le nouveau centre d'intérêt des compagnies pétrolières mondiales. Fusion Exxon/Mobil et fusion Total/Petrofina. Nouvelle baisse des prix du pétrole.

1999-2000

Forte remontée des prix du baril à la suite d'un accord entre l'OPEP et les autres producteurs.

2001

Les attentats terroristes aux États-Unis causent une forte récession économique génératrice d'une contraction de la demande mondiale et de la baisse des prix du pétrole.

La Question Des Energies Renouvelables Dans la Perspective de l'Après Pétrole : Cas de l'Algérie et des Pays du Sud et Est Méditerranéens.

2002

Sommet des pays riverains de la mer Caspienne qui n'aboutit pas à un accord sur le partage global des ressources en pétrole et en gaz. Dans un contexte de grande incertitude concernant l'Irak et le Venezuela (et l'avenir de leur production), l'OPEP freine la surproduction de pétrole.

2003-2006

Les troupes américano-britanniques renversent le régime de Saddam Hussein et occupent l'Irak. Ces tensions au Moyen-Orient entraînent une perturbation des marchés pétroliers.

2005

L'ouragan Katrina qui dévaste la Louisiane et le Mississippi détruit une partie des installations d'extraction pétrolière off shore dans le Golfe du Mexique.

2006

Le pétrole atteint plus de 78 dollars le baril en août, soit un triplement des cours depuis 2002, avant de redescendre autour des 60 dollars à la fin de l'année.

2007

Conséquence des niveaux de stocks de brut et d'essence relativement bas aux Etats-Unis ainsi que des difficultés d'approvisionnement au Nigeria et en Irak, les cours du pétrole atteignent des records à 80 dollars (12 septembre) puis 90 dollars (19 octobre) le baril.

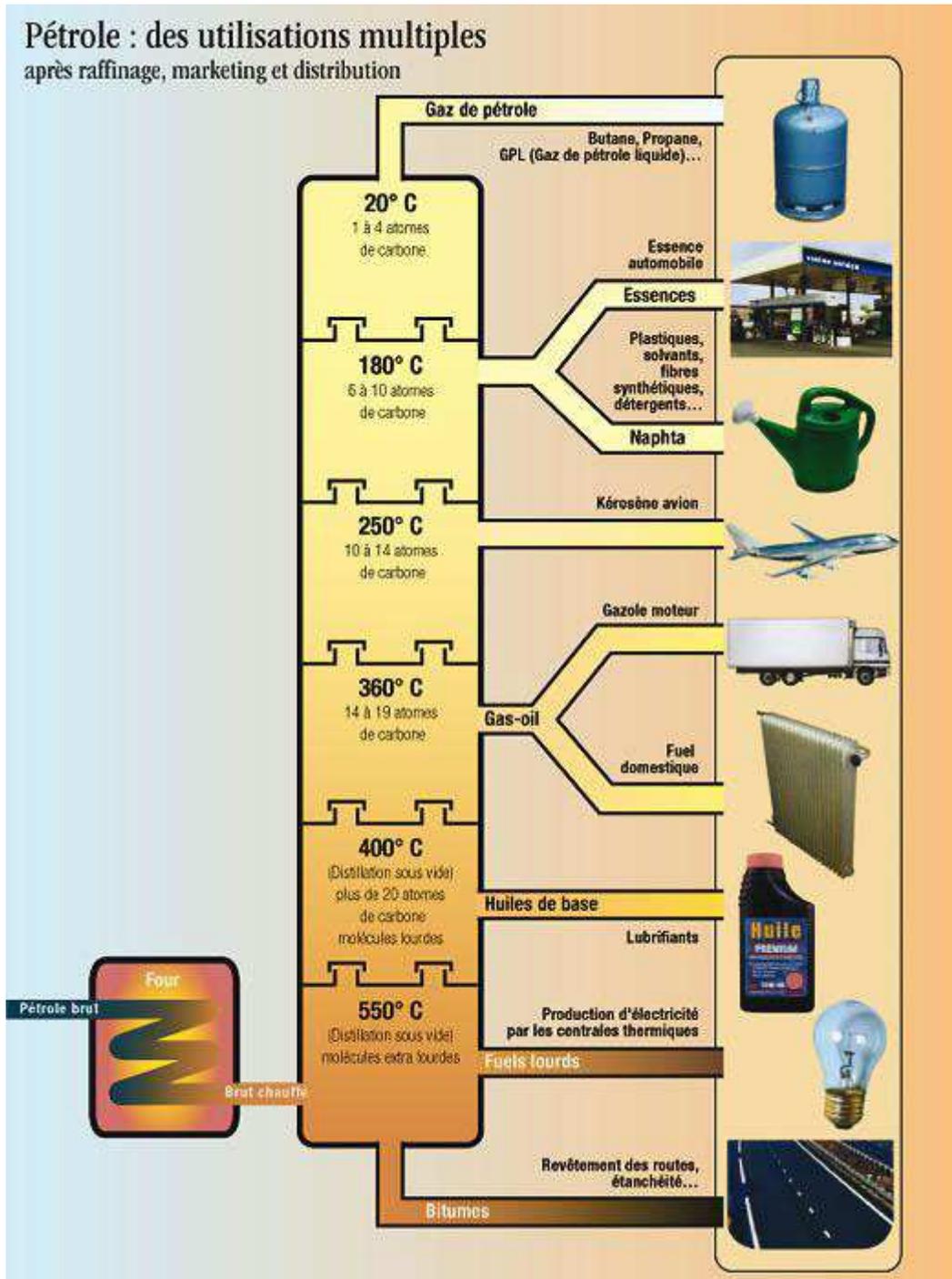
2008

Le 2 janvier, le baril atteint 100 dollars pour la première fois de son histoire à la bourse de New York, ce qui correspond à son plus haut niveau en dollars constants depuis avril 1980. Le baril franchit les 130 dollars en mai et les 140 dollars en juin.

VII. Les utilisations multiples du pétrole :

Elles sont données sous forme d'un schéma

Graphique n° 1 : Les utilisations du pétrole



Source : Questions internationales, n° 2, « Le pétrole : ordre ou désordre mondial », La Documentation française, juillet-août 2003.

La Question Des Energies Renouvelables Dans la Perspective de l'Après Pétrole : Cas de l'Algérie et des Pays du Sud et Est Méditerranéens.

Le pétrole est, à l'heure actuelle, la principale source d'énergie du monde. Dans de nombreux pays, il représente plus de la moitié des ressources énergétiques utilisées. C'est pourquoi, dans toute étude à long terme du problème de l'énergie, une analyse de l'offre future de pétrole revêt une importance critique.

Il ressort de notre analyse que les principaux facteurs qui, à l'avenir, affecteront la production pétrolière sont : l'importance des réserves connues, le rythme auquel de nouvelles découvertes ou l'amélioration des techniques de production viendront les augmenter, enfin, le niveau de la demande et le taux de production que les pays de l'OPEP pourraient permettre.

Le charbon peut fort bien contribuer d'une manière importante aux fournitures d'énergie de l'avenir. Ses réserves sont abondantes, mais il faut, pour les exploiter, que les producteurs entreprennent activement de les mettre en valeur et que les consommateurs fassent, de leur côté, un effort équivalent d'adaptation.

Les réserves de gaz naturel sont suffisantes pour faire face à la demande prévue, à condition que la mise sur pied des équipements considérables et coûteux que nécessite le transport intercontinental du gaz se trouve stimulée par des mesures d'encouragement adaptées.

Bien que d'autres combustibles fossiles tels que les sables bitumineux, les huiles lourdes et les schistes bitumineux existent en quantités très importantes, il est probable qu'ils fourniront seulement de petites quantités d'énergie.

Section 2 : Les trois périodes de l'économie des hydrocarbures.

En réalité, à travers le bitume, l'utilisation du pétrole remonte à l'antiquité, d'où son nom Petra Oleum. Même les premières civilisations de l'histoire humaine : les Sémites, les Assyriens, les Chaldéens et les phéniciens, l'on utilisé comme mortier.

Les Maghrébins, à leur tour, étaient des usagers de pétrole. Il figurait depuis longtemps dans la liste des ingrédients de leurs recettes médicamenteuses traditionnelles.

En 1829, L. Stocklin trouve du pétrole sous terrain en forant un puits de sel à Burkesville dans le Kentucky aux Etats-Unis. Cette découverte avait donné naissance à l' AMOA⁷, qui cherche depuis à commercialiser du pétrole brut. Connaissant un succès commercial, le baume de Kier, produit médicinal à base de pétrole a poussé E. L. Drake, appelé le colonel, trente ans plus tard après Stocklin, à forer dans la vallée d'Oil Creek près de Titusville en Pennsylvanie. Ses recherches ont abouti le 27 août 1859 lorsque le pétrole avait jailli « à flot ». Cette date marque, ainsi le début de l'ère de l'industrie pétrolière.

Dans cette section, nous verrons successivement :

- La constitution des Majors (sept sœurs) et l'évolution de la situation pétrolière mondiale sous le pouvoir des sept sœurs ;
- La prise du pouvoir par l'OPEP ;
- L'imposition des lois du marché.

⁷ L'AMOA : L'Américain Médical Oil Association commercialisait le pétrole pour ses vertus médicales.

I. Première période : Les sept sœurs ont le pouvoir.

I.1 La constitution des Majors :

Vu le caractère de la législation américaine qui prévoit que le propriétaire du sol est également le propriétaire du sous sol, le pétrole était exposé à une exploitation sauvage. En effet, une fois le pétrole découvert, le propriétaire du champ couvre celui-ci d'un nombre considérable de puits pour pomper, le plus vite possible, l'huile s'y trouvant avant que ses voisins ne puissent y accéder⁸.

Cette spéculation ainsi que les grands nombres de puits découverts étaient la cause de l'oscillation des prix du pétrole, le faisant tomber de 2\$/b en 1859 à 0,49\$/b en 1861. Les perspectives d'une pénurie font remonter le prix à 8,06\$/b en 1864.

Ce phénomène attire les capitaux des investisseurs aimant le risque, tels que J.D. Rockefeller, S. Andrews et M. Clark qui créent en 1867 à Cleveland dans l'Ohio, Excelsior Works, une firme spécialisée, dans le raffinage du pétrole brut. Sans la participation de M. Clark, les deux autres associés créent en 1870 la première plus grande société pétrolière. Ce fut la Standard Oil compagnie (SOC) of Ohio, la compagnie qui en quelques années, parviendra à contrôler 80% de la production aux Etats-Unis et s'étendra dans le monde entier.

En 1882, en s'associant avec un nombre de sociétés, J.D. Rockefeller crée la Standard Oil Trust (SOT). En ce lançant dans le domaine du transport par pipeline, J.D. Rockefeller est le maître incontesté de l'industrie pétrolière de son pays. Grâce à son contrôle quasi-total de l'industrie pétrolière aux Etats-Unis, il n'hésite pas à appliquer des dumpings contre ses concurrents pour récupérer la majeure partie de la rente pétrolière⁹.

Dix ans plus tard, en 1892, la cour suprême de l'Ohio avait adopté une loi antitrust. J.D. Rockefeller était obligé de dissoudre la Standard Oil trust. A cet effet, la Standard Oil compagnie a été divisée en 21 entreprises indépendantes¹⁰, dont trois grandes compagnies :

⁸ Les champs pétrolifères ayant la nature plus vase que les propriétés de terre aux Etats-Unis peuvent être atteints par plusieurs puits forés dans différentes propriétés voisines.

⁹ Durand. D : « la politique pétrolière internationale, PUF, Paris, 1970, p.6.

¹⁰ La SOT fut divisée en plusieurs entités indépendantes dont la principale est la standard Oil of New Jersey (qui détient 50% du patrimoine net et qui devient plus tard Exxon). Les autres compagnies sont les suivantes : la Standard de New York (connue aujourd'hui sous le nom de Mobil), Indiana, l'AMOCO, la CONOCO, l'ARCO, la SUN, etc.

La Question Des Energies Renouvelables Dans la Perspective de l'Après Pétrole : Cas de l'Algérie et des Pays du Sud et Est Méditerranéens.

- a) **La standard Oil of New Jersey**, la doyenne de toutes les sept sœurs. Elle est appelée couramment Exxon¹¹ ou Esso. J.D. Rockefeller la garde pour lui tout seul. Cette société a le monopole de l'activité pétrolière aux Etats-Unis ;
- b) **La Standard Oil of California (SOCAL)**, créée pour exploiter un énorme gisement de pétrole se trouvant sous la ville de Los Angeles, assure en 1919, 21% e la production totale des Etats-Unis. Les grandes quantités produites de pétrole ne trouvent pas de marchés pour les absorber. Cette situation est opposée à celle de Mobil qui a des difficultés à subvenir sa clientèle. Socal devient Chevron¹² ;
- c) La dernière des sociétés créées par J.D. Rockefeller est la **Standard Oil of New York**. Tout comme Exxon connue sous le nom de son adresse télégraphique, la Standard Oil of New York est connue sous le nom de Socony. La Socony s'associe avec Vacuum. Leur nom devient Socony- Mobil Oil et plus tard Mobil¹³ tout court. Elle est la plus petite des sept sœurs.

En 1886, le groupe Rothschild (famille française juive) exploita le pétrole russe en créant la compagnie pétrolière russe de la mer Caspienne et de la mer Noir. Cette dernière et les frères Nobel devinrent rapidement les principaux concurrents du groupe Rockefeller¹⁴.

En 1890, aux pays bas, H. Deterding et à l'aide du roi néerlandais fondent la Royal Dutch qui exploitait le pétrole de l'Indonésie à travers les concessions obtenues à l'Ile de Sumatra. En 1892, la société Britannique de transport maritime et de négoce (Shell lancée en 1830 par Marcus Samuel) s'associe avec la Royal Dutch pour former en 1901 la Royal Dutch/ Shell. En 1902, cette dernière s'intègre verticalement avec le groupe Russe Rothschild pour affronter le groupe Rockefeller et mettre fin à l'invasion américaine¹⁵. La même année, la découverte du plus riche gisement pétrolier américain à Spindletop au Texas donna lieu à la naissance de la Texas Oil compagnie (Texaco) et la Gulf Oil compagnie. Plus tard, ces deux

¹¹ Voir le site : www.exxon.com.

¹² Voir le site : www.chevron.com.

¹³ Voir le site : www.Mobil.com

¹⁴ Petroleo in <http://www.oilwatch.org.ec.p2>

¹⁵ Giraud P.N : Economie industrielle des commodites. Centre de géopolitique de l'énergie et des matières premières, Mars 2003, p.123.

La Question Des Energies Renouvelables Dans la Perspective de l'Après Pétrole : Cas de l'Algérie et des Pays du Sud et Est Méditerranéens.

compagnies se sont alliées pour échapper au monopole d'Exxon, en orientant leurs activités à l'étranger¹⁶.

En 1909, le président américain T. Roosevelt porte plainte contre le groupe Rockefeller devant le tribunal de Saint Louis en l'accusant d'avoir fait collusion avec les transporteurs par chemin de fer et d'avoir commis des infractions à la loi. Cependant, le tribunal a fait objection en 1911. La même année, une compagnie pétrolière, à Londres fut créée sous le nom de l'Anglo Persian Oil company (APOC) qui ambitionnait d'atteindre les champs pétroliers de la région Persienne. Plus tard, en 1914, l'APOC devint la fameuse British Petroleum (BP)¹⁷.

Ainsi, les sept sœurs sont créées :

- Les cinq américaines ; Exxon, Socal, Mobil, Texaco et Gulf ;
- L'anglo- hollandaise ; Royal Dutch/ Shell ;
- L'anglaise ; British Petroleum (BP).

Ces sept compagnies auront le monopole du monde pétrolier jusqu'à la fin du troisième quart du XX^{ème} siècle. Elles conduiront le monde « à leur guise », fixant les prix comme elles le souhaitent, prenant des concessions où elles le souhaitent et payant l'impôt qu'elles souhaitent¹⁸.

I.2. La conquête des sept sœurs de l'activité pétrolière mondiale :

Originellement, le prix du pétrole brut, avant la première guerre mondiale, est fixé arbitrairement par le groupe Rockefeller. Par peur de perdre le monopole du marché, l'apparition de nouveaux producteurs indépendants aux Etats-Unis conduits le groupe Rockefeller à proposer des prix intéressants, à ces particuliers, pour acheter leur brut. Ces prix sont affichés périodiquement par les compagnies du groupe.

¹⁶ Benissad M.E, op, cit, p8

¹⁷ Idem, p.9

¹⁸ A consulter pour ce point Sampson A, op.cit

La Question Des Energies Renouvelables Dans la Perspective de l'Après Pétrole : Cas de l'Algérie et des Pays du Sud et Est Méditerranéens.

Le prix affiché ou « posted price¹⁹ » est né alors, avec la naissance des majors. Ces dernières se réunissent dans l'enceinte d'American Petroleum Institute (API) où elles déterminent le niveau de la production et échangent des renseignements sur le marché pétrolier mondial.

L'instabilité des prix a commencé dès l'aube du XX^{ème} siècle et s'est accentuée à la veille de la crise économique de surproduction de 1929. Ce flottement des prix est dû à la bataille déclenchée entre les compagnies américaines et leurs concurrentes Européennes à cause des concessions des Antilles Néerlandaises de l'Indonésie, des Indes et celles de Birmanie.

En Août 1928, H. Deterding, président de Shell, invite Sir J. Cadman et son ultime rival américain W. C. Teagle, président de BP et d'Exxon respectivement, à une partie de chasse mystérieuse au coq de Bruyère dans son château à Achnacarry au milieu des Highlands d'Ecosse. Cette rencontre est considérée comme une clôture pour l'épisode des conférences secrètes des trois géants de l'industrie pétrolière initié par Teagle au début de la même année. Le point d'accord des trois barrons est que la surproduction d'alors est causée par la concurrence exagérée des compagnies.

L'accord d'Achnacarry, ou simplement le As Is²⁰, prévoit la répartition des marchés sur la base des situations acquises au moment de l'accord.

La règle appelée Gulf plus stipule que le prix de tout pétrole, quelle que soit sa provenance, sera fixé au départ du Golfe de Mexique (P_g) auquel s'ajoute les frais du transport depuis le Golfe du Mexique jusqu'au port du débarquement (F_t). Ainsi, le prix du pétrole au Moyen Orient (P_m) fourni par une compagnie à la Grande Bretagne sera le suivant :

$$\mathbf{P_m = P_g + F_t (GB)}$$

Le système Gulf plus arrange les compagnies car la différence de fret (le fret fantôme) leur laisse une grande marge bénéficiaire.

¹⁹ Prix affiché.

²⁰ As is traduit en français donne : tel que.

La Question Des Energies Renouvelables Dans la Perspective de l'Après Pétrole : Cas de l'Algérie et des Pays du Sud et Est Méditerranéens.

Donc, on remarque que ce système de prix obéit à la stratégie de la politique pétrolière des Etats-Unis²¹ et qu'il correspond aux intérêts des Majors. En parallèle, les prix n'étaient pas des prix de marché.

Jusqu'en 1944, le système Gulf plus reste la base de détermination des prix des bruts du monde entier. A ce moment là, la seconde guerre mondiale était chaude. Le gouvernement britannique, ayant besoin d'approvisionnement en énergie pour sa flotte aérienne et maritime et ses engins terrestres, décide de mettre fin au fret fantôme car l'énergie lui revient chère. De ce fait, on a introduit un système de prix affiché au Moyen Orient.

L'apparition, dans les années 1950, d'une nouvelle vague de producteurs indépendants et l'émergence du pétrole russe, qui cherche une place sur le marché pétrolier, ont causé une augmentation des prix affichés. Cela, malgré les pressions pratiquées par les gouvernements Européens pour baisser les prix. Cette situation qui ne peut, quand même, promettre sa pérennité avait obligé les Etats-Unis à promulguer une loi limitant les importations pétrolières du Moyens Orient. Prévenant ainsi, une baisse des prix et protégeant l'industrie pétrolière nationale. Effectivement, dès le deuxième trimestre de 1960, deux baisse du prix affiché de l'Arabian Light sont enregistrées, établissant celui-ci à 1,59\$/b.

A travers ce bref exposé, il est clair que la détermination des prix du pétrole brut n'obéit pas à la loi de l'offre et de la demande, mais résulte de la stratégie pétrolière américaine. C'est-à-dire, mettre des bâtons dans les roues des nouveaux acteurs et même des anciens.

II. Deuxième période : La prise du pouvoir par l'OPEP :

A la suite de la chute drastique des prix affichés de l'Arabian Light, une vive prise de conscience des pays producteurs s'est manifestée.

En Septembre 1960, à l'initiative du Venezuela se sont réunis à Bagdad, l'Irak, l'Iran, l'Arabie Saoudite et le Koweït pour créer l'organisation des pays exportateurs du pétrole (OPEP) qui a pour objectif essentiel la coordination des politiques pétrolières de ses membres

²¹ Les Etats-Unis veillent à garder la compétitivité des prix du pétrole américain qui est cher à cause du coût de sa production par rapport au pétrole du Moyen Orient.

La Question Des Energies Renouvelables Dans la Perspective de l'Après Pétrole : Cas de l'Algérie et des Pays du Sud et Est Méditerranéens.

afin de sauvegarder leurs intérêts tout en maintenant le niveau des prix affichés et d'améliorer la rente tirée de l'exploitation de leur pétrole. Le premier acquit de l'OPEP porte sur la comptabilisation des redevances en tant que dépenses²² et non pas en tant qu'avances sur l'impôt sur le revenu.

Un accord entre les gouvernements des pays de l'OPEP et les compagnies en 1964, ayant pour but principal la suppression des rabais en faveur des compagnies, a changé l'état des choses régnant à l'époque. Quatre décisions ont été retenues :

- a) Maintien de la règle de partage des bénéfices par moitié. Mais la redevance ne sera plus considérée comme avance sur l'impôt sur le revenu. Elle est désormais considérée comme un coût de production ;
- b) Limitation à 0,5% par baril des dépenses de commercialisation déductibles pour le calcul des bénéfices ;
- c) Déduction, pour le bénéfice des compagnies, de 8,5% des montants des prix affichés en 1964 dans le calcul des bénéfices brut. Ce taux sera de 7,5% en 1965 et enfin de 6,6% en 1966²³ ;
- d) Application de rabais supplémentaires au prix des bruts à gravité supérieur à 27° API.

La création de l'OPEP correspond au commencement d'une guerre des prix entre Etats Hôtes et compagnies pétrolières. De ce fait, après vérification, au commencement de la fin de la suprématie des compagnies. La guerre des prix prend de l'ampleur vers le milieu des années soixante. Les pays producteurs comprirent vite qu'afin d'éviter les baisses séquentielles ou continues des prix de leur pétrole, l'adoption d'une politique de programmation de la production, fondée sur une estimation précise de la demande résiduelle de leur produit, est inéluctable. Comme variables de pondération d'une telle politique, son pris en compte : le niveau des réserves, la taille de la population et la capacité de production. En 1969, de son côté, le gouvernement des Etats-Unis baisse ses prix pour protéger son marché domestique. Les compagnies ont combattu cette politique américaine quand elle était déjà au stade de projet en expliquant au gouvernement américain ses dangers potentiels :

²² Le caractère épuisable de l'énergie pétrolière rend la caractéristique de la rente pétrolière différente de celle e celle de la rente foncière qui ne s'épuise pas. Cette décision correspond à la théorie de A. Marshall qui stipule que la royalty ou la redevance est considérée comme coût de reproduction du minerai.

²³ En 1968, il a été décidé que le rabais de 6,6% devait être progressivement éliminé.

La Question Des Energies Renouvelables Dans la Perspective de l'Après Pétrole : Cas de l'Algérie et des Pays du Sud et Est Méditerranéens.

- ✓ Dépendance des Etats-Unis de l'extérieur ;
- ✓ Risque d'une pénurie énergétique.

Autre problème qui menace la suprématie des sept sœurs, ne l'oublions pas, l'apparition, depuis la fin de la seconde guerre mondiale, de nouvelles compagnies nationales européennes à capitaux publics. ELF, compagnie française, explore le pétrole et le gaz dans les anciennes colonies Françaises, en l'occurrence au Sahara algérien. Pour sa part, ENI, la compagnie Italienne sans colonies nationales prêtes à l'accueillir, reconnaît à son précurseur E. Mattei son dynamisme et son savoir faire. En fait, il a réussi à obtenir des concessions au Moyen Orient en profitant du nationalisme des pays producteurs en leur proposant des clauses fiscales intéressantes (75% des bénéfices reviendront aux Etats hôtes et seulement 25% reviendra à ENI) au lieu du fifty fifty habituel. La disparition soudaine de E. Mattei fit couler beaucoup d'encre à cette époque. Son avion qui le transporte explose un jour en plein vol ! Pour sa mémoire, l'Italie a construit un gazoduc reliant l'Algérie et l'Italie.

En fin, nous retenons que :

- Depuis la première découverte du pétrole jusqu'à 1960 les sept sœurs ont dirigé le marché mondial de pétrole (100 ans de prise de décision unilatérale). Pendant toute cette période ces compagnies se sont accaparées sur la quasi majorité de la rente pétrolière ;
- Les Etats-Unis, en s'unissant avec les compagnies, ont su profiter de la faiblesse des autres pays producteurs de pétrole pour sur valoriser le leur.

Pendant dix ans après sa création, l'OPEP tente, d'obtenir par la négociation un relèvement de la part des rentes revenant aux Etats et des prix pétroliers. D'un autre côté, avec l'abolition du système de Breton Woods²⁴, la mauvaise conjoncture que traverse l'économie américaine et l'inflation mondiale qui promet qu'elle serait galopante, les Etats-Unis, en concurrence avec l'Europe et le Japon, ont un intérêt à provoquer une hausse brusque des prix pétroliers dans le but d'affaiblir la compétitivité de ces concurrents et renforcer celle de leur pétrole.

²⁴ Le dollar ne sera plus une monnaie fixe par rapport à l'or.

La Question Des Energies Renouvelables Dans la Perspective de l'Après Pétrole : Cas de l'Algérie et des Pays du Sud et Est Méditerranéens.

Dans ce climat, la tension montait entre pays producteurs et compagnies. Afin d'atténuer cette tension, une série d'accords bilatéraux sont signés par les deux côtés. L'étincelle de cette série d'accords fut provoquée par la Libye et l'Algérie après l'échec des négociations Franco-algérienne. Le colonel Kadhafi qui s'est installé au pouvoir en 1960 accélère le processus. Il change la formulation des conditions des partenariats avec les compagnies présentes sur le sol Libyen (Exxon, Shell et Occidental). Ces dernières résistent à l'exception d'Occidental qui était présidée par un ami des pays du tiers monde, Armand Hamer. Après ces accords, la majeure partie des pays méditerranéens producteurs de pétrole ont élevé leur prix affiché de 0,2\$/b.

Dans cette partie, nous présenterons la série des réunions organisées par l'OPEP tout au long de sa phase de suprématie :

- ✓ Les réunions de l'OPEP aboutissant au réajustement des prix d 1973 ;
- ✓ Ensuite, les réunions avant le réajustement des prix de 1979.

II.1 Avant le réajustement des prix de 1973 :

Pour poursuivre le processus d'amélioration des prix, une série d'accords a été conclu entre les pays de l'OPEP, dont on compte :

II.1.1 Réunion de Caracas :

Le relèvement des prix par les pays méditerranéens, suite aux avantages dont jouissent leurs pétroles, conduit à la naissance d'un esprit de concurrence entre les pays producteurs. Ainsi, c'est au tour du Nigeria, du Koweït et de l'Iran d'élever leurs prix affichés. Les compagnies, ne restant pas indifférentes, alors proposaient aux pays de l'OPEP de se réunir afin de mettre un terme aux décisions qu'elles considèrent d'arbitraires²⁵. En décembre 1970, l'OPEP s'est réunie à Caracas. Après concertation entre les membres, pour valoriser leur pétrole.

²⁵ Il ne faut pas oublier qu'aux années soixante dix, les sept sœurs détenaient environ les deux tiers de la production total mondiale. Sid Ahmed. A : l'OPEP : « Passé, Présent et Perspectives, OPU, Alger et Economica, Paris,1980, P.16.

II.1.2. Accord de Téhéran I :

Les pays de l'OPEP, pour atteindre leur objectif et obliger les compagnies à accepter leur proposition, se sont mis d'accord à engager un embargo, comme ils l'avaient déjà prémédité lors de la guerre de six jours en 1967, si les prochaines négociations n'aboutiraient pas aux résultats espérés. L'OPEP et les compagnies, soutenues par les Etats-Unis, se sont réunies à Téhéran le 15 février 1971.

II.1.3 Accord de Tripoli :

Insatisfaits des modalités de l'accord de Téhéran, les libyens considèrent ce dernier comme étant une faveur offerte de l'OPEP aux compagnies. La Libye convoque alors les compagnies pour conclure un autre accord abrogeant l'accord de Téhéran.

L'accord de Tripoli conclu le 20 Mars ratifié le 2 avril 1971 et l'accord de Téhéran n'ont pas mis fin à l'augmentation des prix du pétrole.

II.1.4. Accord de Koweït :

La rencontre des pays de l'OPEP au Koweït le 16 octobre 1973, en est la preuve que le rapport de force est bien renversé, se manifeste dans une série de décisions.

- ✓ **La première décision** prise est celle qui abolit les accords de Téhéran et de Tripoli ;
- ✓ **La deuxième décision** stipule que les prix seront fixés, désormais, unilatéralement et souverainement par les pays producteurs sans aucun avis des compagnies ;
- ✓ **La dernière décision** recommande la fixation du prix affiché en fonction du prix de marché, c'est-à-dire, un écart constant de 40% sera maintenu entre les deux prix. Ainsi les revenus des pays producteurs, quant à eux, ont augmenté de 70%.

II.1.5. Accord de Téhéran II :

Les pays de l'OPEP se sont réunis à Téhéran le 23 décembre 1973, après neuf semaines depuis l'accord de Koweït, pour résoudre le problème de la fiscalité à collecter. La fixation a priori du revenu de l'Etat à 7% /b éliminera de la formule sus-citée la seule et unique variable

La Question Des Energies Renouvelables Dans la Perspective de l'Après Pétrole : Cas de l'Algérie et des Pays du Sud et Est Méditerranéens.

(prix du marché) qui est déterminé par les compagnies. De ce fait, les revenus des Etats dépendent toujours de la bonne volonté des compagnies. Cette nouvelle décision porta le prix affiché à 11,5\$/b dès janvier 1974. L'Europe et le Japon étaient vulnérables à ce genre de décisions.

II.2. Entre les deux réajustements des prix 1973-1979 :

Jusqu'à la fin 1973, la prise de conscience s'accélère au sein des pays de l'OPEP. La hausse brusque des prix pétroliers à la fin de 1973 est expliquée par trois causes directes :

- L'aggravation de l'inflation aux pays occidentaux depuis 1968 ;
- Le bradage de la vente du pétrole d'où le prix en 1962 est supérieur à celui de 1973 n monnaie constante ;
- Le fort besoin de développement des pays de l'OPEP, en particulier l'Iran et l'Algérie, pays à démographies importantes ;
- La solidarité des pays musulmans les a poussés à utiliser l'arme du pétrole contre les Etats-Unis afin qu'ils cessent leurs soutiens à Israël pendant la guerre du Kippour en octobre 1973.

II.2.1 Accord de Qatar :

Du moment que le problème de la fixation des prix est résolu, il reste à régler celui du partage de la production entre les compagnies et les Etats hôtes.

Il faut savoir à priori, que le brut extrait par les compagnies est divisé en deux catégories :

- ✓ Le brut concession constitué de 75% de la production totale revient à la compagnie productrice contre le paiement d'un prix constitué du coût de production amélioré de la fiscalité revenant à l'Etat hôte ;
- ✓ L'accord du 20 février 1974, conclu entre le gouvernement Qatari et les compagnies concessionnaires pour deux ans, stipule que la part de l'Etat (brut participation) passera, à partir du 1^{er} janvier 1974, de 25% à 60 % et que les compagnies

La Question Des Energies Renouvelables Dans la Perspective de l'Après Pétrole : Cas de l'Algérie et des Pays du Sud et Est Méditerranéens.

s'engagerons à racheter 60% de cette part, c'est-à-dire, 36% de la production totale. Il faut ²⁶s'avoir que cet accord ne concerne que le pétrole Qatari.

II.2.2. Accord de Vienne I :

Les pays producteurs se sont réunis à Vienne le 17 Septembre 1974, pour augmenter le pris de vente du baril de 9,41\$ à 9,74\$.

Comme conclusion, on peut déduire que les ajustements de l'OPEP visent à pénaliser les compagnies productrices puisque c'est la redevance et l'impôt direct.

II.2.3. Accord d'Abu- Dhabi :

Pour mieux pénaliser les compagnies et remplir les caisses des gouvernements, les pays du Golf se sont réunis à Abu Dhabi le 10 novembre 1974. Après concertation, la rencontre a abouti à l'amélioration des taux de la redevance et de l'impôt direct respectivement à 20% et 85%.

II.2.4. Accord de Vienne II :

Après un mois du déroulement de l'accord d'Abu Dhabi, l'ensemble des pays de l'OPEP se sont réunis à Vienne le 12 décembre 1974 pour généraliser les décisions prises lors de la dernière rencontre des pays du Golf. La fixation du taux de la redevance à 20% et celui de l'impôt direct à 85 % était à son plus haut niveau depuis la genèse de l'histoire de l'économie des hydrocarbures.

Comme conclusion, tous les accords conclus et les décisions prises par les pays de l'OPEP, après 1974, concernent plus la fiscalité pétrolière. La redevance fixée à 20% du prix affiché et l'impôt direct fixé à 85% des bénéfices récoltés assurent pour les Etats pétroliers des revenus colossaux pour lancer des processus de développement économique.

²⁶ Benissad.M.E, op. cit. p. 33.

III. Troisième période : L'imposition des lois du marché :

Depuis le début des années soixante dix le prix du pétrole a connu d'importantes appréciations. En espace de dix ans, c'est-à-dire, de 1970 à 1980, le prix du pétrole atteignant son plus haut niveau depuis l'histoire de l'économie pétrolière.

Dans cette période, nous verrons successivement :

- Le second réajustement des prix à la crise de 1986 ;
- De la crise de 1986 à 1990 ;
- De 1990 à nos jours.

III.1. Du second réajustement des prix à la crise de 1986 :

Les prix pétroliers sont sensibles à tout phénomène lié à l'activité économique. La fin de la décennie 1970 est riche en perturbations au sein même des membres des pays de l'OPEP.

III.1.1 Les pertes de marché par l'OPEP :

L'année 1979, est marquée par deux évènements majeurs au moyen orient. En effet, la révolution Iranienne et la guerre entre l'Irak et l'Iran furent des tournants aggravant l'évolution des prix du pétrole.

Etant de gros producteurs, les pays de l'OPEP produisaient, en 1973, 55% de la production mondiale de pétrole. Néanmoins, à partir de 1979, la production de l'OPEP commençait à chuter à cause de la réduction des parts de l'Irak et de l'Iran, en conflit. En 1985, la production de l'OPEP ne représente plus que 30% de la production mondiale²⁷.

La réduction de la production de l'OPEP, et bien sûr du monde en entier, a causé une hausse vertigineuse des prix du brut. En 1980, le prix du brut a augmenté de près de 180% pour s'installer à 36\$/b.

²⁷ Baddour. J : « l'industrie pétrolière mondiale : raréfaction, coûts de production, et sur plus pétrolier », revue d'économie industrielle, n° 86, 4^{ème} semestre 1998, p.15.

La Question Des Energies Renouvelables Dans la Perspective de l'Après Pétrole : Cas de l'Algérie et des Pays du Sud et Est Méditerranéens.

La baisse tendancielle du prix du pétrole après 1981 causée par une offre mondiale excédentaire, a conduit l'OPEP à réduire sa production afin de garder les prix élevés. Cette politique, a évincé, du marché, les plus grands producteurs aux coûts de production les plus bas et aux réserves les plus importantes (membres de l'OPEP), et a gardé les petits producteurs aux coûts de production les plus élevés et aux réserves limités (les pays NOPEP)²⁸.

Par récurrence, la seconde cause de la chute des prix, qu'est la faible demande des pays consommateurs, est causée par les stocks pleins de ceux-ci (crainte d'une pénurie qui va prendre longtemps à disparaître après 1981), ainsi que par les politiques d'austérité de consommation et d'économie d'énergie. Ces faits justifient la part de production de l'OPEP de 30% dans la production mondiale.

Soucieuse de garder sa place de production sur le marché mondial, l'OPEP, à l'initiative de l'Arabie Saoudite²⁹, décide de récupérer ses parts de marché perdues entre 1982 et 1985. Cette dernière a doublé sa production. Alors les prix s'effondrèrent de 27,5\$/b en 1985 à moins de 10\$/b en été 1986, et à une moyenne annuelle de 13/b.

La crise de l'énergie prévue par Benissad³⁰ vers 1985 à cause de la part décroissante de l'OPEP sur le marché pétrolier s'est produite. Mais ses prévisions se portaient sur une troisième augmentation des prix pétroliers. Ce pendant, pour remédier à cette situation, l'AIE a recommandé des politiques draconiennes de réduction de la consommation et d'économie de l'énergie.

La décision prise par l'OPEP d'augmenter sa production n'a pas eu l'écho attendu dans l'immédiat. L'organisation a veillé à garder un niveau des prix suffisamment modeste pour évincer les producteurs aux coûts de production qui sont supérieurs aux cours du pétrole³¹.

²⁸ La production Saoudienne à chuter de 10mbj en 1980 à 3,3 mbj en 1995.

²⁹ Entre 1981 et 1985, l'Arabie Saoudite a vu ses revenus chuter de 80%.

³⁰ Benissad M. E, op. cit, p.63.

³¹ El Alaoui. A. op. .cit.

III.2. De la crise de 1986 à 1990 :

La crise des prix de 1986 débouchera sur une nouvelle ère pétrolière et un nouveau régime de transactions pétrolières.

III.2.1 Le système de quotas de l'OPEP :

La guerre des prix, déclenchée par l'OPEP en 1985, a abouti à une crise économique, touchant à la fois les pays producteurs membres de l'OPEP et les pays consommateurs, car pour ces derniers, la chute des prix de 65% par rapport au début de l'année 1985 n'a engendré qu'une croissance de consommation aux pays de l'OCDE, estimée à 2,5%.

Ceci dit, l'OPEP, n'étant pas indifférente à la situation, avait engagé une série de réunions dans le courant de l'année 1986, dans le but de fixer les plafonds de production à l'effet de maîtriser les fluctuations des prix causées involontairement par la guerre des prix.

Il est à noter que la réunion de Genève, du 11 au 20 décembre 1986 était une réunion historique, du fait que les prix des bruts- OPEP reposent sur les stipulations de cette dernière jusqu'à nos jours.

Le retour à un prix fixe du baril de 18\$/b était la volonté finale des pays membres. Le nouveau prix de référence sera calculé à partir de la confusion des prix de sept variétés de qualité de bruts :

- | | |
|--------------------------|--------------------------|
| -L'Arabian Light 34°API | de l'Arabie Saoudite ; |
| -Le Bonny Light 37° API | de Nigeria ; |
| -Le Fateh Dubaï 32°API | d'Emirats Arabes Unies ; |
| -L'Isthmus 34° API | du Mexique ; |
| -Le minas 34°API | de l'Indonésie ; |
| -Le Saharan Blend 44°API | de l'Algérie ; |
| -Le Tia Juana 31° API | du Venezuela. |

D'ores et déjà, l'OPEP, en publiant les fourchettes à atteindre en terme de prix, elle fera référence à ce panier.

La Question Des Energies Renouvelables Dans la Perspective de l'Après Pétrole : Cas de l'Algérie et des Pays du Sud et Est Méditerranéens.

III.2.2. Les prix de références :

Les prix de références sont affichés quotidiennement aux marchés physiques. Avant de connaître ses marchés physiques³², nous devons énumérer les principaux bruts qui s'y affichent³³ :

1. **Le Brent** : originaire de la Mer du Nord, est généralement considéré comme la référence mondiale. Mais, en réalité, il est utilisé pour fixer les prix de deux tiers des pétroles vendus mondialement. Avec des réserves en phase de tarissement, le Brent sera remplacé par le Brent Forties Oserberg ; composé de trois bruts qui fourniront 2mbj ;
2. **Le Dubaï** : Originaire du Golf arabo-persique, est la référence des bruts pompés de la région suscitée à destination de l'Asie ;
3. **Le West Texas Intermediate** : Originaire des Etats-Unis, est le brut servant de référence pour les transactions aux Etats-Unis.

Tableau n°3 : Caractéristiques des principaux bruts :

Nom du pétrole	Gravité API	Teneur en soufre (%poids total)	Appellation
Brent	38,0	0,40	Léger doux
West Texas Intermediate (WTI)	36,4	0,48	Léger doux
Dubaï	31,0	2,00	Moyen sulfuré ³⁴

Source : *www. Unctad.org.*

La complexité de la fixation des prix n'est pas seulement due aux qualités des bruts, mais à la diversité des marchés physiques. Chaque marché affiche les prix des bruts qui y sont côtés. On en compte sept marchés :

³² Appelé également marché au comptant.

³³ Voir : information de marché dans le secteur des produits de base sur www.unctad.org.

³⁴ Les bruts avec une faible teneur en soufre (<0,5% du poids total) sont qualifiés de doux (Sweet). Ceux qui contiennent une forte teneur (>= 0,5 du poids total) sont qualifiés de sulfurés (Sour).

La Question Des Energies Renouvelables Dans la Perspective de l'Après Pétrole : Cas de l'Algérie et des Pays du Sud et Est Méditerranéens.

1. **Le marché de Rotterdam** : Considéré comme le marché physique le plus important du fait qu'il traite plusieurs pétroles bruts et produits raffinés ;
2. **Le marché Méditerranéen** : Traite des bruts de différentes qualités, des légers ou des lourds ou encore des doux ou des sulfurés. Leurs origines sont russes, Libyenne et Iranienne ;
3. **Le marché du Golfe du Moyen Orient** : Ne traite que des bruts d'origine Omanienne et émiratie. Seulement de petites quantités de bruts Saoudiens s'y vendent ;
4. **Le marché d l'extrême Orient** : Traite le gros des bruts venant du Moyen Orient. Des bruts Malaisiens ou Indiens ne s'y traitent que de manière limitée ;
5. **Le marché des Etats Unies** : traite les bruts américains et quelques bruts Latino-américains ;
6. **Le marché de la Mer du Nord** : En l'occurrence, le Brent Norvégien et Anglais ;
7. **Le marché de l'Afrique de l'Ouest** : traite la majeure partie des bruts Nigériens et Angolais. A contrat à terme ; la majorité des bruts Africains.

De façon générale, la formule utilisée pour calculer le prix de tous les bruts à l'échelle mondiale dépend de quatre facteurs :

1. Le point de vente ;
2. Le choix du prix de référence dicté par la qualité et la destination du brut vendu ;
3. L'intervalle de temps entre la date de chargement et la date de fixation du prix ;
4. Le différentiel de qualité, coût de transport et de possibilité de raffinage par rapport au brut de référence.

Ainsi, le prix spécifique du brut **X** est obtenu par la formule suivante :

$$P_x = P_r + d$$

Avec :

P_x : Prix du brut X ;

P_r : Prix de référence ;

d : Différentiel.

La Question Des Energies Renouvelables Dans la Perspective de l'Après Pétrole : Cas de l'Algérie et des Pays du Sud et Est Méditerranéens.

D'autres systèmes de prix furent créés, tels que le contrat à la formule, introduit par l'Arabie Saoudite en 1987, qui consiste à vendre son brut à un prix fixé par référence au prix spot d'un brut déterminant pour le marché de destination³⁵. Le contrat IPE Brent pour sa part, est créé en 1988. Il a pu gérer 20 000 contrats par jour durant la première guerre du Golfe³⁶.

La crise de 1986 a fini par instaurer un nouveau régime des prix obéissant à la loi du marché (loi de l'offre et de la demande). Mais, la nature du pétrole, faisant de lui un produit directeur de l'économie mondiale par excellence, a rendu l'évolution de ses prix sensible à tout revirement à l'échelle mondiale. Dans ce qui suit nous verrons comment une guerre intégrant un pays producteur ou consommateur peut changer la maquette de l'économie.

III.3. De 1990 à nos jours :

La politique des quotas adoptée par l'OPEP semble fructueuse, le cartel a reconquis 10% supplémentaires du marché mondial, passant de 27,5% en 1985 à 37,5% en 1992.

III.3.1. La décennie 1990 :

L'exploit réalisé par l'OPEP en colonisant de nouvelles surfaces du marché ne revient pas à la question des prix. Le cessez le feu, entre l'Irak et l'Iran à la fin de 1989, a abouti à une amélioration des prix du baril, mais l'invasion des troupes Irakiennes du territoire Koweïtien le 2 Août 1990 et l'intervention d'une coalition internationale, composée de 26 nations avec protagoniste les Etats-Unis. Le 17 Janvier 1991, pour libérer le Koweït, a été la cause de la destruction de centaines de puits de pétrole, et de ce fait, la diminution de la production de l'OPEP, les prix chutèrent alors en 1991.

La théorie économique pétrolière stipule qu'un tel conflit causera une augmentation spectaculaire des prix. Cette fois, on a assisté à la scène contraire. En fait, c'est l'AIE et l'OPEP qui ont eu un rôle actif sur les régulations des prix. L'AIE³⁷ a déstocké les réserves

³⁵ Bensalem. O : « Le brut : un prixdes prix », revue de Sonatrach, n°5, 1995, pp. 32-35.

³⁶ Ibid.

³⁷ L'agence internationale de l'énergie (AIE) : a été créée par les pays industrialisés gros consommateurs de pétrole pour faire face à l'OPEP. Des réserves stratégiques qu'elle emmagasinées auront le rôle de réguler les prix du brut en cas d'une grande montée des prix.

La Question Des Energies Renouvelables Dans la Perspective de l'Après Pétrole : Cas de l'Algérie et des Pays du Sud et Est Méditerranéens.

stratégiques de ses pays membres et l'OPEP a intensifié la production intérieure. De telles actions ont inondé le marché pétrolier, et au lieu d'une augmentation des prix, on a assisté au fait inverse.

La chute des prix a persisté jusqu'en 1994 pour se stabiliser à 15,5\$/b. Face à ce phénomène, l'OPEP a réduit sa production pour que les prix atteignent les 20,3\$/b en 1996.

Les prix ont alors commencé leur chute « libre » pour arriver à 12,3\$/b en 1998 et 10\$/b en 1999.

A la suite de l'accord conclu entre l'OPEP, Oman, la fédération de Russie, le Mexique et la Norvège dans le but de réduire communément leur production. Les prix ont augmenté pour atteindre 27,6\$/b en 2000.

III.3.2 Une nouvelle ère économique :

Les attentats du 11 septembre 2001 aux Etats-Unis ont causé une légère hausse des prix, mais la faible demande en kérosène et les perspectives d'une stagnation économique, qui s'est réellement produite, ont mis fin à cette hausse pour qu'ils s'installent aux environs de 22 \$/b en 2002. L'occupation des forces américaines et de celles de ces alliés des terres Irakiennes en mars 2003 a permis au prix du pétrole de réaliser une ascension spectaculaire (30,91\$/b) dépassant largement la fourchette fixée par l'OPEP (22-28\$/b).

Durant le premier semestre de 2005 les prix du pétrole ont dépassé la barre des 50\$/b et les spécialistes estiment la continuation de ce scénario jusqu'à la fin de l'année³⁸.

Nonobstant que l'OPEP a augmenté son niveau de production, les prix n'ont pas cessé leur ascension durant les mois de juillet et août, ceci ont franchi pour la première fois la barre des 50\$/b. Le marché reste nerveux au sujet d'une éventuelle perturbation de la production, qui tourne pratiquement à plein gaz pour satisfaire la croissance de la demande la plus forte depuis deux décennies. Parmi les facteurs continuant d'alimenter la flambée des prix, les analystes

³⁸ Boussena. S : « Oil and market stability after 2004 ? », Middle East Economic Survey, vol XXXVII, n° 40, 2004, pp 1-5.

La Question Des Energies Renouvelables Dans la Perspective de l'Après Pétrole : Cas de l'Algérie et des Pays du Sud et Est Méditerranéens.

citent entre autres la forte demande enregistrée en Asie, notamment en Chine et en Inde. D'un autre côté la situation financière très tendue du géant Russe « Yukos », ou la justice russe a condamné ce groupe à verser 3,4 milliards de dollars d'impôts au titre de l'année 2000. Or, les actifs du groupe ont été gelés par la justice, mettant Yukos dans l'incapacité de payer ses dettes.

En 2008, toutefois, les pays industrialisés sont entrés dans la phase de ralentissement du cycle et subissent de plein fouet la crise financière mondiale, déclenchée d'abord par la crise des *subprimes* qui a frappé les Etats-Unis en août 2007, et qui risque aujourd'hui de dégénérer en crise économique mondiale.

Nous avons vu à travers ce résumé de l'histoire de l'économie des hydrocarbures, l'évolution des prix pétroliers qui sont conduits par les Etats-Unis bilatéralement avec les multinationales pétrolières. La stratégie énergétique des Etats-Unis a travaillé depuis longtemps pour satisfaire les volontés des grandes compagnies pétrolières. Ce, afin qu'elles puissent récolter le maximum de dollars lorsque les augmentent. Actuellement, cette stratégie, instigant les prix à augmenter, vise sans doute à anéantir les économies européennes et asiatiques, sachant que l'économie américaine s'en est procurée des sources sûres de pétrole (soit nationales, soit extérieures) et bien sûr assurer aux compagnies les moyens de réaliser le maximum de bénéfices³⁹.

Les pays importateurs sont rentrés dans une nouvelle phase d'insécurité énergétique, durant laquelle des prix plus élevés et plus volatils seront désormais, la norme.

Cette dépendance croissante, dans un domaine vital que l'énergie, explique la « guerre pour le pétrole » que les grandes puissances et compagnies pétrolières se livrent pour contrôler les réserves du Moyen Orient, de l'Afrique et de l'Asie centrale⁴⁰.

³⁹ CNUCED, rapport sur l'investissement dans le monde 2003. les politiques d'IED et le développement : perspectives nationales et internationales. Vue d'ensemble, nations unies, New York et Genève, 2003, pp. 5 et 6.

⁴⁰ Sarkis. N, op. cit, 2004.

CONCLUSION DU PREMIER CHAPITRE

Nous avons vu à travers ce résumé de l'histoire de l'économie des hydrocarbures, que :

- Depuis la première découverte du pétrole jusqu'à 1960, les sept sœurs ont dirigé le marché mondial de pétrole (100 ans de prise de décision unilatérale). Pendant toute cette période, ces compagnies se sont accaparées sur la quasi majorité de la rente pétrolière ;
- Les Etats Unis, en s'unissant avec les compagnies, ont su profiter de la faiblesse des autres pays producteurs de pétrole pour sur- valoriser le leur ;
- Les multinationales pétrolières ont profité de l'occasion du relèvement des prix pour accroître leurs profits et valoriser leur pétrole ;
- Cette dépendance croissante, dans un domaine aussi vital que l'énergie, explique la « guerre pour le pétrole » que les grandes puissances et leurs sociétés pétrolières se livrent pour contrôler les réserves du Moyen Orient, de l'Afrique ou de l'Asie centrale.

**La Question Des Energies Renouvelables Dans la Perspective de l'Après Pétrole :
Cas de l'Algérie et des Pays du Sud et Est Méditerranéens.**

II. DEUXIEME CHAPITRE LA FIN ANNONCEE DE LA CIVILISATION PETROLIERE

Tous nos modèles de développement reposent sur une exploitation intensive de ressources fossiles, le pétrole en particulier mais aussi le gaz naturel, le charbon et l'uranium. L'évolution démographique est fulgurante (6milliards et demi d'habitant en 2005, 9milliards en 2050), et chacun veut sa part du gâteau énergétique. Entre la génération de nos grands parents et la notre, la consommation énergétique mondiale a été multipliée par 8. Nous sommes drogués à l'énergie : le mode de vie des sociétés développées auquel aspirent aussi quelques milliards de chinois, indiens ou sud américains, repose sur une consommation sans cesse croissante de pétrole.

Or, cette ère qui a commencé avec la révolution industrielle, touche à sa fin. Une fin qu'il devient urgent de prévoir et de préparer pour éviter qu'elle ne prenne l'allure d'une catastrophe planétaire.

En effet, la découverte de nouvelles ressources pétrolières baisse en volume. Les compagnies pétrolières ne font plus de découvertes majeures. Selon l'ASPO (association of the study of peak oil), le pic de production de pétrole devrait être atteint entre 2008 et 2010. Pour la compagnie Shell, un plateau de la production devrait être atteint en 2015. Pour la société Total, la production stagnera entre 2015 et 2020. Et selon l'IFP (Institut français du pétrole), le pic de production devrait être atteint en 2030 avec 105 millions de baril / jour.

Pour parvenir jusqu'au consommateur, au moment et au lieu où il en a besoin et sous la forme dont il en a besoin, l'énergie est produite, transformée et, souvent, transportée de nombreuses fois. Toute production d'énergie, et donc toute consommation, a des impacts sur l'environnement, et provoque le réchauffement climatique. Cette dérive climatique continuera à s'amplifier pendant des siècles après que le monde ait passé le maximum de ses émissions de CO₂. La baisse à laquelle on peut s'attendre de la production du pétrole et du

La Question Des Energies Renouvelables Dans la Perspective de l'Après Pétrole : Cas de l'Algérie et des Pays du Sud et Est Méditerranéens.

gaz ne signifie donc pas que la «solution au problème climatique »arrivera toute seule sans effort : cela signifie plutôt que, d'ici une génération tout au plus, nous allons nous retrouver confrontés avec deux problèmes simultanés, d'une part la fin d'une énergie abondante et peu chère, et d'autre part une modification rapide de notre environnement avec tous les effets négatifs associés.

Le but de ce chapitre est d'essayer d'attirer l'attention des gens sur la menace qui nous entour à savoir d'une part, l'épuisement des réserves de pétrole dans quelques décennies, sans que l'on soit en mesure actuellement de disposer d'énergies de substitution pour tous les usages. D'autre part, l'évidence de la pollution, du changement climatique dus aux émissions de gaz à effet de serre.

Section 1 : L'approche du pic pétrolier.

La civilisation actuelle peut être considérée comme liée aux combustibles fossiles (pétrole, gaz et charbon), qui représentent 80% de nos sources primaires d'énergie et près de 90% des énergies primaires commercialisées. Bien plus, on peut parler actuellement d'une « civilisation des hydrocarbures », puisque ceux-ci ont remplacé le charbon dans beaucoup de ces utilisations, depuis la seconde guerre mondiale. Pourtant, comme le soulignait récemment le président de la république française : « L'ère qui s'ouvre est celle du pétrole cher et demain de l'après pétrole ».⁴¹

Dans cette présente section, nous tenterons de présenter de manière détaillée les données du problème, en exposant d'abord un aperçu historique sur le pic pétrolier d'une part. Nous verrons ensuite la répartition géographique du pétrole, la situation des réserves pétrolières mondiales, ainsi que l'offre, la demande et la tarification de ces dernières, d'autres part.

I. Le pic pétrolier : deux points de vue :

Le pic pétrolier (ou peak oil) est le moment où la production de pétrole est à son maximum, à partir de ce moment, elle ne pourra que décroître et ne pourra plus satisfaire la demande croissante générée par l'activité humaine. Les ressources naturelles en pétrole étant finies par nature, et la demande étant toujours croissante et non constante, le pic pétrolier est inéluctable. Son imminence, à quelques décennies tout au plus, est la cause de l'augmentation structurelle de prix du pétrole.

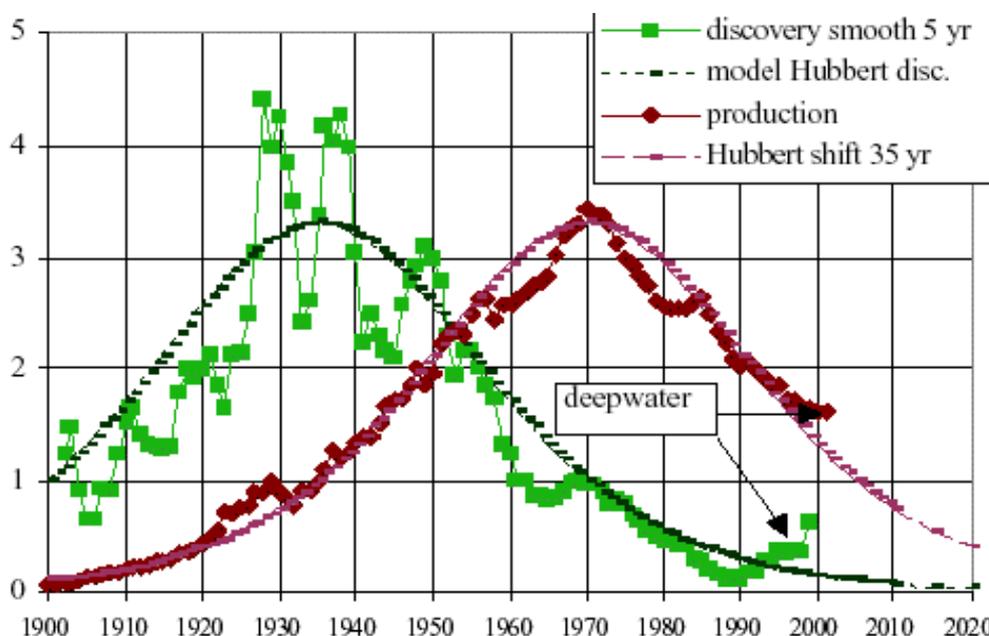
1. Un retour en arrière sur le déclin de la production pétrolière aux Etats-Unis :

Dès l'année 1950, la capacité des gisements pétroliers situés sur le sol des Etats-Unis à satisfaire la demande des citoyens américains dans leur soif de consommation de produits pétroliers s'est posée grâce à la clairvoyance d'un géologue nommé King Hubbert. Il avait osé pronostiquer que la production pétrolière en provenance du territoire américain se mettrait à baisser dès l'année 1970 et que le niveau de cette production serait représenté par une courbe en cloche.

⁴¹ : Le figaro, 26 octobre 2009.

La Question Des Energies Renouvelables Dans la Perspective de l'Après Pétrole : Cas de l'Algérie et des Pays du Sud et Est Méditerranéens.

Graphique n°2: Courbes de découvertes et de production de pétrole (Modèle de Hubbert)



Source : Jean Laherrère, cité par Jancovici (2005)

Légende :

- En Vert : courbe des découvertes annuelles aux Etats Unis, en moyenne glissante sur 5 ans (en milliards de barils découverts par an)
- En noir, courbe gaussienne modélisant approximativement le rythme des découvertes.
- En rouge, production annuelle aux Etats-Unis, en milliards de barils.
- En rouge fin, courbe gaussienne des découvertes décalée de 35 ans. On constate qu'elle se confond presque parfaitement avec la courbe de production.

Au total, il se sera écoulé une trentaine d'années aux Etats-Unis entre le moment où les nouvelles découvertes n'arrivaient plus à compenser l'augmentation des consommations (fin des années 1930) et le début de la baisse des productions (début des années 1970), ce qui pourrait laisser penser que le même phénomène se reproduira à l'échelle de la planète.

Ainsi, d'une part, les visions en matière de réserves ultimes récupérables n'ont pratiquement pas changé au cours des 30 à 40 dernières années pour les pétroles dits conventionnels et, d'autre part, l'exploration ne renouvelait plus les volumes consommés.

La Question Des Energies Renouvelables Dans la Perspective de l'Après Pétrole : Cas de l'Algérie et des Pays du Sud et Est Méditerranéens.

Quand, en 1950, K.Hubbert fit ses prévisions, tous ses collègues crièrent au scandale, mais en 1970, lorsque le sous sol américain n'a plus été capable de produire une quantité de pétrole supérieure à celle de l'année précédente, il fallut bien reconnaître qu'il avait bien fait ses prédictions. Depuis cette dernière date, les Etats-Unis continuent d'être un lieu de décroissance continue de la production pétrolière au point que la production en provenance de leur territoire ne couvre qu'à peine la moitié de la consommation.

Il faut essayer de comprendre pourquoi les Etats-Unis sont confrontés à ce phénomène inquiétant de décroissance de leur production pétrolière. La raison en est simple : K.Hubbert avait fait l'hypothèse, contre l'idée de tous ses concitoyens, que les réserves de pétrole contenues sur le territoire américain étaient limitées, dans la mesure où le territoire lui-même a une superficie limitée. Là où il fut très perspicace, c'est qu'il estima avec exactitude le montant total des réserves en place, y compris les réserves de pétrole encore à découvrir, qu'il estima très faible, puisque selon lui tout le territoire avait été bien reconnu par sondages. L'avenir lui donna raison : les seuls gisements à découvrir l'ont été en mer et leur taille modeste n'a pas permis d'enrayer l'inexorable chute de la production américaine, il pouvait alors déterminer avec précision le début du déclin de la production américaine et anticiper avec 20 années d'avance le comportement des gisements de pétrole situés sur le territoire américain. Ce qui est vrai pour les Etats-Unis, est vrai pour la planète : la quantité de pétrole contenue dans l'écorce terrestre est limitée. Alors se pose le problème d'estimer avec la meilleure précision possible la quantité totale de pétrole en place. Deux camps se forment autour des chiffres indiqués par la compagnie British Petroleum (BP), les optimistes et les pessimistes.

Pour les partisans du modèle de Hubbert dits pessimistes, regroupés au sein de l'ASPO, qui est l'Association pour l'étude du pic pétrolier et gazier (Association for the Study of Peak Oil and gas), ce phénomène est général et se vérifie pour toutes les zones de production. De leur côté, ils avancent les arguments suivants :

- ✓ D'une part, un nombre impressionnant de sondages de recherche pétrolières (et gazières) ont été effectués depuis le premier sondage du célèbre colonel Drake à travers toute la terre et on est en totalité répertoriés puisque la grande majorité des compagnies de sondages profonds sont américaines. Le résultat est spectaculaire : la

La Question Des Energies Renouvelables Dans la Perspective de l'Après Pétrole : Cas de l'Algérie et des Pays du Sud et Est Méditerranéens.

probabilité qu'un sondage d'exploration rencontre un nouveau gisement de pétrole, tend inexorablement vers zéro.

- ✓ D'autre part, au cours des dernières trente années, la taille des nouveaux gisements découverts ne fait que décroître avec le temps, cela s'explique par le fait que se sont les gisements les plus étendus qui sont découverts les premiers, et qu'entre le maillage des sondages il n'y a plus de place que pour les petites structures. Une petite exception doit être acceptée pour les gisements marins de la caspienne et pour ceux à découvrir dans le golfe des Etats-Unis et de Guinée, le montant total de ces réserves à découvrir n'ayant de toute façon rien à voir avec celui des gisements déjà découverts du Moyen Orient.

Les experts optimistes, représentés par les économistes, les gouvernements des Etats-Unis et des pays de l'OPEP ainsi que les compagnies pétrolières, évaluent publiquement que le pic de production pétrolière surviendrait vers 2030 ou après. Ils se basent sur les découvertes et améliorations techniques qui ont toujours compensé la consommation par le passé et essaient de les prolonger pour l'avenir par la méthode de l'extrapolation des tendances passées. La faiblesse du raisonnement des optimistes repose sur une croyance, qui contredit le fait que le pétrole est fini⁴².

Les optimistes rétorquent «qu'il existe bien d'autres ressources pétrolières non conventionnelles comme les gisements des grands fonds océaniques ou comme les hydrates de méthane qui peuvent prendre le relais des réserves conventionnelles ». Il est vrai que les réserves pétrolières non conventionnelles prendront le relais face à une défaillance des ressources conventionnelles. Il est également vrai qu'il y'a encore des réserves conventionnelles à découvrir, même à l'intérieur des pays de l'OPEP. Mais il y'a un triple problème, de temps, d'environnement et de coût.

Il y'a un problème de temps, car les réserves additionnelles à découvrir seront-elles découvertes à temps avant le premier déclin de la production pétrolière ? Ce qui se passe actuellement au moyen orient, où le niveau de recherche pétrolière est très faible, ne peut pas nous rendre optimistes.

⁴² Les réserves d'hydrocarbures mettent des dizaines de millions d'années à se reconstituer naturellement.

La Question Des Energies Renouvelables Dans la Perspective de l'Après Pétrole : Cas de l'Algérie et des Pays du Sud et Est Méditerranéens.

Il y'a également, le problème d'environnement pour les réserves non conventionnelles, car est on assuré que la production ne soulèvera pas de sévères problèmes environnementaux ?

Il y'a enfin, un problème de coût pour certaines réserves non conventionnelles, car on peut assurer dès maintenant que leurs coûts de production seront bien supérieurs au cours actuel du pétrole.

Autant on peut et on doit espérer découvrir encore sur la planète d'importantes réserves de pétrole conventionnel ou non, autant pour effectuer des prévisions sérieuses de consommation, on ne peut tabler que sur les réserves prouvées.

Avant que ces découvertes pétrolières non conventionnelles ne deviennent des réserves prouvées, il y'a un grand pas à franchir, c'est donc avec tristesse que nous affirmons que les pessimistes ont seuls raison.

2. Possibilité d'être confronté à un pic de production pétrolière avant une décennie :

Dire que les réserves pétrolières conventionnelles sont de « 29 années de production »⁴³, c'est être certain que dans un nombre limité d'années la production va commencer à plafonner pour diminuer peu de temps après. Intégrer les réserves de pétrole non conventionnel à ces premières réserves augmente leur durée de vie de 18 années pour la porter à 47 années. Cela ne modifiera pas le fait que la courbe de production pétrolière, et donc la courbe de consommation, auront la forme en cloche. Il est facile de s'apercevoir que la courbe en cloche, va commencer à décroître dans très peu de temps. La date à partir de laquelle la production de pétrole va commencer à décroître est appelée « pic » de la production. De nombreux experts ont calculé la date de ce pic qui est fonction du niveau des réserves de pétrole prouvées et à découvrir. Leurs résultats sont synthétisés ci-dessous :

⁴³ : Selon la compagnie pétrolière BP

La Question Des Energies Renouvelables Dans la Perspective de l'Après Pétrole : Cas de l'Algérie et des Pays du Sud et Est Méditerranéens.

Tableau n°4 : Année (avancée) pour le pic de la production pétrolière mondiale.

Organismes ou experts	Réserves mondiales de pétrole (prouvées et à découvrir) en milliards de tonnes	Année du pic de la production pétrolière
Service géologique américain	290	2037
Deffeyes	290	2003- 2009
Edwards	290	2030- 2040 (2020-2030 pour le pétrole conventionnel)
Mc Kenzie	235	2019
Hatfield	201	2010
Compagnie BP	143+ ? à découvrir	Ne se prononce pas
Campbell	136	2010- 2020
Lahérère	136	2010 hors OPEP et 2015 OPEP

Source : Revue française de géopolitique de l'énergie, édition : Ellipses n°2, Paris2004, P83.

Outre ces études, un spécialiste pétrolier de l'observatoire de l'énergie a prévu que la courbe de production mondiale passerait par un pic en 2024. D'autre part, la revue oil et gas journal, dans son numéro du 26 mai 2003, évoque trois études récentes qui, non seulement calculent la date de ce pic de production, mais estiment également la forme de la courbe de production après le pic. Les pics de production doivent avoir lieu au cours des années 2003, 2006 et 2016 respectivement, tandis que la production décroît ensuite annuellement du rythme de 2,4 ; 1,7 ; 3,4 % respectivement. Ces trois études sont passées au test des historiques de production des 24 pays dont la production a déjà dépassé le pic de production (comprenant bien sûr les Etats-Unis) et il ressort que : le pic aura bien lieu entre 2003 et 2016. Mais le déclin de la production n'aura pas lieu qu'à un rythme de 0,2% par an. L'étude du comportement des gisements pétroliers situés dans les déjà nombreux pays où la production pétrolière est en déclin conclut, d'une part, que le pic de la production pétrolière mondiale aura bien lieu dans un nombre limité d'années, disons en 2010 pour refléter l'imprécision des calculs et d'autre part, que le déclin de la production qui s'en suivra sera faible.

3. Possibilité d'être confronté à un pic de production à une date encore plus rapprochée à cause de la guerre en Irak ?

Toutes les études mentionnées plus haut ont été réalisées avant l'intervention des Etats-Unis en Irak. Cette intervention va-t-elle repousser ou au contraire avancer la date du pic de la production ?

Avant de démarrer la guerre en Irak, les américains avaient certainement en tête de contrôler la production pétrolière du pays pour l'augmenter au maximum, de faire baisser les prix du brut, de relancer l'économie américaine et de retirer de leur intervention non seulement une réputation de nation redresseur de torts, mais également un bénéfice énorme pour l'économie américaine, on pouvait donc craindre un climat euphorique créé par le redémarrage de l'économie mondiale à la suite de la relance de l'économie américaine et de la persistance d'un cours du baril de pétrole modeste et qui ferait oublier la future crise de l'énergie, laquelle est pourtant inéluctable étant donnée l'existence prochaine d'un pic dans la production de pétrole.

Par une relance effrénée de la production pétrolière, on pouvait même craindre que la date du pic de production ne soit avancée, ce qui aurait laissé encore moins de temps aux nations industrialisées pour préparer une politique énergétique qui prenne en compte cette prochaine réduction de la consommation pétrolière. Comment, dans ces conditions, les américains pouvaient-ils envisager sereinement de faire la guerre à un producteur de pétrole dans le but d'en augmenter la production pour satisfaire ses propres besoins de consommation énergétique, et de se mettre dans une situation excessivement dangereuse quelques années plus tard ?

II. Situation des réserves mondiales de pétrole (conventionnel et non conventionnel).

1. Les réserves pétrolières :

Dans cette partie, nous procéderons à faire passer en revue le niveau des réserves mondiales de pétrole, avec pour objectif de déterminer si le montant de ces réserves peut constituer un obstacle à l'utilisation de la source correspondante d'énergie.

La Question Des Energies Renouvelables Dans la Perspective de l'Après Pétrole : Cas de l'Algérie et des Pays du Sud et Est Méditerranéens.

Le pétrole, à l'instar des autres énergies fossiles, est une ressource naturelle épuisable à terme. Il est géographiquement mal réparti dans le monde. De plus, au fur et à mesure de son épuisement, les réserves restantes seront concentrées au Moyen-Orient.

Les réserves prouvées sont celles qui sont les plus proches de la réalité, bien que leurs statistiques sont, elles aussi, manipulées par les compagnies pétrolières.

La notion de réserve recouvre, en fait, plusieurs significations différentes⁴⁴:

Aux Etats-Unis, les opérateurs pétroliers américains définissent les réserves de pétrole comme étant « l'ensemble du pétrole que l'on considère raisonnablement pouvoir extraire à l'avenir à partir des ressources physiques connues, compte tenu des conditions techniques et économiques du moment ». Elles portent aussi le nom de réserves prouvées. Ce sont les réserves représentées par les statistiques du tableau 4.

Dans le reste du monde, les réserves correspondent à « l'addition des réserves prouvées, définies ci-dessus, et d'une partie d'autres réserves, dites probables ou possibles, qui correspondent à la fraction considérée comme récupérable, aux conditions d'un futur plus ou moins lointain, de ressources non (encore) découvertes, mais dont l'existence est considérée comme plus ou moins probable ».

A ces quatre définitions, on peut y adjoindre une cinquième : les réserves non conventionnelles qui correspondent aux ressources de « schistes bitumineux, de sables asphaltiques et de pétroles extra lourds.

Les réserves ultimes, quant à elles, sont constituées par « l'addition des réserves prouvées, probables et possibles ». C'est la somme de ce qui sera extrait de terre du début à la fin de l'histoire pétrolière. Il s'agit donc de l'addition de ce qui a été déjà consommé et de ce qui est contenu dans les réserves prouvées, probables et possibles.

Selon Jancovici⁴⁵, la notion de « réserve » correspond à « l'addition de la totalité des réserves prouvées, 50 % des réserves probables et 25 % des réserves possibles ». Ces deux dernières

⁴⁴ : Atlas mondial Encarta, 2007.

⁴⁵ : Jean Marc Jancovici, qu'est ce qu'une réserve de pétrole ? janvier 2005, www.manicore.com.

La Question Des Energies Renouvelables Dans la Perspective de l'Après Pétrole : Cas de l'Algérie et des Pays du Sud et Est Méditerranéens.

classes de réserves correspondent soit à du pétrole déjà découvert mais non encore mis en exploitation, soit à des réévaluations « déjà prévues mais futures » du potentiel de réservoirs déjà découverts, parce que les technologies vont s'améliorer ou la taille du gisement va être revue à la hausse, soit à du pétrole dont la découverte n'a pas encore eu lieu, mais qui est considérée comme plus ou moins vraisemblable. Les réserves dépendent de manière essentielle du taux de récupération.

Tableau n°5 : Réserves pétrolières prouvées dans les pays arabes (en milliards de barils en fin d'année)

Années	2004	2005	2006	2007	2008*	% variation 2008/2007
Algérie	11,35	12,27	12,27	12,27	12,27	0,0
Bahreïn	0,13	0,13	0,12	0,13	0,12	(7,7)
Egypte**	3,70	3,70	3,72	3,86	4,19	8,5
Irak	115,00	115,00	115,00	115,00	115,00	0,0
Koweït***	101,50	101,50	101,50	101,50	101,50	0,0
Libye	39,13	41,46	41,46	41,46	43,66	5,3
Qatar	15,21	15,21	15,21	15,21	15,21	0,0
Arabie Saoudite***	264,31	264,21	264,25	264,25	264,25	0,0
Syrie	3,15	3,00	3,00	4,15	4,15	0,0
Tunisie	0,31	0,31	0,40	0,37	0,43	17,2
EAU	97,80	97,80	97,80	97,80	97,80	0,0
Total OPAEP	651,58	654,59	654,73	655,99	658,58	0,4
Oman	4,80	5,00	5,70	5,70	5,50	(3,5)
Soudan	0,81	0,90	5,00	5,00	5,00	0,0
Yémen	4,00	4,00	3,00	3,00	3,00	0,0
Total pays arabes	661,19	664,49	668,43	669,69	672,08	0,4
Total OPEP	896,66	904,25	913,86	927,06	939,04	1,3
Total mondial	1 145,13	1 153,86	1 138,90	1 153,67	1 164,30	0,9

Source: OAPEC data bank, oil et gas journal 1^{er} janvier 2009, OPEC annual statistical bulletin 2007. Statistiques reprises par PGA n° 976 du 16 novembre 2009, p 47 et synthétisées par nos soins.

*N.B : * : Estimations préliminaires.*

*** : Sources officielles.*

**** : Y compris 50% des réserves de la zone partagée.*

() : Chiffres négatifs.

Les données pour l'Angola et l'Equateur ont été incluses dans celles de l'OPEP en 2007.

La Question Des Energies Renouvelables Dans la Perspective de l'Après Pétrole : Cas de l'Algérie et des Pays du Sud et Est Méditerranéens.

Les réserves prouvées des pays arabes étaient évaluées à 672 milliards de barils à la fin 2008, soit 57,7% du total mondial. Les réserves des pays arabes ont faiblement augmenté depuis 2004 avec une hausse de 1,6%.

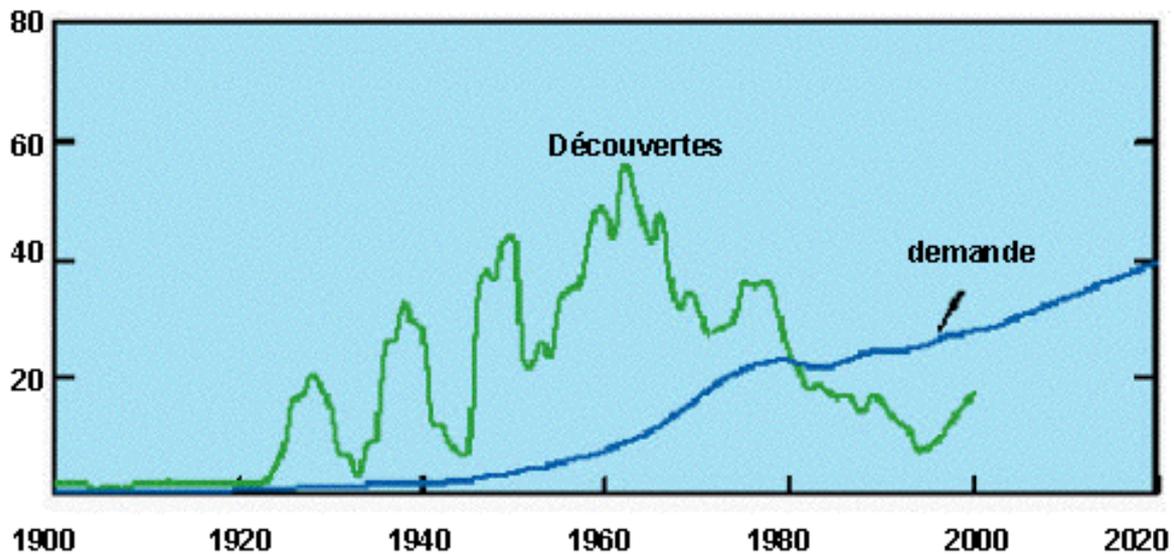
Tableau n°6 : Réserves prouvées mondiales de pétrole brut, 1^{er} janvier 2001-1^{er} janvier 2008 (Millions de barils)

Région/Pays	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
Amérique du Nord	55 011	54 245	215 320	216 458	214 771	213 432	212 534	211 214
Amériques centrale et du sud	94 549	95 971	98 551	98 848	100 595	103 364	102 798	109 857
Europe	19 210	18 690	19 626	19 744	17 613	16 381	15 800	14 268
Eurasie	57 000	57 000	77 832	77 832	77 832	77 832	98 886	98 886
Moyen-Orient	683 516	685 592	685 642	726 842	729 341	743 411	739 205	748 286
Afrique	74 889	76 677	77 429	87 043	100 784	102 580	114 073	114 838
Asie et Océanie	43 957	43 779	38 712	38 258	36 292	35936	33 366	34 350
Total mondial	1 028 132	1 031 954	1 213 112	1 265 026	1 277 228	1 292 936	1 316 662	1 331 698

Source : Oil & Gas Journal, PennWell Corporation, divers numéros, sauf pour les Etats-Unis comme indiqué ci-dessus ; données présentées par l'Energy Information Administration, U.S. Department of Energy. Statistiques reprises par PGA n° 937 du 1^{er} avril 2008 et synthétisées par nos soins.

Depuis 1980, la consommation de pétrole est supérieure aux nouvelles découvertes. Sans découvrir de nouveaux champs, une augmentation du taux de récupération pour les ressources existantes a augmenté mécaniquement les réserves de 25 % à 35 % durant les trente dernières années, selon les opérateurs pétroliers. L'augmentation du prix du baril de pétrole a aussi rendu rentable l'extraction de ressources qui, auparavant, coûtaient trop cher à exploiter. Dès lors, les réserves ultimes étant restées stables depuis trente ans, les réserves prouvées ayant augmenté, ce sont donc les réserves probables et possibles qui ont diminué, en tous cas plus vite que la consommation n'a augmenté. (Voir graphique 3).

Graphique n°3: Evolution des découvertes annuelles de pétrole conventionnel et de la consommation annuelle de produits pétroliers, en milliards de barils

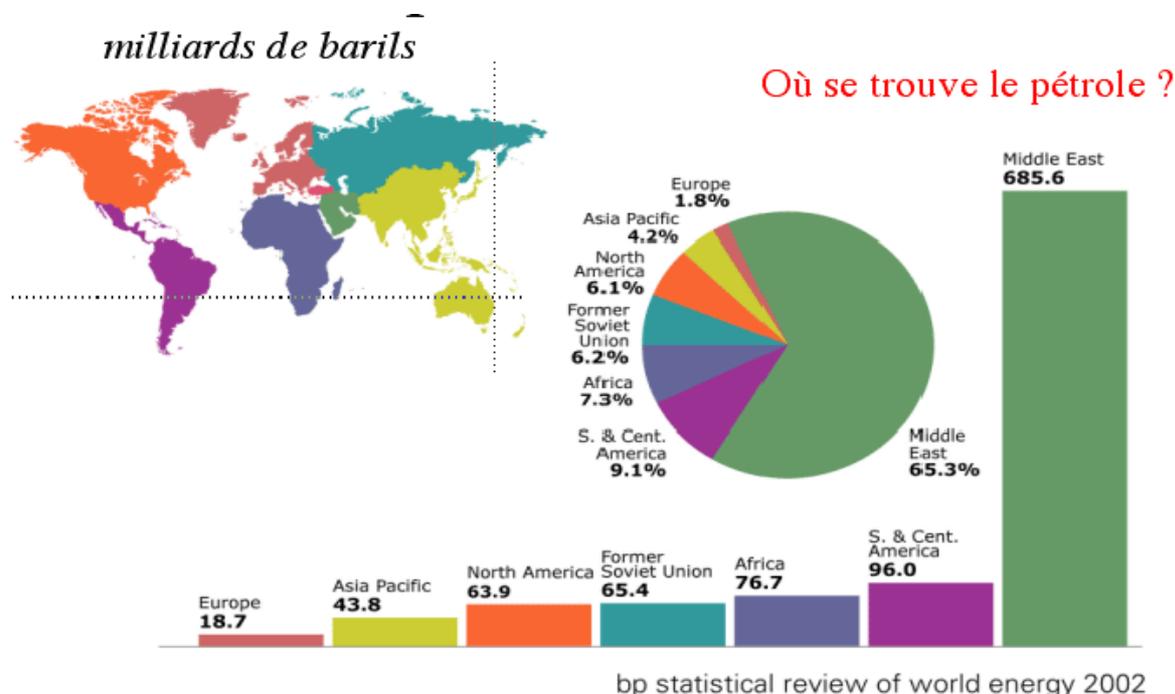


Source: BP statistical review of world energy 2002

A travers ce graphe, on peut observer que les découvertes de pétrole sont en régression constante depuis 1965, tandis que la consommation planétaire annuelle dépasse la découverte depuis 1980. Toutefois, si le graphique ci-dessus montre bien l'enjeu qui peut découler du retournement de tendances de la courbe des découvertes annuelles de pétrole conventionnel et de la courbe de consommation annuelle de produits pétroliers, il peut tout de même être complété par la courbe du pic (ou du plateau) mondial de la production du pétrole.

Il faut rappeler que les réserves pétrolières (le pétrole étant l'énergie la plus demandée et ne possédant pas de substitut sérieux dans certains usages tels que les transports) sont géographiquement mal réparties dans le monde, comme le montre le graphique 4, ce qui ne manquera pas de favoriser les considérations géopolitiques et d'exacerber les tensions internationales au fur à mesure que s'épuiseront les ressources pétrolières dans certaines régions du monde et que les approvisionnements seront concentrés à partir du Moyen-Orient.

Graphique n°4: Répartition mondiale des réserves de pétrole



Les réserves pétrolières sont extrêmement concentrées : 62 % des ressources se trouvent au Moyen-Orient comme le montre le graphe 2. L'essentiel du gaz se trouve en ex-URSS et au Moyen-Orient. A cette forte concentration s'ajoute le fait que certaines réserves de pétrole et de gaz sont localisées dans des zones de tension ou d'instabilité politique.

Les incertitudes sont d'abord imputables aux difficultés matérielles pour évaluer les réserves d'un champ de pétrole. Selon le président de l'institut Français du pétrole : « c'est comme essayer de deviner le stock d'un entrepôt en regardant par le trou de la serrure »⁴⁶.

Mais, il est aussi évident que les pays producteurs font montre d'une forte opacité en ce domaine. Depuis 1985, l'organisation des pays exportateurs de pétrole (OPEP) a décidé d'indexer les quotas de production de ses pays membres sur les réserves déclarées par chacun d'eux. Ce mécanisme pourrait inciter certains Etats à gonfler le volume de leurs réserves prouvées. Le niveau des réserves varie également du fait que l'élévation des cours peut rendre rentable l'exploitation de nouveaux gisements, ceux constitués de « ressources non

⁴⁶ : Le monde, 1^{er} octobre 2009.

La Question Des Energies Renouvelables Dans la Perspective de l'Après Pétrole : Cas de l'Algérie et des Pays du Sud et Est Méditerranéens.

conventionnelles », c'est-à-dire pour l'essentiel, les sites en eau profonde du golfe du Mexique, ainsi que les sables bitumineux du Venezuela (41 milliards de tonnes de pétrole) et du Canada (25 milliards de tonnes de pétrole)⁴⁷.

Enfin, pour des raisons financières évidentes, on peut supposer que les compagnies pétrolières n'ont pas intérêt à découvrir plus de réserves que ne l'exige un horizon de quelques dizaines d'années.

2. La durée de vie des réserves pétrolières mondiales:

Selon la compagnie pétrolière Britannique BP, la durée de vie des réserves pétrolières mondiales modifiées est passée par un pic en 1983 et n'a cessé de baisser depuis cette année. Ce qui signifie que sur ces dernières années, les découvertes de pétrole effectuées pendant l'année ne compensent plus la production annuelle, qui elle par contre, n'a cessé d'augmenter depuis cette année.

Tableau n°7 : Durée de vie des réserves mondiales de pétrole :

Années	Réserves mondiales de pétrole (Mdt)	Durée de vie des réserves mondiales de pétrole (en année)	Production annuelle de pétrole (Mdt)
1973	86,0	31 ans	2,80
1975	90,4	33	2,72
1977	88,6	30	2,99
1979	88,0	28	3,14
1981	92,1	32	2,72
1983	92	33	2,80
1985	95,8	33	2,83
1987	121,2	33	2,96
1989	136,8	33	3,10
1991	135,4	32	3,16
1993	136,7	32	3,19
1995	138,3	32	3,27
1997	140,9	30	3,46
1999	140,4	30	3,46
2001	143,0	29	3,58
2002	143,1	29	3,59

Source : BP, Revue annuelle sur l'énergie, p 13.

⁴⁷ : Revue française de géopolitique : « géopolitique de l'énergie », édition : ellipses n°2, Paris, 2006, p 85.

La Question Des Energies Renouvelables Dans la Perspective de l'Après Pétrole : Cas de l'Algérie et des Pays du Sud et Est Méditerranéens.

Le montant des réserves mondiales prouvées de pétrole et leur durée de vie doivent être pris au sérieux. Ces chiffres ne peuvent que confirmer la fragilité de notre économie à vouloir utiliser le pétrole comme approvisionnement permanent en énergie.

III. Le bilan énergétique mondial.

1. L'offre et la demande mondiales de pétrole :

Réintégrons maintenant les ressources pétrolières dans l'économie. En effet, l'étude de la courbe de production, c'est-à-dire l'offre de pétrole, n'a pas d'intérêt intrinsèque. Quel est le problème si, après avoir passé un pic. La production de pétrole décroît définitivement ?

Le problème, en pratique, c'est que l'économie actuelle est fortement dépendante du pétrole, tout comme, pour faire une comparaison, le corps humain est dépendant de l'eau, dont il est composé à 70%. Le corps d'un homme de 70kg par exemple, contient 50kg d'eau. Comme l'eau est élément crucial de son métabolisme, l'homme n'a pas à perdre ses 50kg d'eau pour mourir de déshydratation. De la même façon, notre économie basée sur le pétrole n'a pas à vider toutes ses réserves pour s'effondrer (écart entre l'offre et la demande de 10 à 15% suffira).

Le marché du pétrole est en effet très rigide. L'élasticité de la demande par rapport au prix est très faible. Autrement dit, une augmentation du prix du pétrole n'entraîne pas la baisse de la demande à court terme. En effet, depuis les chocs pétroliers de 1973 puis de 1979, l'utilisation du pétrole a considérablement reculé dans les secteurs dans lesquels celui-ci était le plus soumis à la concurrence d'une autre source d'énergie.

Aujourd'hui, les transports et la pétrochimie représentent 60% de la consommation de pétrole. Ces secteurs ont un usage captif du pétrole, c'est à dire que le pétrole ne peut y être remplacé par aucune autre source d'énergie. Dès lors que l'offre va être définitivement dépassée par la demande, sans même parler du moment où l'offre va commencer à décliner, les prix vont exploser et les ruptures d'approvisionnement vont alors plus que jamais influencer sur le paysage géopolitique mondial (la course à l'appropriation des ressources par tous les moyen à déjà commencé...).

La Question Des Energies Renouvelables Dans la Perspective de l'Après Pétrole : Cas de l'Algérie et des Pays du Sud et Est Méditerranéens.

La demande contrairement à l'offre, est marquée par une tendance lourde qui fait l'unanimité : elle augmente fortement et durablement. Compte tenu des évolutions actuelles, l'agence internationale de l'énergie (AIE) prévoit une hausse de la demande de 60% en 2030, majoritairement due au pays du sud (à cette date, le trafic routier des pays du sud aura vraisemblablement dépassé celui des pays du nord). Interrogé en décembre dernier par Kjell Alklett, président de l'ASPO, sur la question de savoir s'il croyait lui-même aux prévisions, François Cattier, responsable du secteur pétrole à l'AIE, a répandu : « ce n'est pas une prévision, c'est un scénario »⁴⁸. Sans commentaire, il est donc grand temps de lancer à nouveau un appel aux idées et de les promouvoir au plus vite, en gardant en tête l'analogie de Noé : « il voudrait mieux finir l'arche avant le déluge ». Le tableau 8 retrace l'offre et la demande pétrolières mondiales de 2003 à 2008.

Tableau n°8 : Offre et demande pétrolières mondiales (en millions de b/j)

	2003	2004	2005	2006	2007	2008
Demande						
Demande OCDE	48,6	49,4	49,7	49,3	49,1	48,9
Demande non-OCDE	30,7	33,1	34,2	35,5	36,9	38,3
Demande totale¹	79,3	82,5	83,9	84,9	86,0	87,2
Offre						
Offre OCDE	21,6	21,2	20,3	20,0	19,8	19,5
Offre non-OCDE	25,6	27,1	28,0	28,8	27,8	28,2
Gains de processing ²	1,8	1,9	1,9	2,0	2,1	2,1
Biocarburants ³	0,1	0,1	0,1	0,3	0,4	0,7
Total non-OPEP	49,1	50,3	50,4	51,1	50,2	50,5
Offre OPEP						
Pétrole brut	27,1	28,9	29,7	29,7	30,7	
LGN	3,7	4,2	4,5	4,6	4,8	5,2
Total OPEP	30,8	33,1	34,2	34,3	35,5	
Offre totale⁴	79,8	83,4	84,6	85,4	85,6	
1 : Comprend les livraisons des raffineries et des stocks primaires et l'huile de soute.						
2 : Non compris l'ex-URSS, la Chine et l'Europe hors OCDE.						
3 : Hors Brésil et Etats-Unis.						
4 : Comprend le pétrole brut, les condensats, les LGN et les autres hydrocarbures liquides.						

Source : AIE, Oil Market Report, 13 février 2007 et 11 avril 2008, tableaux repris par PGA n° 911 du 1^{er} mars 2007 en p. 16 et PGA n° 938 du 16 avril 2008 en p. 11, synthétisés par nos soins.

⁴⁸ : Bertrand Lepinoy : « économie et énergie », édition : technip, Paris 1985, p 49.

La Question Des Energies Renouvelables Dans la Perspective de l'Après Pétrole : Cas de l'Algérie et des Pays du Sud et Est Méditerranéens.

Selon Enerdata⁴⁹, en 2006, la consommation énergétique mondiale a été estimée à 11,8 Gtep. Elle est répartie comme suit : Etats-Unis (20 %), Asie Pacifique hors Chine (20 %), Union Européenne des 27 (16 %), Chine (16 %), Communauté des Etats Indépendants (9 %), Amérique Latine (6 %), Reste du monde (13 %) et Soutes maritimes (1 %).

La consommation d'énergie des pays arabes a augmenté rapidement au cours des dernières années. Entre 2004 et 2008, cette consommation est en effet passée de 196000 barils équivalents pétrole par jour à 10015000 bep/j, soit une progression de 1819000 bep/j (+22%). La hausse a été constante depuis 2004, selon les estimations de l'organisation des pays arabes exportateurs du pétrole (OPAEP). Ces chiffres et ceux qui figurent dans les tableaux 6 et 7 suivants son extrais du 35^{ème} rapport annuel du secrétaire général de l'OPAEP, M. Abbas Ali Naqi.

Avec 9144000bep/j, les pays membres de l'OPAEP représentaient l'an derniers 91% de la consommation énergétique de l'ensemble du monde arabe. Outre les Etats membres de l'organisation, qui sont, par ordre alphabétique, l'Algérie, l'Arabie saoudite, le Bahreïn, l'Egypte, les Emirats Arabes Unis, l'Irak, le Koweït, la Libye, le Qatar, la Syrie, et la Tunisie, les pays arabes incluent également la Jordanie, le Liban, la Mauritanie, le Maroc, Oman, la Somalie, le Soudan et le Yémen.

La consommation d'énergie des pays arabes est bien sûr couverte pour l'essentiel par les hydrocarbures qui en représentaient 98,8% en 2008, dont 5400 000bep/j de pétrole et 4455000 bep/j de gaz naturel. Pour ces deux sources clés, la progression a été elle aussi constante sur les dernières années.

Au sein de l'OPAEP, trois pays avaient en 2008 une consommation d'énergie supérieure ou égale à 1 million de bep/j. Il s'agissait de l'Arabie saoudite, avec 2765000bep/j, de l'Egypte, avec 1279000bep/j et des Emirats arabes unis, avec 1005000 bep/j. l'Algérie était en quatrième position avec 860000 bep/j. L'Arabie saoudite était en tête pour la consommation de pétrole. (Voir tableau 9).

⁴⁹ Estimations reprises dans PGA n° 920 du 16 juillet 2007, pp. 40-43.

**La Question Des Energies Renouvelables Dans la Perspective de l'Après Pétrole :
Cas de l'Algérie et des Pays du Sud et Est Méditerranéens.**

Tableau n°9 : Consommation pétrolière Mondiale (1000b/j) :

	2004	2005	2006	2007	2008	2008 Part du total
Etats-Unis	20732	20802	20687	20680	19419	22,5%
Canada	2248	2247	2246	2323	2295	2,6%
Mexique	1918	1974	1970	2027	2039	2,3%
Total Amérique du Nord	24898	25023	24904	25030	23753	27,4%
Argentine	388	414	432	487	508	0,6%
Brésil	1999	2048	2102	2274	2397	2,7%
Chili	240	254	264	346	358	0,4%
Colombie	223	230	240	234	234	0,3%
Equateur	141	168	182	196	204	0,2%
Pérou	153	152	147	154	172	0,2%
Venezuela	523	576	607	665	719	0,8%
Autres Amérique du S et cent.	1271	1288	1323	1324	1308	1,6%
Total Amérique du S et cent	4938	5129	5297	5681	5901	6,9%
Autriche	285	294	294	278	278	0,3%
Azerbaïdjan	92	108	99	92	71	0,1%
Belarus	153	146	165	157	159	0,2%
Belgique et Luxembourg	785	815	839	832	836	1,1%
Bulgarie	105	109	116	117	120	0,1%
Rép. Tchèque	203	211	208	206	210	0,3%
Danemark	189	195	197	196	189	0,2%
Finlande	224	233	225	226	225	0,3%
France	1978	1960	1956	1921	1930	2,3%
Allemagne	2634	2605	2624	2393	2505	3,0%
Grèce	438	436	454	445	438	0,5%
Hongrie	142	163	169	169	169	0,2%
Islande	20	21	20	21	19	9,1%
Rép.d'Irlande	185	196	195	198	190	0,2%
Italie	1873	1819	1813	1759	1691	2,1%
Kazakhstan	187	207	227	244	229	0,3%
Lituanie	55	58	59	59	64	0,1%
Pays Bas	1003	1070	1043	962	982	1,2%
Norvège	210	212	217	222	210	0,2%
Pologne	460	479	516	535	545	0,6%
Portugal	322	331	300	302	286	0,3%

**La Question Des Energies Renouvelables Dans la Perspective de l'Après Pétrole :
Cas de l'Algérie et des Pays du Sud et Est Méditerranéens.**

Roumanie	230	223	219	223	227	0,3%
Russie	2619	2601	2709	2706	2797	3,3%
Slovaquie	68	81	82	86	89	0,1%
Espagne	1593	1619	1602	1617	1574	2,0%
Suède	319	315	322	308	302	0,4%
Suisse	258	262	269	243	258	0,3%
Turquie	667	656	635	656	690	0,8%
Turkménistan	95	100	118	121	123	0,1%
Ukraine	293	294	318	325	326	0,4%
Royaume uni	1764	1802	1785	1714	1704	2,0%
Ouzbékistan	134	112	105	111	113	0,1%
Autres pays d'Europe et Eurasie	512	549	562	585	610	0,7%
Total Europe et Eurasie	20092	20285	20463	20031	20158	24,3%
Iran	1558	1620	1693	1693	1730	2,1%
Koweït	266	295	267	269	300	0,4%
Qatar	53	62	75	90	104	0,1%
Arabie Saoudite	1670	1756	1841	2054	2224	2,7%
Emirats Arabes Unis	335	376	402	425	467	0,6%
Autres pays du moyen orient	1467	1508	1539	1554	1599	2,0%
Total Moyen Orient	5370	5617	5817	6084	6423	7,8%
Algérie	240	251	260	288	311	0,4%
Egypte	567	629	610	650	693	0,8%
Afrique du sud	523	526	537	549	558	0,7%
Autres pays d'Afrique	1269	1322	1290	1288	1319	1,6%
Total Afrique	2600	2728	2696	2776	2881	3,4%
Australie	856	886	918	925	936	1,1%
Bangladesh	83	94	93	94	95	0,1%
Chine	6772	6984	7382	7742	7999	9,6%
Hong Kong	316	287	305	324	294	0,4%
Inde	2573	2569	2580	2748	2882	3,4%
Indonésie	1225	1231	1173	1201	1217	1,5%
Japon	5269	5343	5213	5039	4845	5,6%
Malaisie	485	469	459	481	475	0,6%
Nouvelle Zélande	150	154	156	156	158	0,2%
Pakistan	325	312	356	388	389	0,5%
Philippines	338	315	284	300	288	0,3%

**La Question Des Energies Renouvelables Dans la Perspective de l'Après Pétrole :
Cas de l'Algérie et des Pays du Sud et Est Méditerranéens.**

Singapour	748	794	853	916	958	1,3%
Corée du Sud	2283	2308	2317	2389	2291	2,6%
Taiwan	1084	1090	1097	1123	1074	1,3%
Thaïlande	824	852	834	823	797	0,9%
Autres pays Asie pacifique	568	596	601	629	641	0,8%
Total Asie pacifique	23899	24283	24620	25277	25339	30,1%
Total mondial	81795	83065	83797	84878	84455	100%
Dont : Union Européenne	15032	15205	15211	14746	14765	17,9%
OCDE	49073	49490	49274	48830	47303	55,5%
Ex URSS	3760	3772	3948	3973	4045	4,8%
Autres pays émergents	28963	29804	30575	32075	33108	39,7%

Source: BP statistical review of world energy, juin 2009. Statistiques reprises par PGA n°972 du 1^{er} juillet 2009, p 47.

N.B : Les différences entre les chiffres de consommation et de production proviennent de variations de stocks, de la consommation d'additifs non pétroliers et de combustibles de substitution ainsi que des disparités inévitables en matière de définition et de mesure.

Tableau n°10 : Production pétrolière mondiale (1000 b/j).

Production*	2004	2005	2006	2007	2008	2008 Part du total
Etats-Unis	7228	6895	6841	6847	6736	7,8%
Canada	3085	3041	3208	3320	3238	4,0 %
Mexique	3824	3760	3683	3471	3157	4%
Total Amérique du Nord	14 137	13 696	13 732	13 638	13 131	15,8%
Argentine	754	725	716	699	682	0,9%
Brésil	1542	1716	1809	1833	1899	2,4%
Colombie	551	554	559	561	618	0,8%
Equateur	535	541	545	520	514	0,7%
Pérou	94	111	116	114	120	0,1%
Trinité et Tobago	152	171	174	154	149	0,2%
Venezuela	2907	2937	2808	2613	2566	3,4%
Autres Amériques du S. et cent.	144	143	141	143	138	0,2%
Total Amérique du S et cent.	6680	6899	6866	6636	6685	8,5%
Azerbaïdjan	315	452	654	869	914	1,1%

**La Question Des Energies Renouvelables Dans la Perspective de l'Après Pétrole :
Cas de l'Algérie et des Pays du Sud et Est Méditerranéens.**

Danemark	390	377	342	311	287	0,4%
Italie	113	127	120	122	108	0,1%
Kazakhstan	1297	1356	1426	1484	1554	1,8%
Norvège	3189	2969	2779	2556	2455	2,9%
Roumanie	119	114	105	99	99	0,1%
Russie	9287	9552	9769	9978	9886	12,4%
Turkménistan	193	192	186	198	205	0,3%
Royaume uni	2028	1809	1636	1638	1544	1,8%
Ouzbékistan	152	126	125	114	111	0,1%
Autres pays d'Europe et Eurasie	496	468	457	451	427	0,5%
Total Europe et Eurasie	17579	17541	17598	17819	17591	21,7%
Iran	4248	4233	4282	4322	4325	5,3%
Irak	2030	1833	1999	2144	2423	3,0%
Koweït	2475	2618	2690	2636	2784	3,5%
Oman	785	782	747	701	728	0,9%
Qatar	992	1028	1110	1197	1378	1,5%
Arabie Saoudite	10638	11114	10853	10449	10846	13,1%
Syrie	495	450	435	415	398	0,5%
Emirats A.U	2656	2753	2971	2925	2980	3,6%
Yémen	420	416	380	345	305	0,4%
Autres pays du moyen Orient	48	34	32	35	33	()
Total Moyen Orient	24788	25262	25499	25168	26200	31,9%
Algérie	1946	2015	2003	2016	1993	2,2%
Angola	976	1246	1421	1720	1875	2,3%
Cameroun	89	82	87	82	84	0,1%
Tchad	168	173	153	144	127	0,2%
Rép. du Congo	216	246	262	222	249	0,3%
Egypte	721	696	697	710	722	0,9%
Guinée Equatoriale	345	373	358	368	361	0,5%
Gabon	235	234	235	230	235	0,3%
Libye	1624	1751	1834	1848	1846	2,2%
Nigeria	2502	2580	2474	2356	2170	2,7%
Soudan	301	305	331	468	480	0,6%
Tunisie	71	73	70	97	89	0,1%
Autres pays d'Afrique	75	72	66	59	54	0,1%
Total Afrique	9268	9846	9992	10320	10285	12,4%

La Question Des Energies Renouvelables Dans la Perspective de l'Après Pétrole : Cas de l'Algérie et des Pays du Sud et Est Méditerranéens.

Australie	582	580	554	567	556	0,6%
Brunei	210	206	221	194	175	0,2%
Chine	3481	3627	3684	3743	3795	4,8%
Inde	773	738	762	770	766	0,9%
Indonésie	1129	1087	1017	969	1004	1,2%
Malaisie	793	744	717	743	754	0,9%
Thaïlande	223	265	286	309	325	0,3%
Vietnam	427	398	367	337	317	0,4%
Autres pays d'Asie Pacifique	186	201	203	229	237	0,3%
Total Asie Pacifique	7804	7845	7810	7862	7928	9,7%
Total mondial	80256	81089	81497	81443	81820	100%
Dont Union Européenne	2902	2659	2422	2388	2239	2,7%
OCDE	20766	19861	19458	19148	18400	22%
OPEP	34658	35736	36007	35714	36705	44,8%
Non OPEP**	34191	33513	33171	32930	32295	39,3%
Ex URSS	11407	11839	12318	12799	12821	16%

Source: BP statistical Review of world energy, juin2009.

N.B :

* : Inclut le pétrole brut, les huiles de schistes bitumineux et les LGN (les liquides extraits du gaz quand ils peuvent être récupérés séparément). Exclut les liquides provenant d'autres sources comme les dérivés du charbon et la biomasse.

** : Exclut l'Ex URSS. () : Moins de 005%.

Notes : Pour les tableaux 6 et 7, les parts du total sont calculées à partir des chiffres en millions de tonnes par an.

Par énergie, la répartition mondiale se présente comme suit : Pétrole (34,4 %), Charbon (25,9 %), Gaz (20,5 %), Biomasse (10,3 %), Hydro nucléaire (8,9 %). A elles seules, les trois énergies fossiles (pétrole, charbon et gaz) représentent 80,8 % et le reste des énergies 19,2 %.

Le secteur énergétique, fondamentalement les énergies fossiles, est responsable à lui seul d'environ 80 % des émissions anthropiques d'énergie⁵⁰. Dans le bilan énergétique global, le gaz naturel est incontestablement l'énergie fossile dont la combustion a l'impact le plus faible sur l'environnement. Les produits pétroliers viennent en second lieu. Le charbon constitue le produit le plus polluant.

⁵⁰ Voir Note de l'Institut Français du Pétrole (IFP), reprise par PGA n° 926 du 16 octobre 2007, p. 46.

2. La tarification :

Dans une note publiée par l'Institut français du pétrole à l'occasion de son colloque Panorama 2008 qui s'est tenu à Paris le 7 février 2008, on peut y lire : « L'insuffisance de l'offre [mondiale de pétrole, ndlr], bornée dans sa nature, face à des besoins infinis dans leurs vœux engage le prix du brut sur un sentier de croissance dont seuls pourraient le dévier, semble-t-il, un développement massif des substituts ou des gains importants en termes d'efficacité énergétique. A moins que nous ne connaissions une crise économique majeure »⁵¹

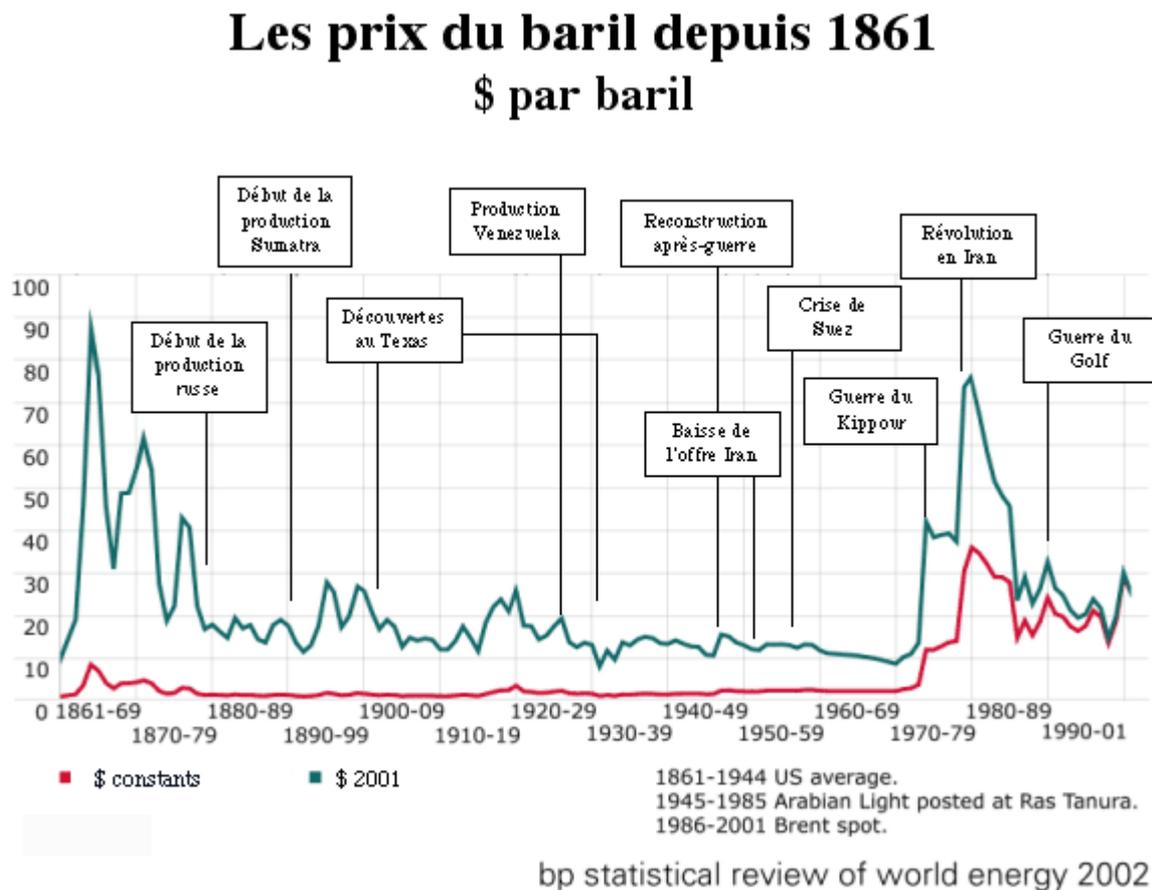
Les trois hypothèses inspirées par cette réflexion pour parvenir à la limitation des prix pétroliers seraient d'abord salutaires pour l'environnement et, par voie de conséquence, permettraient un développement plus durable.

Cependant, ce sentier de croissance du prix du brut n'a pas toujours été ainsi puisque pendant plus d'un siècle le prix du baril de pétrole n'a pas dépassé trois dollars constants (voir graphique), ce qui a permis un développement économique et industriel considérable des pays occidentaux mais aussi un gaspillage énorme des ressources (jusqu'en 1973, le gaz associé au pétrole était entièrement envoyé à la torche) et une contribution sans précédent aux émissions de gaz à effet de serre et au réchauffement climatique. « A ce petit jeu, écrit N. Sarkis, la croissance économique a pu être financée à très bon compte. Mais, le revers de la médaille a été la dilapidation d'environ la moitié des hydrocarbures connus et les premières manifestations d'un désastre environnemental. »⁵²

⁵¹ Note reprise par Le pétrole et le gaz arabes (PGA) n° 936 du 16 mars 2008, p. 40.

⁵² PGA n° 932 du 16 janvier 2008, p. 3.

Graphique n°5: Prix bas du pétrole jusqu'en 1973



Source: BP statistical Review of world energy, 2002.

Après les deux « chocs » pétroliers de 1973/74 et de 1979/80 et la baisse drastique des prix pétroliers de 1986, l'activité économique mondiale, depuis la fin des années 1990, a connu un cycle de très forte croissance sous l'impulsion des Etats-Unis et, surtout, des pays émergents (Chine, Inde et Brésil, notamment). En 2008, toutefois, les pays industrialisés sont entrés dans la phase de ralentissement du cycle et subissent de plein fouet la crise financière mondiale, déclenchée d'abord par la crise des *subprimes* qui a frappé les Etats-Unis en août 2007, et qui risque aujourd'hui de dégénérer en crise économique mondiale.

Cette vigoureuse croissance, durant les premières années du troisième millénaire, a entraîné une augmentation rapide des besoins en matières premières énergétiques, et plus particulièrement fossiles (pétrole brut, gaz naturel et charbon).

**La Question Des Energies Renouvelables Dans la Perspective de l'Après Pétrole :
Cas de l'Algérie et des Pays du Sud et Est Méditerranéens.**

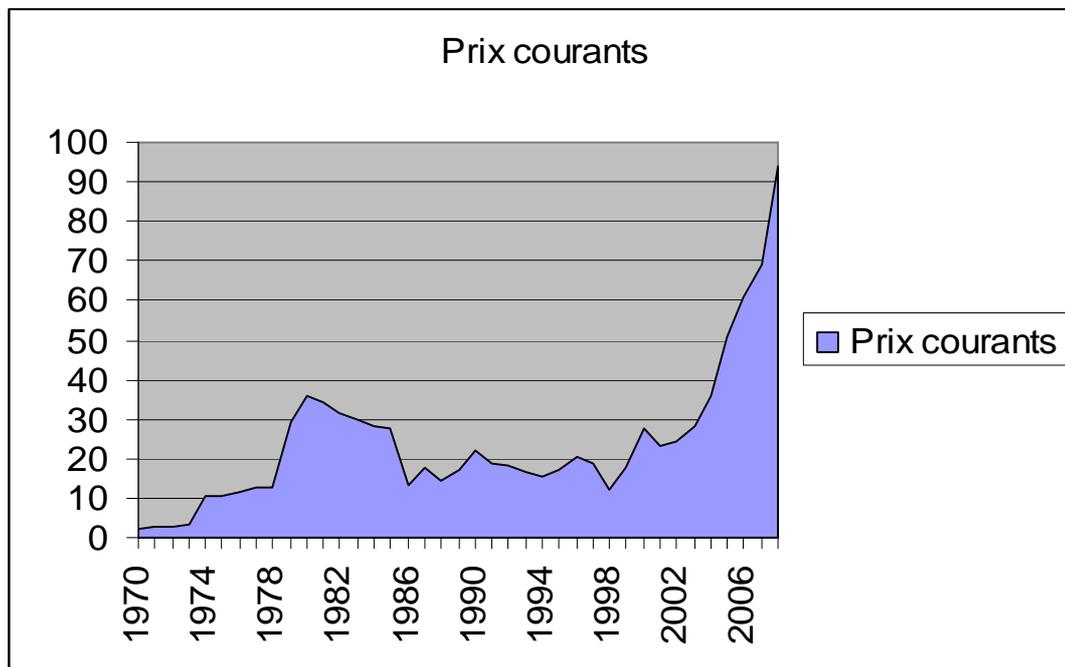
Tableau n°11 : Prix du pétrole brut en valeur nominale, 1970-2008 (\$/baril) :

Années	Prix courants (\$/Baril)
1970	2,1
1971	2,6
1972	2,8
1973	3,1
1974	10,4
1975	10,4
1976	11,6
1977	12,6
1978	12,9
1979	29,2
1980	36
1981	34,2
1982	31,7
1983	30,1
1984	28,1
1985	27,5
1986	13
1987	17,7
1988	14,2
1989	17,3
1990	22,3
1991	18,6
1992	18,4
1993	16,3
1994	15,5
1995	16,9
1996	20,3
1997	18,7
1998	12,3
1999	17,5
2000	27,6
2001	23,1
2002	24,3
2003	28,2
2004	36
2005	50,6
2006	61
2007	69
2008**	94,1

** : Estimations préliminaires

Source : OPEC annual statistical bulletin 2007, Statistiques reprises par la PGA n° 976 du 16 novembre 2009, p.43 et synthétisées par nos soins.

Figure n° 1: l'évolution des prix nominale du pétrole brut 1970-2008(\$/baril)



Source : Graphique réalisé par nos soins à partir des données du tableau n° 11.

D'après le tableau n°11 et en résumé, depuis 2001 à nos jours, le marché pétrolier enregistre plusieurs événements source d'une forte instabilité des prix sur les marchés internationaux de pétrole. Parmi ces événements, on distingue trois facteurs politiques, climatiques et économiques⁵³ :

2.1. Les facteurs politiques :

- Les attentats du 11 septembre 2001 à New York. Ils ont suscité d'intenses réactions sur le marché pétrolier et ceci en haussant les prix du pétrole. Cette hausse s'explique par la sensibilité du marché pétrolier à toutes les nouvelles provenant du golfe persique. En outre, c'est la crainte d'une rupture des approvisionnements mondiaux en pétrole (crainte d'implication d'un pays pétrolier de la zone stratégique Moyen Orient dans les attentats) qui a fomenté les anticipations exagérées des acteurs du marché pétrolier.

⁵³ Mansouri –Guiliani N : économie politique du pétrole : un aperçu, revue analyses et documents économiques n° 98, Février 2005, pp 75-76.

La Question Des Energies Renouvelables Dans la Perspective de l'Après Pétrole : Cas de l'Algérie et des Pays du Sud et Est Méditerranéens.

« L'OPEP, considérée comme maître de l'évolution du marché pétrolier⁵⁴ », a en quelques jours réduits le risque de rupture des approvisionnements en démontrant sa volonté à maintenir les prix dans la fourchette envisagée 22-28\$/b.

- La guerre en Irak et la crise Iranienne : L'occupation des forces américaines et ses alliés du territoire Irakien en mars 2003 et le conflit entre l'Iran et certains pays occidentaux concernant ses ambitions dans le développement de l'énergie nucléaire avaient suscité des ascensions spectaculaires des prix dépassant les barres des 60\$/b entre 2006-2008.
- Les risques des attentats en Arabie Saoudite, les conflits au Nigeria et l'instabilité politique dans certains pays producteurs de pétrole tels que l'affaire de Yukos en Russie (revoir section 2 du chapitre I), les mouvements protestataires frappant les provinces pétrolières à l'Equateur et les menaces du gouvernement Vénézuélien de cesser les livraisons pétrolières aux USA, expliquent l'accélération de la spéculation sur les ruptures des approvisionnements et une probable paralysie de l'offre.

2.2. Les facteurs climatiques :

La hausse de la demande avec l'arrivée de l'hiver (la constitution des stocks) et les cyclones au golfe du Mexique (par exemple, l'ouragan Katrina en fin août 2005 qui a affecté l'offre de pétrole de la région soit d'une réduction d 1,4 millions de barils par jour, les capacités de raffinage ont été également réduites de 1,7 millions de barils par jour, en plus des perturbations dans le transport « sachant que 7à11 millions de barils par jour d'importations pétrolières des Etats-Unis transitent dans cette région »⁵⁵.

2.3. Les facteurs économiques :

Parmi les facteurs économiques, on distingue :

- La variation des prix du pétrole due aux déséquilibres entre l'offre et la demande qui affectent la fixation des prix sur le marché physique.
- Les variables stimulants la demande de pétrole à la hausse : l'accroissement de la demande pétrolière due à la forte demande de la chine et des Etats-Unis. La demande

⁵⁴ Collieux R : OPEP : vers un repli salutaire, revue conjoncture n°14, octobre 2001, p 1-4.

⁵⁵ Idem.

La Question Des Energies Renouvelables Dans la Perspective de l'Après Pétrole : Cas de l'Algérie et des Pays du Sud et Est Méditerranéens.

de ces derniers représente plus de la moitié de l'accroissement de la demande de pétrole mondiale. Selon l'agence internationale de l'énergie (AIE), la consommation mondiale de pétrole s'est accrue de 3,7% en 2004 et voir même une hausse entre 2005 et 2006 avoisinant les 2%⁵⁶.

- Les excédents mondiaux de capacité de production n'ont cessé de décliner pour ne représenter aujourd'hui qu'une faible part. face à cette demande croissante, les capacités productives s'avèrent insuffisantes dans les activités d'extraction et de raffinage. Au sein de l'OPEP, les marges d'extraction supplémentaires qui étaient de 3,2millions en 2002 ont baissé à 2,2 millions en 2005, tandis que les pays non- OPEP, utilisent leurs installations à pleine capacité⁵⁷.

Les pressions de la demande agissent sur la structure des approvisionnements, les sources les moins chères et les plus facilement accessibles étant exploitées les premières. Il est aisé de comprendre qu'on répugne à exploiter des ressources plus dispendieuses et plus éloignées. Mais les ressources énergétiques ne sont pas réparties également et sont, dans le cas des combustibles fossiles, finies, même si les réserves de charbon sont énormes et largement disséminées. Les contraintes pesant sur les approvisionnements en pétrole se sont fait déjà ressentir, même si les nations importatrices ont bénéficié depuis 1985 d'une période de rémission en ce qui concerne les prix. Un nombre accru de pays dépendant envers les importations aura à l'avenir de sérieuses répercussions sur la disponibilité et les prix du pétrole et du gaz naturel. Elles se traduiront par un allongement des circuits d'approvisionnement et, en dehors du moyen orient, par une tendance à exploiter des réserves (souvent situées dans des poches plus petites), dans des zones plus reculées, fréquemment exposées à des incertitudes géopolitiques. Du côté de la demande, les consommateurs sont attirés par le faible niveau des prix et la commodité d'usage. La consommation d'électricité dans les logements et la consommation de pétrole dans les transports ont eu manifestement la part du lion.

Qu'il s'agisse de l'offre ou de la demande, il est probable que ce qui plait ou déplaît aux consommateurs sera un obstacle majeur à tout changement rapide. Une tarification au coût

⁵⁶ Hamidouche N. : ouvrage collectifs sous direction de Khelif amor : Dynamique des marchés, valorisation des hydrocarbures, CREAD, octobre 2005, p76.

⁵⁷ Artus P, Kaabi M : le prix du pétrole dans 10ans :380dollars/baril, revue flash n°2005-138, le 18 avril 2005, p3.

La Question Des Energies Renouvelables Dans la Perspective de l'Après Pétrole : Cas de l'Algérie et des Pays du Sud et Est Méditerranéens.

complet et l'innovation technologique exerceront une forte influence sur les préférences des individus.

Fréquemment, les prix de l'énergie ne couvrent pas les coûts de production, et encore moins les effets sociaux et les effets sur l'environnement, qualifiés d'effets externes. Des études de l'OCDE et d'autres sont estimées que les prix de l'énergie commerciale sont généralement subventionnés dans une proportion moyenne, comprise entre 30 et 50% dans les économies en transition et dans la plupart des pays en développement relativement dynamiques. Depuis quelques années, la banque mondiale a attiré l'attention sur le fait que l'électricité est vendue en moyenne à 40% seulement de son coût de production dans les pays en développement. Comme l'a souligné une étude récente de celle-ci : « De telles subventions gaspillent les ressources en capital et en énergie à une très vaste échelle. Le fait de subventionner les prix de l'électricité est inefficace tant pour l'économie que pour l'environnement. De bas prix engendrent une demande excessive et, en sapant la base de recettes, diminuent la capacité des entreprises d'électricité d'assurer et d'entretenir les approvisionnements. Les pays en développement utilisent environ 20% d'électricité de plus qu'ils ne le feraient si les consommateurs payaient le véritable coût marginal d'approvisionnement. Une tarification trop faible de l'électricité décourage aussi l'investissement dans des technologies nouvelles plus propres, et dans des processus ayant un meilleur rendement énergétique. »⁵⁸. Le subventionnement des prix de l'énergie est dans les pays en développement l'un des principaux obstacles à l'amélioration des rendements énergétiques, où ils n'atteignent que 50% à 60% du niveau considéré comme correspondant à la meilleure pratique dans le monde développé. Des études montrent qu'en l'état actuel de la technologie, il serait possible d'obtenir, à des conditions économiquement acceptables, une économie représentant de 20% à 25% de l'énergie consommée dans de nombreux pays en développement avec le stock de capital existant. Si l'on investissait dans de nouveaux équipements, dont le rendement énergétique est plus élevé, les économies pourraient se situer entre 30 et 60%. Donc, on conclut que les politiques de subventionnement encouragent l'inefficacité dans la fourniture et l'utilisation d'énergie, Un gaspillage et des extravagances dans la consommation, et amplifient les effets défavorables sur l'environnement. Alors pourquoi les politiques et les pratiques sont elles contraires aux objectifs affichés et à une rationalité apparente ? Deux raisons l'expliquent :

⁵⁸ : Banque Mondiale : « Energy efficiency and conservation in the developing world », janvier 2000, p 14.

La Question Des Energies Renouvelables Dans la Perspective de l'Après Pétrole : Cas de l'Algérie et des Pays du Sud et Est Méditerranéens.

- Le désir de subventionner les prix de l'énergie pour des raisons sociales ou pour acquérir le soutien politique des individus subventionnés. C'est une pratique particulièrement répandue dans les pays en développement, ans les économies actuellement en transition et dans les zones rurales ailleurs ;
- Des tentatives visant à obtenir un avantage dans le commerce international et dans l'investissement étranger à l'intérieur du pays.

Le problème de l'énergie n'est qu'un sujet important parmi beaucoup d'autres, aussi bien dans le dialogue international qui se développe que dans les débats intérieurs de chaque pays.

La production pétrolière atteignant un maximum, puis plafonnant et ensuite déclinant, les besoins d'énergies de remplacement se feront sentir dans des proportions énormes. Nos analyses mettent en évidence l'importante croissance de l'énergie au cours des décennies qui viennent. Elles montrent que, pour peu que peuples et nations regardent les problèmes en face, s'y attaquent ensemble....et le fassent tout de suite, les possibilités d'éviter les conséquences des déficits d'énergie sont nombreuses. C'est l'équilibre économique du monde qui est en jeu. Si elles veulent avoir des structures économiques et énergétiques en bon état, les diverses nations du monde devront réduire leur dépendance à l'égard du pétrole et se tourner vers d'autres sources d'énergie.

Le principal défi est donc de gérer au mieux la transition. Reste à savoir quel avenir énergétique associer à cette transition : celui de la boulimie, alimenté par le charbon, le nucléaire et les utopies technologiques ? Ou celui de la sobriété, basé sur la maîtrise et la diversification des sources d'énergies ? C'est notre responsabilité à chacun de comprendre et d'informer sur les enjeux sous-jacents à ce choix. Aussi, c'est notre responsabilité à chacun de changer nos modes de vie et de consommation pour respecter le choix que nous aurons fait.

Section 2 : Energie et Environnement

L'utilisation et la production d'énergie conduisent à des déchets et à l'émission de gaz polluants. Ces derniers sont, pour leur grande majorité, rejetés dans l'atmosphère. Compte tenu des quantités mises en jeu, ils sont impliqués dans la dégradation de l'environnement. Mais si l'énergie contribue pour une part importante aux émissions, d'autres secteurs comme l'industrie, l'agriculture... émet aussi de grandes quantités de gaz dommageables pour l'environnement.

Certaines pollutions sont globales, car elles concernent l'ensemble de la planète, d'autres sont régionales. Il y'a enfin des pollutions locales d'ampleur plus limitées mais souvent plus visible. L'utilisation de l'énergie a aussi un impact sur la santé.

Nos ancêtres sont souvent cités en exemple comme des défenseurs de la nature. La vérité est tout autre et nous prenons certainement plus en compte les effets de l'homme sur l'environnement qu'ils ne l'ont fait. En effet, si la nature était peu perturbée dans le passé, c'est que la population était moins nombreuse que maintenant et le niveau de vie beaucoup plus bas. Ainsi, les hommes du néolithique arrachaient la végétation sauvage, la brûlaient et utilisaient les cendres comme engrais : c'est l'écobuage. Ils cultivaient aussi sur brûlis ce qui leur permettait d'éviter de labourer pour semer. Après deux récoltes, ils changeaient de lopin de forêt pour renouveler cette opération. A ce rythme, on estime qu'une famille du néolithique brûlait environ 50 tonnes de bois par an. Ceci correspond, en supposant que le bois brûlé est humide, à une énergie de quelques 150 000kwh, soit beaucoup plus que ce que consomme une famille française aujourd'hui. Cette énergie n'était même pas utilisée à des fins énergétiques : elle était inutilement dispersée dans l'atmosphère⁵⁹.

Nous avons l'impression, depuis le début du XX^e siècle, que l'environnement se dégrade. Paradoxalement, ce n'est sans doute pas le cas et l'espérance de vie des hommes a autant augmenté en un siècle qu'en plusieurs millénaires.

Dans cette section, nous présenterons quelques obstacles au développement continu de la consommation énergétique pour ce qui concerne la protection de l'environnement liée à

⁵⁹ Curran.D.W : « la nouvelle donne énergétique », masson,Paris 1981.p.60.

La Question Des Energies Renouvelables Dans la Perspective de l'Après Pétrole : Cas de l'Algérie et des Pays du Sud et Est Méditerranéens.

l'utilisation des différentes énergies notamment fossiles. Cette liste des obstacles n'est certes pas exhaustive, mais elle représente cependant les problèmes principaux auxquels nous seront confrontés à l'avenir.

I. L'effet de serre :

La modification du climat de la planète par la production importante de gaz carbonique liée à la combustion du pétrole, du gaz naturel, même dans d'autres pays du charbon, est une menace qui n'est pas encore totalement démontrée.

Les écologistes sont arrivés à convaincre les divers gouvernements de l'existence d'une relation positive entre l'émission de CO₂ produite par la combustion d'hydrocarbures et l'augmentation de la température moyenne de la terre. Ils ont convoqué ces gouvernements à des conférences mondiales, et à la suite de la conférence de Kyoto sur le changement climatique en 1997, plusieurs pays se sont engagés à limiter leurs émissions de gaz à effet de serre.

Sans l'effet de serre, la température moyenne de notre planète serait à -18 °C. Grâce à ce phénomène, elle est de 15°C. Il représente en moyenne 150w/m². Depuis le début de l'ère préindustrielle, l'effet de serre a augmenté de 2,45w/m², soit de 1% de l'énergie rayonnée par notre planète. Ceci a eu pour conséquence d'accroître la température moyenne entre 1850 et 1995 de 0,3 à 0,6°C. Cette augmentation est préoccupante.

La vapeur d'eau est le gaz qui a la plus grosse influence sur l'effet de serre (60 à 70% de l'effet). Néanmoins, la quantité rejetée par l'homme ne fait pas varier de façon sensible sa concentration dans l'atmosphère et le cycle de l'eau est très rapide. Ce n'est pas le cas d'autres gaz comme le gaz carbonique CO₂, le méthane CH₄, et le protoxyde d'azote N₂O. Les composés halogénés (CFC, halons⁶⁰) sont rejetés en quantités moindres et leur impact est plus faible. En revanche, leur durée de vie est plus importante. Ces composés halogénés jouent aussi un rôle important dans la destruction de la couche d'ozone qui nous protège des rayons ultraviolets nocifs. Des mesures ont été prises au niveau international pour en limiter

⁶⁰ Les CFC (chlorofluorocarbones) sont des composés carbonés dans lesquels des atomes d'hydrogène ont été remplacés par des atomes de chlore et/ou de fluor. Dans les halons, des atomes d'hydrogène ont été remplacés par des atomes de brome et/ou de fluor.

La Question Des Energies Renouvelables Dans la Perspective de l'Après Pétrole : Cas de l'Algérie et des Pays du Sud et Est Méditerranéens.

l'usage. Malgré celles-ci, il faudra environ 50ans pour restaurer la couche d'ozone à son niveau des années 1970.

Les combustibles fossiles rejettent tous du CO₂ par combustion, puisqu'ils contiennent du carbone. Une meilleure gestion de la combustion et le choix du combustible fossile (par exemple, pour une même quantité d'énergie fournie, la combustion du gaz naturel émet environ deux fois moins de CO₂ que celle du charbon) peut optimiser l'émission de gaz à effet de serre mais on ne pourra jamais la faire disparaître complètement car la combustion du carbone donne toujours du gaz carbonique. Les énergies renouvelables et le nucléaire, par contre, ne contribuent pas à accroître l'effet de serre.

L'augmentation des émissions anthropiques⁶¹ de gaz à effet de serre au rythme actuel pourrait avoir de graves conséquences sur l'environnement comme le prédisent certains modèles. Plusieurs scénarios ont été proposés pour évaluer la température moyenne en 2100. Ils conduisent à un réchauffement moyen compris entre 2°C et 6°C. Les valeurs hautes auraient des conséquences dramatiques sur l'environnement avec notamment la montée du niveau de la mer, l'apparition de maladies tropicales pour certains pays qui n'en n'ont pas aujourd'hui. Le Giec⁶² prédit ainsi, sur la base de modèles, que 95% des glaciers européens disparaîtraient, que le régime de précipitations pourrait être modifié (il y'aurait de forte pluies sur l'Europe), que des perturbations importantes (cyclones, ouragans, tornades...) seraient plus fréquentes. Ces prédictions sont suffisamment inquiétantes pour que l'on recherche, au niveau mondial, un accord pour limiter l'émission des gaz à effet de serre. La conférence de Kyoto, en décembre 1997, a permis une amorce dans ce sens, bien que les experts la jugent encore bien timide. Tous les combustibles fossiles produisent du gaz carbonique en brûlant. Toutes fois la quantité libérée dépend de la nature du combustible. Plus celui-ci contient d'hydrogène dans sa molécule, moins il rejette de gaz carbonique. Pour la même quantité d'énergie produite, le charbon, composé essentiellement de carbone pur C, est celui qui en produit le plus. Le gaz, composé majoritairement de CH₄, est le combustible fossile qui en rejette le moins. Le pétrole, approximativement (CH₂)_x, émet des quantités intermédiaires.

⁶¹ C'est-à-dire dues à l'homme.

⁶² Groupe intergouvernemental sur l'évolution du climat.

La Question Des Energies Renouvelables Dans la Perspective de l'Après Pétrole : Cas de l'Algérie et des Pays du Sud et Est Méditerranéens.

Les gaz qui contribuent à un effet de serre ne donnent pas des impacts de même grandeur. En effet, cela dépend de nature de la molécule et du temps qu'elle va rester dans l'atmosphère avant de disparaître. Pour comparer le pouvoir des gaz entre eux, on définit la quantité, PRG(X), qui est le « pouvoir de réchauffement global ». C'est le facteur par lequel il faut multiplier les émissions d'un gaz X pour obtenir la masse de CO₂ qui produirait le même impact sur le climat dans 100ans. Cela permet de calculer, pour chaque gaz, un équivalent carbone. Par définition PRG (CO₂)=1. Pour le méthane, on a PRG (CH₄)=23, ce qui signifie que 1kg de CH₄ aura le même impact sur le climat dans 100ans que si l'on relâche 23kg de CO₂. C'est la raison pour laquelle il vaut mieux, si on ne l'utilise pas, brûler le CH₄ dans des torchères que de le relâcher dans l'atmosphère. Pour les autres gaz on a PRG (N₂O)=5700 à 11900, PRG (SF₆)=22200.

II. La pollution :

On extrait chaque année plusieurs milliards de tonnes de combustibles fossiles. L'extraction, le raffinage, le transport, le stockage et l'utilisation des combustibles, ne sont pas sans avoir des conséquences importantes sur l'environnement en terme de pollution et de modification de celui-ci.

L'exploitation du charbon dans des mines souterraines ou à ciel ouvert modifie l'environnement, car de grandes quantités de matériaux sont déplacées. Elle libère des matières volatiles (méthane de charbon), ainsi qu'une grande quantité de poussières. Le lessivage par la pluie des tas de charbon non protégés entraîne les composés solubles dans les nappes phréatiques.

L'extraction du pétrole et du gaz peuvent conduire à des affaissements de terrains et les rejets gazeux ou liquides polluent l'atmosphère. On estime qu'environ 5% de la production de gaz est perdue. Comme l'impact sur l'effet de serre du méthane est 23 fois plus important que celui du gaz carbonique, c'est comme si l'on relâchait dans l'atmosphère tout le volume de la production de gaz en CO₂.

Le raffinage donne des rejets de produits toxiques (poussières, phénols, produits ammoniacaux, etc.). A toutes les étapes du transport et de la manutention des combustibles fossiles il y'a des pertes. C'est le cas, par exemple, lors des naufrages de pétroliers qui ont été

La Question Des Energies Renouvelables Dans la Perspective de l'Après Pétrole : Cas de l'Algérie et des Pays du Sud et Est Méditerranéens.

des catastrophes écologiques (Erika, Amocco Cadiz, Exon Waldez...) ⁶³. Il y'a aussi des fuites lors du stockage.

Le charbon, le pétrole et le gaz sont rarement purs lors de leur extraction. Ils contiennent du soufre dont la combustion conduit au gaz sulfureux (SO₂), dangereux pour la santé et à l'origine des pluies acides. On peut extraire la partie soufrée du gaz naturel avant sa distribution. Pour le pétrole, on fabrique, lors du raffinage, des produits légers peu soufrés (carburants) et des produits plus lourds très soufrés (fuels). Pour le charbon, on n'extrait pas le soufre avant sa distribution. La majeure partie du SO₂ produit vient de l'utilisation du charbon et du fuel lourd. Toutefois, dans les grosses installations, on peut mettre en œuvre des technologies pour capter une grande partie du dioxyde de soufre émis.

La combustion des énergies fossiles utilise l'oxygène de l'air. Comme ce dernier contient de l'azote, on peut, dans certaines conditions de combustion, former des oxydes d'azote (NO_x).

Les transports dépendent presque essentiellement du pétrole. L'accroissement du trafic des voyageurs, à ceci il faut ajouter l'accroissement du fret. La combustion de l'essence ou du diesel dans les moteurs à explosion libère du gaz carbonique qui contribue à accroître de l'effet de serre, ainsi que des polluants. Parmi les polluants émis par les transports, on trouve :

- ✓ L'oxyde de carbone (CO), qui peut se fixer sur l'hémoglobine du sang et inhiber sa propriété de fixer l'oxygène ⁶⁴ ;
- ✓ Les oxydes d'azote (NO et NO₂) que l'on dénote NO_x (le monoxyde d'azote), (NO) est le plus abondant (90 à 95%) ⁶⁵ ;
- ✓ Les hydrocarbures qui comprennent le méthane et les composés organiques volatils non méthaniques. Le méthane en provenance du transport ne représente qu'environ 0,7% des émissions totales de méthane ⁶⁶ ;
- ✓ L'ozone (O₃) qui résulte de la synthèse photochimique à partir des hydrocarbures et des NO_x ;

⁶³ Entre 1960 et la fin 1999, il y'a eu 37 marées noires dont 6 sur les côtes françaises. Au cours de celles-ci, 3 millions de tonnes de pétrole ont été libérés. Il faut ajouter à ceci les dégazages sauvages.

⁶⁴ Les émissions de monoxyde de carbone proviennent pour 59% du transport routier. Elles se sont élevées à 9 380 000 tonnes en 1995, soit une baisse de 18% par rapport à 1990.

⁶⁵ Une meilleure utilisation de l'énergie, grâce aux nouvelles technologies, a permis de diminuer de 8% ces émissions entre 1990 et 1995.

⁶⁶ Bien que la principale source d'émission de méthane (=50%) provienne des animaux.

La Question Des Energies Renouvelables Dans la Perspective de l'Après Pétrole : Cas de l'Algérie et des Pays du Sud et Est Méditerranéens.

- ✓ Le gaz sulfureux (SO₂) qui vient du soufre contenu dans les carburants mais dont la teneur est de plus en plus faible ;
- ✓ Les particules (fumées noires, particules en suspension...) qui viennent de la combustion incomplète du carburant. Les particules les plus fines peuvent directement pénétrer dans les poumons et sont nuisibles à la santé humaine.

Des progrès importants ont été faits sur l'émission des polluants puisque ces valeurs sont passées en moyenne pour un véhicule de 60g/km en 1960 à 2,8g/km, avec un objectif de 1,2g/km en 2008. Les nouveaux véhicules sont beaucoup moins polluants grâce aux nouvelles technologies et aux filtres qui sont utilisés.

La fourniture et l'utilisation de l'énergie ont des effets positifs et négatifs. La pollution est le principal effet négatif, avec des effets locaux, comme la fumée due à la circulation et aux cheminées d'usine, des effets régionaux, comme les pluies acides et les marées noires, et des effets mondiaux, dont le principal pourrait être l'impact sur le climat des gaz à effet de serre tels que le gaz carbonique et le méthane (dont une partie est émise lors de la fourniture et de l'utilisation d'énergie).

La pollution locale est particulièrement aiguë à l'intérieur et à proximité des zones urbaines de nombreux pays en développement. A coup sûr, la fourniture et l'utilisation de l'énergie contribuent à la dégradation de l'environnement, surtout à celle de la qualité de l'air, et dans une certaine mesure, à la pollution du sol et de l'eau. La prédominance de l'essence au plomb a pu être constatée dans les fortes concentrations du plomb qu'on trouve à New Delhi, Kuala Lumpur, Harare et d'autres régions en développement. L'âge moyen élevé des véhicules et la médiocrité générale de leur entretien et de leurs réparations (surtout pour les autobus et les véhicules collectifs) ainsi que l'encombrement dans les villes, accroissent les émissions. Le PNUE a estimé à 1 milliard de dollars des Etats-Unis par an pour les seuls encombrements de Bangkok, les coûts en temps perdu et en pétrole supplémentaire consommé (sans compter 1 milliard de dollars de plus par an pour les honoraires médicaux et d'autres effets).

Les centrales électriques et les processus industriels sont souvent assez vétustes, peu performants et gérés de façon peu efficace, ce qui augmente les émissions de particules et autres.

La Question Des Energies Renouvelables Dans la Perspective de l'Après Pétrole : Cas de l'Algérie et des Pays du Sud et Est Méditerranéens.

Selon l'organisation mondiale de la santé, plus d'un milliard d'individus n'ont pas accès à une eau non contaminée. Plus d'1,7 milliards d'individus n'ont pas accès à des services d'assainissement. En Amérique Latine, à peine 2% des eaux d'égout bénéficient d'un traitement quelconque, d'après la banque mondiale. La proportion des habitants des villes qui ne disposent pas d'installations sanitaires est restée stable, autour de 30%, pendant les vingt dernières années, selon le PNUE.

Ces évolutions, ou l'absence d'évolution, se sont traduites par des maladies chroniques, une mortalité infantile élevée, une sous-alimentation, une éducation médiocre et du chômage. Plus de 35000 enfants meurent de pneumonie et environ 17 % de la coqueluche ou de la rougeole⁶⁷. Des affections respiratoires aiguës des enfants et des femmes sont largement dues aux particules émises par la combustion de bois et d'excréments des animaux dans les fours traditionnels. L'organisation mondiale de la santé a estimé que jusqu'à 500 millions de personnes (dont la plupart sont des femmes et des enfants) sont exposées à des niveaux de pollution par les particules atteignant de 3 à 140 fois le niveau maximum recommandé.

Néanmoins, dans le cadre de ce qu'il est économiquement et politiquement possible de faire, il faudra déployer plus d'efforts pour réduire la pollution locale et régionale engendrée par la fourniture et l'utilisation d'énergie en cherchant à améliorer l'efficacité, à employer des combustibles, processus et appareils électriques plus propres, à mettre en œuvre une tarification au coût complet et des réglementations plus strictes, à rendre la concurrence plus effective et à dispenser une information et une éducation meilleures. Ces mesures sont à la fois plus faciles à prendre par les pays riches développés et ne font que prolonger celles que la plupart d'entre eux ont déjà adoptées. Elles serviraient toutefois d'objectif pour des pays qui ont moins de ressources financières, en diminuant des dépenses de santé et d'assistance sociale.

Les mesures appropriées pour réduire la pollution locale et régionale conviennent aussi souvent, mais pas toujours (en raison d'une efficacité réduite, d'émissions de gaz carbonique plus élevées, etc.), pour s'attaquer aux craintes d'un changement potentiel du climat de la planète.

⁶⁷ Conseil mondial de l'énergie : « l'énergie pour le monde de demain », édition technip, Paris, 1993, p165.

III. Le changement potentiel du climat de la planète :

Comme il a déjà été indiqué, les problèmes mondiaux d'environnement n'ont pas encore reçu de priorité élevée dans les pays en développement. A vrai dire, ils ont un rang très bas sur la liste de leurs préoccupations actuelles. Pourtant, dans les trente prochaines années, les pays en développement seront ceux qui contribueront le plus aux problèmes mondiaux de pollution si les hypothèses relatives à la pollution mondiale actuellement à la mode sont démontrées scientifiquement.

Le gaz carbonique et le méthane, qui sont les deux gaz à effet de serre sur lesquels les discussions portant sur l'hypothèse d'un réchauffement du globe (ou d'un changement potentiel du climat de la planète), se sont le plus concentrées, ont augmenté pendant les deux derniers siècles. L'attention s'attache surtout au gaz carbonique, parce que, pensent divers spécialistes éminents, il contribue le plus aux modifications que les hommes imposent aux radiations. Néanmoins, on admet qu'un puits de gaz carbonique, équivalent à environ 100 gigatonnes de carbone, qui peut correspondre à une absorption croissante de carbone par les arbres et les plantes à mesure que les concentrations de gaz carbonique dans l'atmosphère ont augmenté au cours des dernières décennies, n'est pas pris en compte. De même, il existe, pense-t-on, un grand puits océanique supplémentaire au nord (la controverse est résumée dans E.T. Sundquist : « The global carbon dioxide budget », science, American association for The advancement of science, 12 février 1993, p 939). L'importance des sources et puits de carbone peu être appréhendée dans le tableau suivant qui, quoique proche du consensus qui existe actuellement, ne représente que les estimations d'une poignée de théoriciens et est entaché d'incertitude.

Si les émissions de carbone dues à la combustion de combustibles fossiles pouvaient être capturées et réabsorbées de façon satisfaisante, ce que font, croit-on, très bien les océans et largement les sols et les forêts (c'est-à-dire que leurs cycles du carbone sont équilibrés), les débats sur l'avenir de la demande de combustibles fossiles prendraient une autre tournure.

La Question Des Energies Renouvelables Dans la Perspective de l'Après Pétrole : Cas de l'Algérie et des Pays du Sud et Est Méditerranéens.

Tableau n°12 : Puits et sources de carbone (en GtC).

	Puits	Sources		
		Emissions	Absorption	Solde
Atmosphère	750	–	–	–
Forêts	550	102*	100	+2
Sol	1500			
Surface Océan	1000	90	92	(-2)
Profondeur Océan et sédiments	38000	–	–	–
Combustion comb. Fossiles (net)	0	6	0	+6
Autres dues à l'homme	0	2*	2	0**
Total	41800	200	194	+ 6**

Source : IPCC « climate change », 1990. p8, mise à jour.

N.B :

* : *On estime que le déboisement engendre des émissions de 2 GtC de carbone par an actuellement.*

** : *La plupart des estimations révèlent des différences inexplicables dans les émissions annuelles nettes de carbone d'origine humaine, et de se fait une accumulation nette annuelle (qui est estimée à environ 3,5GtC).*

Face aux larges plages actuelles d'incertitude scientifique, il importe de reconnaître que :

- La combustion de combustibles fossiles par l'homme représente 3% des émissions mondiales annuelles totales de carbone (les émissions provenant du sol, des forêts et des océans représentent 96%, mais ils sont tous aussi des puits importants de carbone) ;
- Les émissions de méthane d'origine humaine engendrées par l'utilisation de charbon, de gaz naturel et de pétrole sont inférieures à 20% des émissions mondiales annuelles totales de méthane. Elles sont inférieures aux émissions qui proviennent des marais côtiers, et peut être inférieures à celles qui sont engendrées par la fermentation entérique ou par les rizières ;
- Les émissions de protoxyde d'azote dues à l'homme sont au pire égale à la moitié des émissions naturelles. Au mieux, les sources stationnaires et mobiles de combustion d'origine humaine représentent le huitième de l'estimation la plus basse des émissions

La Question Des Energies Renouvelables Dans la Perspective de l'Après Pétrole : Cas de l'Algérie et des Pays du Sud et Est Méditerranéens.

naturelles effectuée par le Panel intergouvernemental d'experts sur le changement de climat et au pire d 8 à 20% de ces émissions ;

- Même dans les cas les pires – monoxyde de carbone et oxydes d'azote- les émissions dus à l'homme et provenant de la combustion de combustibles fossiles son inférieures à la moitié du total mondial annuel des émissions de ces gaz.

Lorsqu'on examine les sources et les puits de ces gaz, il faut aussi considérer d'autres causes possibles. Pour commencer, il convient d'examiner la production de ciment et les modifications dans l'utilisation des sols. Ces dernières sont intervenues depuis de nombreux siècles, mais surtout au cours des deux derniers en réaction à l'augmentation et aux déplacements de la population. Ces deux facteurs sont des causes importantes d'émissions nettes de carbone d'origine humaine à côté de la combustion de combustibles fossiles. La production de riz est une source importante d'émission de méthane, tout comme la dépendance d'une bonne partie de la population du globe envers les ruminants domestiques. Le caoutchouc produit par l'activité humaine, e qui finit dans les décharges, est aussi une grande source de production et d'émission de méthane quand celui-ci n'est pas capturé efficacement. Les quantités d'azote introduites par l'intermédiaire des engrais commerciaux et de la culture de légumineuses qui fixent l'azote peuvent accroître les émissions de protoxyde d'azote (N₂O) qui proviennent du sol, et cet oxyde est un gaz à effet de serre. Les flux de trafic aérien peuvent avoir dans ce contexte, dans la mesure où la combustion de carburant conduit à la formation de NO par la fixation du N₂ et du O₂ présents dans l'atmosphère. Cela a suscité de vives inquiétudes sur les effets possibles au cas où les vols supersoniques seraient destinés à se développer.

La production de nylon et d'acide nitrique sont d'autres sources d'émission d'oxydes d'azote. Les éruptions volcaniques (qui émettent de grandes quantités de gaz sulfurique) et la combustion de biomasse sont de grandes sources d'émission d'aérosols dans la stratosphère et la troposphère, et le rôle des halocarbones en tant que gaz à effet de serre et amincisseurs de la couche d'ozone dans la stratosphère à fait l'objet du protocole de Montréal de 1986 et des amendements qui y ont été apportés à Londres en 1990. la mention de ces sources plus larges d'émission et de cette gamme plus étendue de gaz à effet de serre a pour but de montrer que, si un changement de climat de la planète résulte d'émissions de gaz à effet de serre dues à

La Question Des Energies Renouvelables Dans la Perspective de l'Après Pétrole : Cas de l'Algérie et des Pays du Sud et Est Méditerranéens.

l'homme, il faut adopter des mesures globales et prendre dès aujourd'hui des mesures préventives raisonnables.

Par simple prudence, on plaide en faveur d'une action fondée sur le principe de prévention.

Les mesures préventives doivent reposer sur les aspects suivants :

- ✓ Il faut intensifier la recherche sur une base internationale pour réduire les incertitudes scientifiques reconnues et améliorer les modèles climatiques utilisés ;
- ✓ Des stratégies rationnelles de réduction des émissions et d'adaptation doivent être mises en œuvre et accroître les économies d'énergie ;
- ✓ Des stratégies d'adaptation doivent être mises en œuvre dès maintenant, parce que si les inquiétudes soulevées par le réchauffement du globe et ses effets climatiques sont fondés, le monde a déjà franchi le seuil à partir duquel ils pourraient être évités ;
- ✓ Plus l'action sera différée, plus les coûts de réduction des émissions et d'adaptation deviendront élevés si les craintes se révèlent exactes, à cause de la longue durée de vie et des effets cumulatifs des concentrations de certains des gaz à effet de serre dans l'atmosphère ;
- ✓ Les gouvernements doivent s'impliquer, sinon l'action n'interviendra pas avec la vitesse et la confiance dans les résultats nécessaires. Il faudra agir sur un large front et, bien que les instruments économiques soient préférables à la réglementation, l'expérience de l'histoire confirme la règle générale que l'adoption d'une législation s'est souvent révélée très efficace ;
- ✓ Ces diverses mesures préventives doivent être soutendues par la reconnaissance du fait que les responsables et les offreurs d'énergie cherchent essentiellement à fournir les services que celle-ci peut rendre – chauffage, mobilité, etc. et qu'il faut sans cesse chercher d'autres moyens, meilleurs, de procurer ces services.

IV. La réglementation de l'environnement :

Traditionnellement, l'environnement est un domaine qui a été réservé à la réglementation de l'Etat, aux organismes à but non lucratif privés et à des groupes d'intérêts particuliers. Si les plaintes relatives à la pollution locale, régionale et mondiale sont justifiées, il est difficile de soutenir que le jeu combiné de leurs efforts a été pleinement satisfaisant ou suffisant. De fait, un rapport qui a été élaboré à une époque où les systèmes de « direction et de contrôle » ont été (partiellement ou totalement) démantelés dans de nombreux pays, serait mal venu d'exiger que la politique de l'environnement soit régie par une démarche « dirigiste ». De même, les réglementations publiques ont été souvent inefficaces, contradictoires et ont même abouti à des contre-effets dans leurs impacts sur l'environnement. Cela invite à ne pas trop miser sur une démarche de réglementation. La politique de l'environnement doit être orientée vers des réactions efficaces et efficients par rapport aux coûts engagés, soutenues le cas échéant par des mesures de réglementations ou des taxes. Cette politique doit encourager l'innovation technologique et les procédures de nettoyages de l'environnement, établir les voies par lesquelles le droit civil et les droits de propriété peuvent être amendés pour contribuer à la protection de l'environnement, introduire des taxes spécialement affectées (c'est-à-dire des taxes visant spécifiquement l'environnement et dont le produit est utilisé spécifiquement en sa faveur, de façon à ce que les contribuables puissent voir la cause et l'effet, et qui soient neutres pour le trésor du point de vue des recettes), et expérimenter des instruments économiques pour protéger et améliorer l'environnement (comme des droits de propriété, des autorisations d'émission et des crédits de réduction des émissions cessibles).

Alors que plusieurs de ces mesures en sont inévitablement à un stade expérimental, et qu'en cas d'absence de succès, ces expériences devraient être rapidement modifiées ou abandonnées, leur orientation est claire : comparer explicitement ou implicitement les coûts et les avantages. La démarche de la réglementation se heurte à diverses difficultés. Il faut rédiger et appliquer avec le plus grand soin les réglementations elles mêmes. L'honnêteté, l'efficience et le sérieux des autorités de réglementation et des autres bureaucrates varient à l'intérieur des nations et cultures et entre elles. Il y a le risque d'admettre des exemptions pour les gros pollueurs, ou de négliger les violations de la réglementation par de nombreux petits acteurs en se contentant de poursuivre les grandes entreprises pour satisfaire le public. Il y a la tendance qui consiste à fixer un bas dénominateur commun lors de l'établissement des normes, et à

La Question Des Energies Renouvelables Dans la Perspective de l'Après Pétrole : Cas de l'Algérie et des Pays du Sud et Est Méditerranéens.

décourager ainsi des normes plus élevées ou des progrès plus rapides que ce qu'impose la réglementation. Il y a le risque de fixer des objectifs, surtout des objectifs globaux, alors que ce qu'il faut est d'affecter les ressources rares là où elles procureront les meilleurs rendements. Une grave responsabilité repose sur les épaules des gouvernements et des autorités de réglementation.

Une bonne partie de la dégradation passée et actuelle de l'environnement est due (souvent involontairement) aux activités de l'Etat et à la politique officielle. Il est donc indispensable d'asseoir les décisions de réglementation sur une base aussi saine que possible. Il faut employer les meilleurs mécanismes et les meilleurs processus de prise de décision, et il faut que la prise de décision soit transparente, en même temps qu'un groupe d'experts indépendants évaluent les études scientifiques et économiques qui soutiennent ces décisions.

V. Effets sur les diverses formes d'énergie :

L'ampleur des effets sur la demande des diverses formes d'énergie résultant des préoccupations et politiques relatives à l'environnement dépendra de forces nombreuses et diverses. Parmi les plus importantes d'entre elles interviendront sans doute, l'amélioration des connaissances scientifiques sur le changement potentiel de climat de la planète, la vitesse avec laquelle les meilleures technologies disponibles se répandront et avec laquelle de nouvelles technologies permettront de s'attaquer à des problèmes d'environnement pour les quels des remèdes n'existent pas encore, la disponibilité de nouvelles formes d'énergie et de nouveaux combustibles, et le temps.

Comme il n'existe pas encore de remède pour capturer et réabsorber les émissions de gaz carbonique, il est clair que les craintes d'un changement de climat de la planète sont susceptibles d'avoir un impact important sur le rôle du charbon et du pétrole. A première vue, cela tient à leur poids dans les émissions de gaz carbonique.

En l'absence de progrès majeurs de la technologie permettant de réabsorber le gaz carbonique, dont il n'y a encore pour l'instant aucun signe, le charbon est le combustible le plus défavorable avant le pétrole. Toutefois, étant donné la forte augmentation prévue pour la demande mondiale d'énergie, on peut constater que même le gaz naturel, malgré un avantage

La Question Des Energies Renouvelables Dans la Perspective de l'Après Pétrole : Cas de l'Algérie et des Pays du Sud et Est Méditerranéens.

foncier, produit autant de carbone que le charbon pour un niveau de la demande seulement de 66% plus élevé.

Le charbon est aussi accusé en raison de sa contribution relativement importante aux émissions d'oxydes de soufre et d'azote et de particules. Toutefois, comme on l'a dit, la technologie moderne peut permettre une atténuation importante de ces effets. Le problème est qu'elle n'est pas assez largement appliquée. Le pétrole est aussi soumis à de graves pressions à cause de la demande croissante du secteur des transports, et des émissions de protoxydes d'azote (oxydes d'azote et composés organiques volatiles s'échappant des véhicules routiers) qui sont les principales causes du brouillard artificiel dans les villes ou de la présence d'ozone dans la troposphère. Cependant, si on introduit un terrain de jeu égal, dans lequel tous les effets sur l'environnement seraient pris en compte dans les coûts, l'énergie nucléaire et, à divers degrés, les différentes formes nouvelles d'énergie renouvelable feront aussi supporter des coûts : ceux liés à la sécurité de fonctionnement et à la sécurité technique et ceux liés au traitement des déchets radioactifs dans le cas de l'énergie nucléaire, sans compter les divers problèmes soulevés par les « nouvelles » énergies renouvelables qui seront exposés au chapitre 3.

Toutes les régions perçoivent la montée des inquiétudes concernant l'environnement et reconnaissent l'importance de la protection de celui-ci. De façon écrasante, la priorité est donnée à l'amélioration de l'environnement local et à la réduction de la pollution locale. Pour la plupart des régions, les risques de pollution mondiale ont une priorité nettement moins élevée. Toutes les régions sauf certaines placent le changement de climat près du bas de leur liste de priorités.

Malgré des progrès dans la lutte contre les effets sur l'environnement local et régional de la fourniture et de l'utilisation d'énergie, on a obtenu trop peu de résultats par rapport à l'ampleur et à l'étendue de ces problèmes. Les meilleures technologies existantes ne sont pas mises en œuvre assez rapidement et largement, et il reste beaucoup à faire pour concevoir et diffuser de nouvelles technologies appropriées.

Dans de nombreux pays pauvres de la planète, les émissions de particules, de plomb et de soufre continuent à augmenter. Il en résulte un brouillard artificiel dans les villes, des

La Question Des Energies Renouvelables Dans la Perspective de l'Après Pétrole : Cas de l'Algérie et des Pays du Sud et Est Méditerranéens.

problèmes respiratoires et d'autres problèmes de santé, des dépôts de pluies acides et une dégradation de l'environnement local.

Des progrès moins satisfaisants ont été aussi accomplis dans la réduction ou l'infléchissement d'un certain nombre d'autres émissions : oxydes d'azote (NO), protoxyde d'azote (N₂O), composés organiques volatiles, gaz carbonique (CO₂), monoxyde de carbone (CO) et méthane (CH₄). Les émissions de ces gaz dues à l'homme s'accroissent généralement, car elles sont favorisées par la hausse générale de l'offre et de l'utilisation d'énergie dans le monde et plus particulièrement par la croissance rapide du secteur des transports, gros consommateur de pétrole. Ces émissions ont des effets sur l'environnement local, régional et peut être mondial.

Il serait souhaitable d'encourager une prise de conscience de la nécessité de ménager les ressources mondiales pour parvenir à un développement durable profitable à tous. C'est un élément essentiel dans une stratégie préventive qui postule qu'il n'est pas acceptable de ruiner les actifs de l'environnement. Les conséquences d'une telle attitude sont inconnues, parce que les écosystèmes sont trop complexes, et la prudence impose donc d'agir comme si la ruine d'actifs naturels avait ou pouvait avoir de grands effets dommageables. De même, la prudence exige d'accepter l'idée que des actions peuvent avoir des conséquences nocives irréversibles, impliquant peut être l'extinction de l'espèce ou la hausse de la température du globe. Certains actifs naturels servent aussi de support à la vie humaine, et là encore, la prudence suggère que lorsqu'il n'y a pas de substituts artificiels disponibles, ces actifs écologiques doivent être préservés dans l'intérêt d'un développement durable et du bien être des générations futures.

Ces nombreuses préoccupations, souvent complexes, donnent à penser que plutôt que d'envisager directement des taxes sur le carbone ou sur l'énergie, il vaut la peine de considérer où les recettes tirées de ces taxes pourraient être d'abord dépensées, où l'on obtiendrait les rendements les plus élevés et les plus rapides dans l'atténuation de la pollution locale, régionale et potentiellement mondiale, où les ressources financières, technologiques et de gestion permettant de s'attaquer à ces problèmes sont le moins disponibles.

Ces considérations orientent l'attention essentiellement vers les besoins des pays en développement et les changements institutionnels et non vers les objectifs beaucoup plus diffus de la fixation de cibles mondiales.

CONCLUSION DU DEUXIEME CHAPITRE

Avec un pétrole condamné à devenir de plus en plus rare et de plus en plus cher, le problème de la sécurité requiert une approche politique bien différente de celle d'il y a trente ans. Les antagonismes et les risques de conflits se situent désormais bien moins entre les pays producteurs et les pays importateurs qu'entre les pays grands consommateurs, où l'accroissement des besoins et le déclin de la production domestique conduisent inexorablement à l'aggravation de la dépendance vis-à-vis des importations, notamment celles du Proche-Orient. Certaines vieilles recettes concernant la sécurité, dont la diversification des sources géographiques d'approvisionnement ou les pressions exercées sur les pays producteurs pour continuer à bénéficier d'un pétrole abondant et bon marché, ne sont plus adaptées. Les nouveaux défis ne peuvent être relevés que dans le cadre de relations fondées sur l'équilibre des intérêts entre des pays souverains.

Au cours des trois dernières années, les inquiétudes concernant la sécurité des approvisionnements énergétiques se sont considérablement aggravées. Elles portent désormais non plus seulement sur les exportations pétrolières du Proche-Orient, zone de turbulences chroniques, mais aussi sur l'ensemble du système mondial de production, de raffinage et de transport du pétrole et du gaz naturel. La sonnette d'alarme est de plus en plus fréquemment tirée tant par de hauts responsables politiques que par des experts indépendants. Dans son dernier rapport biennuel, « Perspectives énergétiques mondiales », publié le 7 novembre 2010, et qui couvre la période 2009-2030, l'Agence internationale de l'énergie (AIE) exprime une opinion quasi générale en soulignant que « *les risques pour la sécurité énergétique s'exacerberont à court terme* » et que « *la vulnérabilité à des perturbations des approvisionnements s'accroîtra avec l'expansion des échanges mondiaux* ⁶⁸ ». Lors de ses vœux du nouvel an, le 5 janvier 2010, le président Sarkozy a pour sa part élevé au rang de « *grande affaire du siècle* » la nécessité de « *préparer l'après-pétrole* ». Les pays industrialisés portent déjà une très lourde responsabilité dans la dégradation de l'environnement de la planète. Mais si de leur côté, les pays du Sud suivent le même type de croissance, les besoins mondiaux en énergie fossile auront doublé d'ici à 2020. Comment produire alors les quantités d'énergie nécessaires pour satisfaire la consommation mondiale sans épuiser les ressources fossiles et sans détériorer de façon irréversible l'environnement de

1 : Sarkis. N, op, cit.

La Question Des Energies Renouvelables Dans la Perspective de l'Après Pétrole : Cas de l'Algérie et des Pays du Sud et Est Méditerranéens.

la planète ? Les énergies renouvelables - bois, vent, soleil, petite hydraulique - peuvent jouer un rôle important dans le développement. Sur ce, le troisième chapitre tentera de mettre au clair et de chercher, si les énergies renouvelables seront une alternative intéressante pour préserver à la fois le confort des êtres humains et la qualité de l'air.

**La Question Des Energies Renouvelables Dans la Perspective de l'Après Pétrole :
Cas de l'Algérie et des Pays du Sud et Est Méditerranéens.**

**III. TROISIEME CHAPITRE
DEVELOPPEMENT DURABLE ET ENERGIES
RENOUVELABLES :
CAS DE L'ALGERIE ET DES PAYS SUD ET
EST MEDETERANEES.**

Des niveaux de pollution sans précédent provoquent le réchauffement de la planète. Les gaz dit à effet de serre, provenant de la combustion des combustibles fossiles et rejetés par les entreprises, sont responsables de la montée de la température de la planète. Ceci provoque de graves perturbations climatiques. Aujourd'hui, les premiers signes du réchauffement de la planète sont visibles : inondations, désertification, prolifération des maladies et disparitions de certaines espèces animales et végétales.

Aujourd'hui l'homme bouleverse le système climatique planétaire par ses activités et ses rejets polluants. Les scientifiques n'ont cessé de tirer la sonnette d'alarme depuis plus de 20ans, en nous mettant en garde contre ces dérives. Ils nous expliquent que l'ampleur et la rapidité de ce changement climatique, d'origine humaine, au demeurant, est sans précédent. Il fait peser des menaces lourdes de conséquences sur notre environnement et sur notre climat. En effet, la qualité de vie de nombreuses populations s'en trouve bouleversée. La diversité biologique s'en trouve réduite, les récoltes deviennent de plus en plus faibles, les glaciers et banquises se dégèlent au fur et à mesure, le niveau des mers augmente, la fréquence et l'intensité des catastrophes météorologiques et naturelles s'accroissent (tempêtes, cyclones, glissement de terrain ...).

La cause de cette inquiétude est due au fait de la trop forte accumulation de gaz à effet de serre dans l'atmosphère. En effet, depuis l'ère industrielle, l'humanité brûle de plus en plus de pétrole, de charbon et de gaz naturel. Tout cela conduit, bien évidemment, au rejet massif de gaz à effet de serre et tout particulièrement le dioxyde de carbone. Ces gaz, en s'accumulant dans l'atmosphère, piègent la chaleur. De ce fait, la température moyenne de notre planète

La Question Des Energies Renouvelables Dans la Perspective de l'Après Pétrole : Cas de l'Algérie et des Pays du Sud et Est Méditerranéens.

s'élève, donc progressivement. Il s'agit d'un bouleversement considérable aux conséquences graves sur l'équilibre de l'écosystème et qui ne sont pas, de surcroît, toutes connues.

Dans de nombreux domaines, les voies et techniques pour réduire ces émissions de gaz à effet de serre sont, néanmoins, connues. Il s'agit d'éviter le gaspillage d'énergie, de recourir à des énergies plus propres comme les énergies renouvelables, de développer, autant que possible, les technologies sobres, d'encourager le transport commun et de modifier les pratiques agricoles intensives. Le développement et l'utilisation des énergies renouvelables est de toute manière une nécessité car les énergies fossiles utilisées jusqu'à présent, de manière au demeurant intensive, sont autant épuisables que polluantes. Tôt ou tard le passage vers les énergies renouvelables qui ne sont aucunement épuisables doit se faire.

Actuellement, la demande en matière de pétrole et de gaz augmente de façon constante. Situation qui implique que leur fin serait, peut être, plus vite qu'on pourrait le prévoir. Les pays rentiers et dont l'économie est basée à 90% sur les recettes de la vente du pétrole et du gaz, sont appelés à réfléchir sur une préparation sage et pertinente de leur avenir énergétique et économique, en s'orientant vers le développement durable. La recherche scientifique dans les divers domaines des énergies renouvelables, en amont de cette nouvelle orientation, est autant indispensable qu'urgente. La phase de l'industrialisation de ces produits viendra par la suite et enfin, en aval, leur exploitation s'effectuera pour répondre aux besoins en énergie, quelle soit électrique, thermique, mécaniques ou autres.

Dans ce présent chapitre, nous tenterons de présenter de manière détaillée les notions du développement durable, énergies renouvelables et d'essayer de présenter une comparaison entre quelques pays à savoir : l'Algérie et les pays du Sud et Est Méditerranéens dans le domaine de ces derniers.

Section 1 : Aperçu historique des énergies renouvelables et recherche d'économie d'énergie pour l'avenir.

Le développement durable est devenu une trilogie où l'économie (produire plus) s'allie au social (répartir mieux) dans le respect de l'environnement (préserver l'avenir et les conditions de vie des générations présentes et futures). Car depuis STOCKHOLM en 1972 ou encore, RIO en 1992, rien n'est plus vraiment pareil dans l'esprit des citoyens du monde, encore moins dans celui des dirigeants d'entreprises dont les activités peuvent avoir un impact négatif sur le devenir de la planète. Les grands groupes pétroliers n'ignorent pas que l'extraction d'énergies fossiles constitue à elle seule une contradiction flagrante avec la notion de « durable », puisque bien entendu, ces énergies non renouvelables ne sauraient assurer une activité durable. Par ailleurs, l'utilisation des hydrocarbures par les entreprises ou les particuliers cause un impact négatif lié à leur combustion. Pour parer à cette réalité, les pétroliers se penchent sur la question des énergies de substitution. Dans ce contexte, l'industrie pétrolière est confrontée à des réels défis. Ces défis s'expriment dans l'équation suivante : à l'horizon des cinquante prochaines années, il va falloir pratiquement doubler la production d'énergie dans le monde tout en réduisant les émissions de gaz à effet de serre. En sachant qu'aujourd'hui 80% de notre énergie est fournie par le pétrole, le gaz et le charbon, qui sont la principale source de ces gaz à effet de serre ! Voilà la contradiction à résoudre. Face à ces perspectives, une parade s'impose : il s'agit de développer l'utilisation de sources d'énergie non émettrices de gaz à effet de serre et non épuisables. Et c'est là qu'entrent en jeu les énergies renouvelables.

Le salut est-il dans le soleil, le vent ou autres ? Si le pétrole est une énergie non renouvelable, cela nous poussera à chercher des alternatives. Et ces alternatives existent, il y'en a même deux : les biocarburants et les piles à combustibles. Par chance ce sont deux carburants écologiques vis-à-vis de l'effet de serre. TOTAL FINAELF joue un rôle actif dans le développement des énergies renouvelables et se positionne comme leader Européen de la vente des biocarburants, dérivés de l'éthanol ou d'huiles végétales. Le groupe est également présent dans le développement des projets éoliens et renforce sa présence dans les systèmes photovoltaïques. Elle développe encore des produits spécifiques tel les « Xeol » qui sont un

La Question Des Energies Renouvelables Dans la Perspective de l'Après Pétrole : Cas de l'Algérie et des Pays du Sud et Est Méditerranéens.

gazole à faible teneur en soufre, le méthanol et l'hydrogène qui pourraient alimenter des véhicules à zéro émission de gaz. D'autres entreprises comme British Petroleum (BP), l'une des plus grandes compagnies d'énergie au monde, reconnaissent que l'industrie pétrolière cause des dégâts importants à l'écosystème. A ce titre BP jouit d'une position de premier plan dans l'énergie solaire à travers BPsolar, qui conçoit, fabrique et installe des systèmes photovoltaïques, des cellules qui transforment directement la lumière solaire en énergie électrique sans devoir recourir à des machines et sans polluer l'environnement.

Dans cette présente section, nous verrons d'une manière détaillée et successivement :

- ✓ Les différentes filières d'énergies renouvelables ;
- ✓ Les avantages et inconvénients des énergies renouvelables ;
- ✓ Enfin, donner un bref aperçu sur les énergies renouvelables dans le monde.

I. Les différentes filières d'énergies renouvelables :

La protection de l'environnement est devenue une préoccupation majeure. De nombreuses voies de recherches se sont donc, orientées vers l'utilisation des énergies renouvelables.

Tout type d'énergie pouvant être produit à partir d'une ressource naturelle qui ne diminue pas du fait de son utilisation est dit « renouvelable ». Les formes les plus fréquentes sont :

1. Le solaire :

La terre reçoit du soleil en permanence environ $1,8 \times 10^{11}$ mégawatts aux confins de son atmosphère et, bien que la totalité de l'énergie ainsi reçue ne parvienne pas jusqu'à la surface du globe, l'humanité dispose de ce fait d'une source d'énergie inépuisable, qui pourrait couvrir très largement tous ses besoins énergétiques actuels si l'on savait dès maintenant convertir en très grandes quantités cette énergie solaire en énergie mécanique ou électrique directement utilisable. Le fait que l'énergie rayonnante ainsi disponible n'est encore que beaucoup trop peu utilisée résulte d'une grave et longue négligence à l'échelle mondiale.

Pourquoi cette énergie a-t-elle été négligée jusqu'à ces derniers temps ? Cela tient à ses caractères particuliers, qu'il bon de rappeler :

La Question Des Energies Renouvelables Dans la Perspective de l'Après Pétrole : Cas de l'Algérie et des Pays du Sud et Est Méditerranéens.

Sa distribution est irrégulière et intermittente. On a pu dire que l'énergie solaire est une énergie sauvage, car il faut la convertir en énergie utilisable et la régulariser. Le fait que l'énergie solaire à la surface du globe est intermittente complique son utilisation. L'alternance du jour et de la nuit, les variations saisonnières et quotidiennes de l'ensoleillement,

L'influence de la nébulosité, font que l'énergie solaire n'est disponible pour des utilisations efficaces que durant une fraction de la durée de l'année ; en zone tempérée cette fraction peut différer sensiblement selon les régions, dans certains cas, elle est d'environ un tiers. Or beaucoup des besoins de la civilisation moderne sont permanents 24heures sur24 et, si l'on cherche à utiliser l'énergie solaire pour les satisfaire, au moins en partie, il faut parvenir à stocker, sous une forme ou une autre, l'énergie ainsi obtenue.

L'énergie solaire n'est pas concentrée naturellement. Sa faible densité superficielle à la surface du sol ou des eaux fait dire qu'il s'agit d'une énergie dispersée.

L'énergie reçue par une surface donnée n'est pas récupérable en totalité, car il y'a toujours des pertes par conduction ainsi que par convection dans l'air, ou par rayonnement.

Le stockage de l'énergie solaire captée est jusqu'à présent considéré comme difficile ou très coûteux (par exemple, stockage de chaleur au moyen de masses énormes de pierres ou de maçonneries échauffées, ou bien stockage à très faible rendement dans des batteries d'accumulateurs électriques).

Avant la crise actuelle de l'énergie, le coût de la calorie ou du kilowattheure obtenu à partir de l'énergie solaire était rarement compétitif avec les autres sources d'énergie, bien que l'énergie solaire incidente fût gratuite, car le prix de revient dépend aussi de l'amortissement des appareils et de leur entretien.

Jusqu'à ces dernières années, ceux qui croyaient à l'intérêt de l'énergie solaire étaient rares. On trouvait plus simple ou plus économique e manœuvrer un interrupteur électrique, d'allumer un appareil de chauffage domestique, de brancher un réfrigérateur électrique ou, dans certains pays, de faire fonctionner un réfrigérateur au pétrole. Mais, désormais, avec la crise mondiale de l'énergie, qui risque de durer longtemps, la situation est modifiée en ce concerne l'intérêt économique de l'utilisation de l'énergie solaire.

La Question Des Energies Renouvelables Dans la Perspective de l'Après Pétrole : Cas de l'Algérie et des Pays du Sud et Est Méditerranéens.

L'évolution technique permet aujourd'hui d'envisager plusieurs modes nouveaux d'exploitation de l'énergie solaire.

1-1) Le solaire thermique : on distingue :

1.1.1) Utilisation thermique directe : des capteurs plans convenablement placés chauffent (effet de serre) de l'eau qui sert ensuite aux divers usages domestiques (eau sanitaire, climatisation) ; le procédé permet aussi le dessalement de l'eau.

1.1.2) Action d'un moteur thermique : le même captage thermique peut, par l'intermédiaire d'un fluide très volatil, faire fonctionner une pompe, le rendement d'une telle machine est médiocre, mais sa rusticité et son faible coût de fonctionnement en font dans mainte région à la fois pauvre, isolée et bien ensoleillée, un aide précieux dans l'alimentation en eau pour la consommation des hommes et des animaux et pour l'irrigation.

1.1.3) Centrales solaires thermiques : avec les centrales solaires thermiques, il est possible d'utiliser l'énergie du soleil à l'échelle industrielle pour la production d'électricité. Ainsi le rayonnement solaire transformé en chaleur.

1-2) Le solaire photovoltaïque :

L'effet photovoltaïque a été mis en évidence en 1839 par Becquerel en illuminant une électrode plongée dans un liquide électrolyte. Après la découverte de la photoconductivité du sélénium, en 1873 par Smith, ce même effet a été observé sur un matériau solide par Adams et Day, en 1877. La première cellule photovoltaïque, construite en 1914, avait un rendement de 1%, elle était utilisée pour réaliser des posemètres pour la photographie. Il a fallu attendre 1954 pour que la production d'électricité par effet photovoltaïque commence à se développer, avec la réalisation d'une première cellule en silicium monocristallin d'un rendement de 6%. Ce dernier augmenta rapidement pour atteindre, en laboratoire, 14% en 1958.

Les applications ont démarré vers le début des années 1960 avec des utilisations dans les satellites, les produits grand public comme des montres ou des calculettes ainsi que dans les systèmes de production de l'électricité pour des sites isolés.

La Question Des Energies Renouvelables Dans la Perspective de l'Après Pétrole : Cas de l'Algérie et des Pays du Sud et Est Méditerranéens.

La lumière du soleil peut directement être transformée en électricité par des panneaux photovoltaïques, sans pièces tournantes et sans bruit. L'électricité produite peut être soit stockée dans des batteries, soit convertie par un onduleur pour être distribuée aux normes sur le réseau. Par sa souplesse et sa facilité d'installation et de maintenance, l'énergie photovoltaïque est incontestablement une solution technique et économique adaptée pour les sites isolés. Elle représente aussi un enjeu sociologique car, en apportant l'électricité dans ces mêmes zones, elle contribue à limiter le phénomène d'exode rural.

Le coût de l'électricité photovoltaïque est beaucoup plus élevé que celui obtenu avec des combustibles fossiles ou le nucléaire, mais ses prix diminuent. C'est une énergie très intéressante pour alimenter les lieux isolés car elle évite d'investir dans des kilomètres de ligne électrique. Le prix des panneaux photovoltaïques baisse régulièrement, mais de gros progrès restent à faire. Ainsi le prix du watt crête est passé de 12 à 15 euros dans les années 1980, à 6 euros dans les années 1990 et 3,30 euros en 2000.

Les avantages du photovoltaïque sont sa fiabilité, sa modularité et le fait qu'il ne pollue pas en fonctionnement. Le photovoltaïque est en plein développement dans le monde. La production mondiale de modules photovoltaïques est ainsi passée de 5MW en 1982 à 60MW en 1992. Elle a été de 280MW en 2000 et de 385 MW en 2001.

2. L'énergie éolienne :

La force du vent est utilisée depuis des millénaires pour moudre le blé et pomper l'eau. Au cours de ce siècle, on a adapté le système à la production d'électricité et des milliers de turbines sont aujourd'hui en fonctionnement. Au V^e siècle avant Jésus Christ on trouve, en Grèce, les premières éoliennes à axe vertical comme source d'énergie mécanique. Vers la même époque, on utilise des moulins à vent à axe horizontal en Egypte. Ces derniers, se sont développés en Europe à partir du VII^e siècle et leur technologie s'est peu à peu sophistiquée pour culminer avec les moulins Hollandais.

L'idée de fabriquer de l'électricité à partir de l'énergie du vent date de 1802 (Lord Kelvin), mais il fallut attendre l'invention de la dynamo, en 1850, pour donner naissance au principe des éoliennes modernes. Le système permettant de produire de l'électricité à partir du vent est

La Question Des Energies Renouvelables Dans la Perspective de l'Après Pétrole : Cas de l'Algérie et des Pays du Sud et Est Méditerranéens.

appelé aérogénérateur. Depuis les années 1980, on observe une forte progression de l'éolien. Alors que la puissance mondiale installée et raccordée au réseau électrique était très faible au début des années 1980, elle atteint 2GW en 1990, 13,4GW en 1999, 16GW en 2000 et environ 20GW en 2001.

Une hélice entraînée en rotation par la force du vent permet la production d'énergie mécanique ou électrique en tout lieu suffisamment venté.

Les applications de l'énergie éolienne sont variées mais la plus importante consiste à fournir de l'électricité. Ce sont des parcs d'aérogénérateurs ou fermes éoliennes. Ils mettent en œuvre des machines de moyenne et grande puissance (200 à 2000 KW).

Des systèmes autonomes, de 500 W à quelques dizaines de KW, sont intéressants pour électrifier des sites isolés du réseau électrique (îles, villages....).

La simplicité d'une éolienne n'est qu'apparente car elle exige des mécanismes de fonctionnement complexes. Les matériaux doivent être très résistants car la vitesse du vent peut varier dans une large gamme. Le problème majeur du vent est son instabilité. Par conséquent, il est difficile d'utiliser l'éolien comme seule source d'énergie, ou alors il faut disposer de moyens de stockage. Une éolienne fonctionne de l'ordre de 1550 à 2000 heures par an à puissance nominale. Certains sites favorisés peuvent aller jusqu'à 3000, voire 3500 heures.

Il faut beaucoup d'éoliennes pour produire de grandes quantités d'énergie. Pour avoir une puissance équivalente à 1 GW électrique, il faudrait disposer d'environ 5000 éoliennes de 750 KW. L'effet de taille ne joue pas avec les éoliennes car, pour maintenir le bruit à un niveau raisonnable, il faut limiter la vitesse linéaire en bout de pale. Ainsi, une grande éolienne doit tourner moins vite qu'une petite. Le seul intérêt d'avoir de grandes éoliennes est d'en diminuer le nombre et donc l'impact visuel. On a donc tendance à développer l'éolien offshore (éolienne sur la mer) mais le problème est plus complexe (corrosion, intervention limitée à 2 mois dans l'année).

Le grand éolien terrestre nécessite d'être intégré dans un réseau, ce qui est un peu une contradiction par rapport à ce que l'on attend d'une énergie renouvelable, c'est-à-dire d'être

La Question Des Energies Renouvelables Dans la Perspective de l'Après Pétrole : Cas de l'Algérie et des Pays du Sud et Est Méditerranéens.

décentralisée. La raison vient de ce que les grandes éoliennes sont installées dans des endroits où le vent est fort et régulier et où, généralement, la densité de population est faible. La quantité d'électricité produite est bien supérieure aux besoins locaux et doit être évacuée sur le réseau. Si celui-ci n'existe pas près de la ferme d'éoliennes, il faut le construire et effectuer les raccordements nécessaires. S'il existe, il peut être nécessaire de le renforcer.

Dans l'optique d'une production qui ne soit pas de l'appoint, l'éolien doit être complété par des moyens classiques de production car il faut pouvoir fournir de l'électricité lorsqu'il n'y a pas de vent (pendant environ les 2/3 du temps). Une centrale à gaz est ce qui est le plus approprié pour répondre à ce besoin. Une offre de grand éolien, pour satisfaire à une production principale, ne peut donc s'imaginer sans des centrales à gaz pour fournir de l'énergie lorsqu'il n'y a pas de vent.

2-1) La production d'énergie mécanique grâce au vent :

Les éoliennes mécaniques servent le plus souvent au pompage de l'eau. L'hélice entraîne un piston, qui remonte l'eau du sous sol. Cette technique est bien adaptée pour satisfaire les besoins en eau (agriculture, alimentation, hygiène de villages isolés).

2-2) La production d'électricité par aérogénérateurs :

L'énergie du vent captée sur les pales entraîne le rotor, couplé à la génératrice, qui convertit l'énergie mécanique en énergie électrique. Celle-ci est ensuite distribuée aux normes sur le réseau, via un transformateur.

3. La géothermie :

Le principe de la géothermie consiste à extraire l'énergie contenue dans le sol pour l'utiliser sous forme de chauffage ou d'électricité.

Partout, la température croît depuis la surface vers l'intérieur de la terre. Selon les régions l'augmentation de la température avec la profondeur c'est à dire le gradient géothermique, est plus au moins fort, et varie de 3,3°C par 100m dans les zones normales, en moyenne jusqu'à

La Question Des Energies Renouvelables Dans la Perspective de l'Après Pétrole : Cas de l'Algérie et des Pays du Sud et Est Méditerranéens.

15°C ou même 30°C. Cette chaleur est produite pour l'essentiel par la radioactivité naturelle des roches constitutives de la croûte terrestre. Elle provient également, pour une faible part, des échanges thermiques avec les zones internes de la terre dont les températures s'étagent de 1000°C à 4300°C. Cependant, l'extraction de cette chaleur n'est possible que lorsque les formations géologiques constituant le sous sol sont poreuses ou perméables et contiennent des aquifères (nappe souterraine renfermant de l'eau ou de la vapeur d'eau). On distingue quatre types de géothermie ; la haute, la moyenne, la basse et la très basse énergie.

Il existe des zones favorisées où le gradient géothermique est plus fort. Il dépasse ainsi 10°C par 100m en Alsace. Cette énergie stockée dans le sous sol sort parfois spontanément sous forme de geysers, comme il en existe beaucoup en Islande. Dans les zones où les plaques tectoniques sont en interaction, on observe des remontées de magma et l'on peut avoir des températures importantes (plusieurs centaines de degrés à 1000m de profondeur). Les systèmes géothermaux peuvent apparaître dans les zones où le magma chaud est situé près de la surface (1000 à 1500m de profondeur). Il peut alors directement chauffer une nappe d'eau souterraine ou des roches intermédiaires. Dans certaines conditions, l'eau chaude et la vapeur du système géothermique peuvent s'échapper à l'air libre : on a affaire à des geysers ou des sources chaudes.

L'énergie géothermique était déjà exploitée par les romains qui utilisaient l'eau des sources thermales chaudes pour le chauffage, le bain ou à des fins thérapeutiques. Cette dernière application est encore fortement développée dans le monde. La première production d'électricité à partir de l'énergie géothermale s'est faite en Italie en 1903.

Selon la température de la source géothermale, on peut classer la géothermie en différentes catégories suivant qu'elle peut produire de l'électricité ou pas.

3-1) La géothermie de haute énergie et de moyenne énergie :

La géothermie de haute énergie (>180°C) et de moyenne énergie (température comprise entre 100°C et 180°C) valorisent les ressources géothermales sous forme d'électricité.

3-2) La géothermie basse énergie :

La géothermie basse énergie (température comprises entre 30°C et 100°C, permet de couvrir une large gamme d'usages : chauffage urbain, chauffage de serres, utilisation de chaleur dans les processus industriels, thermalisme....

Par rapport à d'autres énergies renouvelables, la géothermie présente l'avantage de ne pas dépendre des conditions atmosphériques (soleil, pluie, vent), ni même de la disponibilité d'un substrat, comme c'est le cas de la biomasse. C'est donc une énergie fiable et stable dans le temps.

3-3) La géothermie très basse énergie : les pompes à chaleur :

Ce principe des pompes à chaleur (pac) qui utilisent la chaleur contenue dans le sol pour alimenter un plancher chauffant connu depuis une vingtaine d'années, a subi de notables évolutions techniques qui lui permettent de rivaliser avec les moyens de chauffage traditionnels. Cependant, une part non négligeable de l'énergie fournie par une pac est d'origine électrique.

L'énergie géothermale a un faible impact sur l'environnement. Elle émet peu de CO₂, mais il faut correctement prendre en compte les gaz qui sont contenus dans l'eau et qui peuvent être désorbés : méthane, hydrogène sulfuré, gaz carbonique....Il faut aussi veiller à ne pas rejeter l'eau géothermale dans la nature car celle-ci contient des sels et des métaux lourds. Ces risques sont faibles si l'on réinjecte l'eau dans le sous sol.

4. La biomasse :

Grâce à la photosynthèse, les plantes utilisent l'énergie solaire pour capturer le gaz carbonique et le stocker sous forme d'hydrates de carbone, tout assurant leur croissance. Les premiers hommes ignoraient bien sûr ce processus physico-chimique, mais ils ont vite compris l'intérêt de la « biomasse » pour se chauffer. Employé pour désigner toute la matière vivante, ce terme de « biomasse » s'applique depuis peu à l'ensemble des végétaux employés comme sources d'énergie. Le bois de feu est bien sûr le plus ancien de ces sources. Son usage remonte à des temps très anciens, que l'on estime se situer il y'a environ 500 000 ans.

La Question Des Energies Renouvelables Dans la Perspective de l'Après Pétrole : Cas de l'Algérie et des Pays du Sud et Est Méditerranéens.

Les végétaux accumulent, lors de leur croissance, de l'énergie dans des liaisons chimiques carbone- hydrogène par le processus de photosynthèse que l'on peut représenter sous la forme simplifiée suivante :



Le gaz carbonique et l'eau sont ainsi transformés, sous l'action de la lumière, en hydrates de carbone et en oxygène. Les végétaux captent l'énergie solaire intermittente et la stockent.

Comme le montre l'équation @, la croissance de la biomasse absorbe du gaz carbonique, ce qui est bénéfique vis-à-vis de l'accroissement de l'effet de serre. Celui-ci sera rejeté lorsque la biomasse sera brûlée.

Aujourd'hui on peut ajouter la biomasse dite « humide » ; déchets organiques agricoles, déchets verts, boues des stations d'épuration, ordures ménagères qui constituent, à une moindre échelle, autant de sources d'énergie, mais pas forcément très écologiques.

4-1) Bois énergie :

Le bois est sans doute la source d'énergie la plus intéressante dans la problématique des énergies renouvelables. Tout le monde a en tête les dégâts provoqués par la déforestation dans les régions tropicales. Le bois constitue donc une source d'énergie renouvelable et relativement propre. Sans entrer dans un débat de spécialistes, un petit rappel s'impose ; en brûlant (ou en pourrissant sur le sol), un arbre rejette dans l'atmosphère le gaz carbonique qu'il avait absorbé en grandissant, ni plus ni moins. Dans un pays qui pratique la sylviculture et replante au minimum autant d'arbres qu'il en coupe, le bilan écologique est donc neutre.

4-2) Le biocarburant :

L'autre atout de la biomasse est la possibilité de fabriquer des biocarburants. Il en existe deux types : les éthanol et les biodiesels. Les éthanol, destinés aux moteurs à essence, sont issus de différentes plantes comme le blé, le maïs, la betterave et la canne à sucre. Le procédé

La Question Des Energies Renouvelables Dans la Perspective de l'Après Pétrole : Cas de l'Algérie et des Pays du Sud et Est Méditerranéens.

consiste à extraire le sucre de la plante pour obtenir de l'éthanol après fermentation. Quant aux biodiesels, ils sont extraits des oléagineux (colza, tournesol, soja.....). Les esters d'huile obtenus peuvent alors être mélangés au gazole.

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

4-3) Le biogaz :

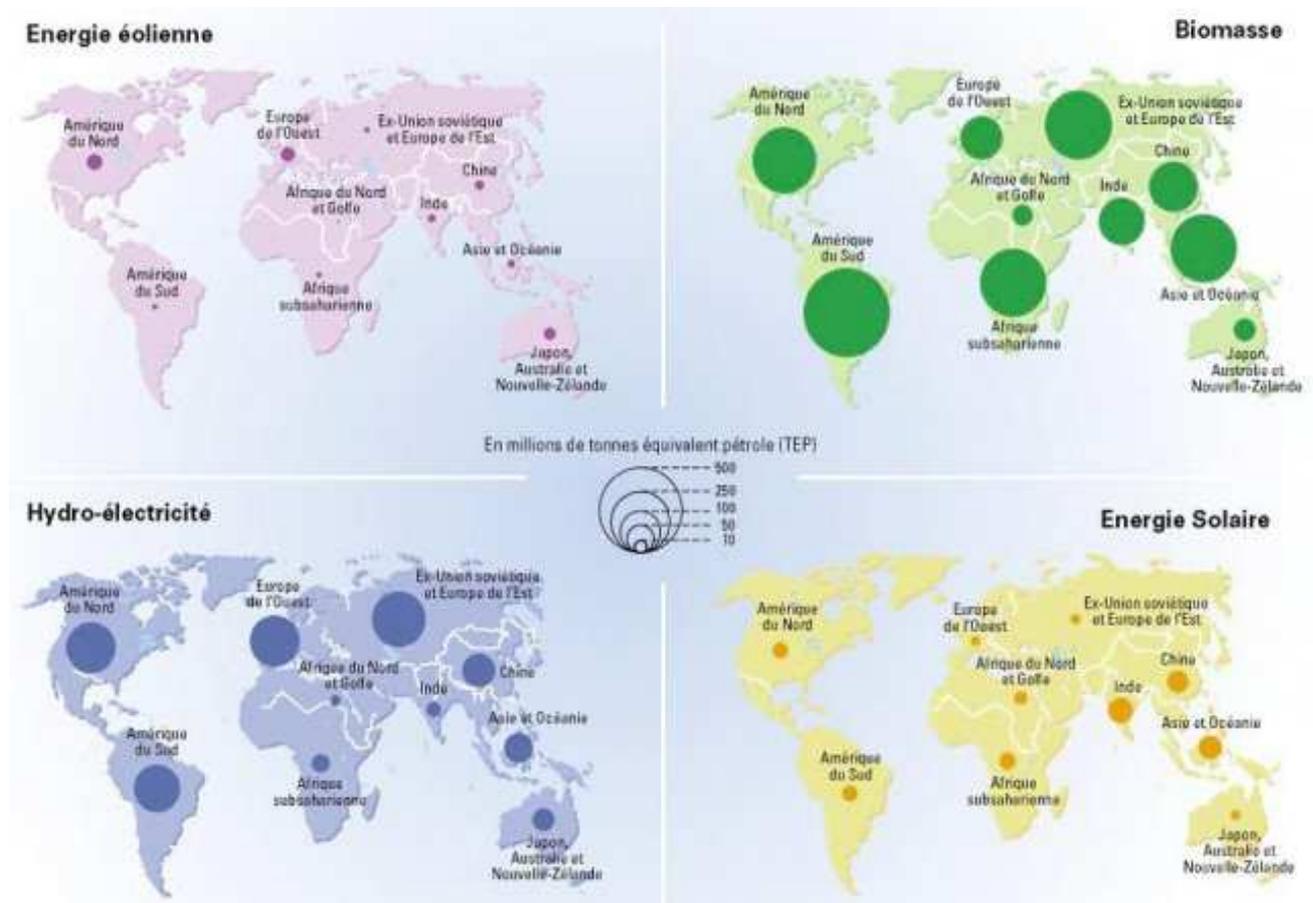
Le biogaz est un mélange composé essentiellement de méthane (CH_4) et de gaz carbonique (CO_2). Suivant sa provenance, il contient aussi des quantités variables d'eau, d'azote, d'hydrogène sulfuré (H_2S), d'oxygènes, d'aromatiques, de composés organo-, halogénés (chlore et fluor) et des métaux lourds, ces trois dernières familles chimiques étant présentes à l'état de traces.

Le biogaz est produit par un processus de fermentation des matières organiques animales ou végétales, qui se déroule en trois étapes (hydrolyse, acidogènes et méthanogènes) sous l'action de certaines bactéries. Il se déroule spontanément dans les centres d'enfouissement des déchets municipaux, mais on peut le provoquer artificiellement dans des enceintes appelées « digesteurs » où l'on introduit à la fois les déchets organiques solides ou liquides et les cultures bactériennes. Cette technique de méthanisation volontaire peut s'appliquer :

- Aux déchets ménagers bruts ou à leur fraction fermentescible ;
- Aux boues et stations d'épuration des eaux usées urbaines ou industrielles ;
- Aux déchets organiques industriels (cuirs et peaux, chimie, pharmacie,....) ;
- Ainsi qu'aux déchets de l'agriculture et de l'élevage (fientes, lisier ; fumier,...).

La Question Des Energies Renouvelables Dans la Perspective de l'Après Pétrole : Cas de l'Algérie et des Pays du Sud et Est Méditerranéens.

Graphique n°6 : Les énergies renouvelables dans le monde (un potentiel à exploiter).



Source : CNRS, programme Ecotech, 2009.

N.B : Voir l'explication du Graphique n°06 en Page n°125.

5. L'énergie des déchets :

L'énergie que l'on peut tirer des déchets peut être considérée comme renouvelable, car tant qu'il y'aura des hommes il y aura des déchets. Le traitement de ces derniers a pour premier objectif de réduire au maximum leur volume et leurs nuisances de tout ordre, notamment sanitaires. Lorsque de l'énergie est dégagée ou lorsque des ressources énergétiques sont produites au cours de ces traitements, il est bien évidemment intéressant de les récupérer et de les valoriser. Deux mécanismes principaux permettent de produire de l'énergie à partir des déchets : la fermentation et l'incinération.

La fermentation utilise des bactéries qui décomposent les matières organiques. Cette décomposition peut se faire en présence d'air (processus aérobie) ou en l'absence de celui-ci

La Question Des Energies Renouvelables Dans la Perspective de l'Après Pétrole : Cas de l'Algérie et des Pays du Sud et Est Méditerranéens.

(processus anaérobie). Le premier type est illustré par se qui se produit dans une décharge d'ordures ménagères ou lors du traitement des eaux usées. Ce type de fermentation est exothermique, c'est-à-dire qu'il dégage de la chaleur.

Les principaux déchets concernés par la fermentation anaérobie sont les déchets d'élevage (lisiers de porcs, déjection bovines, fientes de volaille), les effluents industriels (industrie agroalimentaires, papeteries), les boues des stations d'épuration. Les déjections animales sont une source importante d'énergie, notamment dans les pays comme la Chine et l'Inde.

L'incinération est l'autre moyen de réduire les déchets. Elle s'applique aux déchets ménagers, agricoles (paille, résidus d'usines de pâte à papier, etc.) et à certains déchets industriels (solvants usagés, goudrons, etc.). Un incinérateur est constitué d'un four qui pyrolyse les déchets. Les gaz obtenus brûlent à une température de 800 à 900°C dans une chambre à postcombustion.

Les déchets industriels spéciaux, comme les déchets organiques peuvent être utilisés dans des incinérateurs à haute température (plus de 1000°C) ou comme combustibles en remplacement du pétrole dans des cimenteries, par exemple.

6. Les petites centrales hydrauliques (PCH) :

Les petites centrales hydrauliques sont présentes partout dans le monde, mais leur dénombrement s'avère difficile. On estime que la capacité mondiale installée s'élève à 37000MW.

En « **haute chute** », l'eau d'une source ou d'un ruisseau est captée par une prise d'eau sommaire. Elle est ensuite dirigée à travers une conduite vers une turbine située plus bas. L'écoulement de l'eau fait tourner la turbine qui entraîne un générateur électrique. L'électricité produite peut soit être utilisée directement, soit stocker dans des accumulateurs. En fin, l'eau est restituée à la rivière.

En « **basse chute** », on ne passe plus par une conduite. L'eau es dérivée dans un canal sur lequel est aménagé la PCH.

7. L'hydrogène :

L'hydrogène pourrait constituer un vecteur énergétique de l'avenir. En effet, d'une part les réserves de carburants fossiles ne sont pas éternelles et d'autre part on sait que le moteur à hydrogène est beaucoup plus respectueux de l'environnement que le moteur thermique, puisqu'il permet d'éviter les émanations de gaz carbonique et l'effet de serre.

Le cœur du moteur à hydrogène est une pile à combustible qui fonctionne suivant le modèle d'une centrale électrique, avec un apport d'hydrogène et d'oxygène, l'oxygène étant prélevé directement dans l'air extérieur. Au contact chimique de l'oxygène, l'hydrogène produit de l'eau. Ce processus dégage de l'énergie sous forme d'électricité qui fait tourner le moteur.

Le principe de fonctionnement de la pile à combustible est connu depuis 1839, date à laquelle le Britannique William Robert Grove en construisit le premier modèle en laboratoire. En 1953, les travaux du Britannique F.T Bacon conduisirent au premier prototype qui permit la construction de la pile à hydrogène des missions spatiales Apollo. La pile à hydrogène en est aujourd'hui à un stade avancé de développement. Concrétisant le beau vieux rêve de disposer d'une source d'énergie « propre » et durable.

7.1) Production de l'hydrogène :

7.1.1- A partir des hydrocarbures fossiles :

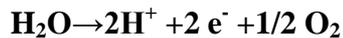
Le gaz naturel est composé en majeure partie de méthane, mais contient aussi du CO₂ et du soufre. Ce dernier doit être d'abord éliminé avec la désulfuration. Le procédé de vaporeformage se scinde, alors, en deux réactions : la première est la réaction du méthane avec l'eau (à 850°C et à 25 bar) qui produit du CO et de l'hydrogène, la seconde est la réaction de Water Gas Shift, entre l'eau et le CO, qui produit du CO₂ et de l'hydrogène. On élimine ensuite le CO. Pour cela, on peut utiliser les réactions de high température et de low température shift, vers 400 et 200°C. On a alors un gaz avec essentiellement de H₂, du CO₂, de H₂O, un peu de CO et du CH₄. Cette étape est suivie par une ultime purification du gaz. La pressure swing adsorption (PSA) permet d'obtenir de l'hydrogène pur à 99,9999%.

7.1.2- A partir de l'eau :

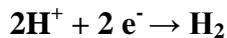
a) L'électrolyse de l'eau :

De l'eau très pure est nécessaire pour éviter que les impuretés perturbent le fonctionnement de l'électrolyse. Typiquement, la cellule d'électrolyse est constituée de deux électrodes (cathode et anode), d'un électrolyte (qui peut être une solution aqueuse acide ou basique, une membrane polymère échangeuse et un générateur de courant continu. Dans le cas d'une membrane échangeuse de protons, on a les réactions suivantes :

A l'anode, l'eau se dissocie en oxygène et en protons, les électrons partent dans le circuit.



A la cathode, les protons, passent à travers la membrane, se recombinent avec les électrons pour donner l'hydrogène :



La dissociation de l'eau en hydrogène et oxygène nécessite un apport d'énergie électrique. Elle peut provenir d'énergies renouvelables : solaire, éolienne, hydraulique et biomasse, sachant que l'enthalpie de dissociation de l'eau est de 285kJ/mole. Cela correspond à un potentiel théorique de 1,481 V à 25°C. Dans la pratique, le potentiel nécessaire au processus se situe entre 1,7 à 2,3V. Ceci correspond à des rendements de l'électrolyse de 70 à 85%.

b) Photo dissociation de l'eau :

- **Photo électrolyse :** la photo électrolyse ou photo électrochimie produit de l'hydrogène par illumination d'une photo catalyseur à semi conducteur ayant un large gap tel TiO_2 . On peut y additionner un colorant afin d'augmenter la largeur de son gap. Il s'agit du procédé par lequel la lumière solaire qui arrive sur la terre (sous la forme de photons) est utilisée pour dissocier la molécule d'eau en ses constituants : hydrogène et oxygène.

La Question Des Energies Renouvelables Dans la Perspective de l'Après Pétrole : Cas de l'Algérie et des Pays du Sud et Est Méditerranéens.

- **Bio photolyse** : elle produit de l'hydrogène à partir de la photosynthèse sur des micro algues ou des bactéries.

c) Distribution de l'hydrogène par pipeline :

L'utilisation industrielle de l'hydrogène dans le secteur chimique à grande échelle a débuté par la construction d'un pipeline d'hydrogène dans la Ruhr (Allemagne) en 1938. Exploité encore aujourd'hui, par Air liquide, ce pipeline d'une longueur de 240km et d'une capacité totale annuelle estimée environ 250 millions de Nm³, transporte de l'hydrogène vers 14 sites industriels des secteurs de la chimie, de la pétrochimie et des gaz. Ce mode de distribution s'avère être le plus économique et sera probablement amené à connaître une forte croissance dans les années qui viennent.

d) Répartition géographique des réseaux de pipeline :

L'Europe de l'Ouest possède le plus grand réseau de pipeline d'hydrogène, environ 1500Km à comparer aux 900Km existants aux USA. Les principaux pays Européens utilisant des réseaux de pipeline d'hydrogène sont : la France, L'Allemagne et le Benelux. De plus petits pipelines existent, par ailleurs, notamment, en grande Bretagne, en Suède et en Italie. Air products exploite un réseau de pipeline de 8 Km de long, à Cama Cari au Brésil. Un autre réseau de pipeline, de 13Km se trouve à Mab Ta Phut en Thaïlande et enfin, un autre réseau à Singapour. D'autres réseaux de distribution existent, par ailleurs, notamment, en Amérique du Sud, comme par exemple celui situé près de la raffinerie de Lagoven à Amuav au Venezuela.

8. L'énergie nucléaire :

La connaissance du noyau est récente. La radioactivité naturelle a été découverte en 1896 par Becquerel et Frédéric et Irène Joliot-Curie ont fabriqué en 1934 le premier élément radioactif artificiel. La fission a été mise en évidence par Otto Hahn et Fritz Strassmann en 1938. En 1939, Frédéric Joliot, Hans Alban, Lev Kowarski et Francis Perrin ont montré qu'il était possible, à partir de la fission, d'initier une réaction en chaîne pour produire de l'énergie : le principe du réacteur nucléaire était né.

La Question Des Energies Renouvelables Dans la Perspective de l'Après Pétrole : Cas de l'Algérie et des Pays du Sud et Est Méditerranéens.

La combustion du pétrole, du charbon ou du gaz est une réaction chimique qui dégage de la chaleur. Elle correspond à une réorganisation du cortège électronique des atomes. L'énergie libérée pour une réaction élémentaire, c'est-à-dire mettant en œuvre uniquement les atomes nécessaires pour la réaliser, se mesure en électron volt (eV), $1\text{eV} = 1,6 \times 10^{-19} \text{ J}$. Un atome est constitué de trois types de particules : des protons et des neutrons, qui forment le noyau, et des électrons. Les neutrons et les protons appartiennent à une famille de particules que l'on appelle les nucléons. Leur masse est un peu plus de 1800fois supérieure à celle de l'électron. On caractérise un atome par son nombre de protons Z , que l'on appelle numéro atomique, et son nombre de masse A qui est le nombre total de nucléons (protons + neutrons) contenus dans le noyau. Le nombre de neutrons est donc égal à $A-Z$.

Les propriétés chimiques d'un atome sont déterminées par son nombre d'électrons, égale au numéro atomique Z . Les atomes ayant le même nombre de protons mais des nombres de neutrons différents sont appelés des « isotopes » : ils ont les mêmes propriétés chimiques mais des propriétés nucléaires différentes.

Beaucoup de noyaux naturels ou artificiels sont instables. Ils ont un excédent d'énergie et peuvent évoluer (on dit qu'ils se désintègrent) vers la stabilité en passant éventuellement par des états intermédiaires, eux-mêmes instables. Lors de cette évolution, ils donnent naissance à un autre noyau (qui peut être le même mais dans un état d'énergie plus bas) en émettant une particule, un électron, un noyau d'hélium,..... par fois un photon, ou en se brisant en deux morceaux comme c'est le cas dans la fission⁶⁹ : c'est le phénomène de radioactivité, et le noyau est dit radioactif. La radioactivité peut être naturelle ou artificielle selon que l'homme en a été à l'origine ou pas. Plus de 1500isotopes artificiels radioactifs ont été créés mais la plus grande partie de la radioactivité présente sur terre est d'origine naturelle. L'unité de mesure de la radioactivité est le « becquerel (Bq) ». Elle correspond à une désintégration par

⁶⁹ Certains noyaux lourds se brisent spontanément en deux fragments de masse moyenne accompagnés de neutrons, tandis que d'autres le font après avoir absorbé un neutron. Ainsi l'²³⁵U, qui est un isotope de l'uranium composé de 92 protons et de 143 neutrons, a une grande probabilité de capturer un neutron dont la vitesse correspond à l'agitation thermique du milieu. Bien que qualifiés de « lents » ou « thermiques », ces neutrons se propagent, à 20°C, à une vitesse de 2,2km/s, ce qui correspond à une énergie cinétique moyenne de 1/40eV.

La Question Des Energies Renouvelables Dans la Perspective de l'Après Pétrole : Cas de l'Algérie et des Pays du Sud et Est Méditerranéens.

seconde. C'est une unité très petite⁷⁰. Elle a remplacé le « curie » qui était au contraire très grande ($3,7 \times 10^{10}$ Bq, soit 37 milliards de becquerel).

L'énergie nucléaire permet de produire des quantités considérables d'énergie à un coût très compétitif par rapport aux autres sources. Tout ce qui touche au nucléaire et à la radioactivité conduit parfois, chez certains de nos concitoyens, à une peur irraisonnée qui trouve sans doute une partie de ses origines dans l'utilisation de l'arme atomique en 1945. Comme la radioactivité est invisible, la méfiance est grande vis-à-vis de phénomènes qui sont néanmoins à l'origine de l'univers et nous permettent, grâce au soleil qui est le siège de réactions nucléaires, d'exister sur la terre.

II. Avantages et inconvénients des énergies renouvelables :

Les énergies renouvelables sont le vecteur énergétique du futur. En effet, trois facteurs concourent en faveur de ces énergies : la sauvegarde de l'environnement (se sont des énergies propres), l'épuisement inévitable des ressources limitées de la planète, et leur rentabilité économique.

Le changement climatique inhérent à la pollution et à ses effets sur le milieu naturel, est au premier rang des préoccupations environnementales, depuis le sommet de la terre (Rio de Janeiro, 1992). En outre, les deux crises pétrolières des années 70 ont contraint les pays industrialisés à bien examiner l'emploi qu'ils font de leurs ressources et à prendre des mesures pour ne plus dépendre quasi uniquement des hydrocarbures pour leurs besoins en combustibles. Ces pays entreprennent des recherches poussées pour trouver des substituts écologiques aux combustibles fossiles. Quant aux pays en voie de développement, il est d'une importance capitale, pour eux, de diversifier leurs sources d'énergie.

Les énergies renouvelables ont aussi un impact sur l'environnement, même s'il est limité. Beaucoup d'entre elles ne fournissent que de petites puissances. Aussi, dès que l'on souhaite disposer de quantités d'énergie pour satisfaire une partie notable de la consommation de pays développés, leurs nuisances deviennent bien visibles. Voyons brièvement quelques problèmes.

⁷⁰ La radioactivité naturelle d'un être humain est de l'ordre de 8000Bq.

La Question Des Energies Renouvelables Dans la Perspective de l'Après Pétrole : Cas de l'Algérie et des Pays du Sud et Est Méditerranéens.

La grande hydraulique modifie notablement l'écosystème. Elle peut entraîner des déplacements de populations lors de la construction des barrages. Ainsi, plus d'un million de personnes ont été déplacées lors de la construction du barrage des trois gorges en Chine. Des

Accidents graves peuvent également survenir. Avec 89 grands barrages en France, il y'a eu 2 accidents. Le premier, en 1895 à Bouzet, a fait 100 morts, le second, en 1959 à Malpasset, a fait 421 morts et 1000 hectares de terres agricoles ont été sinistrés. Il y'a dans le monde 35 000 à 40 000 barrages dont la hauteur est supérieure à 15m. Entre 1959 et 1987, il y'a eu 30 accidents de barrages et 18 000 victimes. En 1979, la rupture du barrage de Morvi, en Inde, a fait environ 5000 morts.

Les éoliennes en grand nombre perturbent le paysage et il en faut beaucoup pour produire de grosses quantités d'électricité. Elles sont encore bruyantes, même si de grand progrès ont été faits dans ce domaine. A puissance équivalente, il faut beaucoup plus de béton pour fixer des éoliennes que pour construire une centrale nucléaire, d'où une plus grande émission de gaz à effet de serre.

Dans l'état actuel des technologies, la fabrication des cellules photovoltaïques demande beaucoup d'énergie, souvent issue des combustibles fossiles. Il faut 4 à 5 ans pour récupérer celle-ci, mais la cellule peut fonctionner une trentaine d'années. La grosse source potentielle de pollution concerne les batteries des systèmes photovoltaïques autonomes car elle contient du plomb, parfois du cadmium, qu'il faut convenablement recycler.

La biomasse n'est intéressante que si l'on consomme ce que l'on plante, sinon on brûle les stocks comme pour le pétrole. Le problème de l'affectation des sols⁷¹, de leur appauvrissement, des gaz à effet de serre émis lors de l'exploitation de la biomasse⁷² ne sont pas simple à résoudre lorsque de grandes surfaces cultivées sont mise en jeu. Outre le CO₂, qui est en partie compensé par celui qui est absorbé lors de la croissance des plantes, la combustion du bois libère du CO, des composés organiques volatils et beaucoup de poussières. C'est actuellement un problème.

⁷¹ Si l'on met en culture des prairies, on émet du CO₂ car la prairie stock 3 fois plus de carbone que le sol cultivé.

⁷² Du N₂O est émis lors de l'épandage des engrais.

Le nucléaire fait peur car la radioactivité est invisible et peut être dangereuse. Toute fois, l'industrie nucléaire est une des mieux surveillées et contrôlées. La radioactivité est aussi présente dans d'autres domaines que celui de la production d'énergie comme le médical ou le contrôle industriel.

III. Les énergies renouvelables dans le monde :

1. Quelques chiffres :

Globalement, la part des énergies renouvelables dans la production d'électricité reste encore faible. 20% de l'électricité produite dans le monde est d'origine renouvelable. L'essentiel étant toujours issu des combustibles fossiles, tels que le pétrole ou le charbon (62,7%) et par l'énergie nucléaire (17,1%).

Ces chiffres masquent les disparités entre les sources d'énergies renouvelables. A elle seule, l'hydroélectricité génère 92,5 % de l'électricité issue des énergies renouvelables. Les utilisations de la biomasse produisent 5,5% du courant mondial « vert », la géothermie 1,5%, l'éolien 0,5% et les techniques solaires y contribuent seulement pour 0,05%.

Toutes fois, ces grandes masses sont extrêmement variables d'un pays à un autre. Tout est, en effet, fonction des gisements d'énergies renouvelable. Ainsi, 99,2% de l'électricité de Norvège (pays pétrolier) est générée par les barrages, sans oublier les deux pays leader dans ce domaine à savoir l'Allemagne et l'Espagne (déjà les autorités algériennes semblent avoir opté, en matière de partenariat pour ces deux pays. C'est une société Espagnole, en l'occurrence Abener, qui a remporté le contrat de réalisation d'une station électrique hybride solaire-gaz de Hassi R'mel, conjointement avec la société algérienne New energy algéria Neal). A l'inverse, les pays bas, pays très sensible aux questions environnementales, utilisent très marginalement les énergies renouvelables pour produire leur électricité : moins de 5%.

2. Quels atouts ?

Ces deux dernières décennies, les énergies renouvelables étaient surtout utilisées pour alimenter des sites isolés (montagne ou zone désertique) ou dans des pays où la production d'électricité à partir d'énergies renouvelables était subventionnée.

Aujourd'hui le facteur favorisant de ces énergies propres est tout autre, puisque c'est de la protection du climat dont il s'agit. Du fait du protocole de Kyoto, les pays les plus industrialisés doivent réduire (au plus tard en 2012) leurs émissions de gaz à effet de serre

(GES) de 5% par rapport à leurs rejets de 1990. Le problème, c'est que dans le même temps, la consommation d'énergie va croître.

Pour rapidement produire plus tout en polluant moins, il est donc indispensable d'avoir massivement recours aux énergies renouvelables : les seules (avec le nucléaire) à n'émettre aucun GES. De nombreux pays riches développent de très importants parcs propres, constitués principalement d'éoliennes. Entre 1997(année où fut signé le protocole de Kyoto) et 2000, l'Espagne a ainsi quadruplé sa production d'électricité d'origine éolienne. Le plan éolien Français permettra d'éviter, chaque année, l'émission de 2 à 5 millions de tonnes de carbone (le principal gaz à effet de serre) : soit 12,5 à 31,2% des engagements français de réduction des émissions de gaz à effet de serre. Mais la lutte contre le réchauffement climatique n'est pas le seul élément qui plaide pour le développement des énergies renouvelables.

Prisonnières d'une géographie difficile, de nombreuses régions du monde ne sont pas irriguées par des réseaux électriques. Au total on estime que deux milliards de personnes sur la planète n'ont pas accès au courant. Or, la grande majorité de ces défavorisés habite dans des pays en développement où les ressources financières sont faibles. Une situation économique qui ne permet pas de construire de puissantes et coûteuses centrales électriques (celles-ci peuvent coûter des millions de dollars) ni les indispensables réseaux de transports et de distribution de l'électricité. A cette vision centralisée (et coûteuse) de la production et du transport d'électricité, les énergies renouvelables apportent des éléments de solution, notamment en permettant la production d'électricité locale. Installées sur les maisons ou à

La Question Des Energies Renouvelables Dans la Perspective de l'Après Pétrole : Cas de l'Algérie et des Pays du Sud et Est Méditerranéens.

proximité immédiate des villages, les éoliennes ou les cellules photovoltaïques fournissent un courant directement à leurs utilisateurs, sans qu'il soit nécessaire de tirer d'importants et coûteux réseaux.

3. Perspectives :

Les combustibles fossiles seront encore utilisés longtemps. Des progrès restent à faire pour mieux récupérer le pétrole d'un puits. Pour atteindre des taux supérieurs à 50%, il faut améliorer les techniques de forage dans toutes les directions spatiales, l'imagerie pour mieux connaître la conformation des puits et les fluides pour rendre le pétrole plus mobile.

L'autre défi est de pouvoir séquestrer le CO₂ produit les moyens de production centralisés. Des expériences sont déjà en cours. En Norvège, on injecte, à partir de la plate forme offshore de gaz naturel Sleiper située en mer du Nord, 1 million de tonnes de CO₂ chaque année dans un aquifère salin situé à 1000 mètres de profondeur. Au Canada, c'est chaque jour 5000 tonnes de CO₂, en provenance d'une usine de gazéification de charbon située à 300 Km, qui sont injectés dans un réservoir pétrolier. D'autres projets prévoient d'envoyer le CO₂ à grande profondeur dans l'océan, mais cela pourrait avoir un impact sur l'acidité de l'eau environnante.

La séquestration du CO₂ dans des réservoirs géologiques profonds permettrait de stocker celui ci pendant des dizaines de milliers d'années mais il faut bien analyser les dangers associés, comme une réémission massive et imprévue de ce gaz⁷³.

Les prochaines années s'annoncent prometteuses pour les énergies propres. La lutte contre le changement climatique, le développement de la production d'électricité décentralisée et le progrès technique devraient donner un formidable coup de fouet à ces jeunes filières.

Toutes fois, de nombreux experts estiment que la part des renouvelables, même si elle augmente dans les années qui viennent, restera globalement faible. D'une part, parce que les ressources d'énergies fossiles sont encore considérable : 40 ans de réserves prouvées de pétrole, 62ans pour le gaz, 400ans pour le charbon. D'autre part, parce que les énergies

⁷³ Le gaz carbonique émis par le lac volcanique de Nyos au Cameroun, en 1986, a fait 1600 morts.

La Question Des Energies Renouvelables Dans la Perspective de l'Après Pétrole : Cas de l'Algérie et des Pays du Sud et Est Méditerranéens.

renouvelables resteront probablement toujours plus chères que les énergies classiques, tant le prix de ces dernières n'intègre pas leurs coûts environnementaux.

L'objectif le plus important pour les énergies renouvelables est de rendre économiquement compétitives celles qui ne le sont pas et de gommer leur intermittence pour disposer d'énergie à tout moment. Le photovoltaïque alimentera très probablement 1 milliard de personnes d'ici 2020. D'autre part, des études sont menées pour voir si l'on ne pourrait pas produire de grosses quantités d'énergie dans les déserts (5% de leur surface pourrait alimenter la planète entière).

Examinons maintenant quelques voies un peu futuristes :

On pourrait utiliser les ressources de l'océan. L'énergie des vagues ($1\text{w}/\text{m}^2$, $50\text{kw}/\text{m}$ de côte) est très diluée et n'est pas encore intéressante économiquement. Sur la côte Nord Atlantique, qui est particulièrement favorable, on pourrait atteindre des prix de l'ordre de 8 centimes d'euros le kWh.

L'énergie thermique des océans est potentiellement 100 fois supérieure à celle des marées ou des vagues (on estime ce potentiel à 10^{13} watts). Le principe est d'utiliser la différence de température entre la surface de l'océan (25°C à 30°C entre les tropiques) et l'eau en profondeur (7°C à -600m). Pour être exploitable, il faut que la différence de température soit supérieure à 20°C mais le rendement est très faible (2%).

On pu également imaginer récupérer de l'énergie solaire dans l'espace. Des centrales solaires orbitales ont été imaginées dès 1968. L'idée est de mettre en orbite géostationnaire (à 36000km d'altitude) un panneau solaire de plusieurs km^2 . Dans l'espace, les rayons du soleil ne sont pas atténués par l'atmosphère terrestre et on peut dynamiquement orienter les panneaux. On reçoit ainsi en moyenne, par unité de surface, huit fois plus de lumière solaire qu'au sol. On peut utiliser des micro-ondes, qui son un rayonnement électromagnétique analogue à celui que l'on utilise dans un four à micro-ondes ou dans les téléphones portables, pour ramener cette énergie sur la terre avec des rendements de l'ordre de 50%. Il faut néanmoins que la densité d'énergie véhiculée par le faisceau de micro-ondes soit

Suffisamment faible pour ne pas présenter de danger pour les êtres vivants. Ceci conduit alors à des surfaces considérables de radio piles pour récupérer l'énergie.

La Question Des Energies Renouvelables Dans la Perspective de l'Après Pétrole : Cas de l'Algérie et des Pays du Sud et Est Méditerranéens.

L'énergie nucléaire produit de l'électricité sans accroître l'effet de serre. Elle est très concentrée puisque 1g de matière fissile libère environ 1MWj, soit 24 MWh. Les réacteurs du futur qui s'inscrivent dans un développement durable devront satisfaire à 5 conditions aux cinq suivantes :

Ils devront fournir un KWh compétitif par rapport aux autres sources d'énergie. La technologie choisie devra être telle que le retour sur investissements soit le plus court possible. Ils devront pouvoir fonctionner longtemps, idéalement pendant 60ans, et leur maintenance devra être aisée et peu coûteuse ;

La démarche d'amélioration de la sûreté est régulière et constante dans l'industrie nucléaire ;

Ils devront extraire le maximum d'énergie du combustible ;

Ils minimiseront la production de déchets et seront capable de brûler une partie de ceux de la génération précédente ;

Ils devront minimiser le risque de prolifération.

IV. Le cadre général du développement durable :

Le diagnostic est maintenant clair : il n'est plus possible de continuer à demander à la terre plus que ce qu'elle peut nous offrir, pas plus que d'intoxiquer notre milieu de vie planétaire (la biosphère), par des formes d'exploitation des ressources naturelles de plus en plus prédatrices. En outre, les inégalités entre le Nord et le Sud sont énormes : 20% de la population mondiale s'attribuent 80% des ressources, population qui est appelée à doubler d'ici 40ans environ.

Malgré ses inévitables insuffisances, le développement durable (DD), concept né en 1988, est un cadre de référence théorique qui n'a de sens que si des mesures concrètes sont effectuées. Les deux termes qui composent cette notion relativement nouvelle ne sont contradictoires qu'en apparence, de fait, le développement durable est une réponse à la mondialisation, celle-ci étant en partie mythique, reflétant surtout une perception qui est largement négative (disparition de la biodiversité, fossé grandissant entre le Nord et le Sud, etc).

Un système énergétique équilibré, une atmosphère et des climats préservés, un accès aux ressources pour tous : le DD, couplé aux droits de l'homme, donne du sens à la vie et aux

La Question Des Energies Renouvelables Dans la Perspective de l'Après Pétrole : Cas de l'Algérie et des Pays du Sud et Est Méditerranéens.

activités humaines, et transforme la mondialisation passive en mondialisation active. Autrement dit, le DD est cadre de référence mondial pour un monde viable au 21^{ème} siècle, cadre qui ne trouvera sa pertinence qu'à travers l'action aux échelons requis pour la réalisation de cette dernière.

1. La notion du développement durable :

1.1. Bref historique du développement durable :

Dans les années cinquante, on assiste à l'émergence de la volonté d'émancipation des pays colonisés : le tiers monde affirme ses revendications politiques face au Nord. Dans les années soixante, années de décolllement de la croissance, l'occident fait (ou plus exactement croit faire) la démonstration que se modèle fondé sur le progrès est le bon (le développement est avant tout une question de « mécanique » : c'est l'effervescence du développement social et technologique qui débute, la révolution verte. Mais à la fin de ces mêmes années et au début des années septante apparaît une prise de conscience des limites de la terre : l'idée de quantité de matière et d'énergie injectées dans le cycle industriel se pose, ainsi que de celle rejetée par ce même cycle dans l'environnement. C'est dans ce contexte qu'apparaissent les premiers ministères de l'environnement et que se tient en 1972 la première conférence mondiale sur l'environnement humain à Stockholm. Lors de cette dernière, on tente d'apporter un correctif de taille : prendre en compte les lois de la nature dans l'économie, désormais, il faut concilier, harmoniser l'environnement et le développement.

Or, parallèlement à cette prise de conscience, on assiste à une dégradation généralisée de la biosphère : jamais les activités humaines n'ont été aussi prédatrices et donc destructrices. Afin d'enrayer ce processus dangereux pour le vivant en général, il s'agit de définir un projet global et cohérent.

C'est ce à quoi s'attelle, en 1982, la commission mondiale sur l'environnement et le développement durable (appelée aussi commission Brundtland), laquelle fonde véritablement la notion de DD. Les deux préoccupations fondamentales, le développement et l'environnement sont enfin réunies en un seul concept : le droit de vivre et de s'épanouir implique nécessairement un prélèvement sur la nature, mais inversement, il ne peut y avoir de

La Question Des Energies Renouvelables Dans la Perspective de l'Après Pétrole : Cas de l'Algérie et des Pays du Sud et Est Méditerranéens.

développement sans ressources en air, eau, terre et sans richesses naturelles, et ce dans l'espace (solidarité intragénérationnelle) et le temps (solidarité intergénérationnelle).

Mais le DD est également porteur de sens et celui-ci est primordial face à la déresponsabilisation des individus, véhiculée par les médias, dont on a pris conscience depuis une dizaine d'années environ. Ainsi, le DD est non seulement un cadre de référence maintenant acceptée sur le plan international, mais aussi un concept sociopolitique, moral, éthique. Il intègre les aspects divers de la vie humaine (économiques, sociaux, moraux, culturels) selon une idée de progrès plus qualitatif que quantitatif.

1.2. Définition et application des principes du développement durable :

Voici l'une des définitions parmi les plus courantes du DD : « Le développement durable est un développement qui répond aux besoins du présent sans compromettre la capacité des générations futures à satisfaire leurs propres besoins ».

Beaucoup de définitions du DD existent. Le rapport de Brundtland en comprend déjà six différentes, et il en existe ailleurs une centaine ! Si l'on prend le document consacré au DD de CI Rio, on trouve plus ou moins la phrase susmentionnée à laquelle s'ajoute encore le terme de biodiversité. Le DD comprend donc la biodiversité. Plus loin, on y découvre encore l'égalité des chances homme- femme. Il découle de cette pléthore de définition du DD une perte importante de sa valeur et, en dernier ressort, de son sens.

1.2.1. Les notions de besoins et de générations futures :

Existe encore un problème concernant les besoins : quels sont les besoins de notre génération et comment pouvons-nous définir ceux des générations futures ? En premier lieu, les besoins de cette génération sont-ils complètement satisfaits ? On peut, hélas, penser que non.. En outre, quel est le niveau de vie qui est nécessaire, et quel est celui que nous pouvons assurer à la génération future ? Où s'arrêtent les générations et où commencent les prochaines ? N'y a-t-il pas une sorte de continuité entre les différentes générations ? De fait, qui décide pour les générations futures ? Nous décidons ? Quels sont leurs besoins ? Qui définit les besoins des

La Question Des Energies Renouvelables Dans la Perspective de l'Après Pétrole : Cas de l'Algérie et des Pays du Sud et Est Méditerranéens.

générations futures ? Que devons nous laisser à ces dernières ? Répondre à ces questions est loin d'être facile.

Citons l'exemple de l'aménagement du territoire, on peut affirmer qu'au moment où l'on construit quelque chose, on le laisse aux générations futures. Or, ce que nous construisons, ce que nous avons planifié, nos routes, nos machines, nos usines, nous l'avons fait pour nous-mêmes et non pour les générations futures.

1.2.2. Application des principes du développement durable :

a. Opérationnalité :

Un deuxième caractéristique du DD consiste à faire un pas vers l'opérationnalité, soit donner un certain sens plus concret et un contenu au DD. La première chose qu'il faut constater est que le DD est un processus de changement social multidimensionnel. Le DD postule un changement : le DD est orienté vers l'action et vers le changement.

b. Interdépendance :

La troisième caractéristique du DD est l'interdépendance locale, régionale, mondiale et planétaire, cela signifie que nos actions affectent directement, quelque part, les autres habitants de la planète, ce qui explique que l'on ne puisse appliquer que des solutions locales. A titre d'exemple, une illustration, plutôt effrayante, montre l'empreinte, le footprint de la Suisse : celle-ci consomme environ 5 à 6 fois trop d'énergie, de matières premières et d'espace par rapport à sa surface et à son nombre d'habitants, qu'elle ne devrait. Plus localement encore, Genève importe son air frais de l'autre côté de la frontière parce qu'elle consomme et pollue trop, et ce au détriment des autres.

c. Ethique :

Un autre élément très important est que le DD est modulé dans le temps et dans l'espace. Introduire dans la réflexion économique, laquelle est malgré tout dominante. La temporalité ainsi que l'espace est un acte fondamental. D'autre part, le DD se réfère toujours à des

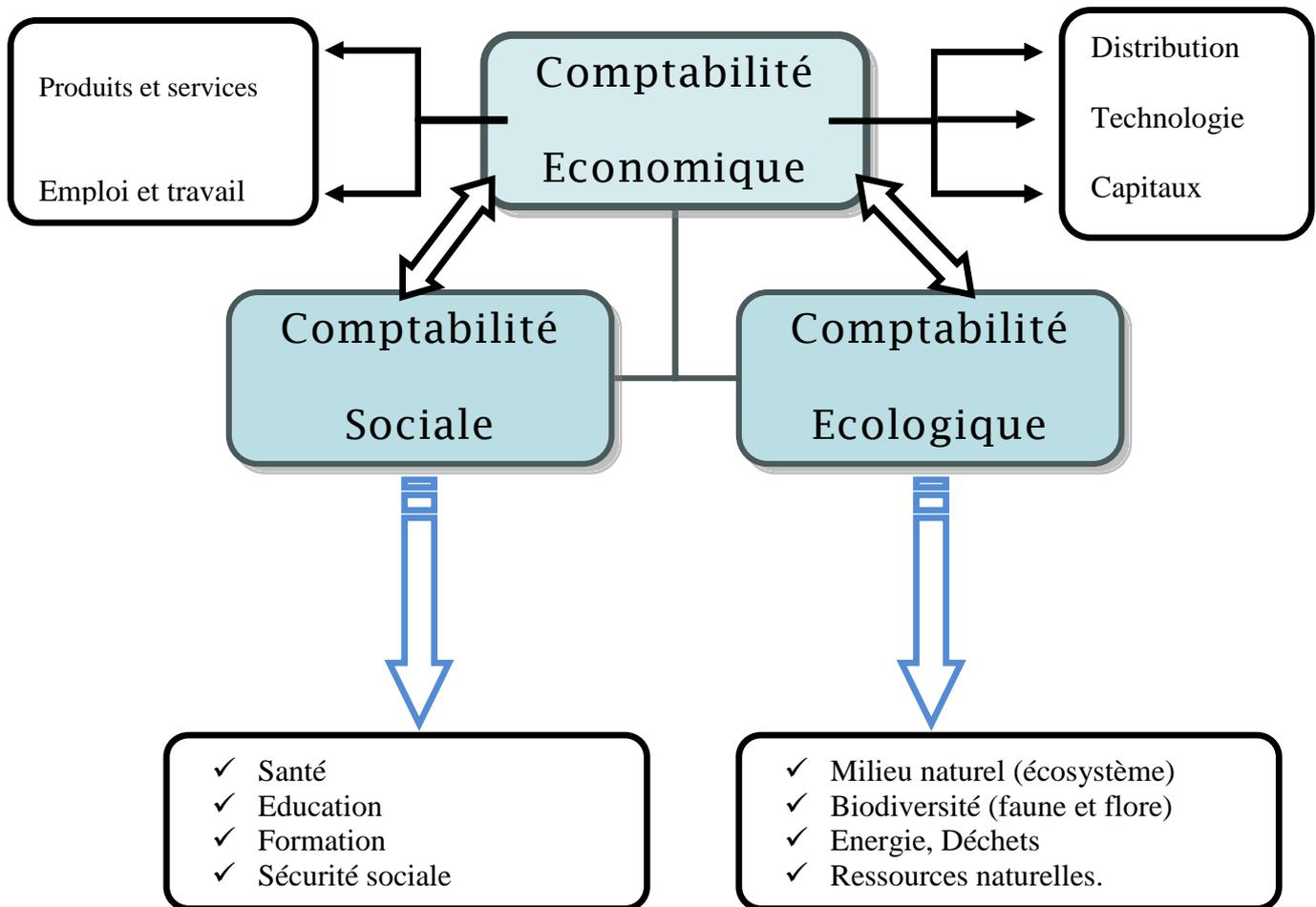
La Question Des Energies Renouvelables Dans la Perspective de l'Après Pétrole : Cas de l'Algérie et des Pays du Sud et Est Méditerranéens.

valeurs, celle suprême étant le respect de la vie (qui est l'idée écologique de base), puis ensuite l'équité entre générations, la solidarité et la justice sociale. Ce sont des valeurs partagées d'une société, même si l'on peut imaginer qu'une autre société a d'autres valeurs partagées (mais serait elle alors viable à terme ?).

1.3. Interrelations économie- environnement - social :

Nous attachons une grande valeur pédagogique à cette notion. Avec le schéma ci- dessous, nous aimerions montrer cette interrelation entre l'économie, l'environnement et le social, au milieu de laquelle se place le système des valeurs, l'éthique. Cette présentation nous semble intéressante car elle nous rappelle constamment que l'économie, l'environnement et le social sont en relation réciproque permanente.

Schéma n° 1: Le concept du développement durable est basé sur l'interdépendance de trois pôles : économique, écologique et social.



Source : Université de Genève « cours séminaires, développement durable », collection réalisée par MAHOUI KARIM, le 24 juillet 2007, p 90.

a. Ecologie et Environnement :

Ces deux termes ne sont ni synonymes ni interchangeables. Nous parlons ici plus spécifiquement d'environnement donc de l'utilisation des ressources, de la biodiversité, des écosystèmes, et éventuellement de l'aménagement du territoire. L'écologie, elle est beaucoup plus que l'environnement : elle est holistique, systémique, éthique, en d'autres termes une véritable vision du monde. Elle se situe à un niveau conceptuel plus élevé dans la mesure où elle concerne la biosphère, au sein de laquelle le rôle de l'homme est beaucoup plus petit, alors que les actions humaines sont primordiales et déterminantes au niveau de

La Question Des Energies Renouvelables Dans la Perspective de l'Après Pétrole : Cas de l'Algérie et des Pays du Sud et Est Méditerranéens.

l'environnement. De fait, si l'on accepte la déclaration de Rio, la notion du DD est tout à fait anthropocentrique, l'environnement en particulier se situant véritablement aux niveaux économique et social.

b. Cohésion sociale :

La valeur de la cohésion sociale, située sur le schéma ci-dessus entre la comptabilité économique et la comptabilité sociale, mérite notre attention. On peut appliquer la question de la durabilité à l'analyse d'une société comme à celle d'une entreprise. Nous restons préoccupés par la question de la cohésion sociale, celle-ci impliquant de fait le dialogue, le respect de l'autre et pas seulement les intérêts égoïstes d'une minorité. Nous savons qu'en certains lieux les gens ne veulent pas vivre ensemble, ce qui se traduit par des conflits et des guerres effroyables. Sans vouloir affirmer que le DD est la panacée universelle, tout au moins permet il de faire réfléchir, de réunir les gens afin qu'ils trouvent quelles sont les conditions nécessaires pour vivre ensemble. Dans ce sens, on peut ainsi affirmer que le DD est un compromis historique.

Les signes et les conséquences d'un dérèglement écologique sont très néfastes pour la qualité de la vie sur la planète. Il est donc, légitime et urgent de prendre des mesures pour réduire et limiter ces effets, de réfléchir et d'élaborer une politique résolue pour un développement durable. De ce fait, le développement durable peut être défini comme une organisation harmonieuse entre l'épanouissement de l'homme, la sauvegarde de la nature et le développement de la technologie.

Les énergies renouvelables (ER) ont le vent en poupe, mais depuis quelques années seulement. Les Etats, les industriels et nous aussi simples consommateurs, avons longtemps négligé ces énergies naturellement offertes par la planète au profit d'énergies immédiatement plus rentables, mais aussi plus coûteuses pour l'environnement. Aujourd'hui le vent a tourné, et les énergies renouvelables, lentement, trouvent des applications adaptées et économiquement viables dans de multiples domaines.

La Question Des Energies Renouvelables Dans la Perspective de l'Après Pétrole : Cas de l'Algérie et des Pays du Sud et Est Méditerranéens.

La question qui se pose est de savoir : quel sera l'avenir des énergies renouvelables ?

Bien malin celui qui pourrait répondre avec certitude à cette question.

Techniques jeunes, les énergies renouvelables ont encore de grands progrès à faire. Et les chercheurs n'ont pas fini de développer de nouveaux systèmes. Voici sans doute de quoi sera fait l'avenir des énergies nouvelles.

Section 2 : Avenir énergétique de l'Algérie par rapport au pays Sud et Est méditerranéens :

A- Cas de l'Algérie :

Préparer l'avenir énergétique de l'Algérie, c'est commencé à investir dans les énergies renouvelables. La rente due aux hydrocarbures servira, justement, à investir dans les différents domaines, notamment, celui de l'éducation et de la formation. Les résultats de ce dernier se répercuteront positivement sur les autres domaines. Il ne faut pas attendre la fin des hydrocarbures pour réagir. Ce serait, alors, trop tard. Les générations futures se retrouveront sans ressources naturelles (hydrocarbures) ce qui impliquera une régression dans le développement et ainsi elles n'auront ni électricité, ni rente. En quelque sorte, ce sera le retour à un âge très antérieur, d'une vie sociale très traditionnelle. Ceci dit, même si une autre source d'énergie sera développée dans le monde ou que les hydrocarbures ne soient totalement épuisés dans certains pays producteurs de pétrole, il nous sera difficile de les acheter sans rente. Dans ce contexte, il impératif de préparer le futur de notre pays, car son économie ne dépend en grande partie, que des hydrocarbures.

L'Algérie par sa situation géographique, est particulièrement exposée au soleil et de ce fait, de grandes surfaces du Sahara Algérien son éclairées par un soleil intense, ceci même pendant l'hiver.

Dans notre pays, les énergies renouvelables n'ont pas connu le développement que permet leur disponibilité, et qu'impose leur importance pour le développement économique et social. Le potentiel techniquement exploitable en énergies renouvelables en Algérie est considérable et la qualité des gisements est telle que des investissements rentables peuvent être envisagés pour leur développement. Trois raisons principales plaident en faveur d'un développement des énergies renouvelables en Algérie :

- ✓ Elles constituent une solution économiquement viable pour fournir des services énergétiques aux populations rurales isolées notamment dans les régions du grand sud ;
- ✓ Elles permettent un développement durable du fait de leur caractère inépuisable, et de leur impact limité sur l'environnement et contribuent à la préservation de nos ressources fossiles ;

La Question Des Energies Renouvelables Dans la Perspective de l'Après Pétrole : Cas de l'Algérie et des Pays du Sud et Est Méditerranéens.

- ✓ La valorisation de ces ressources énergétiques ne peut qu'avoir des retombées positives en matière d'équilibre régional e de création d'emplois.

I. La politique de conservation de l'énergie en Algérie :

Pour faire face aux conséquences de la crise énergétique mondiale, une politique énergétique d'ensemble a été mise en place pour reculer la date d'échéance des combustibles fossiles.

La prise de conscience sur le caractère non renouvelable de ces combustibles fut caractérisée par :

- ✓ La récupération des richesses naturelles (nationalisation) ;
- ✓ Le réajustement des prix pétroliers.

Ce qui signifie qu'une politique rationnelle de l'énergie est urgente à formuler en raison des besoins sans cesse croissants.

La mise en œuvre de cette politique de conservation de l'énergie trouve ses origines dans les objectifs socio-économiques de l'Etat algérienne (intérêts d'un développement rapide). Elle a pour but essentiel de réaliser une croissance économique continue et donc trois possibilités sont nécessaires bien que leur délai de réalisation soit plus au moins long :

- ✓ D'abord, la première possibilité est de réaliser une gestion efficace des ressources énergétiques ;
- ✓ La deuxième possibilité, est relative au progrès technique et donc de nouvelles méthodes de perfectionnement énergétique seront nécessaires ;
- ✓ Enfin, la troisième possibilité, sera la substitution des énergies fossiles par des énergies renouvelables, donc une politique énergétique cohérente doit être négociée et comporter des choix clairs pour assurer la poursuite de la croissance économique, pour qu'elle puisse répondre aux impératifs des plans de développement et améliorer le niveau de vie général.

La Question Des Energies Renouvelables Dans la Perspective de l'Après Pétrole : Cas de l'Algérie et des Pays du Sud et Est Méditerranéens.

Une telle politique ne peut être réalisable et applicable que si les possibilités sont requises et si, bien sûr, les moyens matériels, humains et financiers le permettent. La seule solution aujourd'hui, est de chercher les moyens de réaliser une telle politique. Théoriquement, il est bien difficile de déterminer une formule, mais l'important est de dégager les outils nécessaires à sa réalisation. Nous ajoutons que la solution qui permettrait de faciliter une telle application, devrait passer par des organismes compétents pour le maintien d'une telle politique.

II. La diversification des économies d'énergie en Algérie :

On sait à l'heure actuelle, que les perspectives d'épuisement des combustibles fossiles ainsi que la politique de diversification des énergies renouvelables sont des thèmes d'actualité en Algérie.

C'est pour cette raison, aussi bien les pays industriels que pour les PVD, le développement des ressources nouvelles d'énergie ainsi que leur gestion explicite tentent de repousser de telles limites et assurer leur renouvellement. L'accélération du rythme d'épuisement des ressources fossiles doit trouver des compensations valables à long terme pour assurer la relève de l'après pétrole. La durée des réserves pétrolières étant estimée à 30ans environ, l'Algérie a décidé de prendre des mesures nécessaires en vue d'assurer son indépendance énergétique future. Une politique qui consiste à économiser le pétrole et ses dérivés :

- ✓ En maintenant le niveau de la production pétrolière ;
- ✓ En déployant ses efforts en matière de développement des énergies nouvelles essentiellement dans le solaire et le nucléaire.

L'énergie renouvelable recourt à la fois à l'énergie traditionnelle comme l'énergie hydraulique, l'énergie renaissante (comme le bois et la biomasse) et les énergies nouvelles (énergie solaire, éolienne). Le trait commun de ces énergies, est l'avantage de ne pas s'épuiser. Ce sont également des énergies décentralisées pouvant valoriser le potentiel écologique sans le détruire.

Nous allons voir l'état actuel et futur du développement des énergies nouvelles :

La Question Des Energies Renouvelables Dans la Perspective de l'Après Pétrole : Cas de l'Algérie et des Pays du Sud et Est Méditerranéens.

a) L'énergie solaire :

Nous pensons que l'énergie solaire peut être un élément important dans le développement régional planifié de l'intérieur de l'Algérie, en particulier à travers certaines techniques telles que la pompe solaire ou la production d'énergie à faible puissance. On ce qui concerne les grandes puissances, les possibilités d'implantation à grande échelle d'application industrielle solaire n'apparaissent qu'à long terme.

Ce pendant, dans un premier temps, l'énergie solaire et ses corollaires (éolienne, bioénergie....) interviendront dans des proportions quantitativement négligeables mais qualitativement déterminantes dans des applications et des domaines où il n'y a pas d'autres solutions raisonnables (zones arides, sites isolés...). Dans un deuxième temps, à l'avenir, celle-ci aurait un aspect quantitatif très important. Une étude a été faite en Algérie et qui consiste :

- ✓ A dresser une typologie des utilisations possibles de l'énergie solaire (chauffage de l'eau, production d'électricité, pompage de l'eau....) ;
- ✓ A déduire les créneaux les plus prometteurs à court, moyen et long terme.

De toutes les énergies dites nouvelles, c'est celle du solaire qui assure actuellement le plus d'espoir. En Algérie, la plupart des prospections à long terme accordent au « solaire » une place privilégiée. Les projets envisageables pour domestiquer l'énergie solaire sont cependant, variés, du plus rustique (chauffage par effet de serre) au plus moderne (centrale solaire équipée de cellules photovoltaïques).

L'énergie solaire pourrait être compétitive, car la probabilité de réussite d'une telle énergie est grande surtout dans un pays comme l'Algérie dont les conditions climatiques favorisent cette énergie entant que futur facteur de développement. Le soleil n'est pas seulement un atout touristique en Algérie, Il va devenir un élément moteur de progrès social du pays, en construisant des maisons solaires (chaude en hiver et fraîche en été), en procédant au dessalement de l'eau de la mer. On peut améliorer considérablement les conditions de vie, soit dans les grandes villes ou dans les zones arides du pays. Par exemple, l'utilisation de l'énergie solaire pour le pompage de l'eau constitue une nouvelle solution réelle au problème de satisfaction des besoins en eau des hommes, des animaux....etc. Le développement de l'énergie solaire dans les zones arides présente de nombreux avantages :

La Question Des Energies Renouvelables Dans la Perspective de l'Après Pétrole : Cas de l'Algérie et des Pays du Sud et Est Méditerranéens.

- ✓ Une fiabilité technologique, et longue durée de vie ;
- ✓ Une maintenance minimum ne nécessitant pas de personnel qualifié ;
- ✓ Une disponibilité de la source d'énergie sur le lieu de l'utilisation.

Ces caractéristiques sont le gage d'une implantation sans heurt dans toutes les zones éloignées ou difficiles d'accès, dans les centres urbains.

A Ouargla ou à Beni Abbés (sud Algérien), le rayonnement solaire parvenant à une surface aux heures les plus chaudes apporte une énergie moyenne égale à la puissance d'une grande centrale nucléaire. « C'est donc une énergie fabuleuse et inépuisable », écrit Mr Ould Hénia⁷⁴.

L'Algérie possède des ressources importantes en matière d'énergie solaire et celle-ci pourrait constituer un élément de développement socio économique du pays. De par sa situation géographique, l'Algérie dispose d'un des gisements solaires les plus importants du monde. La durée d'insolation sur la quasi-totalité du territoire national dépasse les 2000 heures annuellement et atteint

les 3900 heures (hauts plateaux et Sahara). L'énergie reçue quotidiennement sur une surface horizontale de 1m^2 est de l'ordre de 5 KWh sur la majeure partie du territoire national soit près de $1700\text{kwh} / \text{m}^2 / \text{an}$ au Nord et $2263\text{kwh} / \text{m}^2 / \text{an}$ au Sud du pays.(voici le tableau n° concernant le potentiel solaire en Algérie).

Tableau 13: Potentiel solaire en Algérie.

Régions	Région côtière	Hauts plateaux	Sahara
Superficie (%)	4	10	86
Durée moyenne d'ensoleillement (heures/an)	2650	3000	3500
Energie moyenne reçue (kWh/m ² /an)	1700	1900	2650

Source : ministère de l'énergie et des mines : « guide des énergies renouvelables », édition 2007, p 39.

⁷⁴ : Ould Hénia : « village solaire intégré », dans les cahiers de la recherche, C.U.R.E.R, Constantine, Décembre 1978.

La Question Des Energies Renouvelables Dans la Perspective de l'Après Pétrole : Cas de l'Algérie et des Pays du Sud et Est Méditerranéens.

Le potentiel le plus important en Algérie, est le solaire, même le plus important de tout le bassin méditerranéen : 169.440TWh/an, 5000 fois la consommation Algérienne en électricité et 60fois la consommation de l'Europe des 15(estimée à 3000TWh/an).

Il est d'une grande importance de s'intéresser à son exploitation d'autant plus que l'Algérie dans ce domaine présente, de ce fait, des données favorables e prometteuses si l'on pense à certaines régions isolées où se pose le problème de transport et d'utilisation de l'énergie fossile ainsi que sa maintenance. Le gouvernement algérien a l'intention de généraliser cette énergie dans tout le pays pour le remplacement de l'énergie électrique et gazière. Ce qui a l'avantage de stopper le déséquilibre économique ville- campagne, verrou essentiel de sous développement de PVD. Toute fois, le programme d'utilisation de l'énergie solaire exige un accroissement de recherches scientifiques afin de choisir des techniques qui conviennent le mieux au pays.

b) L'énergie éolienne :

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

Le Nord méditerranéen est caractérisé par un littoral de 1200Km et un relief montagneux, représenté par les deux chaînes de l'Atlas tellien et l'Atlas Saharien. Entre elles, s'intercalent des plaines et les hauts plateaux de climat continental. Le Sud, quant à lui, se caractérise par un climat Saharien où les vitesses du vent sont plus élevées qu'au Nord, plus particulièrement dans le Sud Ouest, avec des vitesses supérieures à 4m/s et qui dépassent la valeur de 6m/s dans la région d'Adrar. Concernant le Nord, globalement la vitesse moyenne est peu élevée. On note cependant l'existence de microclimats sur les sites côtiers d'Oran, Bejaia e Annaba, sur les hauts plateaux de Tiaret et Kheiter ainsi que dans la région délimitée par Bejaia au Nord et Biskra au Sud.

Voici un tableau récapitulatif du nombre des maisons pouvant être alimentées en électricité par énergie éolienne pour une consommation de 2kw/h par maison en fonction de la hauteur.

La Question Des Energies Renouvelables Dans la Perspective de l'Après Pétrole : Cas de l'Algérie et des Pays du Sud et Est Méditerranéens.

Tableau n°14: L'énergie éolienne en Algérie.

Hauteur (m)	Adrar	Bechar	In Salah	Timimoun	Tindouf
20	765	394	417	638	569
30	871	460	497	736	673
40	947	512	560	810	751
50	1003	554	611	867	812
60	1048	589	655	913	864
70	1085	621	694	949	907
80	1115	648	727	983	944
90	1141	672	756	1010	976
100	1162	694	783	1035	1004

Source : revue de sonatrach : « pipe news », n°14, novembre 2008, p 39.

Le Sud algérien recèle un potentiel éolien très avantageux. D'après le tableau ci-dessus par exemple, pour une hauteur de 30m, on trouve à Adrar 871 maisons électrifiées par l'énergie éolienne pour une consommation de 2kw/h par maison. De plus, on constate que la wilaya d'Adrar est la plus ventée par rapport à d'autres mentionnées dans le tableau ci-dessus.

c) La géothermie :

Les calcaires jurassiques du Nord algérien qui constituent d'importants réservoirs géothermiques, donnent naissance à plus de 200 sources thermales localisées principalement dans les régions du Nord Est et Nord Ouest du pays.

Ces sources se trouvent à des températures souvent supérieures à 40° C, la plus chaude étant celle de Hammam Meskhoutine (96°C). Ces émergences naturelles qui sont généralement les fuites des réservoirs existants, débitent à elles seules plus de 2 m³ /s d'eau chaude. Ceci ne représente qu'une infime partie des possibilités de production des réservoirs.

Tableau n° 15: Les possibilités d'utilisations des eaux chaudes de l'aquifère Albien.

Température de l'eau (° C)	Possibilités d'utilisations
70	Réfrigération (limite inférieure)
60	Elevage d'animaux aquatiques
50	Culture de champignons, chauffage de serre par tuyau aérien
40	Chauffage urbain limite inférieure
30	Fermentation, chauffage de serre par paillages radiant
20	Pisciculture

Source : CDER.

La Question Des Energies Renouvelables Dans la Perspective de l'Après Pétrole : Cas de l'Algérie et des Pays du Sud et Est Méditerranéens.

Plus au Sud, la formation du continental intercalaire, constitue un vaste réservoir géothermique qui s'étend sur plusieurs milliers de km². Ce réservoir, appelé communément « nappe Albienne » est exploité à travers des forages à plus de 4 m³/s⁷⁵. L'eau de cette nappe se trouve à une température moyenne de 57°C. Si on associe le débit d'exploitation de la nappe albienne au débit total des sources thermales, cela représenterait, en termes de puissance, plus de 700MW. (Voir en annexes quelques caractéristiques de quelques sources thermales du Nord de l'Algérie.).

d) La biomasse :

- **Potentiel de la forêt :**

L'Algérie se subdivise en deux parties :

- ✓ Les régions selvatiques qui occupent 25.000.000hectares environ, soit un peu plus de 10% de la superficie totale du pays.
- ✓ Les régions Sahariennes arides couvrant presque 90% du territoire.

Dans le Nord de l'Algérie, qui représente 10% de la surface du pays, soit 2.500.000hectares, la forêt couvre 1.800.000hectares et les formations forestières dégradées en maquis 1.900.000hectares. Le pin maritime et l'eucalyptus sont des plantes particulièrement intéressantes pour l'usage énergétique : actuellement elles n'occupent que 5% de la forêt algérienne.

- **Les déjections animales :**

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

⁷⁵ : Ministère de l'énergie et des mines : « Guide des énergies renouvelables », Alger, édition 2007, p 47.

La Question Des Energies Renouvelables Dans la Perspective de l'Après Pétrole : Cas de l'Algérie et des Pays du Sud et Est Méditerranéens.

e) Hydroélectrique :

La part de capacité hydraulique dans le parc de production électrique total est de 5%, soit 286MW. Cette faible puissance est due au nombre insuffisant des sites hydrauliques et la non exploitation des sites hydrauliques existants.

Tableau n°16: Parc de production hydroélectrique.

Centrale	Puissance installée (MW)
Draguina	71,5
Ighil Emda	24
Mansoria	100
Erraguenne	16
Souk El Djemaa	8,085
Tizi meden	4,458
Ighzenchebel	2,712
Ghrib	7
Gouriet	6,425
Bouhanifa	5,700
Oued Fodda	15,600
Beni Behdel	3,500
Tessala	4,228
Total	286

Source : ministère de l'énergie et des mines : « guide des énergies renouvelables », édition 2007, p 48

III. La politique nationale de développement des énergies renouvelables :

La politique nationale de promotion e de développement des énergies renouvelables est encadrée par des lois et textes réglementaires. Les principaux textes régissant les énergies renouvelables sont :

- ✓ La loi sur la maîtrise de l'énergie ;
- ✓ La loi sur la promotion des énergies renouvelables dans le cadre du développement durable ;
- ✓ La loi sur l'électricité et la distribution publique du gaz, avec son corollaire le décret exécutif relatif aux coûts de diversification.

Cette politique s'appui sur un ensemble d'organismes et d'entreprises économiques prenant, chacun en ce qui le concerne, le développement des énergies renouvelables.

La Question Des Energies Renouvelables Dans la Perspective de l'Après Pétrole : Cas de l'Algérie et des Pays du Sud et Est Méditerranéens.

Trois organismes, relevant du secteur de l'enseignement supérieur et de la recherche scientifique sont en activité depuis 1998 :

- Centre de développement des énergies renouvelables (CDER) ;
- Unité de développement des équipements solaires (UDES) ;
- Unité de développement de la technologie du Silicium (UDTS).

Au sein du secteur de l'énergie, l'activité relative à la promotion des énergies renouvelables est prise en charge par le ministère de l'énergie et des mines et l'agence de promotion et de rationalisation de l'utilisation de l'énergie (APRUE) qui a été créée en 1987 et qui dispose d'un département dédié à cette activité. Par ailleurs, le centre de recherche et de développement de l'électricité et du gaz (CREDEG), filiale du groupe Sonelgaz, intervient dans la réalisation et la maintenance des installations solaires réalisées dans le cadre du programme national d'électrification rurale.

Au niveau du secteur de l'agriculture, il faut signaler l'existence du haut commissariat au développement de la Steppe (HCDS) qui réalise des programmes importants dans le domaine du pompage de l'eau et de l'électrification par énergie solaire au profit des régions de la Steppiques.

Sur le plan des opérateurs économiques, plusieurs sociétés sont déjà très actives dans le domaine des énergies renouvelables. On compte actuellement des dizaines d'opérateurs privés dont l'activité touche aux énergies renouvelables.

Le ministère de l'énergie et des mines s'attelle à la constitution d'un noyau pour cette industrie autour duquel pourraient se cristalliser tous les efforts. C'est dans la perspective de constituer un creuset où seront valorisés les efforts de la recherche et de disposer d'un outil efficace de mise en œuvre de la politique nationale sur les énergies renouvelables que le ministère de l'énergie et des mines a mis en place une société en joint venture entre Sonatrach, Sonelgaz e le groupe SIM. Il s'agit de la société New Energy Algérie (NEAL) créée en 2002 dont la mission est le développement des énergies renouvelables en Algérie à une échelle industrielle.

La Question Des Energies Renouvelables Dans la Perspective de l'Après Pétrole : Cas de l'Algérie et des Pays du Sud et Est Méditerranéens.

L'objectif de la stratégie de développement des énergies renouvelables en Algérie est d'arriver à atteindre, à l'horizon 2015 à une part de ces énergies (y compris la cogénération) dans le bilan électrique national qui serait de 6%.

L'introduction des énergies renouvelables aura pour conséquence :

- ✓ Une plus grande exploitation du potentiel disponible ;
- ✓ Une meilleure contribution à la réduction du CO² ;
- ✓ Une réduction de la part des énergies fossiles dans le bilan énergétique national ;
- ✓ Un développement de l'industrie nationale ;
- ✓ La création d'emplois.

L'introduction des énergies renouvelables dans le bilan énergétique, à hauteur de l'objectif fixé, suppose des investissements importants, de plusieurs milliards de dinars, pour la période 2006-2010. Les coûts associés à cette politique volontariste de L'Etat pour le développement des énergies renouvelables seront assumés en partie par les consommateurs d'énergie et en partie par l'Etat.

L'objectif global fixé nécessite aussi une forte implication des différents acteurs (autant institutionnels qu'économiques) qui doivent encourager l'expansion des sources d'énergie renouvelables.

IV. Bilan des réalisations dans le domaine des énergies renouvelables :

Voici quelques exemples de projets réalisés et d'autres en cours de réalisations :

a. Les projets réalisés :

Le premier projet le plus important qu'a connu l'Algérie en ce qui concerne les énergies renouvelables est l'électrification à l'énergie solaire de 18 villages isolés du grand Sud de l'Algérie. Le tableau ci dessous présente quelques grandes caractéristiques des 18 villages solaires.

**La Question Des Energies Renouvelables Dans la Perspective de l'Après Pétrole :
Cas de l'Algérie et des Pays du Sud et Est Méditerranéens.**

Tableau n° 17 : Grandes caractéristiques des 18 villages solaires :

Wilaya	commune	village	Date de début de mise en service
Tindouf	Gara djebilet	Gara Djebilet	Août 99
	Oum el Assel	Hassi Mounir	Février2000
	Tindouf	Daya El Khadra	Octobre 99
Adrar	Metarfa	Hamou moussa	Mars 2000
	Timimoun	Tala	Mars 2000
Illizi	Illizi	Ifni	Mai 2000
		Imehrou	Mai 2000
		Oued samen	Juin2000
		Tamadjar	Octobre 99
		Tihahiout	Juin 2000
Tamanrasset	Tamanrasset	Tahifet	Septembre99
Tamanrasset	Tamanrasset	Tahernanet	Novembre2000
	Tamanrasset	Ain delegh	Septembre99
	Idles	Amgud	Octobre 2000
	Ain amguel	Moulay Lahcen	Août 1998
	Ain Amguel	Arak	Novembre99
	Tazrouk	Ain blet	Septembre 2000
	Tazrouk	Tin Tarabine	Septembre2000

Source : Ministère de l'énergie et des mines : « guide des énergies renouvelables », édition 2007, p 57.

Ajoutant à ce premier projet, d'autres d'une importance crucial, à savoir : la mini centrale photovoltaïque du centre de développement des énergies renouvelables (cder) raccordée au réseau électrique national, quelques installations de chauffe eaux solaires pour SONELGAZ, le projet d'approvisionnement en énergie solaire de la station service NAFTA de Bridja-Staoueli, et en dernier, le projet du haut commissariat au développement de la Steppe (HCDS).

La Question Des Energies Renouvelables Dans la Perspective de l'Après Pétrole : Cas de l'Algérie et des Pays du Sud et Est Méditerranéens.

Le 21 juin 2004, le CDER a mis en service la première centrale PV d'une capacité de 10KW connecté au réseau Sonelgaz (réseau interne de distribution), ce projet entre dans le cadre de la coopération Algéro-Espagnole. Le projet réalisé au niveau du centre permet la production de 200 KW pour une durée de 15 heures. Le système est constitué du générateur PV et des onduleurs qui convertissent le courant continu produit en courant alternatif et injecté dans le réseau 220V. C'est un système photovoltaïque dont le générateur, constitué de 90 modules photovoltaïques I-106, est couplé sur trois onduleurs ingecon 2,5. (Voir le tableau n° 18).

Tableau n° 18 : Caractéristiques de la centrale photovoltaïque du CDER :

Tension minimale DC d'entrée	125V
Tension maximale DC d'entrée	450V
Courant maximal DC d'entrée	16V
Puissance nominale AC de sortie	2500W
Puissance maximale AC de sortie	2700W
Tension nominale de sortie	220/230Vac
Distorsion harmonique	< 5%(THD)
Rendement maximal	94%
Consommation en opération	10W
Consommation nocturne	0W

Source : Ministère de l'énergie et des mines : « guide des énergies renouvelables », édition 2008, p59.

En outre, quelques installations de chauffe eaux solaires, l'un à l'école technique de Blida et l'autre au centre de formation de Ben Aknoun. Les deux installations sont destinées à alimenter en eau chaude les deux cantines. Voici quelques principales composantes des deux installations :

➤ **Pour la première installation :**

- Un champ de capteurs de surface totale de 18,8m² sur toit incliné.
- Un volume de stockage solaire composé de trois (03) ballons de 500 litres chacun, pourvus d'échangeurs thermiques permettant le transfert de la chaleur récupérée sur les capteurs vers l'eau sanitaire.

La Question Des Energies Renouvelables Dans la Perspective de l'Après Pétrole : Cas de l'Algérie et des Pays du Sud et Est Méditerranéens.

- Chaudière à gaz pour l'appoint.
- Thermostat différentiel.
- Taux couverture solaire 63%.
- Apport solaire annuel 11 000 KWh/an.

➤ **Pour la deuxième installation :**

- Un champ de capteurs de surface totale de $4 \times 4,60\text{m}^2$ sur terrasse horizontale.
- Un volume de stockage solaire composé de 04 ballons de 300 litres chacun, pourvus d'échangeurs thermiques permettant le transfert de la chaleur récupérée sur les capteurs vers l'eau sanitaire.
- Taux couverture solaire 64%.
- Apport solaire annuel 9000 KWh/an.

On ce qui concerne le troisième projet, la première station service fonctionnant exclusivement à l'énergie solaire a été inaugurée, le 26/04/2004 au lieu dit la Bridja, à Staoueli (Alger), par le Mr le ministre de l'énergie et des mines Chakib Khelil, en présence de Monsieur le ministre de l'enseignement supérieur et de la recherche scientifique, Mr Rachid Harraoubia.

L'étude et la réalisation de ce projet ont été confiées à l'unité de développement des équipements solaires (UDES Bouzaréah). Cette opération s'est effectuée en treize semaines et comprend l'éclairage périphérique mais aussi les volucompteurs qui fonctionnent grâce à un système photovoltaïque. La puissance totale installée dans ce cadre est de 6,6KWc.

Enfin, le projet lancé par le haut commissariat au développement de la Steppe, dont sa mission principale est l'application de la politique nationale en matière de développement intégré des zones steppiques et pastorales. Le bilan des réalisations du HCDS en énergies renouvelables jusqu'à fin 2005, est le suivant :

- Kits solaires foyers : 3080 correspondant à une puissance totale de 493 KWc ;
- Kits solaires kheimas : 250 correspondant à une puissance totale de 40KWc ;
- Pompes solaires : 83 correspondant à une puissance totale de 83KWc ;
- Eoliennes : 53 mobilisant 480m^3 /jour d'eau.

b. Les projets en cours de réalisation :

Les différents projets en cours de réalisation sont les suivants :

✓ **Projet en cours de l'agence nationale pour la promotion et la rationalisation de l'utilisation e l'énergie (APRUE) :**

Démarrage en janvier 2007 du projet de « développement du marché de l'utilisation de l'énergie solaire en Algérie pour le chauffage de l'eau sanitaire », financé par le PNUD. Ce projet permettra de revoir à la hausse le programme inscrit dans le PNME et prévoie d'équiper 5500 foyers en CES et d'installer une surface de 16000m² dans le secteur tertiaire.

✓ **Les projets de New Energy Algéria (NEAL) :**

Le premier projet concerne une centrale hybride solaire gaz de 150MW dont, 125 MW cycle combiné gaz et 25 MW en champ solaire, soit 5% minimum produits à partir du solaire. Le lieu d'implantation est Hassi R'mel, wilaya de Laghouat, à 60 Km de la wilaya de Ghardaïa. Le procédé technologique qui sera utilisé est celui des miroirs géants paraboliques sur une superficie de 180 000m² avec des panneaux solaires de 100mètres. Le projet sera mitoyen à la centrale turbine à gaz existante de Tilghemt (2×100 MW). Il est le premier projet en son genre en Algérie, pour produire 5% d'électricité à partir du champ solaire. Le coût de l'investissement est de 315,8 millions d'Euro, le soumissionnaire retenu est la société Espagnol ABENER. Le délai de réalisation de la centrale hybride est de 33mois et c'est le 16/12/2006, en présence de Mr le ministre de l'énergie et des mines, que l'ensemble des contrats à ce projet ont été signés.

Le deuxième projet en cours de réalisation par NEAL, est celui d'une centrale hybride éolien-diesel de 10MW à Tindouf, qui est une région fortement ventée, caractérisée par une forte croissance de la demande (les capacités actuelles de génération électrique fortement dépassées). Le coût de l'investissement est environ 16millions de US \$.

V. Missions des principaux organismes institutionnels et opérateurs du secteur des énergies renouvelables :

a. L'agence de promotion et de rationalisation de l'utilisation de l'énergie (APRUE) :

Elle est l'instrument institutionnel dont s'est doté le gouvernement afin d'animer 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 et de promotion des énergies renouvelables et la mise en œuvre de programmes concertés dans ce cadre avec l'ensemble des secteurs (industrie, bâtiment, transport et agricultures,.....etc.). Développer les activités de communication et de sensibilisation en direction des différentes cibles (professionnels, milieu scolaire, grand public).

b. New Energy Algérie (NEAL) :

Les missions de **NEAL** se résument dans ce qui suit :

- ✓ La promotion et le développement des énergies nouvelles et renouvelables ;
- ✓ L'identification et la réalisation de projets liés aux énergies nouvelles et renouvelables présentant un intérêt commun pour les associés tant en Algérie qu'en dehors de l'Algérie ;
- ✓ Constitution d'un pôle de recherche pour le solaire avec les centres de formation et /ou de recherche ;
- ✓ Prise de participation, acquisition, gestion et cessions d'actions, titres portefeuille dans le domaine de la production, le transport et la distribution des énergies nouvelles e/ou renouvelables ainsi que leur commercialisation tant en Algérie qu'à l'étranger.

c. Centre de recherche et de développement de l'électricité et du gaz (CREDEG) :

Les missions de **CREDEG** se résument dans ce qui suit :

- ✓ Le conseil et l'assistance dans le domaine industriel ;
- ✓ L'homologation des appareils électrique et gaziers grand public ;

La Question Des Energies Renouvelables Dans la Perspective de l'Après Pétrole : Cas de l'Algérie et des Pays du Sud et Est Méditerranéens.

- ✓ Les essais de matériels et équipements électriques et gaziers ;
- ✓ La métrologie et la certification ;
- ✓ L'introduction des techniques et technologies nouvelles par les études, essais et la recherche appliquée ;
- ✓ Le développement et la promotion de l'utilisation des énergies renouvelables ;
- ✓ La gestion, le suivi et la diffusion des références technique et technologiques (normes, guides techniques, bulletins, etc....).

d. L'unité de développement des équipements solaires (UDES) :

L'**UDES** es chargé du développement des équipements solaires notamment, d'effectuer les études technico-économique, l'engineering ainsi que de réaliser des prototypes, des préséries et des productions pilotes concernant :

- ✓ Les équipements solaires à effet thermique à usage domestique, industriel et agricole ;
- ✓ Les équipements solaires à effets photovoltaïques à usage domestique, industriel et agricole ;
- ✓ Les dispositifs et systèmes électriques, thermique, mécaniques, et autres entrant dans le développement des équipements solaires et dans l'utilisation de l'énergie solaire.

e. Le centre de développement des énergies renouvelables (CDER) :

Les missions du **CDER** se résument dans ce qui suit :

- ✓ La collecte, le traitement et l'analyse des données pour une évaluation précise des gisements solaire, éolien, géothermique et biomasse ;
- ✓ L'élaboration des travaux de recherche nécessaires au développement de la production et de l'utilisation des énergies renouvelables ;
- ✓ La mise au point de procédés techniques, dispositifs, matériel et instrumentation de mesures nécessaires à l'exploitation et à l'utilisation des énergies renouvelables ;

La Question Des Energies Renouvelables Dans la Perspective de l'Après Pétrole : Cas de l'Algérie et des Pays du Sud et Est Méditerranéens.

- ✓ L'élaboration des normes de qualification des sites ;
- ✓ L'élaboration des normes de fabrication et d'utilisation des équipements dans le domaine des énergies renouvelables.

f. Le haut commissariat au développement de la Steppe (HCDS) :

Le haut commissariat au développement de la Steppe a pour mission principale, l'application de la politique nationale en matière de développement intégré des zones Steppiques et pastorales.

B- Cas des pays Sud et Est méditerranéens (PSEM) :

Les pays Sud et Est méditerranéens (PSEM) connaissent une croissance socio économique importante accompagnée d'une forte croissance démographique, une urbanisation explosive et une montée des préoccupations environnementales.

Du point de vue énergétique, ils sont sur une trajectoire intensive de demande d'énergie et surtout d'électricité, en moyenne plus élevée que la croissance de leur produit intérieur brut. Les PSEM se trouvent aujourd'hui dans une situation dans laquelle l'électrification n'est pas encore totalement achevée. 40% de la population des PSEM vit dans les zones rurales⁷⁶, soit 80 millions de personnes, ce qui montre bien l'ampleur du défi. Au cours des dernières années, l'électrification conventionnelle a représenté un effort important pour le Etats méditerranéens. Cet effort semblait nécessaire pour le développement socio économique de ces pays. D'importants investissements devront être réalisés pour atteindre l'objectif d'électrification de la totalité des populations Sud et Est méditerranéens. Le problème du financement public de ce secteur se pose de manière accrue.

Par ailleurs, la perception des risques environnementaux liés à l'énergie et le potentiel important des énergies renouvelables dans la région méditerranéenne poussent pour une utilisation accrue de ces sources d'énergie. Selon les données de l'OME (Observatoire

⁷⁶ Allal Samir : « la maîtrise de l'énergie et la promotion des énergies renouvelables dans les pays méditerranéens, un impératif de développement soutenable ». Revue méditerranéenne de l'énergie, n°1, p7, novembre 2001.

La Question Des Energies Renouvelables Dans la Perspective de l'Après Pétrole : Cas de l'Algérie et des Pays du Sud et Est Méditerranéens.

Méditerranéen de l'Energie), à partir des prévisions nationales, si des mesures spécifiques ne sont pas entreprises, les émissions de CO₂ dans les PSEM passeront de 730 Mt en 2000 à 1260 Mt en 2020⁷⁷, ce qui représente une multiplication par plus de 1,7. Pour limiter ces émissions, la promotion de l'efficacité énergétique et des énergies renouvelables devient un enjeu du développement durable dans la région.

Dans cette présente section nous examinerons la situation actuelle de développement des énergies renouvelables dans les PSEM et ses perspectives. De plus, nous s'interrogerons sur les bénéfices et limites d'application du mécanisme de développement propre (MDP) en Méditerranée pour le développement des énergies renouvelables dans les PSEM et présenter le marché potentiel de projets MDP-ER dans la région et les stratégies proposées pour son développement.

I. Un potentiel considérable des énergies renouvelables dans les pays Sud et Est Méditerranéens :

Les projections des Nations Unies les plus récentes indiquent une forte croissance socio économique des PSEM, celle-ci devant faire face à des contraintes et enjeux importants. En effet, les PSEM connaissent une croissance démographique très forte et une urbanisation explosive avec une forte concentration des populations dans les zones côtières fragiles. Leur population s'élève actuellement à 220 millions d'habitants et devrait augmenter pour atteindre 340 millions d'habitants en 2020. De plus, ces pays font face à une montée des préoccupations environnementales et des pressions écologiques sur des ressources rares et limitées, en particulier les sols et l'eau.

D'un point de vue énergétique, les PSEM sont sur une trajectoire croissante de développement depuis les années 40, croissance basée pour la plupart de ces pays sur la disponibilité de ressources énergétiques fossiles relativement abondantes mais limitées et avec une demande domestique en forte croissance.

⁷⁷ Ben Jannet Allal Houda : l'observatoire méditerranéen de l'énergie : promouvoir la coopération énergétique et favoriser le développement durable en méditerranée. Revue méditerranéenne de l'énergie, n°2, p32, janvier 2002.

La Question Des Energies Renouvelables Dans la Perspective de l'Après Pétrole : Cas de l'Algérie et des Pays du Sud et Est Méditerranéens.

Les scénarios de l'OME sur la situation énergétique indiquent la poursuite d'une hausse très importante de la consommation d'énergie et surtout de l'électricité dans les PSEM au cours des vingt prochaines années. La consommation d'électricité en 2000 a atteint les 340 TWh et passera à 1044 TWh en 2020, soit triplement en 20ans⁷⁸, ce qui est considérable. Des efforts très importants sont donc à consentir, notamment en termes énergétiques et financiers, afin de répondre à cette demande.

Pour faire face à cette croissance, il convient de prendre dès à présent les mesures nécessaires dans une optique de développement durable. Cela passe par une politique dynamique de gestion de la demande et de promotions des énergies renouvelables. Les PSEM sont, en effet, dotés de ressources exceptionnelles en énergies renouvelables : l'ensoleillement est parmi le plus élevé du monde, des sites à fort potentiel éolien existent n particulier au Maroc, en Tunisie, en Egypte et en Turquie, et les ressources géothermiques sont importantes en Turquie. Une étude coordonnée par l'OME, réalisé avec le soutien de la commission Européenne et avec des partenaires méditerranéens du Nord et du Sud a permis d'estimer le potentiel de ces énergies pour la production d'électricité dans les PSEM qui se réparti comme suit (voir tableau n°19).

Tableau n° 19: Potentiel de la production d'électricité à partir des énergies renouvelables dans les pays partenaires méditerranéens « 2020 ».

Type d'Énergie Renouvelable	Potentiel 2020 (MW)	Electricité produite par an (TWh)
Energie éolienne	10 000	20
Photovoltaïque	2 500	5
Solaire thermique	6 000	16
Biomasse	8 000	48
Géothermie	2 900	17
Total	29 400	105

Source : OME, 2000.

⁷⁸ Boye Henri : « des énergies renouvelables dans le développement de la production électrique au Maroc : le parc éolien de Koudia Al Baida », revue méditerranéenne de l'énergie, n°3, p45, Avril 2002.

La Question Des Energies Renouvelables Dans la Perspective de l'Après Pétrole : Cas de l'Algérie et des Pays du Sud et Est Méditerranéens.

Ainsi, à l'horizon 2020, le marché potentiel de production d'électricité à partir des énergies renouvelables (hors hydraulique) dans les PSEM est estimé à 105 TWh (10% de l'électricité produite totale) qui peuvent être produits à partir de centrales électriques totalisant une capacité de 30 GW environ. Ce marché nécessite un investissement évalué à 50 milliards de dollars. Des projets sont en cours de mise en œuvre pour développer l'utilisation de ces énergies au Maroc, en Tunisie, en Egypte et en Turquie....mais ceux-ci restent relativement modestes en comparaison au formidable potentiel dans la région. Aujourd'hui, la part des énergies renouvelables (hors grande hydraulique) dans la production d'électricité des PSEM s'élève à moins de 1%.

Les raisons pour lesquelles ces énergies ne décollent pas dans les PSEM malgré la sensibilisation des acteurs et la volonté politique affichée sont liées à l'existence de barrières institutionnelles, financières et à la non prise en compte des bénéfices environnementaux et sociaux liés aux technologies des énergies renouvelables. Voici un exemple de développement de l'énergie éolienne dans les pays du Sud et Est méditerranéens.

Au Maroc, 50MW sont actuellement en service et 200MW sont en phase d'appel d'offres, soit une capacité installée de 200MW d'éolien en 2004, à cette échéance, la part de l'énergie éolienne dans la production d'électricité du pays s'élèvera alors à 6%⁷⁹. A l'horizon 2015, deux scénarios sont envisagés par le CDER :

- ✓ Une part de 10% de l'énergie éolienne dans la production totale d'électricité du pays, ce qui correspond à une capacité installée supplémentaire d'environ 800MW ;
- ✓ Une part de 15% de l'énergie éolienne dans la production totale d'électricité du pays, ce qui correspond à une capacité installée supplémentaire d'environ 1200MW.

Lors de la 7^e conférence des parties (CdP7), les autorités marocains ont présenté un objectif de 1000 MW d'ici la fin 2010, ce qui représente une capacité additionnelle annuelle de 100MW, l'objectif étant de renforcer la contribution des énergies renouvelables dans le bilan énergétique national marocain qui devra passer de moins de 1% actuellement à 10% à l'horizon 2015.

⁷⁹ : Idem.

La Question Des Energies Renouvelables Dans la Perspective de l'Après Pétrole : Cas de l'Algérie et des Pays du Sud et Est Méditerranéens.

En Tunisie, 10MW sont actuellement en service⁸⁰ et ils ont élaboré un scénario de 250MW à l'horizon 2015, représentant une part de 4% de l'énergie éolienne dans la production totale d'électricité du pays. Un scénario de 400MW a également été présenté par les autorités Tunisiennes dans leur communication nationale lors de CdP7. A plus court terme, un projet d'une capacité de 30MW pouvant être mis en œuvre rapidement a été présenté. L'investissement requis pour ce projet est estimé à 21 millions de dollars, dont 17 millions sous forme d'apport initial de bailleur de fonds et 4 millions d'apport de l'Etat Tunisien. Le projet devrait être mis en place entre 2009 et 2012 et générer au cours de la période 2009-2020 une réduction d'émissions équivalente à 1,1 Mt de CO₂ pour un coût moyen de la tonne équivalent CO₂ évitée d'environ 1,1US\$, ce qui se situe en bonne place dans les fourchettes habituellement admises pour les transactions de carbone.

En Egypte, 60MW sont en opération à Zaafarana et un ensemble de projets de 60MW sont en cours de mise en œuvre. De plus, une capacité totale de 160MW est en cours de négociation entre l'Egypte et les gouvernements Espagnols et japonais.

Le plan national de développement de l'énergie éolienne indique un objectif de 600MW d'ici fin 2010, ce qui représenterait 2% de la production totale d'électricité du pays. En Egypte où la demande d'électricité est en très forte croissance (environ 70TWh en 2000) et où la production d'électricité se fait essentiellement à base de gaz naturel et à très faible coût en raison des prix bas du gaz naturel en Egypte, il est plus difficile d'atteindre une part significative de production d'électricité à partir des énergies renouvelables. A l'horizon 2015, un objectif de 1000MW de capacité installée d'énergie éolienne représenterait 3% de la production totale d'électricité. Le potentiel important d'énergie éolienne dans ce pays nécessite un soutien de la coopération internationale pour son exploitation optimale à court et moyen termes.

En Turquie, la demande d'électricité est également très élevée (120TWh en 2000). Quelques fermes éoliennes sont en opération dans le pays, et un certain nombre de projets totalisant une capacité de 500MW ont été approuvés par le ministère de l'énergie avec un système de tarif de rachat garanti. Ces projets devront être mis en œuvre dans les années à venir. Un scénario élaboré par la Turquie indique un objectif de 2000MW d'éolien, ce qui représenterait environ

⁸⁰ : Khalfallah Ezzedine : « la maîtrise de l'énergie en Tunisie : situation et perspectives de développement », revue méditerranéenne de l'énergie, n°2, p 12, janvier 2002.

La Question Des Energies Renouvelables Dans la Perspective de l'Après Pétrole : Cas de l'Algérie et des Pays du Sud et Est Méditerranéens.

2% de la capacité totale de la production d'électricité du pays. Par ailleurs, du fait que la Turquie soit candidate à l'adhésion à l'UE, elle est tenue d'appliquer à l'avenir les directives de l'UE, dont celle sur le développement des énergies renouvelables pour la production d'électricité. Des efforts considérables devraient donc être consentis pour un recours plus intensif à l'énergie éolienne pour la production d'électricité. Fin 2010, avec une production totale d'électricité de l'ordre de 250TWh, une part de l'éolien de 4% représenterait une capacité installée de 4000MW, ce qui est considérable.

Au cours de CdP7, les délégations nationales marocaines, tunisiennes et égyptiennes ont unanimement fait part de leur souhait que les projets éoliens soient développés dans le cadre du MDP afin de bénéficier de financements additionnels à travers la vente de crédits d'émissions. Ceci est nécessaire car les coûts de production d'électricité à partir des fermes éoliennes est nettement plus élevé que celui des centrales à charbon existantes au Maroc et en Turquie et même des centrales à cycle combiné gaz, répandues dans la région. La différence de coûts pourrait donc être couverte par des projets MDP et les projets éoliens pourraient de ce fait se développer. Au moment où le protocole de Kyoto semble être prêt à entrer en vigueur et où le MDP peut jouer un rôle

important pour la réalisation d'une partie des objectifs des pays cités ci-dessus, et également pour le financement de projets énergies renouvelables dans les pays en développement, il est légitime de se poser la question de savoir quel serait le potentiel des projets MDP- énergies renouvelables dans la région méditerranéenne et quelles stratégies adopter pour exploité au mieux ce potentiel. Mais avant de ce pencher sur cette question, nous allons rappeler brièvement les fondements du MDP et en particulier des projets MDP basés sur les énergies renouvelables.

II. Analyse du potentiel MDP énergies renouvelables dans les pays Sud et Est méditerranéens par le modèle POLES :

Dans le cadre d'un projet de recherche récent coordonné par l'OME et mené en partenariat avec l'Italie, Egypte et le Danemark. L'analyse prospective du potentiel de projets MDP

La Question Des Energies Renouvelables Dans la Perspective de l'Après Pétrole : Cas de l'Algérie et des Pays du Sud et Est Méditerranéens.

énergies renouvelables dans les PSEM a été réalisée avec le modèle POLES⁸¹. Trois scénarios ont été élaborés dans lesquels il est supposé que les échanges de réduction d'émissions ne se font qu'entre les pays de l'UE et les PSEM :

- ✓ **Scénario de référence (pas de MDP)** : les projets MDP sont exclus dans ce scénario. On considère que l'UE réalise ses engagements de Kyoto sans recours aucun au MDP ;
- ✓ **Scénario échange total** : dans ce scénario sont considérés tous les projets MDP possibles dans la région et un échange total entre l'UE et les PSEM, soit le potentiel de MDP maximum ;
- ✓ **Scénario MDP-ER** : ici, on considère que le MDP ne finance que des projets énergies renouvelables dans les PSEM. Il s'agit de projets énergies renouvelables pour la production d'électricité d'origine éolienne, solaire thermique, PV et petite hydraulique.

Il convient de noter que dans le modèle POLES, l'investisseur potentiel en technologie renouvelable décide sur la base de la situation à un temps donné. Il n'y a aucune extrapolation sur les futurs prix de carbone. Ceci tend à sous estimer le potentiel pour le CDM à moins que soient définis pour la deuxième période du protocole de Kyoto des objectifs très clairs induisant une bonne volonté plus élevée d'investir dans les projets d'énergies renouvelables. Par ailleurs, cet exercice a été mené en considérant que la stratégie de l'UE pour atteindre ses engagements de Kyoto repose exclusivement sur des actions internes et sur des projets MDP en Méditerranée.

A titre de comparaison, sachant que l'UE a consenti un budget global pour l'aide au développement d'environ 25,8 milliards d'euros en 2000, et considérant que 25% de cette aide a été destinée aux PSEM, il en découle que le flux financier nécessaire en 2030 pour le développement de projets MDP-énergies renouvelables représenterait moins de 19% e l'aide totale accordée par l'UE au PSEM en 2000, ce qui est raisonnable.

⁸¹ : le modèle POLES (Prospectives Outlook for the long-term Energy System) : est un modèle de simulation pour la construction de scénarios énergétiques à long terme (2030) de l'offre et la demande pour les différentes régions du monde.

La Question Des Energies Renouvelables Dans la Perspective de l'Après Pétrole : Cas de l'Algérie et des Pays du Sud et Est Méditerranéens.

En termes de capacité installée, les bénéfices du scénario MDP- énergies renouvelables sont indéniables. La capacité installée additionnelles énergies renouvelables dans ce cas s'élève à environ 18 000MW à l'horizon 2030 : il s'agit là du potentiel de projets MDP- énergies renouvelables en méditerranée, correspondant à une part de l'électricité produite à partir des énergies renouvelables dans ces pays de l'ordre de 11% à cet horizon contre 5% en l'absence de MDP. L'énergie éolienne est de loin la plus importante et représente, à elle seule, 85% de la capacité installée totale d'énergies renouvelables dans la région.

En conclusion, l'analyse montre un potentiel important de projets MDP- énergies renouvelables en méditerranée avec des bénéfices incontestables pour le développement durable de la région, même si les énergies renouvelables ne constituent pas la solution la moins chère de réalisation des engagements des pays de l'UE au protocole de Kyoto.

III. Quelques éléments de conclusion pour la promotion des énergies renouvelables dans les pays Sud et Est méditerranéens :

La confirmation du risque de changement climatique et la volonté affichée des Etats méditerranéens de mettre en place des politiques ambitieuses de promotion des énergies renouvelables sont des mécanismes puissants d'ajustement aux contraintes grandissantes imposées par la limitation des ressources naturelles et les problèmes d'environnement. La prise en compte des impacts environnementaux par le marché n'est cependant pas spontanée et les pouvoirs publics sont conduits à mettre en place des mécanismes d'internalisation de ces impacts dans le processus de décision des acteurs.

Pour ce faire, la création d'un fonds méditerranéen carbone (FMC), qui sera dédiée à l'achat de crédits d'émissions de carbone à partir de projets MDP- énergies renouvelables mis en œuvre dans les PSEM. Ce fonds permettra aux PSEM de soulever la barrière financière au développement des énergies renouvelables et aux pays non méditerranéen (PNM) de transférer leurs technologies et leurs savoir-faire, en plus des crédits d'émissions qui contribueront à la réalisation de leur engagement dans le cadre du protocole de Kyoto, ce qui est bénéfique à l'ensemble de la région méditerranéenne.

Une intervention sur la promotion des énergies renouvelables doit aujourd'hui tirer profit de l'expérience acquise dans ce domaine dans plusieurs pays méditerranéens en réponse aux

La Question Des Energies Renouvelables Dans la Perspective de l'Après Pétrole : Cas de l'Algérie et des Pays du Sud et Est Méditerranéens.

chocs pétroliers, mais qui demande à être revisitée pour tenir compte des nouveaux défis de l'internalisation des marchés énergétiques et le choc sur le climat. L'internalisation des marchés limite la capacité d'intervention unilatérale des Etats au regard de la compétitivité des entreprises. Elle suppose une coordination internationale, voir au minimum, euro-méditerranéenne dans la région. Le recours éventuel au MDP du protocole de Kyoto favorise « partiellement » l'implantation de programmes de promotion des énergies renouvelables dans la région et ne doivent donc pas se substituer aux aides déjà existantes.

Les obstacles institutionnels au développement des énergies renouvelables sont relativement faciles à surmonter et les PSM y travaillent depuis quelques années. Aujourd'hui, il devient impératif d'accélérer le processus car un cadre institutionnel adéquat est la base de toute stratégie de développement à grande échelle des énergies renouvelables. En ce qui concerne la contrainte financière, les projets énergies renouvelables ne constituent pas toujours la priorité des PSEM, d'autant plus coûteuses que les projets classiques de production d'électricité.

Un soutien de la coopération internationale est donc nécessaire pour développer les énergies renouvelables en méditerranée du Sud et de l'Est, et l'UE a un grand rôle à jouer.

La mise en œuvre du mécanisme de développement propre par la promotion de projets des énergies renouvelables pourrait être une solution pour lever les obstacles au développement des énergies renouvelables dans les PSEM en permettant aux PNM de transférer leur savoir-faire et leurs technologies tout en bénéficiant de crédits d'émissions, et aux pays Sud et Est méditerranéens de bénéficier de technologies performantes, d'une énergie propre et de desserrer la contrainte financière pour consacrer des financements à des secteurs tout aussi importants pour leur développement, tels que la santé, l'éducation,...etc.

IV. Les principaux obstacles et barrières au développement des énergies renouvelables dans les pays en développement :

Le sommet des chefs d'Etat du G8 (Okinawa en juillet 2000) a créé une Task Force pour identifier les barrières au développement des énergies renouvelables dans les pays en développement et proposer des actions. La G8 Renewable Energy Task Force a assumé cette

La Question Des Energies Renouvelables Dans la Perspective de l'Après Pétrole : Cas de l'Algérie et des Pays du Sud et Est Méditerranéens.

mission jusqu'à la remise du rapport en juin 2001, avant le sommet des chefs d'Etat à Gênes. Elle a regroupé des organisations multilatérales ou non gouvernementales, des membres des secteurs publics et privés des pays développés et pays en développement.

Les voies et moyens de faire avancer les énergies renouvelables pour le développement des PED ont été systématiquement explorés. La Task Force s'est aussi interrogée sur le rôle du G8. Pour surmonter les obstacles au déploiement accéléré de ces technologies, elle a formulé quatre grandes recommandations : réduction des coûts techniques, création d'un marché de l'environnement, mobilisation des financements, et mécanismes de marché.

Les trente-trois membres de la Task Force ont reproduit les interrogations et les points de vue de leurs mandants, entre les représentants d'agences étatiques, d'Etats libéraux, de pays riches ou pays pauvres, d'entreprises privées, voire multinationales, d'organisations non gouvernementales, ou de bureaux d'études privés.

Les difficultés ont été d'emblé nombreuses, tant il y avait de sujets qui fâchent : intervention des Etats ou libre cours laissé aux mécanismes des marchés locaux, ou globaux ? Subventions aux renouvelables, à l'instar des énergies fossiles ou du nucléaire dans leurs phases de décollage ? Objectifs volontaristes chiffrés et datés ou orientations qualitatives ? Susceptibilité des pays en développement sur tout ce qui pourrait apparaître comme un diktat imposé par les pays industrialisés. Mise en place de processus laissant aux PED des possibilités d'expression, de contrôle et de choix des modalités ? Le thème du protocole de Kyoto (article 65 du mandat d'Okinawa) a été laissé de côté, tant les représentants en présence se trouvaient porteurs de mandats inconciliables. C'est pourquoi les coprésidents et le rapporteur se sont centrés sur l'examen des obstacles à l'insertion des renouvelables au service des pays en développement et les mesures propres à les réduire.

L'expertise a démontré l'inégalité des conditions de concurrence entre les énergies renouvelables et conventionnelles installées dans un cadre de référence économique ou réglementaire « sur mesure ». Aussi nombre d'intervenants se sont attachés à harmoniser ces conditions « levelling the playing field ». Les renouvelables connaissent leurs années de décollage, Take-off, comme les ont connues le charbon lors de la révolution industrielle, le pétrole au XXème siècle, et le nucléaire peu après le deuxième conflit mondial. De surcroît

La Question Des Energies Renouvelables Dans la Perspective de l'Après Pétrole : Cas de l'Algérie et des Pays du Sud et Est Méditerranéens.

leur bilan global, incluant les coûts externes, leur est particulièrement favorable. Et toutes les énergies conventionnelles sont sans commune mesure largement subventionnées.

La Task Force a constaté le déclin de l'APD (Aide Publique au Développement) en même temps que les promesses renouvelées rarement tenues à cet égard. Il faut avoir le courage de dire que si tous les acteurs du débat sont pour le renforcement de l'aide au développement, soit par compassion et solidarité humaine, soit par intérêt bien compris pour une régulation convenable des inégalités planétaires, aucun n'est prêt pour autant à financer les « kleptocraties locales ». C'est pourquoi les partenariats de projets publics privés sont renforcés.

La fondation énergies pour le monde a été destinataire de multiples contributions techniques, économiques et stratégiques, relatives aux recherches, expérimentations et réalisations en énergies renouvelables, démontrant chaque jour, à l'envi, la vitalité de ce secteur sur tous les continents, pays industrialisés ou pays en développement, sur les six filières techniques : solaire PV et thermique, éolien, biomasse, géothermie et micro hydraulique.

Au terme de cette section, nous retenons que :

- ✓ La protection de l'environnement est devenue une préoccupation majeure à tous points de vue. En effet, l'Algérie dispose d'un potentiel élevé d'énergie renouvelable qu'elle doit développer avec des partenaires étrangers. Le développement de ce potentiel notamment, les vastes réserves d'énergie solaire, aurait plusieurs conséquences positives pour elle, ses partenaires et la communauté mondiale en général ;
- ✓ Promouvoir les projets de développement des énergies renouvelables en orientant la rente pétrolière vers des investissements dans les différents domaines, notamment l'éducation et de la formation. Les résultats de ce dernier se répercuteront positivement sur les autres domaines (développement de la technologie et du savoir faire) ;
- ✓ La nécessité d'une coopération entre les différents pays méditerranéens, afin d'échanger les techniques nouvelles dans le domaine des énergies renouvelables.

CONCLUSION DU TROISIEME CHAPITRE

Les énergies renouvelables font l'objet d'un regain d'intérêt grâce aux progrès de la technologie. Elles sont intéressantes dans certaines niches de marché comme les endroits isolés, en bout de réseau électrique. Elles sont indispensables pour les pays en voie de développement à faible densité de population. Leur utilisation pour produire de la chaleur n'est sans doute pas assez exploitée et de gros progrès pourraient être faits dans ce domaine.

Lorsqu'une énergie renouvelable est économiquement compétitive et commode à utiliser, elle n'a aucun mal à s'imposer. C'est le cas de l'hydraulique et de certaines formes de biomasse. Malheureusement, pour bon nombre d'entre elles, on est encore loin de la compétitivité économique, ce qui justifie les recherches entreprises pour en abaisser le coût et rendre leur utilisation plus facile. Sans rupture technologique, la pénétration des énergies renouvelables sera lente. En effet, même si leur croissance en valeur absolue est considérable, cette évolution n'est pas retrouvée en valeur relative car elle peut ne pas compenser la croissance de la demande énergétique totale. Ainsi, J.R. Bauquis évalue qu'au niveau mondial le nombre de GWh électriques renouvelable produit passera, hors hydraulique, de 100 GWh à 1250 GWh entre 1995 et 2050. Ceci correspond à une contribution à la consommation totale d'électricité qui passera de 0,8% à 3% pour les énergies renouvelables, hors hydraulique. Pour l'ensemble du domaine énergétique, les énergies renouvelables passeraient, entre 2000 et 2050, de 7,5 % à 8% de la consommation énergétique totale.

Il est indispensable de développer les énergies renouvelables, car elles s'inscrivent bien dans un développement durable de notre planète. Elles sont en particulier indispensables pour un grand nombre d'habitants qui vivent actuellement dans un état de pauvreté énergétique (plus de 2 milliards d'habitants n'ont pas accès à l'électricité). Cette population devrait être la cible prioritaire des énergies renouvelables et des mécanismes financiers doivent être mis en œuvre pour leur en favoriser l'accès. En l'absence de progrès technologiques significatifs, difficile à prévoir, les énergies renouvelables n'auront, dans les prochaines décennies, qu'une faible contribution au bilan énergétique total. Même si celle ci est très utile et doit être favorisée chaque fois que c'est possible, elles ne pourront pas rapidement se substituer à d'autres formes d'énergie.

CONCLUSION GENERALE

L'énergie et le développement durable constituent aujourd'hui un couple uni pour le meilleur et pour le pire. Sans énergie, il ne peut y avoir de développement durable. Mais, dans le même temps, le développement durable pourrait être compromis par une consommation débridée de l'énergie.

Pour rappel, le bilan énergétique mondial a révélé que, depuis le début de la Révolution industrielle, nous avons assisté à la dilapidation d'environ la moitié des hydrocarbures connus et aux premières manifestations d'un désastre environnemental.

Comme exemple de dilapidation, le torchage du gaz au plan mondial ajoute chaque année environ 400 millions de tonnes de gaz carbonique dans l'atmosphère. Selon la Banque mondiale, si, en 2006, les 170 milliards de mètres cubes de gaz brûlés avaient été vendus aux Etats-Unis, la valeur de ces ventes aurait rapporté 40 milliards de dollars.

Quant au désastre environnemental, il est causé par une concentration atmosphérique à long terme de gaz à effet de serre conduisant à un réchauffement climatique. Il est établi que huit des dix dernières années ont été les plus chaudes du siècle. Ce réchauffement climatique récent s'est traduit par l'accélération de la fonte des glaces, la précocité des dates des vendanges dans les régions tempérées, la désertification du Sahel, la répétition accrue d'évènements catastrophiques tels que l'augmentation de la fréquence et de la violence des cyclones, des tempêtes et des inondations, l'acidification des océans, etc.

Comment s'en sortir et quelles énergies pour demain ?

Selon une note diffusée par l'IFP⁸², il n'existe pas d'alternative massive aux énergies fossiles. Parmi ces dernières, le pétrole, peu cher et très souple d'utilisation, s'est imposé dans le transport, le bâtiment, le textile, le plastique, l'agriculture, etc. Totalement dépendantes du pétrole, nos sociétés ne vont pas pouvoir s'en défaire du jour au lendemain. Il n'existe pas aujourd'hui de solution alternative pouvant le remplacer massivement et rapidement, en particulier dans le domaine des transports.

⁸² Note reprise par PGA n° 926 du 16 octobre 2007, pp. 45-46.

La Question Des Energies Renouvelables Dans la Perspective de l'Après Pétrole : Cas de l'Algérie et des Pays du Sud et Est Méditerranéens.

La transition vers des solutions alternatives ne pourra alors se faire que progressivement et sur plusieurs décennies. Nous assistons aujourd'hui non pas à la fin du pétrole (après le pétrole conventionnel, il restera le pétrole non conventionnel pour encore quelques autres années à condition qu'il soit maîtrisé) mais au début d'une période de transition entre l'ère du « tout pétrole bon marché » et celle des nouvelles filières énergétiques.

Il y a cependant une prise de conscience quasi-générale que le développement économique doit s'effectuer dans une perspective durable. La consommation d'énergie qui résulte des hydrocarbures représente une menace réelle pour l'équilibre de la planète. Dans un contexte d'utilisation durable du pétrole, du gaz et du charbon, dont la combustion produit beaucoup de CO₂, la maîtrise des émissions de CO₂ est incontournable⁸³.

Pour s'en sortir et assurer la transition énergétique, nous proposons quatre issues : une adaptation des comportements, l'optimisation du pétrole, le développement de nouvelles technologies et sources énergétiques (biocarburants, hybridation, gaz naturel, carburants de synthèse, hydrogène) et, enfin, la réduction des émissions de CO₂ (économie d'énergie et développement de technologies de captation de CO₂ dans les fumées des industries les plus polluantes et leur stockage dans le sous-sol).

Ces solutions, que partage bien évidemment l'ensemble de la communauté internationale, ne peuvent se réaliser sans une coopération internationale véritable et un accroissement considérable des financements publics et privés de la recherche, du développement et de la démonstration des technologies de l'énergie.

⁸³ Interview accordée par O. Appert, président de l'IFP, reprise par PGA n° 926 du 16 octobre 2007, pp. 46-48.

ANNEXES

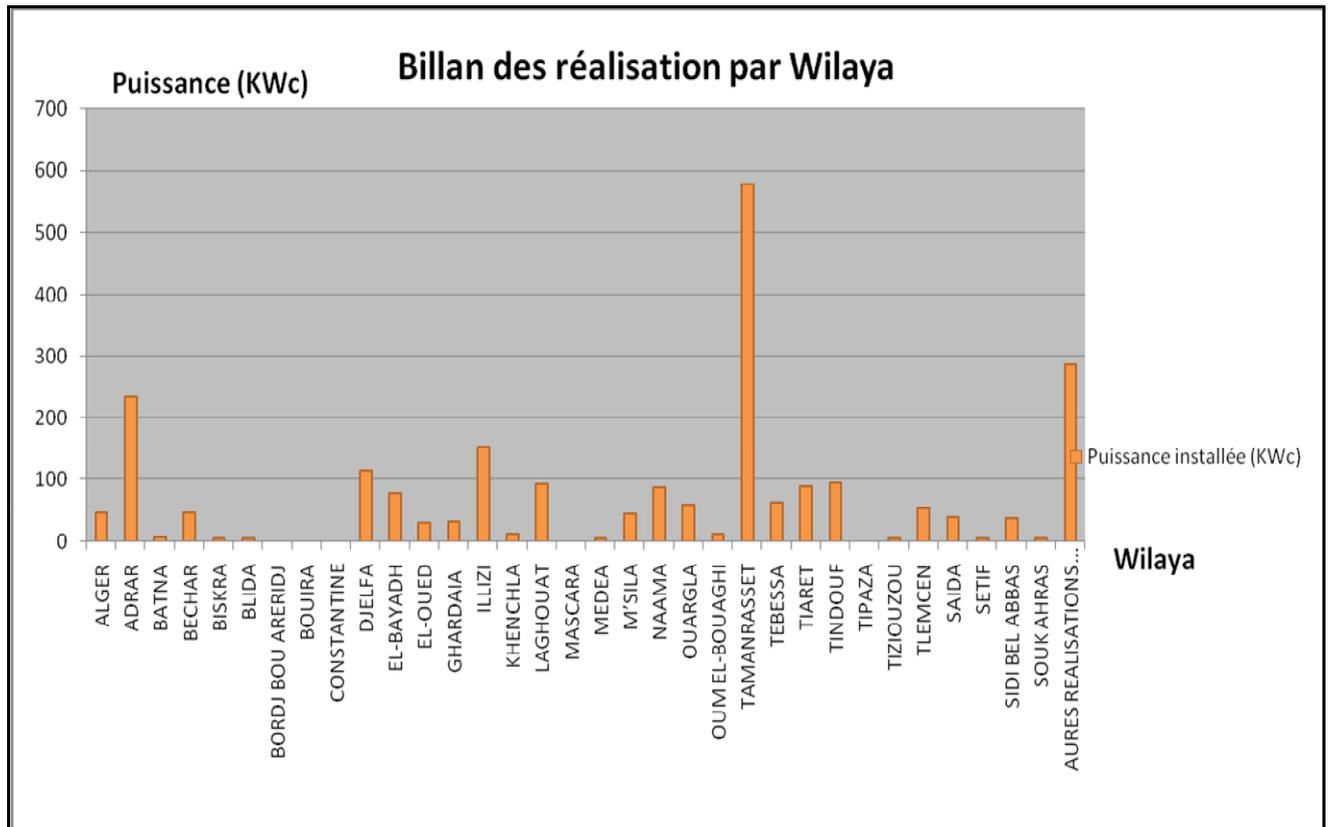
**La Question Des Energies Renouvelables Dans la Perspective de l'Après Pétrole :
Cas de l'Algérie et des Pays du Sud et Est Méditerranéens.**

ANNEXE N°1 : PUISSANCE INSTALLEE PAR WILAYA :

wilayas	Puissance installée (KWc)
ALGER	47
ADRAR	235
BATNA	8
BECHAR	48
BISKRA	5
BLIDA	6
BORDJ BOU ARERIDJ	2
BOUIRA	3
CONSTANTINE	2
DJELFA	115
EL-BAYADH	79
EL-OUED	31
GHARDAIA	33
ILLIZI	154
KHENCHLA	13
LAGHOUAT	93
MASCARA	1
MEDEA	5
M'SILA	46
NAAMA	88
OUARGLA	61
OUM EL-BOUAGHI	13
TAMANRASSET	579
TEBESSA	64
TIARET	90
TINDOUF	96
TIPAZA	2
TIZIOUZOU	6
TLEMCEN	55
SAIDA	40
SETIF	5
SIDI BEL ABBAS	39
SOUK AHRAS	6
AUTRES REALISATIONS (NON VENTILLEES)	288
TOTAL	2 353

Source : CDER

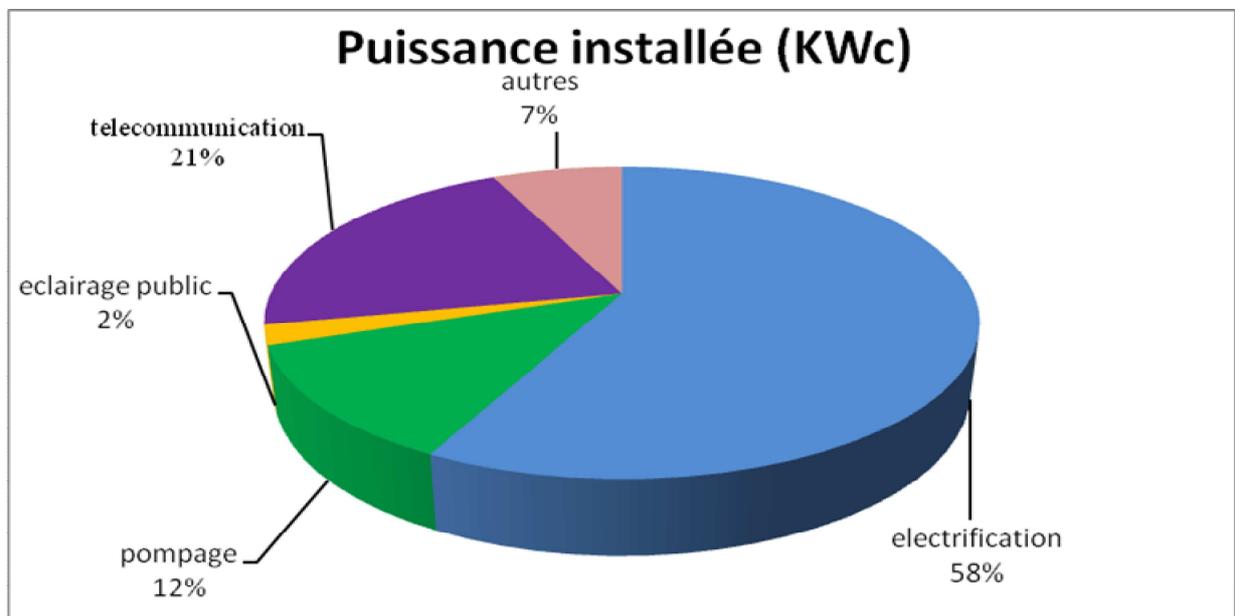
La Question Des Energies Renouvelables Dans la Perspective de l'Après Pétrole : Cas de l'Algérie et des Pays du Sud et Est Méditerranéens.



ANNEXE N°2 : Répartition de la puissance installée application

Applications	Puissance installée (KWc)
Electrification	1353
Pompage	288
Eclairage public	48
Télécommunication	498
Autres	166
Total	2353

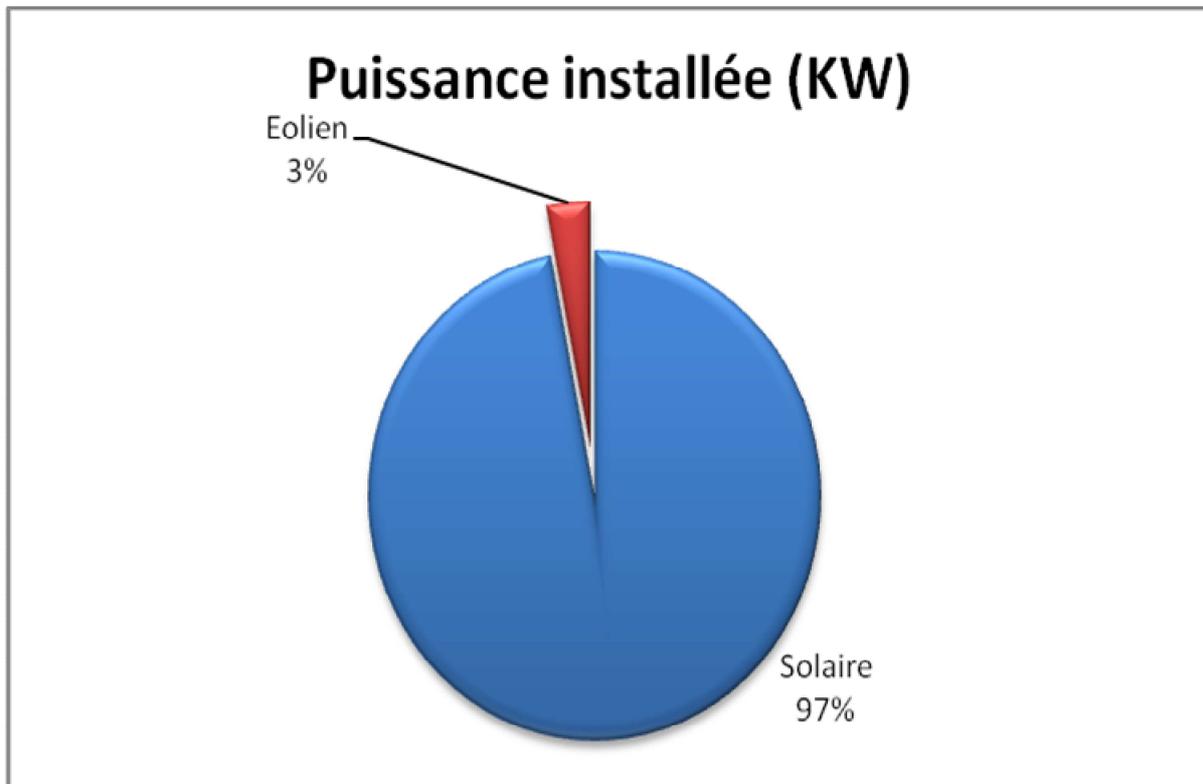
Source : CDER



ANNEXE N°3 : Répartition de la puissance installée par ressource

Ressources	Puissance installée (KW)
SOLAIRE	2 280
EOLIEN	73
TOTAL	2 353

Source : CDER



ANNEXE N°4 : Institutions et sociétés publiques

Institution publiques

- 1. MEM : Ministère de l'Énergie et des Mines**
- 2. APRUE : Agence Nationale pour la Promotion et la Rationalisation de l'Utilisation de l'Énergie**
 - ✓ **Activités principales :** coordination et suivi du dispositif de maîtrise de l'énergie
 - ✓ **Domaine d'intérêt :** maîtrise de l'énergie.
- 3. HCDS : Haut Commissariat au Développement de Steppe**

(Sous tutelle du Ministère de l'Agriculture)

- ✓ **Activités principales :** haut Commissariat au Développement de la Steppe, a pour mission principale l'application de la politique nationale en matière de développement intégré des zones steppiques et pastorales.
 - ✓ **Domaines d'intérêts :**
 - Amélioration de niveau de sécurité alimentaire
 - Rétablissement des équilibres écologiques
 - Amélioration des conditions de vie des populations rurales.
- 4. CDER : Centre de Développement des Energies Renouvelables**
 - ✓ **Activités principales :**
 - Recherche développement
 - Recherche scientifique
 - Fabrication d'équipement
 - Ingénierie étude & conseil
 - Services techniques
 - ✓ **Domaines d'intérêts :**
 - Solaire photovoltaïque.
 - Solaire thermique.
 - Biomasse.
 - Énergie hydraulique.
 - Géothermie.
 - Énergie éolienne.

Sociétés publiques

5. NEAL : New Energy Algeria

✓ **Activités principales :**

- Ingénierie étude & conseil.
- Promotion et développement des énergie nouvelles & renouvelables.

✓ **Domaines d'intérêts :**

- Solaire photovoltaïque.
- Solaire thermique.
- Solaire hydraulique.
- Energie éolienne.
- Biomasse.

6. CREDEG : Centre de Recherche Et Développement de l'Electricité et du Gaz

✓ **Activités principales :**

- Recherche-développement
- Ingénierie étude & conseil.
- Recherche scientifique.

✓ **Domaines d'intérêts :**

- Solaire photovoltaïque.
- Energie éolienne.
- Solaire thermique.
- géothermie
- Biomasse.

7. AL-SOLAR : Activités principales :

- Recherche-développement
- Enseignement & formation.
- Ingénierie étude & conseil.
- Production d'énergie.
- Services techniques.

✓ **Domaines d'intérêts :**

- Solaire photovoltaïque.
- Solaire thermique.
- Energie hydraulique.
- Energie éolienne.

8. ASC : Algerian Solar Company

✓ **Activités principales :**

- Fabrication d'équipements
- Distribution d'équipements
- Ingénierie étude & conseil.
- Services techniques.

✓ **Domaines intérêts :**

- Solaire photovoltaïque.
- Solaire thermique.
- Géothermie

9. BUREAU D'ETUDES DE CONSULTING ET D'EXPERTISE

✓ **Activités principales :**

- Recherche-développement
- Recherche scientifique.
- Ingénierie étude & conseil.
- Solaire photovoltaïque.
- Solaire thermique.

✓ **Domaines d'intérêts :**

- Conception de chauffe-eau solaire

**10. CEERE – C 3 E : Consulting Etudes, Energies Renouvelables &
Environnement.**

✓ **Activités principales :**

- Ingénierie d'étude
- Services techniques

✓ **Domaines d'intérêts :**

- Solaire photovoltaïque.
- Solaire thermique.

11. CENTRAL TELECOM

✓ **Activités principales :**

- Distribution et installation des équipements

✓ **Domaines d'intérêts :**

- Solaire photovoltaïque.

12. ENR : Acmee Environnement

✓ **Activités principales :**

- Recherche-développement
- Fabrication équipement
- Distribution d'équipements
- Ingénierie étude & conseil.

✓ **Domaine d'intérêts :**

- Solaire photovoltaïque.
- Solaire thermique
- Energie hydraulique

13.Entreprise d'électricité et d'énergie solaire

✓ **Activités principales :**

- Montage équipement solaires

✓ **Domaines d'intérêts :**

- Solaire photovoltaïque.

14.EURL LAGHA

✓ **Activité principales :**

- Ingénierie étude & conseil.
- Fourniture & installation d'équipement.

✓ **Domaines d'intérêts :**

- Solaire photovoltaïque.
- Solaire thermique

15.EVER POWER :

✓ **Activités principales :**

- Recherche développement
- Production d'énergie

✓ **Domaines d'intérêts :**

- Solaire photovoltaïque.

16.GTW – WALID

✓ **Activités principales :**

- Distribution d'équipements
- Services techniques.

✓ **Domaines d'intérêts :**

- Solaire thermique
- Energie hydraulique.
- Solaire photovoltaïque.

17.INFO SPY :

✓ **Activités principales :**

- Distribution d'équipements
- Ingénierie études & conseil.

✓ **Domaines d'intérêts :**

- Solaire photovoltaïque.

18. Kenergie : Energie Renouvelables et Durables

✓ **Activités principales :**

- Formation
- Production d'énergie
- Distribution d'équipements
- Ingénierie études & conseil
- Services techniques.
- Promotion d'énergie solaire.

✓ **Domaines d'intérêts :**

- Solaire thermique
- Energie hydraulique.
- Solaire éolienne
- Géothermie.

19. LBEST : Laboratoire et Bureau d'Etudes Techniques et de Suivi

✓ **Activités principales :**

- Ingénierie études & conseil

✓ **Domaines d'intérêts :**

- Solaire thermique.

20. LCP-U.O : Laboratoire de Chimie des Polymères

✓ **Activités principales :**

- Recherche et développement
- Recherche scientifique

✓ **Domaines d'intérêts :**

- Solaire photovoltaïque
- Biocarburants.

21. LENREZA : Laboratoire de Développement et Energie Renouvelables

✓ **Activités principales :**

- Recherche et développement
- Recherche scientifique
- Enseignement & formation

✓ **Domaines d'intérêts :**

- Solaire photovoltaïque
- Solaire thermique
- Géothermie.

22.MICROLIGHT GROUP

- ✓ **Activités principales :**
 - Recherche scientifique
 - Enseignement & formation
- ✓ **Domaines d'intérêts :**
 - Solaire photovoltaïque.

23.MIEA : Management Industries Engineering Alger

- ✓ **Activités principales :**
 - Ingénierie études & conseil
 - Distribution d'équipements
 - Services techniques
- ✓ **Domaines d'intérêts :**
 - Solaire photovoltaïque
 - Solaire thermique
 - Energie éolienne

24 .MONDIAL ENERGIE

- ✓ **Activités principales :**
 - Production d'énergie
 - Services techniques
- ✓ **Domaines d'intérêts :**
 - Solaire photovoltaïque
 - Energie hydraulique

25.MAKHEEL

- ✓ **Activités principales :**
 - Recherche et développement
 - Production d'énergie (biocarburant)
 - Fabrication matériaux
 - Ingénierie études & conseil
- ✓ **Domaines d'intérêts :**
 - Biocarburants
 - Bioéthanol.

26.NIGA-SOLAR

- ✓ **Activités principales :**
 - Ingénierie études & conseil
 - Distribution d'équipements
 - Services techniques

✓ **Domaines d'intérêts :**

- Solaire photovoltaïque
- Solaire thermique
- Energie éolienne

27.ONM : Office National de la Métrologie

✓ **Activités principales :**

- Recherche développement
- administration
- Services techniques

✓ **Domaines d'intérêts :**

- Solaire photovoltaïque
- Solaire thermique
- Energie éolienne

28.SARL MGTH

✓ **Activités principales :**

- Distribution d'équipements
- Services techniques
- Installation pour énergie solaire

✓ **Domaines d'intérêts :**

- Solaire photovoltaïque
- Solaire thermique
- Energie hydraulique

29.SUNATLAS DZ

✓ **Activités principales :**

- Recherche-équipement
- Production d'énergie
- Recherche-scientifique
- Fabrication équipement
- Enseignements formation
- Distribution-équipement
- Ingénierie études & conseil

✓ **Domaines d'intérêts :**

- Solaire photovoltaïque
- Solaire thermique
- Energie hydraulique
- Géothermie

ANNEXE N°5 : Pétrole et Gaz dans les pays arabes.

Tableau			
Prix du pétrole brut en valeur nominale et réelle, 1970-2008 (\$/baril)			
Année	Prix courants	Indice* 1995=100	En valeur réelle 1995
1970	2,1	23,2	9,1
1971	2,6	24,7	10,5
1972	2,8	26,1	10,7
1973	3,1	28,2	11,0
1974	10,4	31,7	32,8
1975	10,4	35,3	29,5
1976	11,6	38,3	30,3
1977	12,6	41,5	30,4
1978	12,9	44,9	28,7
1979	29,2	48,7	60,0
1980	36,0	53,6	67,2
1981	34,2	58,6	58,4
1982	31,7	62,9	50,4
1983	30,1	66,4	45,3
1984	28,1	69,6	40,4
1985	27,5	72,5	37,9
1986	13,0	75,0	17,3
1987	17,7	77,4	22,9
1988	14,2	80,3	17,7
1989	17,3	83,6	20,7
1990	22,3	87,2	25,6
1991	18,6	91,1	20,4
1992	18,4	93,7	19,6
1993	16,3	96,0	17,0
1994	15,5	97,9	15,8
1995	16,9	100,0	16,9
1996	20,3	101,9	19,9
1997	18,7	103,6	18,0
1998	12,3	105,0	11,7
1999	17,5	105,9	16,5
2000	27,6	107,5	25,7
2001	23,1	109,6	21,1
2002	24,3	111,3	21,8
2003	28,2	113,1	24,9
2004	36,0	115,2	31,2
2005	50,6	117,5	43,0
2006	61,0	120,0	50,8

La Question Des Energies Renouvelables Dans la Perspective de l'Après Pétrole : Cas de l'Algérie et des Pays du Sud et Est Méditerranéens.

2007	69,1	122,3	56,5
2008**	94,1	125,0	75,3

* Indice de la valeur des exportations des produits manufacturés des pays industrialisés publié par le FMI
 ** Estimation préliminaire
NB : ce tableau et ceux qui suivent sont tous extraits du 35^{ème} rapport annuel du secrétaire général de l'OPAEP, M. Abbas Ali Naqi. Les sources de ces tableaux sont parfois l'OPAEP elle-même et parfois un ou plusieurs sources extrêmes à l'organisation

Tableau						
Réserves pétrolières prouvées dans les pays arabes (en milliards de barils en fin d'année)						
	2004	2005	2006	2007	2008	% Variation 2008/2007
Algérie	11,35	12,27	12,27	12,27	12,27	0,0
Bahreïn	0,13	0,13	0,12	0,13	0,12	(7,7)
Egypte**	3,70	3,70	3,72	3,86	4,19	8,5
Irak	115,00	115,00	115,00	115,00	115,00	0,0
Koweït***	101,30	101,50	101,50	101,50	101,50	0,0
Libye	39,13	41,46	41,46	41,46	43,66	5,3
Qatar	15,21	15,21	15,21	15,21	15,21	0,0
Arabie Saoudite***	264,31	264,21	264,25	264,25	264,25	0,0
Syrie	3,15	3,00	3,00	4,15	4,15	0,0
Tunisie	0,31	0,31	0,40	0,37	0,43	17,2
E.A.U.	97,80	97,80	97,80	97,80	97,80	0,0
Total OPAEP	651,58	654,59	654,73	655,99	658,58	0,4
Oman	4,80	5,00	5,70	5,70	5,50	(3,5)
Soudan	0,81	0,90	5,00	5,00	5,00	0,0
Yémen	4,00	4,00	3,00	3,00	3,00	0,0
Total pays arabes	661,19	664,49	668,43	669,69	672,08	0,4
Total OPEP	896,66	904,25	913,86	927,06	939,04	1,3
Total Mondial	1145,13	1153,86	1138,90	1153,67	1164,03	0,9

* Estimations préliminaires **Sources officielles *** Y compris 50%des réserves de la zone partagée
 0 chiffre négatif
NB : les données pour l'Angola et l'Equateur ont été incluses dans celle de l'OPEP en 2007.
 Sources : OPAEC Data Bank, Oil & Gas Journal 1^{er} janvier 2009, OPEC Annual Statistical Bulletin 2007

La Question Des Energies Renouvelables Dans la Perspective de l'Après Pétrole : Cas de l'Algérie et des Pays du Sud et Est Méditerranéens.

ANNEXE 6 : répartition des agents énergétiques

Agents	Electricité	Autre	Total
Fossiles	19 %	63 %	82 %
<i>Charbon</i>			28 %
<i>pétrole</i>			36 %
<i>Gaz</i>			18 %
Nucléaire	5 %	-	7 %
Hydroélectrique	7 %	-	7 %
Biomasse	-	6 %	6 %
Total	31 %	69 %	100 %

Source : CDER

Commentaire de tableau

- Les énergies fossiles fournissent plus de 80 % de l'énergie ;
- Le nucléaire ne joue qu'un rôle faible dans l'approvisionnement énergétique mondiale ;
- L'hydroélectrique est à l'heure actuelle, l'unique ressource renouvelable contribuant de façon réelle aux besoins humains, la biomasse étant en majeure partie 'gérée ' comme une ressource non renouvelable – d'où le problème de la désertification.

LISTE DES TABLEAUX

Tableau n°1 : les caractéristiques du pétrole brut.....	16
Tableau n°2 : les principales catégories de pétrole brut.....	18
Tableau n°3 : Les caractéristiques des principaux bruts.....	42
Tableau n°4 : Année (avancée) pour le pic de la production pétrolière mondiale.....	63
Tableau n°5 : Réserves pétrolières prouvées dans les pays arabes.....	66
Tableau n°6 : Réserves prouvées mondiales de pétrole brut : de 2001 à 2008.....	67
Tableau n°7 : Durée de vi des réserves mondiales de pétrole.....	70
Tableau n°8 : Offre et demande pétrolières mondiales.....	72
Tableau n°9 : Consommation pétrolière mondiale.....	74
Tableau n°10 : Production pétrolière mondiale.....	76
Tableau n°11 : Prix du pétrole brut en valeur nominale : 1970- 2008.....	81
Tableau n°12 : Puits et sources de carbone.....	95
Tableau n°13 : Potentiel solaire en Algérie.....	142
Tableau n°14 : L'énergie éolienne en Algérie.....	144
Tableau n°15 : Les possibilités d'utilisations des eaux chaudes de l'aquifère Albien.....	144
Tableau n°16 : Parc de production Hydroélectrique.....	146
Tableau n°17 : Grandes caractéristiques des 18 villages solaires.....	149
Tableau n°18 : Caractéristiques de la centrale photovoltaïque du CDER.....	150
Tableau n°19 : Potentiel de la production d'électricité à partir des énergies renouvelables dans les pays partenaires Méditerranéens « 2020 ».....	158

LISTE DES GRAPHIQUES

Graphique n°1 : Les utilisations du pétrole.....	31
Graphique n°2 : Coubes de découvertes et de production du pétrole (Modèle de HUBBERT).....	59
Graphique n°3 : Evolution des découvertes annuelles de pétrole conventionnel et de la consommation annuelle de produits pétroliers.....	68
Graphique n°4 : Répartition mondiale des réserves de pétrole.....	69
Graphique n°5 : Prix bas du pétrole jusqu'en 1973.....	80
Graphique n°6 : Les énergies renouvelables dans le monde (un potentiel à exploiter).....	118

LISTE DES FIGURES ET SCHEMA

Figure n°1 : L'évolution des prix nominale du pétrole (1970-2008).....82

Schéma n°1 : Le concept du développement durable est basé sur l'interdépendance de trois pôles : économique- écologique- social.....135

LISTE DES ABREVIATIONS

AIE :	<i>Agence Internationale de l'Energie</i>
AMOA :	<i>American Medical Oil Association</i>
APD :	<i>Aide Publique au Développement</i>
API :	<i>American Petroleum Institute</i>
APOC :	<i>Anglo Persian Oil Company</i>
APRUE :	<i>Agence de Promotion et de Rationalisation de l'Utilisation de l'Energie</i>
ASPO :	<i>Association for the Study of Peac Oil and gaz</i>
BEP :	<i>Baril Equivalent Pétrole</i>
BP :	<i>British Petroleum</i>
Bq :	<i>Becquerel (unité de mesure de la radioactivité)</i>
CDER :	<i>Centre de Développement des Energies Renouvelables</i>
CES :	<i>Centrale Electrique et Solaire</i>
CFC :	<i>Cloro Flueuro Carbone</i>
CFP :	<i>Compagnie Française de Pétrole</i>
CO₂ :	<i>Dioxyde de carbone</i>
CREDEG :	<i>Centre de Recherche et de Développement de l'Electricité et du Gaz</i>
CST :	<i>Centi Stocst</i>
ER :	<i>Energie Renouvelable</i>
FMC :	<i>Fond Méditerranéen Carbone</i>
GES :	<i>Gaz à Effet de Serre</i>
GW :	<i>Géga Watt</i>
IPC :	<i>Iraki Petroleum Company</i>
KW :	<i>Kilo Watt</i>
KWH :	<i>Kilo Watt Heure</i>
MDP :	<i>Mécanisme de Développement Propre</i>
MDP-ER :	<i>Mécanisme de Développement Propre- Energie Renouvelable</i>
MW :	<i>Méga Watt</i>
NEAL :	<i>New Energy Algeria</i>
NIOC :	<i>National Iran Oil Company</i>
OCDS :	<i>Haut Commissariat au Développement de la Steppe</i>
OPAEP :	<i>Organisation des Pays Arabes Exportateurs du Pétrole</i>
OPEP :	<i>Organisation des Pays producteurs de Pétrole</i>
PAC :	<i>Pompe A Chaleur</i>
PCH :	<i>Petite Centrale Hydraulique</i>
PED :	<i>Pays En voie de Développement</i>
PGA :	<i>Pétrole et Gaz Arabe</i>
PNM :	<i>Pays Non Méditerranéens</i>
POLES :	<i>Prospectives Out Look for the Long term Energy System</i>
PRG :	<i>Pouvoir de Réchauffement Globale</i>
PSEM :	<i>Pays du Sud et Est Méditerranéens</i>
PV :	<i>Photovoltaïque</i>
PVD :	<i>Pays en Voie de Développement</i>

La Question Des Energies Renouvelables Dans la Perspective de l'Après Pétrole : Cas de l'Algérie et des Pays du Sud et Est Méditerranéens.

SOC :	<i>Standard Oil Company</i>
SOCAL :	<i>Standard Oil of California</i>
SOT :	<i>Standard Oil Trust</i>
TVR :	<i>Tension de Vapeur</i>
UDES :	<i>Unité de Développement des Equipements Solaires</i>
UDTS :	<i>Unité de Développement de la Technologie du Silicium</i>
WIT :	<i>West Texas Intermediate.</i>

BIBLIOGRAPHIE

- [1] **AIE**, Perspectives énergétiques mondiales, World Energy Outlook 2007, Résumé in PGA n° 928 du 16 novembre 2007.
- [2] **AIE**, La Chine et l'Inde bouleversent le système énergétique mondial, Résumé in PGA n° 928 du 16 novembre 2007.
- [3] **Allal.S**, La maîtrise de l'énergie et la promotion des énergies renouvelables dans les pays méditerranéens, un impératif de développement soutenable. Revue méditerranéenne de l'énergie, n°1, novembre 2001.
- [4] **Amardjia Adnani.H**, Algérie : énergie solaire et hydrogène, développement durable, office des publications universitaires, Alger 2007.
- [5] **Assoul.N**, Essai d'analyse des marchés à terme pétroliers : cas des pays de l'OPEP, mémoire de magistère en sciences économiques, université A.Mira de Bejaia, Février 2007.
- [6] **Bauquis P-R**, Un point de vue sur les besoins et les approvisionnements en énergie à l'horizon 2050. Revue de l'Energie, N° Spécial 50^{ème} anniversaire, N° 509, Septembre 1999.
- [7] **Ben jannet.A.H**, L'observatoire méditerranéen de l'énergie : promouvoir la coopération énergétique et favoriser le développement durable en méditerranée, revue méditerranéenne de l'énergie, n°2, janvier 2002.
- [8] **Benissad.M.E**, Eléments d'économie pétrolière, office des publications universitaires, Alger, 1981.
- [9] **Biol F**, Entretien, PGA n° 930 du 16 décembre 2007.
- [10] **Bocquillon P**, Géopolitique des nouvelles menaces : les risques géopolitiques associés aux tensions sur le marché de l'énergie. Séminaire de géopolitique, ENS, 1^{er} Semestre 2006-2007, Compte rendu de la séance du 31 janvier 2007. (Disponible sur Internet).
- [11] **Bounet.P**, Pourquoi l'énergie nucléaire, Eyrolles, Paris 1982.
- [12] **Boye, H**, Des énergies renouvelables dans le développement de la production électrique au Maroc : le parc éolien d Koudia Al Baida. Revue méditerranéenne de l'énergie n°3, Avril 2002.

La Question Des Energies Renouvelables Dans la Perspective de l'Après Pétrole : Cas de l'Algérie et des Pays du Sud et Est Méditerranéens.

- [13] **B.P**, British Petroleum statistical review of world energy, juin2005. <http://www.BP.com>
Buigues.P.A, Scenarios pour le solaire horizon 2000, édisud, Paris 1981.
- [14] **CDER**, Plan stratégique national pour le développement des énergies renouvelables, octobre 2001.
- [15] **CDER**, Revue des énergies renouvelables, volume 9, n°3, Septembre 2006.
- [16] **CDER**, Revue des énergies renouvelables, volume 11,n°4, Décembre 2008.
- [17] **Chabrelie M-F**, Perspectives à moyen terme de l'industrie gazière, PGA n° 915 du 1^{er} mai 2007.
- [18] **Château B**, La demande énergétique mondiale en 2006 : Les prévisions d'Enerdata, Extraits in PGA n° 920 du 16 juillet 2007.
- [19] **Chitour.C.E**, Géopolitique du pétrole et mondialisation, office des publications universitaires, 1998.
- [20] **Christian.N**, L'énergie, Ressources, Technologies et Environnement, Dunod, Paris 2002.
- [21] **Commission mondiale sur l'environnement et le développement** (Rapport Brundtland). Notre avenir à tous. Nations Unies. New York. 1999.
- [22] **Conseil Mondial de l'Energie**. L'énergie pour le monde de demain. Réalités, véritables options et actions à entreprendre. Prévisions à l'horizon 2020. Paris. Technip.
- [23] **Curran.D.W**, La nouvelle donne énergétique, Masson, Paris 1981.
- [24] **Energie 2010**, Pic mondial de production du pétrole et du gaz. Quelle stratégie pour anticiper et atténuer la crise en perspective ? Conférence Energie 2010. 11 mai 2007. energie2010@wanadoo.fr.
- [25] **Giraud A, & Boy de la Tour X**, 1987. Géopolitique du pétrole et du gaz. Ed. Technip. Paris. **IFP**, Les grands défis énergétiques mondiaux : Quelles énergies pour demain ?, Note reprise in PGA n° 926 du 16 octobre 2007.
- [26] **IFP**, Institut Français du pétrole, évolution des prix du pétrole, les scénarios de l'IFP, Août 2004. <http://www.IFP.fr>.

La Question Des Energies Renouvelables Dans la Perspective de l'Après Pétrole : Cas de l'Algérie et des Pays du Sud et Est Méditerranéens.

[27] **Jaffe A.**, Mai 2004, La consommation croissante de pétrole et de gaz naturel des pays en développement. Perspectives économiques.

[28] **Jancovici J-M**, Qu'est-ce qu'une réserve de pétrole ? En avons-nous pour longtemps ? Janvier 2005. <http://www.manicore.com>.

[29] **Khalfallah.E**, La maîtrise de l'énergie en Tunisie : situation et perspectives de développement. Revue méditerranéenne de l'énergie, n°2, janvier 2002.

[30] **Larson A.**, Mai 2004, La géopolitique du pétrole et du gaz naturel. Perspectives économiques.

[31] **Lescaroux F – Sanière A**, L'offre et la demande pétrolières, Note publiée par l'IFP à l'occasion de son Colloque Panorama 2008 qui s'est tenu à Paris le 7 février 2008, Note reprise in PGA n° 936 du 16 mars 2008, p. 40.

[32] **Masseron.J**, Economie des hydrocarbures, technip, Paris, 1982.

[33] **Master C. D., Root D. H., and Turner R. M.**, World Conventional Crude Oil and Natural Gas: Identified Reserves, Undiscovered Resources and Futures. United States Geological Survey Open-File Report 98 – 468.

[34] **Mekideche.M**, Le secteur des hydrocarbures, office des publications universitaires, Alger 1983.

[35] **Ministère de l'énergie et des mines**, Guide des énergies renouvelables, Alger 2007.

[36] **Mit**, l'énergie en sursis, scénarios 1985-2000, étude effectuée sous les auspices du Mit, economica, Paris, 1979.

[37] **Mouhoubi.A** : Analyse de l'apport du secteur des hydrocarbures au développement économique de l'Algérie, Aspects macroéconomiques, mémoire de magistère en sciences économiques, université A.Mira de Bejaia, juin 2005.

[38] **Noël P.**, Décembre 2002. Politique pétrolière américaine et sécurité énergétique. Revue de l'énergie, Paris.

[39] **Nogaret.E, Ben jannet.H**, Enjeux et perspectives pour les énergies renouvelables en méditerranée. Revue méditerranéenne de l'énergie n°4, janvier 2002.

[40] **Plihon D**, Le développement durable : le défi du XXème siècle. (Disponible sur Internet).

[41] **Richard.A**, Le pétrole : l'or noir du XXème siècle mondial, Mai 2002. (Disponible sur internet).

La Question Des Energies Renouvelables Dans la Perspective de l'Après Pétrole : Cas de l'Algérie et des Pays du Sud et Est Méditerranéens.

[42] **Sarkis N**, L'accroissement des prix du pétrole : Vrai problème et faux débat, PGA n° 932 du 16 janvier 2008, p. 3.

[43] **Sonatrach**, Rapport annuel 2000,2000.

[44] **Sonatrach**, Rapport annuel 2003,2003.

[45] **Spencer A.**, Mai 2004, La politique énergétique des Etats-Unis et la sécurité énergétique mondiale. Perspectives économiques.

[46] **Vaillant.J.R**, Utilisations et promesses de l'énergie solaire, Eyrolles, Paris 1978.

[46] **Yaïci F**, Le marché pétrolier : situation, acteurs, stratégies. Quelles perspectives pour l'Algérie ? Ouvrage collectif : Dynamique des marchés et valorisation des hydrocarbures. Sous la direction de A. Khelif. CREAD & SARP. Alger. 2005.

TABLE DES MATIERES

Introduction générale	09
Chapitre I : Approche historique de l'économie des hydrocarbures	12
Section1 : Notions de base sur les hydrocarbures	13
I - De la matière organique aux hydrocarbures : ou comment naît l'énergie fossile ?	13
II- Les différentes formes principales de l'énergie	15
III- Les différentes sources d'énergies fossiles	16
IV- Les principales caractéristiques de chaque énergie (pétrole, gaz, charbon) et leurs rôles vitaux	21
V- Les problèmes d'exploitation	22
VI- Chronologie : histoire du pétrole	26
VII- Les utilisations multiples du pétrole	31
Section 2 : Les trois périodes de l'économie des hydrocarbures	33
I – Première période : les sept sœurs ont le pouvoir	34
II- Deuxième période : La prise du pouvoir par l'OPEP	38
III- Troisième période : L'imposition des lois du marché	45
Chapitre II : La fin annoncée de la civilisation pétrolière	56
Section 1 : L'Approche du pic pétrolier	58
I – Le pic pétrolier : deux points de vue	58
II- Situation des réserves mondiales de pétrole (conventionnel et non conventionnel)	64
III- Le bilan énergétique mondiale	71
Section 2 : Energie et Environnement	87
I – L'effet de serre	88
II- La pollution	90
III- Le changement potentiel du climat de la planète	94
IV- La réglementation de l'environnement	98
V- Effets sur les diverses formes d'énergies	99

Chapitre III : Développement durable et énergies renouvelables : Cas de l'Algérie et pays du Sud et Est Méditerranéens.....	105
Section 1 : Aperçu historique des énergies renouvelables et recherche d'économie d'énergie pour l'avenir.....	107
I – Les différentes filières d'énergies renouvelables.....	108
II- Avantages et inconvénients des énergies renouvelables.....	124
III- Les énergies renouvelables dans le monde.....	126
IV- Le cadre général du développement durable.....	130
Section2 : Avenir énergétique de l'Algérie par rapport aux pays Sud et Est méditerranéens.....	138
A- Cas d l'Algérie :.....	138
A-I- La politique de conservation de l'énergie en Algérie.....	139
A-II- La diversification des économies d'énergies en Algérie	140
A-III- La politique nationale de développement des énergies renouvelables	146
A-IV- Bilan des réalisations dans le domaine des énergies renouvelables.....	148
A-V- Missions des principaux organismes institutionnels et opérateurs du secteur des énergies renouvelables.....	153
B- Cas des Pays Sud et Est Méditerranéens :.....	155
B-I- Un potentiel considérable des énergies renouvelables dans les pays Sud et Est Méditerranéens.....	156
B-II- Analyse du potentiel MDP- énergies renouvelables dans les pays Sud et Est Méditerranéens par le modèle POLES.....	161
B-III- Quelques éléments de conclusion pour la promotion des énergies renouvelables des pays Sud et Est Méditerranéens.....	162
B-IV- Les principaux obstacles et barrières au développement des énergies renouvelables.....	164
Conclusion générale.....	167
Annexe.....	169
Index.....	184
Bibliographie.....	189
Résumé.....	194

RESUME

Deux raisons - aussi fortes l'une que l'autre - doivent nous inciter à accroître les efforts déjà entrepris en matière d'efficacité énergétique.

Il s'agit tout d'abord de la fin annoncée de la civilisation des hydrocarbures. Il n'est plus question désormais de la simple réduction de notre dépendance énergétique à l'égard des principaux pays producteurs. Il nous faut, dès aujourd'hui, prendre les décisions permettant d'assurer une transition entre, d'une part, des sources énergétiques dont les réserves s'épuisent et dont, en conséquence, le coût ne peut que croître et, d'autre part, de nouvelles énergies susceptibles de se substituer, dans tous leurs usages, aux hydrocarbures, ce qui est encore loin d'être assuré.

En deuxième lieu, cette transition est contrainte par un facteur -le réchauffement climatique- dont l'importance n'est véritablement perçue par les décideurs politiques et économiques que depuis très peu de temps (de façon peut-être encore insuffisante dans certains cas). Ce facteur impose une utilisation rationnelle des sources énergétiques émettrices de gaz à effet de serre et constitue un paramètre essentiel pour le choix des énergies de substitution.

Mots clé : Hydrocarbures, Pétrole, Pic pétrolier, Transition énergétique, Energies renouvelables.

ABSTACT

Two reasons, the one as strong as the other, should encourage us to increase the efforts already made in energy efficiency.

This first is the announced end of hydrocarbon's civilization. There is no question now of merely reducing our energy dependence with respect to major producing countries. We have, today, make decisions to ensure a transition between ,on the one hand, energy sources whose reserves are depleted and which, therefore, the cost can only increase and, on the Moreover, new energies which can be substituted in all their uses, hydrocarbons, which is still far from assured.

Second, this transition is constrained by a factor, global warming, whose importance is really perceived by policy makers and economic for a very short time (so may still be insufficient in some cases). This factor requires the efficient use of energy sources that emit greenhouse gas emissions and is an essential parameter for the selection of alternative energy.

Keys words: Hydrocarbons, Petrol, Peak of Oil, Energetic transition, Alternative energy.

ملخص

ينبغي سببين، أحدهما قويا كما كان في غيرها، وتشجيع لنا لزيادة الجهود التي بذلت بالفعل في كفاءة استخدام الطاقة.

هذا أولا وأعلن في نهاية حضارة هيدروكربونات. ليس هناك شك الآن مجرد الحد من اعتمادنا الطاقة فيما يتعلق البلدان المنتجة الرئيسية. لدينا اليوم، واتخاذ القرارات لضمان انتقال بين من ناحية، ومصادر الطاقة التي تنضب الاحتياطيات والتي ، لذلك ، يمكن أن تزيد التكلفة فقط، وعلى علاوة على ذلك، والطاقات الجديدة التي يمكن أن تكون بديلا في جميع استخداماتها، والهيدروكربونات، والتي ما زالت بعيدة عن مضمون.

الثانية ، يتم تقييد هذا التحول من قبل عامل واحد، الاحتراز العالمي، الذي يعتبر حقا أهمية من قبل صانعي السياسة والاقتصاد لفترة قصيرة للغاية (لذلك قد تكون لا تزال غير كافية في بعض الحالات). هذا العامل يتطلب الاستخدام الفعال لمصادر الطاقة التي تنبعث من انبعاثات غازات الدفيئة ومعلمة الأساسية لاختيار بديل للطاقة.