

UNIVERSITE ABDERRAHMANE MIRA DE BEJAIA



Faculté des Sciences Economiques, Commerciales et des Sciences de Gestion  
Département des Sciences Economiques

## **MEMOIRE**

En vue de l'obtention du diplôme de  
**MASTER EN SCIENCES ECONOMIQUES**  
Option : **Economie Industrielle**

**L'INTITULE DU MEMOIRE**

**L'INVESTISSEMENT DANS LES ENERGIES RENOUVELABLES EN  
ALGERIE**

Préparé par :  
**AKKOUCHE Nabil**  
**OUCHIHA Mohamed**

Dirigé par :  
**BELKADI Ghania**

**Jury :**

Examineur 1 : **MENAA BOUMEDIENE**

Examineur 2 : **YACINE NADIA**

Rapporteur : **BELKADI Ghania**

**Année universitaire : 2019/2020**

# REMERCIEMENTS

À mes parents qui depuis mon plus jeune âge ont toujours fait leur maximum, en consacrant temps et argent, pour m'éveiller et m'encourager dans mes passions. C'est grâce à vous et pour vous que j'ai fait mon mémoire. Aucun mot sur cette page ne saurait exprimer ce que je vous dois, ni combien je vous aime. Qu'Allah vous bénisse, vous assiste, vous vienne en aide.

A **Mme BELKADI**, qui a accepté de diriger mon travail. A toute ma famille spécialement mes grands-parents, mes amis et tous mes collègues. A tout ceux qui ont contribué de près ou de loin « spécialement la Librairie/papeterie OUCHIHA » à la réalisation de ce travail, tous ceux qui m'ont soutenu, qu'ils trouvent ici l'expression de mon Amour et ma profonde

Gratitude.

**Nabil**

**Mohamed**

# DÉDICACES

Je dédie ce travail à ma mère, pour son amour, ses encouragements et ses sacrifices

A mon père, pour son soutien, son affection et la confiance qu'il m'a accordé

A la mémoire de mes grands-mères

A tous les membres de ma famille

Mes amis et tous ceux qui m'aiment...

*Nabil*

Je dédie ce travail à Mes chers parents qui ont toujours été présents à côté de moi et continuent sans cesse de m'aider à accomplir ce travail, à ma mère pour sa patience, son dévouement et sa gentillesse, à vous deux aucune dédicace ne saurait exprimer ma profonde gratitude et ma vive reconnaissance, et aucune dédicace ne pourra compenser les sacrifices que vous avez consentis pour mon bien être et mon bonheur.

A ma très chère sœur : Meriem

A mon très cher frère : Aïssa

A tous les membres de ma famille

Et en fin à tous ceux que j'aime et que j'ai manqué de mentionner le nom ; ce travail vous est dédié.

**Mohamed**

## Liste des abréviations

**APS** : Algérie Presse Service

**AsGa** : Arséniure de Gallium (composé chimique)

**CDER** : Centre de Développement des Energies Renouvelables

**CdTe** : Tellure de Cadmium (composé chimique)

**CH<sub>4</sub>** : Méthane

**CIS** : Isomérisation cis-trans

**CO** : Oxyde de Carbone

**CO<sub>2</sub>** : Dioxyde de Carbone

**COP21** : Conférence de Paris sur les Changements Climatiques

**CSS** : Carbon Sequestration and Storage Techniques

**CSTE** : Centrale Solaire Thermique.

**DC/AC** : Convertisseur Alternating Current

**DC/DC** : Convertisseur Continu-Continu

**ER** : Énergie Renouvelables

**FMI** : Fonds Monétaire Internationale

**GES** : Gaz à Effet de Serre

**GNC** : Gaz Naturel Comprimé

**GNV** : Gaz Naturel pour Véhicules

**GPLC** : Gaz de Pétrole Liquéfié Carburant

**IIASA**: International Institut for Applied Systems Analysis

**Mds** : Milliards de Dollars

## Liste des abréviations

**MPPT** : Maximum Power Point Tracker

**Mtep** : Millions de tonnes équivalent pétrole

**MW** : Mégawatt

**NO<sub>2</sub>** : Dioxyde d'azote

**NO<sub>x</sub>** : Oxyde d'azote

**O<sub>3</sub>** : Ozone

**OCDE** : Organisation de Coopération et de Développement Economique

**ONS** : Office Nationale des Statistiques

**OPEP** : Organisation des Pays Exportateurs de Pétrole

**PDG** : Président-Directeur Général

**PNUE** : Programme des Nations Unies pour l'Environnement

**PV** : Photovoltaïque

**PVD** : Pays en Voie de Développement

**RSE** : Responsabilité Sociale des Entreprises

**SO<sub>2</sub>** : Dioxyde de Soufre

**SPA** : Société Par Action

**TEP** : Tonne d'Equivalent Pétrole

**TREC**: Trans-Mediterranean Renewable Energy Cooperation

**TWh** : TéraWatts heures

## Liste des figures

<b>Figure N° 01</b> : Les différentes étapes de formation de charbon.....	8
<b>Figure N° 02</b> : Les types de géothermie.....	18
<b>Figure N° 03</b> : Potentiel des énergies mondial pour 2020.....	19
<b>Figure N° 04</b> : Consommation d'énergie en milliards de tonnes.....	20
<b>Figure N° 05</b> : La production d'électricité dans le monde.....	21
<b>Figure N° 06</b> : Le budget de la recherche pour les énergies renouvelables.....	22
<b>Figure N° 07</b> : Potentiel éolien à travers plusieurs régions du pays.....	40
<b>Figure N° 08</b> : Carte des irradiations globale directe annuelle moyenne (période 2002-2011) .....	43
<b>Figure N° 09</b> : Carte de l'irradiation directe annuelle moyenne (période 2002-2011) .....	44
<b>Figure N° 10</b> : Carte du vent annuelle moyenne à 50m (période 2001-2010) ...	46
<b>Figure N° 11</b> : La carte de température des sources géothermiques.....	48
<b>Figure N° 12</b> : Pénétration des ER dans la production nationale en TWh.....	51
<b>Figure N° 13</b> : Lieu d'implantation de quelques projets.....	54

# **SOMMAIRE**

<b>Introduction générale</b> .....	1
<b>Chapitre I : Genèse des énergies fossiles et renouvelables</b> .....	3
<b>Section I : Généralités sur les énergies fossiles</b> .....	5
<b>Section II : Généralités sur les énergies renouvelables</b> .....	11
<b>Chapitre II : Les énergies renouvelables en Algérie</b> .....	26
<b>Section I : Etat des lieux de la situation énergétique en Algérie</b> .....	28
<b>Section II : Le programme des énergies renouvelables en Algérie</b> .....	39
<b>Conclusion générale</b> .....	60



# **INTRODUCTION GENERALE**

## Introduction générale

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) (*IEA – International Energy Agency, s. d.*).

La consommation d'énergies sous toutes les formes à travers le monde, notamment les énergies fossiles a atteint son extrémité. Cette augmentation de la consommation de l'énergies est due principalement à la croissance démographique et à la forte consommation d'énergie, qui l'accompagne.

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 trafics 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.

Il existe d'autres limites : 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. Ce qui nécessite une transition vers l'exploitation d'autre type d'énergie qui provient des sources renouvelables, qui peuvent être une succession pour les énergies fossiles permettant de limiter l'épuisement des ressources, et résoudre les problèmes environnementaux.

Le défi auquel est confronté la communauté internationale, y compris l'Algérie, est donc réel : La consommation d'énergie croît plus vite que sa production, et les découvertes de gisements

## Introduction générale

se diminuent, 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 qui est entièrement dépendant des hydrocarbures et avec des réserves qui s'épuisent et l'exportation de ces énergies couvre plus de 90% de nos revenus. La production du pétrole et du gaz ont permis jusqu'à 'ici, à l'Algérie d'assurer ses besoins en énergies (carburants, électricité des centrales thermiques...). Par conséquent, l'Algérie doit agir et faire tous les efforts nécessaires pour réussir la transition de l'énergie non renouvelable aux énergies renouvelables afin d'apporter des solutions globales et durables aux défis environnementaux et aux problématiques de préservations des ressources énergétiques d'origine fossile.

L'objectif de cette étude est de montrer d'une part les conséquences sur notre économie en cas d'épuisement de ses ressources naturelles non renouvelables (gaz, pétrole) dont l'économie dépend entièrement, et dont le pays tire 95% de ses revenus des exportations. Et d'autre part, montrer la stratégie poursuivie par l'Algérie dans les énergies renouvelables afin d'assurer un avenir énergétique durable et garder un environnement sain.

**Pour cela notre question centrale est : quels sont les efforts de l'Algérie pour investir dans les énergies renouvelables pour assurer un avenir économique et énergétique durable ?**

De cette problématique centrale découle ces questions secondaires :

- Quelles sont les raisons d'investir dans les énergies renouvelables ?
- Quelle est l'énergie renouvelable dont l'Algérie devrait s'intéresser le plus ?
- Quels sont les difficultés et les obstacles auxquels sont confrontés les investissements dans les énergies renouvelables en Algérie ?
- Quel est le coût économique et écologique de ces énergies ?

Pour répondre à ses questions, nous essayons de vérifier les hypothèses suivantes :

**Hypothèse 1 :** L'élaboration d'un Programme national des énergies renouvelables permettra une "meilleure visibilité" aux investisseurs et aux acteurs de la recherche scientifique.

**Hypothèse 2** : L'exploitation des énergies renouvelables en Algérie est en voie de développement et la stratégie s'appuie sur le lancement des projets dont la priorité est pour l'énergie solaire. L'Algérie dispose d'un potentiel inépuisable et propre en énergie solaire.

**Hypothèse 3** : la transition énergétique peut se définir comme le passage d'une civilisation humaine construite sur une énergie essentiellement fossile, polluante, abondante et peu chère à une civilisation où l'énergie est renouvelable, rare et chère et moins polluante ayant pour objectif le remplacement à terme des énergies de stock (pétrole, gaz), par les énergies de flux (éolien, solaire...).

Pour traiter ces deux hypothèses, ce travail sera réparti en deux chapitres :

Le premier chapitre porte sur l'historique des énergies fossiles et renouvelables. Dans ce chapitre, nous traitons d'abord des généralités sur les énergies fossiles dans la section 1, puis les généralités sur les énergies renouvelables dans la section 2.

Le deuxième chapitre se rapporte sur la situation énergétique en Algérie. Dans ce chapitre, nous allons voir tout d'abord l'état des lieux des énergies renouvelables en Algérie, puis dans la deuxième section nous traitons le Programme des énergies renouvelables en Algérie.

***Chapitre I : Genèse des énergies  
fossiles et renouvelables***

**Introduction**

Le pétrole, le gaz naturel et le charbon sont des matières présentes dans le sous-sol de la Terre. Leur particularité, c'est qu'elles brûlent très bien : ce sont d'excellents carburants. On les appelle "hydrocarbures". Ils ont aussi l'avantage de pouvoir être facilement stockés et transportés, ce qui en fait la source d'énergie la plus pratique à utiliser.

L'Homme a toujours été animé par la volonté d'utiliser toutes les ressources de la nature pour rendre sa vie plus facile ou plus agréable, les hommes préhistoriques utilisaient la première des énergies renouvelables : le bois. Ils pouvaient désormais se chauffer, s'éclairer, cuire leur nourriture, éloigner les bêtes sauvages ou encore s'adapter au climat.

L'ère du Néolithique (de – 8 500 ans à – 3 000 ans avant Jésus-Christ), ils dépassent le stade de la chasse et de la cueillette et commencent à cultiver la terre et domestiquer des animaux.

Ceux-ci fournissent une nouvelle source d'énergie pour tracter les charrues et transporter les fardeaux. À la fin de cette ère, l'espèce humaine va peu à peu maîtriser la force du vent et de l'eau, la chaleur du soleil. À chaque nouvelle énergie exploitée, l'humanité enregistre des progrès rapides (*L'histoire des énergies renouvelables*, s. d.).

Les énergies fossiles (charbon, pétrole, gaz) restent indispensables pour assurer les transports, la production d'électricité, le chauffage, le fonctionnement des usines... Mais elles sont la cause principale des émissions de (Dioxyde de carbone) **CO<sub>2</sub>** et leurs réserves, même si elles sont encore vastes, ne sont pas inépuisables, contrairement aux énergies renouvelables.

**Section I : Généralité sur les énergies fossiles**

Le long de cette section nous essayerons de définir quelques concepts clés liés aux énergies. Au départ nous commencerons par une définition des énergies fossiles et leurs types.

**I. Définitions et types d'énergies**

Les combustibles fossiles sont généralement composés des matières suivantes : le pétrole, le gaz naturel et le charbon : Ils représentent les sources d'énergies les plus utilisées dans le monde : Ils fournissent plus de 80% de l'énergie utilisée, par rapport à d'autres types d'énergies. L'Agence Internationale de l'Énergie (« Agence internationale de l'énergie », 2020) insiste sur l'augmentation de la production de ces énergies à long terme mais les ressources ne sont pas inépuisables : ces produits sont formés par un processus de mécanismes biologiques et géologiques qui mettent des millions d'années pour les réaliser, ces ressources ne sont pas renouvelables à l'échelle de temps humain.

On peut appeler les énergies fossiles : des hydrocarbures, ils sont issus des résidus d'anciens végétaux et animaux, c'est le pétrole, le gaz naturel et le charbon, ils se sont formés il y a des millions d'années à partir d'animaux et de végétaux morts. C'est pourquoi ils sont appelés combustibles fossiles. Puisqu'ils sont principalement composés d'atomes d'hydrogène et de carbone. On définit un Combustible comme un ensemble des matières utilisées par l'homme pour la création d'énergie. Ces matières sont utilisées sous différentes formes, liquide comme les produits pétroliers ou gazeux comme le gaz naturel, ou solide comme la houille.

Les combustibles fossiles sont riches en carbone sous la forme d'hydrocarbure, ils sont issus de la méthanisation d'être biologique en décomposition et enfouis dans le sol depuis plusieurs millions d'années. Ce sont des énergies qui ne sont pas renouvelables, au même titre que l'énergie nucléaire, car leur reconstitution naturelle demande beaucoup de temps pour être reformées, et parce qu'elles sont utilisées plus vite que le temps nécessaire pour la recréation de réserves. Enfin, l'énergie fossile est l'énergie produite à partir des composés issus de la décomposition sédimentaire des matières organiques, le carbone est leur composant de base. Les énergies fossiles peuvent être le pétrole, le gaz naturel et le charbon.

### I.1 Le pétrole

Le pétrole est la première source d'énergie dans le monde qui permet de satisfaire 32 % des besoins énergétiques. Il est la source d'énergie la plus utilisée dans les transports et la pétrochimie, mais ne représente que 4,6 % de l'électricité mondiale (*Statistical Review of World Energy | Energy Economics | Home*, s. d.). Découvert au 19<sup>ème</sup> siècle en Pennsylvanie, il se présente sous la forme d'une huile minérale. Celle-ci se forme en plusieurs millions d'années et provient de la décomposition d'organismes vivants qui une fois sédimentés se minéralisent et forment une matière solide appelée « kérogène ». Cette dernière se dégrade en plusieurs composés chimiques dont des huiles (pétrole, etc.) et des gaz qui remontent des profondeurs par la suite. Le pétrole formé dans ce cas est appelé « pétrole conventionnel » et est facile à extraire contrairement au pétrole « non conventionnel » qui se trouve plus en profondeur. Une fois extrait des gisements souterrains, le pétrole brut est transporté par des oléoducs pour être raffiné. Le pétrole se trouve en grande quantité au Moyen-Orient mais on en trouve aussi sur les autres continents.

### I.2 Le gaz

Le gaz naturel est un combustible fossile extrait de gisements naturels et est essentiellement composé de méthane. Issu de la dégradation d'anciens organismes vivants, il subit le même processus de formation que le pétrole et pour cela on le trouve souvent dans les mêmes zones de production que ce dernier. Il est la troisième source d'énergie la plus utilisée dans le monde (après le pétrole et le charbon) principalement dans la production de chaleur (pour la cuisson et le chauffage), le secteur industriel (pétrochimie et raffinage), les transports (pour les véhicules **GNV**, **Gaz** naturel pour véhicules) ... Il présente un certain nombre d'avantages dont son coût peu élevé, les estimations de ses réserves permettent d'envisager une durée plus longue pour le pic de production que pour le pétrole. Il contient moins de composants mineurs produisant de la pollution locale (soufre, particules, métaux lourds, etc.) que le pétrole ou le charbon ainsi que moins de carbone ce qui fait que sa combustion dégage moins de **CO2** que les produits pétroliers.

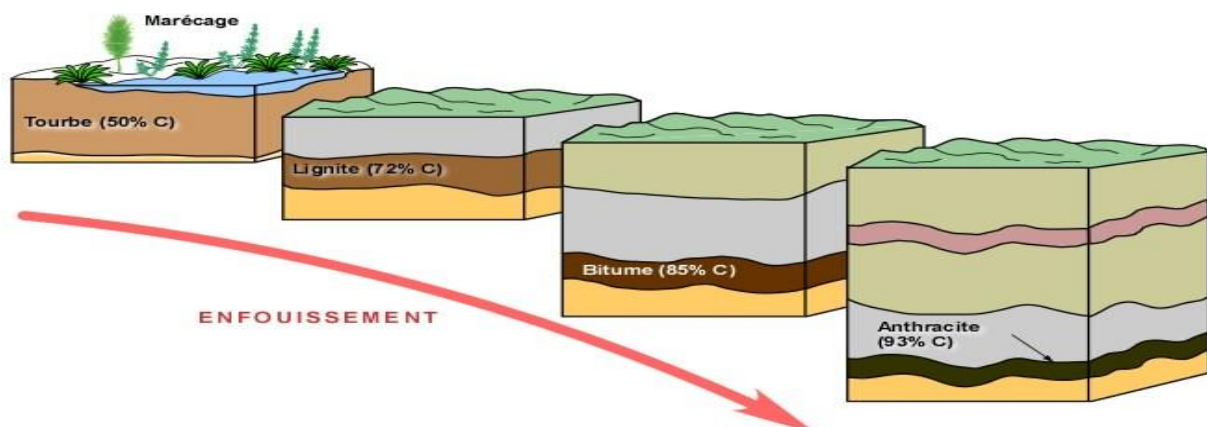
### I.3 Le charbon

On appelle charbon des roches sédimentaires d'origine organique contenant au moins 50% de carbone. Celles-ci résultent de la fossilisation d'éléments organiques végétaux. Ce processus se déroule sur plusieurs millions d'années. Tout d'abord les débris végétaux accumulés se



recouvrent de boue et de sable sous l'effet de la sédimentation. Cet enfouissement les met à l'abri et leur évite de se décomposer. Ensuite, en s'enfouissant plus profondément, la température augmente ce qui va entraîner leur transformation qui conduira plus tard au charbon. La qualité d'un charbon dépend de sa teneur en carbone, en éléments volatils (méthane, hydrogène...), en eau, en soufre et de son pouvoir calorifique c'est-à-dire l'énergie qu'il dégage lors de sa combustion. Les charbons issus de dépôts végétaux anciens sont plus durs, plus secs et riches en énergie. On distingue différents types de charbon : l'antracite composé à 95% de carbone pur, la houille composée d'environ 80% de carbone, le lignite contenant entre 65% et 75% de carbone et la tourbe contenant environ 55% de carbone (Berger, s. d.). L'antracite, la houille et le lignite sont destinés à la sidérurgie et aux chaudières qui produisent de la vapeur et de l'électricité, la tourbe, elle, est un mauvais combustible qui n'est plus beaucoup utilisé.

**Figure 01** : Les différentes étapes de formation de charbon.



**Source** : Pierre-André Bourque, planète terre, université laval, 1997/2004.

La phase où le dépôt contient 50% de carbone, on a la tourbe. Avec la poursuite de l'enfouissement, le dépôt se tasse, les volatils s'échappent et le carbone se concentre de plus en plus. A 72% de carbone, on a le lignite, à 85% le bitume, puis à 93% l'antracite, le charbon proprement dit.

## II. Le rôle de l'énergie fossile dans l'économie

L'émergence d'un mouvement de nationalisme énergétique est engendrée par des tensions sur les marchés des hydrocarbures combinés aux enjeux climatiques, tant dans les pays producteurs que dans les pays consommateurs. Energies phares, les hydrocarbures, dont les cours ont

progressivement augmenté au cours des cinq dernières années, apparaissent comme des activités principales sur lesquelles appuyer le développement de la puissance nationale (ATMANIA, 2015a).

Le changement climatique est l'un des plus grands défis de notre temps. Il est, toutefois, tout aussi important d'assurer l'accès à l'énergie pour promouvoir la qualité de vie et le développement économique. Il est donc essentiel de traiter cette question dans le cadre du programme de développement durable (Scott & Elzinga, s. d.).

Ces développements ont conduit à la supposition que nous en « avons fini » avec les combustibles fossiles dans le système énergétique, qu'il n'était plus nécessaire de développer de nouvelles ressources et que nous devons arrêter de les utiliser le plus rapidement possible.

Les combustibles fossiles représentent actuellement 80 % de la demande énergétique primaire dans le monde et le système énergétique est la source d'environ deux tiers des émissions mondiales de **CO<sub>2</sub>** (Scott & Elzinga, s. d.). Dans la mesure où le méthane et les autres émissions des polluants à courte durée sont très sous-estimés, la production et l'utilisation de l'énergie sont probablement la source d'une part des émissions encore plus importante. De plus, une grande partie des combustibles issus de la biomasse est actuellement utilisée pour le chauffage et la cuisson, ce qui est très inefficace et polluant, en particulier pour la qualité de l'air intérieur dans de nombreux pays moins développés. La biomasse renouvelable utilisée à cette fin est un problème pour le développement durable.

En d'autres termes, si la tendance actuelle se poursuit, si la part actuelle des combustibles fossiles reste inchangée et si la demande énergétique double d'ici à 2050, les émissions dépasseront de loin la quantité de carbone qui peut être émise si nous voulons limiter la hausse des températures moyennes à 2 °C, ce qui engendre de très lourdes conséquences sur le climat de la planète (Scott & Elzinga, s. d.).

Les énergies renouvelables ne peuvent pas être uniformément utilisées dans le système énergétique pour remplacer l'utilisation des combustibles fossiles, en particulier en raison des différences dans la capacité des sous-secteurs énergétiques à passer des combustibles fossiles aux énergies renouvelables. Par exemple, dans certaines applications industrielles comme la production de ciment et d'acier, les émissions viennent à la fois de l'utilisation de l'énergie et des procédés de production. Les technologies alternatives susceptibles de remplacer les techniques de production actuelles n'étant pas encore disponibles à l'échelle voulue, ces

technologies devraient continuer à être utilisées à court et à moyen termes. Dans certains cas, les techniques de **CSS** (Les techniques de séquestration et de stockage du carbone) peuvent apporter une solution compatible avec la demande actuelle et donner le temps nécessaire pour développer d'autres solutions.

À noter que les émissions de **CO<sub>2</sub>** ne sont pas la seule question devrait être traitée. On estime que la chaîne de valeur de ces combustibles dans la production et l'utilisation du gaz, du charbon et du pétrole émet 110 millions de tonnes de méthane par an. En tant que gaz à effet de serre, les émissions de méthane doivent être réduites de manière significative (Scott & Elzinga, s. d.). Le règlement de la question de l'énergie durable exige l'engagement du plus grand groupe de parties prenantes possible, sachant que nous ne pouvons ignorer l'impact des énergies fossiles sur l'environnement. De nombreux pays en développement ont des ressources importantes en combustibles fossiles inexploitées qu'ils comptent utiliser pour développer leur économie. Insister sur le fait qu'ils engendrent des coûts importants et leur interdire l'utilisation de ces ressources risquent de créer des tensions inutiles. L'argument est avancé selon lequel les pays développés ont bâti leur économie sur les combustibles fossiles et en sont toujours tributaires. Au lieu de se focaliser sur les énergies « non fossiles », il serait plus judicieux d'encourager tous les pays à utiliser les différentes ressources dont ils disposent (c'est-à-dire l'efficacité énergétique, les énergies renouvelables, les énergies fossiles durables), ce qui créerait une approche plus équilibrée.

Le développement des réseaux énergétiques intelligents, assorti de règles d'exploitation communes, offre une excellente occasion de renforcer les liens entre les technologies, ce qui favorise la pénétration de technologies moins génératrices de carbone et d'un bon rendement économique. Que nous le souhaitions ou non, les combustibles fossiles feront partie du système énergétique pendant les décennies à venir. Ils continueront d'être à la base du développement social et économique dans le monde. En ce sens, il est essentiel que nous ayons un débat ouvert et transparent sur leur rôle dans les systèmes énergétiques mondiaux afin d'élaborer des stratégies concrètes liées au climat. Il est particulièrement important d'associer les économies émergentes et les pays en développement dans le contexte de la vingt et unième Conférence des Parties (**COP21**, Conférence de Paris de 2015 sur les changements climatiques) de la Convention-cadre des Nations Unies sur les changements climatiques. Cela pourrait faire évoluer le rapport des forces politiques et encourager les gouvernements à signer un accord solide sur le climat à Paris (Farigoul, s. d.).

**III. Conséquences de l'énergie fossile sur l'économie**

Le principal problème de l'utilisation des énergies fossiles c'est qu'elles sont très polluantes, elles rejettent énormément de dioxyde de carbone dans l'atmosphère. Ce qui est en partie la cause du réchauffement climatique.

Au plan économique, la volatilité du prix du pétrole, qui se répercute sur ceux du gaz naturel, et leur récente envolée, liée partiellement aux fonds spéculatifs (**Hedge Funds**) affecte l'activité économique mondiale qui, de surcroît, connaît une forte récession depuis 2008. Elle pénalise particulièrement les pays pauvres, importateurs de ces matières premières, et accentue davantage les inégalités socio-économiques entre les régions. Elle souligne aussi la relative perte de vitesse de l'**OPEP** (Organisation des pays exportateurs de pétrole) pour contrôler les prix mondiaux des hydrocarbures liquides.

En ce qui concerne les énergies de stock, le volume des ressources géologiques est en rapport étroit avec les innovations technologiques possibles, les prix et les investissements. En ce sens, le volume des réserves prouvées commercialisables reste relativement élastique. Cependant, le progrès technologique peut aussi favoriser à terme d'autres filières énergétiques telles que le nucléaire (nouvelle génération de réacteurs de fission ou encore fusion nucléaire), l'hydrogène (comme combustible de piles) ou encore développer le potentiel des énergies renouvelables. Là encore l'incertitude règne....

Enfin, la question climatique constitue le grand enjeu du 21<sup>ème</sup> siècle. Depuis le Sommet "Planète-Terre" à Rio en 1992 jusqu'à la Conférence de Copenhague en 2009, l'idée de "développement soutenable" fait son chemin et a fini par être acceptée par une majorité de nations, mais pas toutes, loin de là ! Il ne s'agit ni plus ni moins d'arriver à concilier l'utilisation de l'énergie, le développement économique et la protection de l'environnement.

Cependant, les différences d'intérêts et de visions entre les nations (ou régions du monde) sont patentées. Mis à part l'Europe occidentale qui a pris la tête dans la lutte contre le réchauffement climatique et les Etats-Unis qui ont viré de bord et manifestent un intérêt non feint pour la question, aucune nation ne s'est engagée pleinement sur ce dossier. Certaines - les pays du Sud - sont franchement réticentes. Non sans raison, elles affirment que les pays de l'**OCDE** (Organisation de coopération et de développement économiques) sont responsables d'environ

60% des émissions de **GES** (gaz à effet de serre) et, par ailleurs, elles réclament leur droit au développement (Rousseau, 2010).

#### **IV. Contraintes et limites des énergies fossiles sur l'économie**

L'une de leurs caractéristiques principales est d'être très mal réparties sur la planète, ce qui est une source de tensions géopolitiques importante. En effet, si 80% des réserves de pétrole se trouve dans les 14 pays de l'**OPEP**, la quasi-totalité des réserves de charbon est concentrée dans seulement cinq pays (Chine, Afrique du Sud, Etats unis, Russie et Australie).

Les énergies fossiles ont divers avantages et inconvénients selon leurs natures (Calculeo, s. d.):

- Le charbon à l'avantage d'être assez bien réparti sur la planète et se trouve en très grande quantité. Parmi ses principaux inconvénients, il y a son coût d'exploitation très élevé et la pollution qu'il génère.
- Le pétrole, à l'instar du charbon, est disponible presque partout sur le globe, son rendement énergétique est très important, il permet de produire un grand nombre de produits dérivés (plastique, engrais, gaz méthane et propane, essence, etc.) dont l'humanité ne peut pas encore se passer. Parmi ses inconvénients majeurs, on peut citer le fait qu'il soit très polluant (pour l'exploitation et l'utilisation), que son prix ne cesse d'augmenter et qu'il soit à l'origine de nombreux conflits à travers le monde.
- Le gaz naturel, lui, est très facilement exploitable ; il est disponible en grande quantité, ne nécessite aucune transformation pour être utilisé et ne pollue pas énormément par rapport aux autres sources d'énergies fossiles. Son principal défaut est sa dangerosité (les explosions sont fréquentes aussi bien au niveau industriel que domestique).

#### **Section II : généralités sur les énergies renouvelables**

Les énergies renouvelables sont celles qui se produisent de manière continue, et qui sont inépuisables, à une échelle humaine : solaire, éolien, hydraulique, biomasse et géothermique.

Elles sont respectueuses de l'environnement, leurs effets sont infiniment mineurs par rapport à ceux des énergies conventionnels (combustibles fossiles, énergie nucléaire, etc.), et sont normalement réversibles.

**I. Historique des énergies renouvelables (ZEYNEB, 2014)**

Si le terme « énergie renouvelable » est relativement récent « apparition en 1970 », la totalité des énergies qu'existe depuis quasiment l'origine de la terre et leur utilisation par l'homme remonte à plusieurs centaines voire à plusieurs milliers d'années. La biomasse fut utilisée notamment pour se chauffer, et développer l'industrie des métaux. L'énergie thermique solaire fut mobilisée pour sécher les aliments, les céréales ou le foin. Les sources géothermales furent à l'origine de nombreuses implantation humaines. L'énergie éolienne fut utilisée par les civilisations égyptienne et minoenne pour propulsion des navires, l'énergie hydraulique fut utilisée en perse et dans l'empire romain il y a plus de deux millénaires

L'Europe du moyen âge redécouvrit les techniques et les utilisa à grande échelle (moulins à vent, moulins a marrée, moulins hydrauliques) pour moudre les céréales, pomper de l'eau, entrainer des martinets ou fabriquer du papier par exemple. Et avec le progrès des machines thermiques, les puissances croissantes demandées pas les concentrations industrielles et les impératifs de productivités allaient rendre obsolètes ces générateurs mécaniques à faible puissance.

Les réflexions engagées dans les pays développés quelque année avant le premier choc pétrolier firent toutefois prendre conscience à l'opinion que l'accroissement exponentiel de la consommation d'énergie fossile risquait d'engendrer, dans l'échelle de temps d'une vie humaine, les pénuries d'approvisionnement et conduire à des situations environnementales irréversibles du fait de saturation des mécanismes de restauration des équilibres naturelle. C'est dans tel conteste que l'étude et le développement de convertisseurs susceptibles de capter le potentiel des énergies provenant directement ou indirectement de l'énergie solaire et géothermique furent lancés ou réactivés. On leur donna pour l'occasion le nom énergies renouvelables et on les présenta comme étant une alternative à la domination hégémonique des source fossiles dans le bilan énergétique mondial.

**II. Définition**

Les énergies renouvelables désignent un ensemble de moyens de produire de l'énergie à partir de sources ou de ressources théoriquement illimitées, disponibles sans limite de temps ou reconstituables plus rapidement qu'elles ne sont consommées.

On parle généralement des énergies renouvelables par opposition aux énergies tirées des combustibles fossiles dont les stocks sont limités et non renouvelables à l'échelle du temps humain : charbon, pétrole, gaz naturel... Au contraire, les énergies renouvelables sont produites à partir de sources comme les rayons du soleil, ou le vent, qui sont théoriquement illimitées à l'échelle humaine.

Les énergies renouvelables sont également désignées par les termes « énergies vertes » ou « énergies propres ». Le faible impact environnemental de leur exploitation en fait un élément majeur des stratégies **RSE** (responsabilité sociale des entreprises) des entreprises en matière de développement durable (*Énergies renouvelables*, s. d.).

« Une énergie renouvelable est une énergie exploitée par l'homme, de telle manière que ses réserves ne s'épuisent pas. En d'autres termes, sa vitesse de formation doit être plus grande que sa vitesse d'utilisation » (*ATMANIA - 2015 - la stratégie d'implantation des énergies renouvelables.pdf*, s. d.).

Le caractère renouvelable d'une énergie dépend de la vitesse à laquelle la source se régénère, mais aussi de la vitesse à laquelle elle est consommée. Le pétrole ainsi que tous les combustibles ne sont pas des énergies renouvelables, les ressources étant consommées à une vitesse bien supérieure à la vitesse à laquelle ces ressources sont naturellement créées.

### **III. Les types des 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 :

#### **III.1 L'énergie solaire**

L'énergie solaire est l'énergie transmise par le Soleil sous la forme de lumière et de chaleur. Cette énergie est virtuellement inépuisable à l'échelle des temps humains, ce qui lui vaut d'être classée parmi les énergies renouvelables (même si le Soleil disparaîtra un jour).

L'énergie solaire peut être utilisée directement par l'Homme pour s'éclairer (fenêtres, puits de lumière), se chauffer et cuisiner (chauffe-eau solaire, four solaire) ou pour produire de l'électricité par l'intermédiaire de panneaux photovoltaïques.

Indirectement, l'énergie solaire est aussi la source de la plupart des énergies renouvelables et des hydrocarbures fossiles. Elle est en effet responsable de la mise en mouvement des masses d'eau (énergies marines) et d'air (énergie éolienne), du cycle de l'eau (énergie hydraulique) et de la photosynthèse (biomasse et hydrocarbures).

### **III.1.1 Les types d'énergie solaire**

Sur Terre, il existe différents types d'énergies solaires tout d'abord nous allons les citer et ensuite les expliquer :

#### **III.1.1.1 Energie solaire photovoltaïque**

Désigne l'énergie récupérée et transformée directement en électricité à partir de la lumière du soleil par des panneaux solaires photovoltaïques. L'effet photovoltaïque a été découvert en 1839 par Antoine Becquerel, grand père de Henri Becquerel qui découvrit en 1896 la radioactivité. Elle résulte de la conversion directe dans un semi-conducteur (le **silicium**, le **CdTe** Tellure de cadmium, l'**AsGa** Arséniure de gallium, le **CIS** Isomérisation cis-trans, etc.) des photons en électrons. L'énergie solaire photovoltaïque est également appelée énergie photovoltaïque (*Energie solaire*, s. d.).

#### **III.1.1.2 Energie solaire thermique**

Désigne l'énergie récupérée sous forme de chaleur à partir de la lumière du soleil. L'énergie solaire thermique peut être utilisée de façon passive ou active. On parle de solaire thermique passive pour les installations permettant de chauffer directement un bâtiment par ses surfaces vitrées (effet de serre) et/ou l'accumulation de chaleur sur des murs exposés au rayonnement solaire. Le solaire thermique active consiste à récupérer la chaleur du soleil dans des panneaux solaires ou capteurs solaires thermiques dans lesquels circule un fluide caloporteur.

Ce fluide chauffé dans les panneaux solaires peut stocker sa chaleur dans un ballon à accumulation qui alimente ensuite un circuit de chauffage (*Energie solaire*, s. d.).

#### **III.1.1.3 L'énergie éolien**

L'énergie éolienne est l'énergie renouvelable tirée du vent. Lorsque les éoliennes sont équipées d'un générateur électrique, on peut aussi les appeler des aérogénérateurs. Plusieurs de ceux-ci peuvent être regroupés sur un même site pour former un parc éolien.



L'énergie éolienne, sous la forme d'électricité produite par des aérogénérateurs sur les grands réseaux électriques interconnectés, est actuellement la source d'énergie primaire qui croît le plus rapidement dans le monde.

L'énergie éolienne est produite au moyen d'un dispositif aérogénérateur comme une éolienne ou un moulin à vent. L'énergie éolienne peut être utilisée de deux manières :

- La conservation de l'énergie mécanique : le vent est utilisé pour faire avancer un véhicule (navire à voile ou char à voile), pour pomper de l'eau (moulins de Majorque, éoliennes de pompage pour irriguer ou abreuver le bétail) ou pour faire tourner la meule d'un moulin.
- La transformation en énergie électrique : l'éolienne est couplée à un onduleur électrique pour fabriquer du courant continu ou alternatif. Il est relié à un réseau électrique ou bien fonctionne de manière autonome avec un générateur d'appoint (par exemple un groupe électrogène) ou une batterie.

D'autres emplois mineurs sont également faits à partir de l'énergie éolienne (*Définition de Energie éolienne, parc éolien - Lexique EDF ENR, s. d.*):

- Le pompage d'eau au moyen d'éoliennes multi-pales, encore très répandu dans les pays ou les zones agricoles ne disposant pas de réseau électrique dense
- La recharge de batteries pour fournir de l'électricité de base (éclairage, radio, petit poste de télévision) à une famille isolée, au moyen de petits aérogénérateurs, très répandue en Chine et en Mongolie.

### **III.2 Energie hydraulique**

L'énergie hydraulique est une énergie renouvelable très faiblement émettrice de gaz à effet de serre. Cette source d'énergie renouvelable exploite les mouvements de l'eau actionnés par le Soleil et la gravité à travers le cycle de l'eau, les marées et les courants marins.

Qu'elles utilisent les chutes d'eau naturelles (cascades) ou artificielles (barrages hydroélectriques), le débit des cours d'eau ou les courants marins (marée, circulation thermohaline, etc.), les centrales hydrauliques produisent de l'énergie mécanique convertie la plupart du temps en électricité (hydroélectricité).

Attestés dès l'Antiquité, les moulins à eau ont exploité cette énergie pour pomper l'eau, mouliner le grain ou encore actionner des marteaux-pilons. Leurs héritières modernes, les centrales

hydroélectriques, fournissent une électricité renouvelable en produisant peu de gaz à effet de serre (sauf dans le cas des régions tropicales, où la dégradation de matière organique produirait du méthane).

L'exploitation de l'énergie hydraulique a toutefois certains inconvénients, notamment en matière de continuité des cours d'eau. En effet, la création d'un barrage représente un obstacle pour la navigation, la migration des espèces aquatiques et le transfert de sédiments.

### **III.2.1 Les types de l'énergie hydraulique (ATMANIA, 2015a)**

- Energie des vagues : utilise la puissance du mouvement des vagues.
- Energie marémotrice : issue du mouvement de l'eau créé par les marées.
- Energie hydrolienne : les hydroliennes utilisent les courants sous-marins.
- Energie thermique des mers : produite en exploitant la différence de température entre les eaux superficielles et les eaux profondes des océans.
- Energie osmotique : la diffusion ionique provoquée par l'arrivée d'eau douce dans l'eau salée de la mer est source d'énergie.

### **III.3 Energie géométrique**

La géothermie (mot issu du grec « gê » = terre et « thermos » = chaud) consiste à extraire l'énergie gratuite contenue dans le sol sans cesse régénéré par le rayonnement solaire, la pluie, le vent pour l'utiliser comme source froide pour le chauffage par pompe à chaleur, soit sous forme d'eau chaude utilisée pour chauffer directement des habitations, ou encore sous forme de vapeur pour produire de l'électricité.

Le principe de la géothermie basse énergie est d'utiliser les réservoirs d'eau chaude sous terre pour récupérer une partie de cette chaleur. Elle peut être utilisée directement pour le chauffage ou quand l'eau est suffisamment chaude, pour la production d'électricité. L'eau chaude géothermique était déjà utilisée dans l'Antiquité, en Chine, au Japon et à Rome, pour les lavages, les bains et ses vertus thérapeutiques. Les Romains l'utilisaient même pour chauffer les parois et les planchers de leurs maisons.

En ce qui concerne la géothermie très basse énergie ou de surface (pompe à chaleur) ce n'est qu'au début du siècle que les premières expériences furent tentées. Ce n'est que dans les années 1970 qu'aux États-Unis et au Canada les premières maisons furent équipées de ce système. En Europe il a fallu attendre le début des années 80 pour voir apparaître quelques installations de

pompe à chaleur pour chauffer et produire de l'eau chaude sanitaire, depuis bien sûr compte tenu des incitations fiscales, du prix les énergies fossiles telles que le fioul, le gaz, etc., cette technologie a le vent en poupe ces dernières années (*En quelques mots*, 2020).

- **On distingue trois types de géothermie : la haute, la moyenne, la basse et la très basse énergie** (Coline, 2020)

**Figure 02** : Les types de géothermie.

	Température	Profondeur	Cibles	Méthodes
Géothermie très basse énergie	Moins de 30 °C	10 à 2 005 m	Maisons individuelles, immeubles, centres commerciaux.	Réseaux horizontaux, sondes verticales, captage de l'eau des nappes. Avec appui pompes à chaleur.
Géothermie profonde basse énergie	Entre 30 et 90 °C	Entre 200 et 25 005 m	Quartiers, parcs industriels.	Doublets (2 forages verticaux dans aquifères).
Géothermie haute énergie	Plus de 150 °C	Entre 1 500 m et 50 005 m	Usines de production d'électricité.	Forages profonds dans aquifères – ou injection d'eau dans roches profondes.

**Source** : planète énergie.

Selon la **figure N°02** on distingue : en dessous de 30°C, il s'agit de la géothermie de très basse énergie, implémentée au niveau des habitations unifamiliales, et qui nécessite une énergie d'appoint (électricité généralement) pour le fonctionnement de la pompe à chaleur. entre 30 et 90°C, on parle de la géothermie de basse énergie, qui permet la mise en œuvre de réseaux de chaleur, ou peut être utilisée dans des processus industriels (séchage des grains, horticulture, pisciculture). au-delà 90°C, nous sommes en présence de géothermie de moyenne et de haute énergie, qui permet la production d'électricité par le forage profonds dans aquifères.

### III.4 La biomasse énergie

Dans le domaine de l'énergie, le terme de biomasse regroupe l'ensemble des matières organiques pouvant devenir des sources d'énergie. Elles peuvent être utilisées soit directement (bois énergie), soit après une \*méthanisation de la matière organique (biogaz) ou de nouvelles transformations chimiques (biocarburant). Elles peuvent aussi être utilisées pour le compostage. Issue des forêts et/ou de l'agriculture la biomasse représente un potentiel énergétique important et donc une alternative réaliste aux énergies fossiles. L'énergie tirée de la biomasse peut dans la plupart des cas être considérée comme une énergie renouvelable.

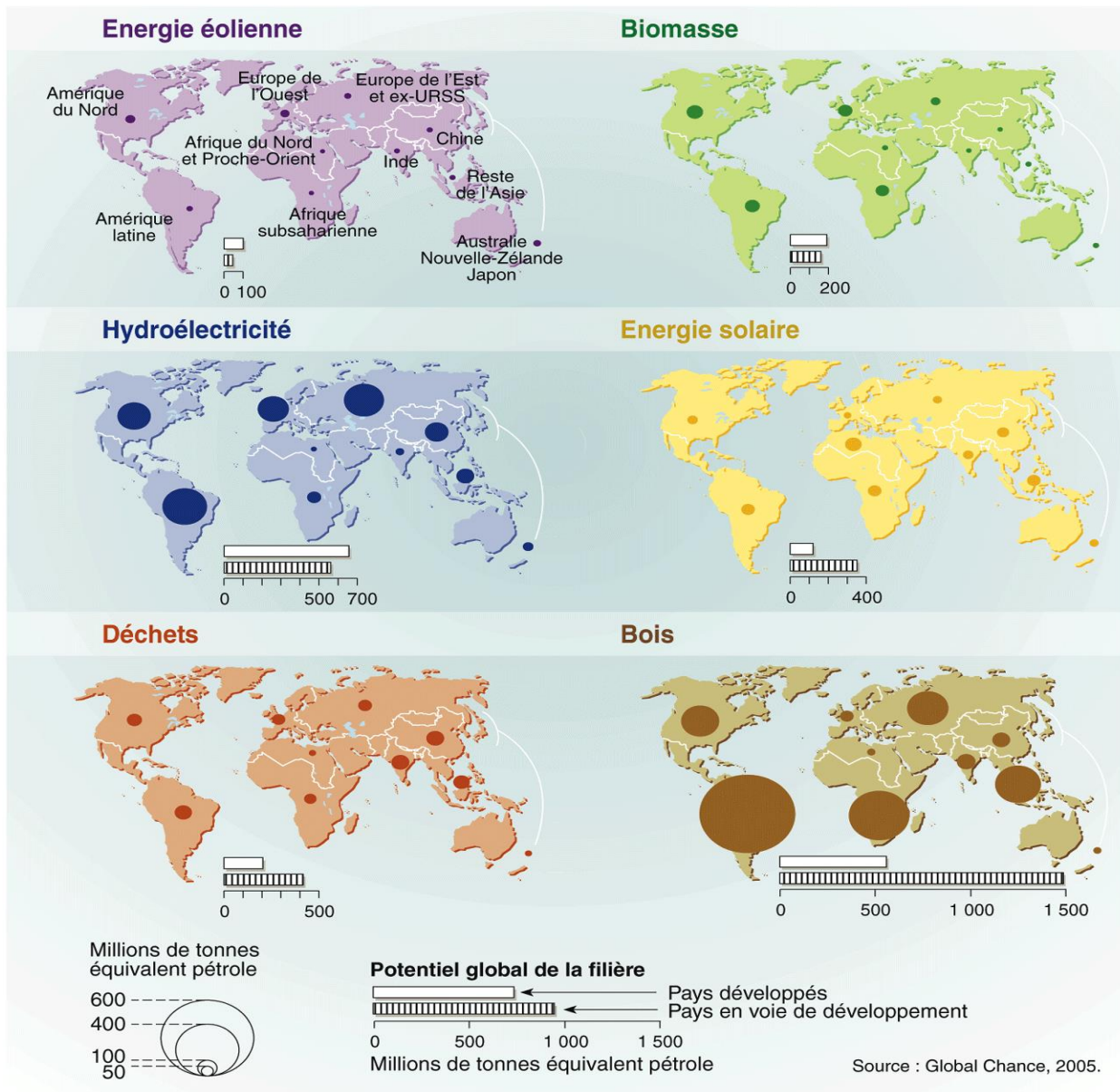
**III.4.1 Les constituantes et les catégories de la biomasse (*La Biomasse*, 2009)**

- **La biomasse lignocellulosique, ou lignine** : le bois, les résidus verts, la paille, l'osier, le roseau, la bagasse (résidus ligneux de la canne à sucre) et le fourrage.
- **La biomasse oléagineuse, riche en lipides** : colza, palmier à huile, etc.
- **La biomasse à glucide** : les céréales, les betteraves sucrières et les cannes à sucre que l'on peut facilement liquéfier.
- **La biomasse à glucide** : les céréales, les betteraves sucrières et les cannes à sucre que l'on peut facilement liquéfier.

**IV. Energies renouvelables, potentialités et limites (Dessus, 2006)**

Les énergies renouvelables (**ER**) sont de plus en plus utilisées. Energie éolienne ou solaire, chaudières à bois modernes, chauffe-eau solaires, biocarburants, maisons bioclimatiques existent sur le marché à des prix souvent compétitifs.

Figure 03 : Potentiel des ER mondial pour 2020.

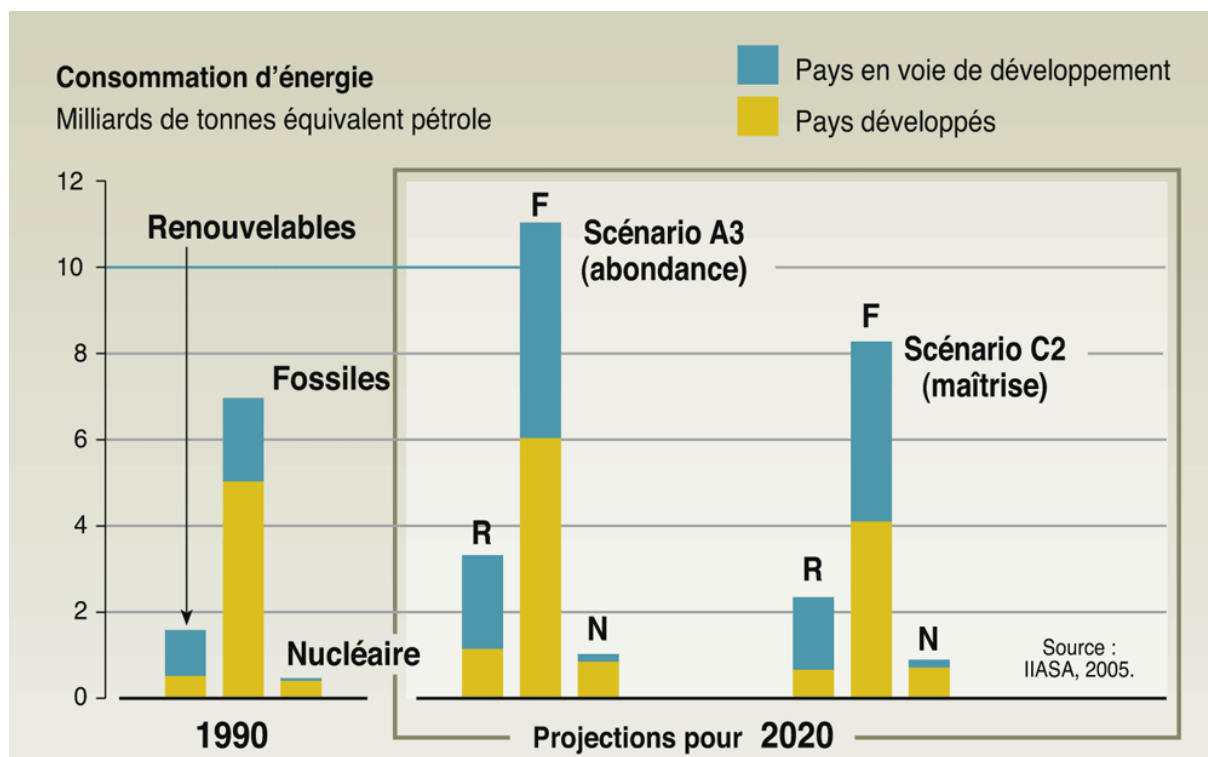


Source : global chance,2005.

Presque tous les scénarios des énergéticiens affichent des projections mondiales très favorables aux ER, entre 2 500 et 3 300 Mtep (millions de tonnes équivalent pétrole) en 2020, bien plus que le pétrole d’aujourd’hui. C’est le cas des scénarios de l’International Institute for Applied Systems Analysis (IIASA), qui font autorité. Mais la mobilisation des nouvelles ressources renouvelables qu’ils proposent dans les pays en voie de développement (PVD) (760 Mtep) en 2020 est trois fois plus importante que dans les pays du Nord (175 Mtep, à peine 20 % des ressources qu’ils pourraient mobiliser). Dissymétrie d’autant plus forte que les ER sont nettement plus faciles à promouvoir au Nord qu’au Sud. Elles peuvent en effet y remplacer les énergies fossiles déjà utilisées en répondant à une demande existante et solvable, alors qu’au

Sud leur pénétration implique une demande supplémentaire solvable d'énergie. L'exemple de l'énergie solaire, dite photovoltaïque (PV), est tout à fait éclairant. Qui n'a pas entendu proposer la solution miracle du « photovoltaïque hors réseau » pour remédier à la situation insupportable des 2 milliards d'habitants du tiers-monde ne disposant pas d'électricité ? Depuis vingt ans, avec force subventions, 500 000 habitants des PVD ont pu s'éclairer et écouter la radio, grâce au photovoltaïque.

Figure 04 : consommation d'énergie en milliards de tonnes.



Source : Institut international pour l'analyse des systèmes appliqués

Mais 1,9 milliard d'autres manquent toujours d'électricité : en multipliant par 100 le rythme actuel, il faudrait au moins 400 ans pour les satisfaire. Quand on sait que l'électricité PV hors réseau coûte 3 à 5 fois plus cher que son concurrent le diesel et que, dans ce coût, le panneau photovoltaïque ne représente déjà plus que 20 %, on voit bien que le PV ne deviendra pas compétitif à moyen terme. Sauf si le fuel atteignait 150 ou 200 dollars le baril, ruinant tout espoir de développement des PVD. Il n'y a donc pas de marché autre que très subventionné pour le PV hors réseau. Même chose pour l'économie de CO2, qui ne pourrait, au mieux, financer que 20 % d'un investissement lui-même 5 fois trop élevé. De ce fait, il n'est pas sérieux de laisser croire que le PV hors réseau va sauver les peuples du sous-développement. Il est déjà possible d'apporter l'énergie nécessaire autrement, tout de suite, pour moins cher. Mais il est

évidemment intéressant pour les industriels et les gouvernements des pays industrialisés de faire financer, avec la bénédiction de l'opinion publique, leur recherche dans ce domaine par l'aide au développement.

Figure 05 : La production d'électricité dans le monde.

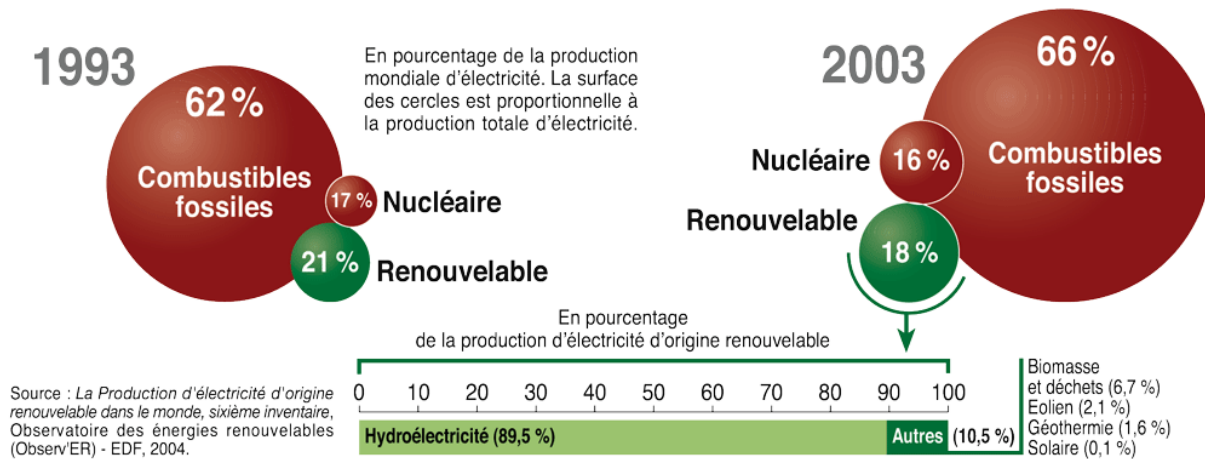
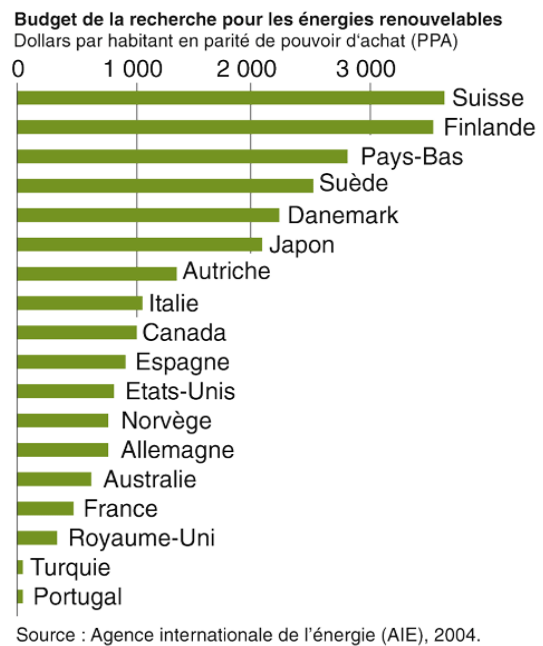


Figure 06 : budget de la recherche pour les énergies renouvelables.

Tout se passe comme si les pays du Nord, inquiets des émissions de gaz à effet de serre, proposaient un recours massif aux énergies renouvelables, sauf chez eux, alors qu'ils y disposent des marchés principaux, des capacités financières, techniques et industrielles indispensables. Si l'on veut que les énergies renouvelables jouent le rôle significatif qu'elles peuvent jouer, il faudrait :

– que la maîtrise des consommations d'énergie devienne partout une vraie priorité. Car si la consommation continue à dérapier, aucune solution de production, renouvelable ou pas, ne sera suffisamment et rapidement efficace pour nous éviter la catastrophe climatique.

– que les pays riches se décident enfin à exploiter le potentiel important dont ils disposent dans ce domaine et laissent un accès à un pétrole pas trop cher pour les PVD, plutôt que de les entraîner dans des politiques souvent inadaptées à leurs besoins à court terme. Certains, comme



l'Allemagne, l'ont compris, en mettant en place de grands programmes éoliens et photovoltaïques sur leur réseau. D'autres, en particulier la France, freinent des quatre fers.

– qu'on aide les pays du Sud possédant des ressources importantes en biomasse, en hydraulique et en thermique solaire à mobiliser leurs propres moyens de recherche et développement et d'industrialisation sur des projets d'utilisation rationnelle de ces ressources, à haute valeur ajoutée locale

## **V. Les avantages et les inconvénients des énergies renouvelable (*Quels sont les avantages et inconvénients des énergies renouvelables ?*, 2018)**

Malgré les nombreux avantages qu'elles apportent, les énergies renouvelables ont aussi quelques défauts à ne pas négliger :

### **V.1 Les avantages des énergies renouvelables**

Les avantages des énergies renouvelables sont nombreux, car ces dernières sont en général propres, sûres et surtout, elles existent en quantité illimitée (contrairement aux énergies fossiles).

- ❖ **Sûreté** : En les utilisant en majorité, on retrouverait une stabilité climatique, économique, environnementale et sociale surtout en développant de grandes centrales thermiques. La sûreté est l'un des avantages principaux, car il existe de très faibles risques d'accident.
- ❖ **Peu de déchets** : Elles génèrent également peu de déchets, et ces déchets sont parfois recyclables.
- ❖ **La décentralisation** des énergies renouvelables est aussi un facteur positif très important pour développer certains territoires et le développement local. Le marché du travail concernant ces énergies représente presque un million deux cent mille emplois surtout dans le photovoltaïque, l'éolien et la biomasse. Ces énergies respectent l'environnement pendant leur fabrication, leur fonctionnement et lors de leur fin de vie, au moment de leur démantèlement.

### **V.2 Les inconvénients des énergies renouvelables**

- ❖ Leur disponibilité dépend du climat. Pour celles fonctionnant au solaire, il n'est possible d'utiliser que 50 % de leur capacité réelle dans les zones équatoriales et encore moins à



cause de la disparition du soleil pendant plusieurs mois dans les pôles. En outre, quand le ciel est nuageux, le rayonnement solaire est moindre. Lors de périodes anticycloniques, il n'y a pas de vent. Cette énergie n'est pas très stable.

- ❖ La responsabilité sur le réchauffement climatique des énergies renouvelables est un inconvénient majeur. Elles sont souvent présentées et admises pour justement résoudre ce problème, mais pour que ce soit réel, il faudrait diminuer considérablement la consommation des énergies fossiles comme le pétrole, le charbon ou le gaz et mieux maîtriser l'énergie renouvelable pour l'économiser davantage.
- ❖ L'impact visuel sur le paysage est à prendre en compte surtout lors de constructions de grandes centrales solaires ou de champs d'éoliennes. Ces productions décentralisées aideraient à diminuer le nombre de lignes à haute tension. Elles restent donc une pollution pour la faune. De plus, les expériences menées déjà dans certains pays montrent qu'elles aident à l'accroissement de ces mêmes lignes.
- ❖ Les problèmes majeurs pour la faune sont les barrages hydroélectriques, car ils inondent des vallées entières et ont un fort impact négatif sur l'écosystème. Les poissons migrent difficilement vers leurs lieux de reproduction - même si des passes à poissons ont été construites. Les éoliennes sont un danger pour les oiseaux et les chauves-souris.

Dans l'approvisionnement énergétique de la société, il est important d'équilibrer trois facteurs

- La compétitivité,
- La sécurité d'approvisionnement,
- L'environnement et le climat.

Aucune source d'énergie unique n'est parfaite selon ces trois angles. Voyons ci-dessous les principaux avantages et inconvénients des différentes sources d'énergies.

#### ❖ **Avantages et inconvénients de l'énergie éolienne**

##### **Avantages**

- L'énergie éolienne ne libère aucun dioxyde de carbone au cours de son cycle de vie.
- Il n'y a pas besoin de carburant.

### **Inconvénients**

- Affecte le paysage environnant et cause du bruit
- Dépendant du vent
- Des coûts d'investissement énormes

### **❖ Avantages et inconvénients de l'énergie hydraulique**

#### **Avantages**

- L'énergie hydroélectrique n'entraîne généralement aucun impact climatique ou environnemental.
- Fournit une génération d'électricité stable et à grande échelle.
- Fonctionne comme puissance de régulation.
- Il n'y a pas besoin de carburant.
- Les centrales hydroélectriques ont une longue durée de vie économique.

#### **Inconvénients**

- Les centrales hydroélectriques impliquent une ingérence majeure dans le paysage et affectent les écosystèmes.
- De grands investissements sont nécessaires pour construire une centrale hydroélectrique.

### **❖ Avantages et inconvénients de l'énergie solaire**

#### **Avantages**

- L'énergie solaire a diminué ses coûts, grâce à son soutien public élevé et ses faibles émissions de carbone.
- Combinée au stockage d'énergie et aux solutions logicielles intelligentes, l'énergie solaire devient une source d'énergie fiable et moins coûteuse.
- Une ressource illimitée, contrairement aux combustibles fossiles.
- Les systèmes solaires sont faciles à installer et nécessitent très peu de maintenance.
- Les systèmes de cellules solaires ont une longue durée de vie – environ 25 ans.

#### **Inconvénients**

- L'énergie solaire est une bataille d'énergie intermittente – la production d'électricité dépend du soleil brillant.
- Elle est encore coûteuse, malgré la diminution de son coût ces dernières années.
- La lumière du soleil varie selon l'endroit et la saison. Les prévisions sont plus incertaines que les combustibles fossiles (mais meilleures que celles du vent).
- Combinaison non réglable et faible entre la production et la demande – le soleil produit plus en été, alors que l'électricité est plus nécessaire en hiver.

### **❖ Avantages et inconvénients de la biomasse**

#### **Avantages**

- La biomasse est une source d'énergie stable avec des actifs géographiquement bien diversifiés et peu de risques politiques.
- En utilisant la biomasse dans la production d'électricité au lieu des combustibles fossiles, les émissions de **CO2** sont considérablement réduites.
- Si la biomasse est bien manipulée, elle est neutre en carbone à long terme.

#### **Inconvénients**

- Livraison de plus grands volumes difficile à sécuriser
- L'utilisation de la biomasse pour produire de l'électricité est actuellement plus coûteuse que l'utilisation de sources d'énergie telles que le charbon, le gaz et l'énergie nucléaire.

**Conclusion**

Les énergies renouvelables représentent une grande partie de notre avenir énergétique. Elles permettent le développement futur et sont une solution de nos problèmes énergétiques et environnementaux. Il y a plusieurs énergies renouvelables qui existent mais sont peu utilisées par l'Homme car elles ont un coût élevé. Leur création est dû aux changements climatiques et à la pollution et aux gaz échappés des industries. Elles ont des avantages propres à elles : elles sont inépuisables, respectueuses de l'environnement (aucuns déchets rejetés dans la nature) comparées aux énergies fossiles comme le charbon ou le pétrole. Elles aident aussi à lutter contre l'effet de serre et la pollution atmosphérique. Elles sont aussi source d'emplois. Un argument permet de parler plus des énergies renouvelables, c'est l'épuisement des énergies fossiles (charbon, pétrole).

De nos jours, il est impossible de se passer des énergies, nous les utilisons dans notre quotidien et nous en sommes totalement dépendant : voitures, électroménagers, chauffage.

***CHAPITRE II : LES ENERGIES  
RENOUVELABLES EN ALGERIE***

**Introduction**

Dix-septième producteur mondial de pétrole et troisième en Afrique (derrière l'Angola et le Nigeria) (*Statistical Review of World Energy | Energy Economics | Home*, s. d.) et neuvième producteur mondial de gaz naturel (Erwin, 2018) et leader en Afrique, l'Algérie, 58 ans après son indépendance, reste prisonnière d'une économie de rente.

L'Algérie s'est engagée sur la voie des énergies renouvelables afin d'apporter des solutions globales et durables aux défis environnementaux et aux problématiques de préservation des ressources énergétiques d'origine fossile à travers le lancement d'un programme ambitieux pour le développement des énergies renouvelables qui a été adopté par le Gouvernement. Grâce à la combinaison des initiatives et des intelligences, l'Algérie s'engage dans une nouvelle ère énergétique durable.

Le programme des énergies renouvelables actualisé consiste à installer une puissance d'origine renouvelable de l'ordre de 22 000 **MW** (mégawatt) à l'horizon 2030 (*Ministère de l'Énergie | Algérie*, s. d.-a) pour le marché national, avec le maintien de l'option de l'exportation comme objectif stratégique, si les conditions du marché le permettent.

Le programme d'efficacité énergétique actualisé vise à réaliser des économies d'énergies à l'horizon 2030 de l'ordre de 63 millions de **TEP** (Tonne d'équivalent pétrole), pour l'ensemble des secteurs (bâtiment et éclairage public, transport, industrie) et ce, en introduisant l'éclairage performant, l'isolation thermique et les chauffe-eaux solaires, les carburants propres, et les équipements industriels performants.

Le programme de l'efficacité énergétique permettra de réduire les émissions de **CO2** de 193 millions de tonnes (*Ministère de l'Énergie | Algérie*, s. d.-a).

## **Section I : État des lieux de la situation énergétique en Algérie**

Avec le développement industriel et technologique, ainsi que la croissance démographique, les demandes énergétiques suivent une croissance exponentielle, entraînant avec ceci une augmentation des émissions des substances polluantes vu qu'une grande partie de cette énergie est les hydrocarbures. Le fait que nos principales sources d'énergies ne sont pas renouvelables et polluantes, l'Algérie doit trouver une nouvelle stratégie énergétique qui réduit notre consommation en énergies fossiles tout en nous dirigeant vers des nouvelles sources d'énergies renouvelables.

### **I. La problématique du réchauffement climatique**

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, elles sont impliquées 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 visibles. L'utilisation de l'énergie a aussi un impact sur la santé.

L'accord de Paris, adopté par la **COP21** s'est fixé des objectifs plus ambitieux encore que celui du plafond de hausse de deux degrés Celsius des températures moyennes mondiales établi à Copenhague en 2009. En effet, ses 196 signataires se sont mis d'accord pour maintenir ce plafond d'ici 2100 et pour poursuivre leurs efforts afin de tenter de limiter cette hausse à moins de 1,5 degré Celsius. Sachant que la hausse de température déjà constatée depuis 1750 s'élève à 0,89 degré Celsius, cela ne laisse à la communauté internationale, si elle veut réaliser ses engagements, que de se lancer dans une transition énergétique d'ampleur (Berg, 2016).

Dans cette section, nous présentons quelques obstacles au développement de la consommation énergétique pour ce qui concerne la protection de l'environnement liée à l'utilisation des différentes énergies notamment fossiles. Cette liste des obstacles n'est certes pas exhaustive, cependant, elle représente les problèmes principaux auxquels nous serons confrontés à l'avenir.

**I.1 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.

On compare souvent l'effet de serre à une voiture aux fenêtres fermées au beau milieu d'une après-midi d'été ensoleillée. Les fenêtres laissent passer le rayonnement solaire, mais le verre reste quasiment opaque au rayonnement émis par l'intérieur de la voiture. La chaleur reste donc piégée. Par analogie, les gaz à effet de serre présents dans l'atmosphère jouent le même rôle que le verre : ils laissent passer la lumière visible mais restent plutôt opaque aux infrarouges. S'ils existent en trop grandes quantités, la Terre se réchauffe progressivement.

Les écologistes sont arrivés à convaincre les divers gouvernements de l'existence d'une relation positive entre l'émission de **CO<sub>2</sub>** 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/m<sup>2</sup>. Depuis le début de l'ère préindustrielle, l'effet de serre a augmenté de 2,45w/m<sup>2</sup>, 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 (Faiza, 2012).

**I.2 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 termes de pollution et de modification de celui-ci.

L'extraction du pétrole et du gaz ainsi que le charbon sont rarement pures lors de leur extraction et 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  $\text{CO}_2$  (Faiza, 2012). 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. La pollution locale est particulièrement aiguë à l'intérieur et à proximité des zones urbaines de nombreux pays en développement. À 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.

Ces combustibles utilisent l'oxygène de l'air, et comme ce dernier contient de l'azote, on peut, dans certaines conditions de combustion, former des oxydes d'azote ( $\text{NO}_x$ ). Les transports dépendent presque essentiellement du pétrole, la combustion de l'essence ou du diesel dans les moteurs à explosion libère du gaz carbonique qui contribue à accroître l'effet de serre, ainsi que les polluants atmosphériques. Parmi les polluants émis par les transports, on trouve :

- \* L'oxyde de carbone ( $\text{CO}$ ).
- \* Les oxydes et le dioxyde d'azote ( $\text{NO}$  et  $\text{NO}_2$ )
- \* L'ozone ( $\text{O}_3$ )
- \* Le dioxyde de soufre ( $\text{SO}_2$ )
- \* Les particules (fumées noires, particules en suspension...).

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 (Programme des Nations unies pour l'environnement).

### **I.3 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. Cependant, 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 réchauffement de la Terre est en grande partie dû à l'augmentation des gaz dans l'atmosphère. Cette augmentation a été créée par l'activité humaine et surtout depuis le siècle dernier. On a beaucoup utilisé les énergies, surtout les énergies fossiles, qui ont produit énormément de gaz, principalement du **CO<sub>2</sub>**, à 65%, mais aussi d'autres gaz, comme le méthane **CH<sub>4</sub>**, à 20%, et de la vapeur d'eau. L'ozone **O<sub>3</sub>** est aussi un gaz qui augmente l'effet de serre, tout comme le protoxyde d'azote **N<sub>2</sub>O**.

Il faut aussi considérer d'autres causes possibles de ce changement climatique. 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. Noter aussi que 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 a 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 l'homme, il faut adopter des mesures globales et prendre dès aujourd'hui des mesures préventives raisonnables.

Avec ces émissions de gaz à effet de serre, l'homme a modifié le climat, comme si le Soleil avait augmenté sa puissance de 1%. L'homme émet le plus de gaz dans le secteur du transport, avec 26%. Il produit aussi des gaz à effet de serre avec l'industrie, 22% et le bâtiment, 20%. Le reste, c'est créé par l'agriculture, 19%, les énergies, 11% et les déchets, 2% (*Les Energies Fossiles et le Réchauffement Climatique.*, s. d.).

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 :

**\* Des mesures pour limiter le transport automobile individuel et les véhicules polluants**

**Objectif** : limiter les émissions de **CO2** liées à la sur-utilisation de la voiture

Le transport en Algérie représente la deuxième source de **GES** après l'industrie énergétique (OULEBSIR, 2018). Mais contrairement à ce que l'on entend souvent, ce n'est pas le transport aérien ou le transport maritime qui posent le plus problème mais bien le transport routier, et en particulier le transport automobile individuel.

**Comment** : en décourageant l'usage de la voiture et en créant un **report modal**

Pour limiter la pollution générée par les véhicules individuels, plusieurs choses peuvent-être mises en place. D'abord, il faudrait inciter les citoyens à moins prendre leur voiture. Les mesures les plus efficaces sont souvent les mesures financières : à Londres par exemple, les automobilistes doivent payer une taxe à chaque fois qu'ils prennent leur voiture dans le centre-ville. Forcément, cela encourage les individus à choisir d'autres modes de transport comme les transports en commun. Selon la même idée, une "**taxe carbone**" serait efficace pour pousser les citoyens à moins rouler. Dans d'autres villes, on a mis en place les transports en commun gratuits. En bref, l'idée est de combiner les mesures destinées à décourager au maximum le transport individuel en voiture et d'offrir des alternatives : vélo, covoiturage, télétravail, transports en commun. C'est ce qu'on appelle le report modal.

L'autre mesure, complémentaire, c'est d'encourager des véhicules plus propres, notamment de plus petits véhicules, plus légers, qui consomment moins de carburant (jusqu'à 2L/100).

**Pourquoi ça coince** : tout le système dépend de la voiture

La difficulté avec ces mesures est véritablement culturelle et systémique. Tout notre système social et économique a été conçu pour tourner autour de l'usage de la voiture. On habite loin de son travail, souvent dans des banlieues résidentielles éloignées et il faut donc prendre sa voiture pour tout : les courses, le travail, l'école...

**Les autres mesures complémentaires** : encourager via des incitatifs financiers le passage à des véhicules moins polluants comme le véhicule électrique, même si c'est loin d'être une solution

Idéale, mais aussi bien sûr limiter le transport en avion, grâce à des taxes plus élevées par exemple.

**\* Mettre en place un grand plan de rénovation des bâtiments et d'efficacité énergétique**

**Objectif :** réduire les gaspillages énergétiques

En Algérie, l'industries énergétiques et l'industries manufacturières et construction représente les deux autres sources d'émission de **GES** (OULEBSIR, 2018). L'électricité, le gaz et le fioul que l'on utilise pour les chauffages ou l'alimentions des appareils ménagers représentent environ un quart des émissions de **CO2** du pays. Sauf qu'une grande partie de cette énergie est gaspillée car nos logements sont mal isolés ou mal conçus.

**Comment :** la rénovation énergétique

On pourrait donc largement limiter cet impact en commençant par rénover l'ensemble des bâtiments du pays, notamment grâce à une meilleure isolation et à l'optimisation énergétique et l'efficacité énergétique. Selon les estimations, un logement rénové peut consommer jusqu'à 50% d'énergie en moins par rapport à un logement mal isolé.

**\* La transition vers des énergies décarbonées**

**Objectif :** produire une énergie moins polluante

Pour limiter les émissions de gaz à effet de serre, il est aussi nécessaire d'être capable de produire de l'électricité à partir de sources moins polluantes : les énergies décarbonées. En effet, aujourd'hui dans le monde la majeure partie de l'électricité est produite à partir de charbon, très émetteur de **CO2**. Pourtant, il existe plusieurs sources d'énergies qui émettent peu de **CO2** : les énergies éoliennes, solaires ou l'hydraulique, ou encore le nucléaire.

**Comment :** un mix électrique décarboné

Un peu partout dans le monde des politiques de [transition énergétique](#) sont déjà en cours de mise en place et tentent de passer à des énergies moins carbonées : fermeture des centrales à charbon, transition vers les énergies renouvelables...

**\* De vraies réglementations sur la déforestation**

**Objectif** : préserver l'un des boucliers de la planète contre le réchauffement climatique

La forêt est (avec l'océan) l'un des principaux boucliers de la planète contre le réchauffement climatique car elle absorbe une partie du **CO2** que nous émettons. De ce fait, en détruisant des arbres, on amoindrit la capacité de la planète à stocker le **CO2**, et donc par extension, on contribue au réchauffement. Résultat : la déforestation, représente l'équivalent de 13% des émissions de **CO2** mondiales (Clément, 2018).

**II. Forte dépendance à l'égard des hydrocarbures**

Tournant majeur dans l'histoire de l'Algérie indépendante, la nationalisation des hydrocarbures en 1971 devait à la fois répondre au besoin de recouvrer la dépendance du pays sur ses richesses naturelles, mais aussi d'ouvrir la voie à l'édification d'une économie prospère, diversifiée et moins tributaire de l'étranger. Près d'un demi-siècle après, le bilan et les perspectives économiques à adosser à cette longue séquence historique ne renvoient qu'aux ratages de développement, à la gabegie et à la corruption, mais aussi et surtout, au spectre d'un scénario à la vénézuélienne, où faute de dépendance à la rente du pétrole et du gaz, le pays risque de se voir à nouveau otage de créanciers extérieurs et d'institutions financières internationales.

Le retour à l'endettement externe dès cette année, après plus d'une décennie de pétrole cher, est, en effet, déjà acté à travers la loi de finances en vigueur, alors que le pays demeure plus que jamais mono-exportateur et continue à vouer le peu d'épargne en devises dont il dispose encore à la couverture de ses immenses besoins à l'importation. Au bout d'à peine cinq années de mauvaise conjoncture pétrolière, le matelas de devises accumulé par l'Algérie durant plus d'une décennie, gage de sa solvabilité extérieure et de son pouvoir d'achat à l'international, s'est amoindri de plus de 130 milliards de dollars sans avoir induit le moindre progrès perceptible en termes de diversification économique et de réel bien-être social.

De 62 milliards de dollars actuellement, contre 194 milliards en 2014, l'encours des réserves de changes officielles de l'Algérie devra continuer à fondre pour ne représenter, d'ici à 2022, que l'équivalent de quelques mois d'importation, ce qui ouvrira dès lors la voie aux scénarii de cessation de paiement et d'ajustement structurel semblables à ceux des années 1990.

Le risque d'un tel retour aux conditionnalités et aux cures sévères d'institutions internationales comme le **FMI** (Fonds monétaire international) est aujourd'hui d'autant plus réel que l'Algérie

continue à importer l'essentiel de ses besoins de l'étranger pour une facture globale, difficilement compressible, de plus de 40 milliards de dollars en moyenne annuelle.

Et alors qu'elle tire près de 95% de ses revenus de ses seules exportations de pétrole et de gaz, l'instabilité durable des cours pétroliers mondiaux, conjuguée à un endettement interne rendu effrayant par le financement non conventionnel, risque de provoquer, encore plus vite que prévu, une **“crise de trésorerie”** similaire à celle de 2017, où l'État se disait même incapable d'assurer les salaires de ses fonctionnaires, décidant dès lors d'actionner **“la planche à billets”**.

Des ressources budgétaires étroitement tributaires d'une fiscalité pétrolière aléatoire, un appareil productif chétif et non compétitif, dont les besoins d'équipement et d'intrants dépendent de l'importation, elle-même dépendante de la rente du pétrole ; telle est en définitive l'impasse dans laquelle se trouvent sempiternellement le pays et son économie, malgré plusieurs années d'aisance financière passée et après près d'un demi-siècle de souveraineté recouvrée et exercée pleinement sur les richesses de son sol et de son sous-sol. Telle est, également, l'infortune fatale d'une dépendance entretenue à la rente des hydrocarbures et, surtout, la conséquence funeste de plusieurs décennies de mauvaise gouvernance politique (REZOUAL, 2020).

### **III. La stratégie de l'Algérie face à l'épuisement des réserves**

L'Algérie est un pays qui se base essentiellement sur les énergies fossiles tels que les hydrocarbures (production et exportation), mais le problème avec ces énergies c'est qu'elles sont épuisables et ne durent pas trop longtemps notamment ce qu'a prédit les statistiques de l'ONS (Office national des statistiques). Actuellement notre pays va donc vers une transition énergétique pour un développement durable, et vise à augmenter la production dans d'autres secteurs d'énergies notamment celles liées au soleil.

L'Algérie doit créer des stratégies à long terme pour préserver les combustibles fossiles et pour éviter l'effet du gaz à effet de serre, qui est liée au réchauffement climatique et éviter aussi d'autres problèmes qui sont liées aux pollutions de l'environnement et développer d'autres énergies qui sont alternatifs tel que l'électricité et d'autres énergies renouvelables (énergie solaire principalement dans le sud de l'Algérie).

La production et la consommation accrue d'énergies fossiles permet le rejet de méthane et la déforestation, ce qui favorisent l'augmentation des gaz à effet de serre, causant ainsi une hausse

de la température. Les changements climatiques sont souvent à l'origine de catastrophes naturelles.

Dans la transition énergétique algérienne, le pays essaye de faire réduire la part des combustibles fossiles. Les niveaux des nécessités internes de l'Algérie en gaz naturel devraient atteindre 45 milliards de m<sup>3</sup> en 2020 avant de s'établir à 55 milliards dix ans plus tard soit en 2030. Cette évolution de la demande interne sera accompagnée par des volumes énormes à exporter et dont la rente sera nécessaire pour changer l'économie nationale. La consommation d'électricité devrait augmenter, et se situer entre 75 à 80 **TWh** (Térawatts heure) en 2020 et entre 130 et 150 **TWh** en 2030.

67 projets de centrales solaires photovoltaïques, solaires thermiques et éoliennes hybridées avec du gaz naturel ou du diesel prodiguées, le nouveau programme vise une vingtaine de wilayas du Sud, des Hauts plateaux et aussi aux Nord du pays (énergie Eolienne). La capacité installée globale de ces projets sera de 22 000 **MW** à l'horizon 2030 (*Ministère de l'Énergie | Algérie, s. d.-a*).

L'Algérie doit à tout prix cesser d'être une économie rentière. Nous constatons que certains anciens pays producteurs de pétrole ont tenu ce pari et se sont développés comme l'Indonésie, qui a même réussi à devenir un dragon d'Asie du Sud-est alors que ce pays était dans les années 1970 sur le même niveau de dépendance que l'Algérie à l'égard des hydrocarbures.

L'Algérie compte se positionner comme un acteur majeur dans la production de l'électricité à partir des filières photovoltaïques et éoliennes en intégrant la biomasse, la cogénération, la géothermie et au-delà de 2021, le solaire thermique. Le potentiel national en énergies renouvelables étant fortement dominé par le solaire, l'Algérie considère cette énergie comme une opportunité et un levier de développement économique et social, notamment à travers l'implantation d'industries créatrices de richesse et d'emplois. Les projets **ER** (Energies Renouvelables) de production de l'électricité dédiées au marché national seront réparties en deux phases :

- ✓ **Première phase 2015 – 2020** (*Ministère de l'Énergie | Algérie, s. d.-a*): Cette phase verra la réalisation d'une puissance de 4010 **MW**, entre photovoltaïque et éolien, ainsi que 515 **MW**, entre biomasse, cogénération et géothermie.

- ✓ **Deuxième phase 2021 – 2030** (*Ministère de l'Énergie | Algérie, s. d.-a*): Cette phase permettra l'installation de grandes centrales d'énergies renouvelables dans les régions du Sud et permettre leur intégration dans le système énergétique national

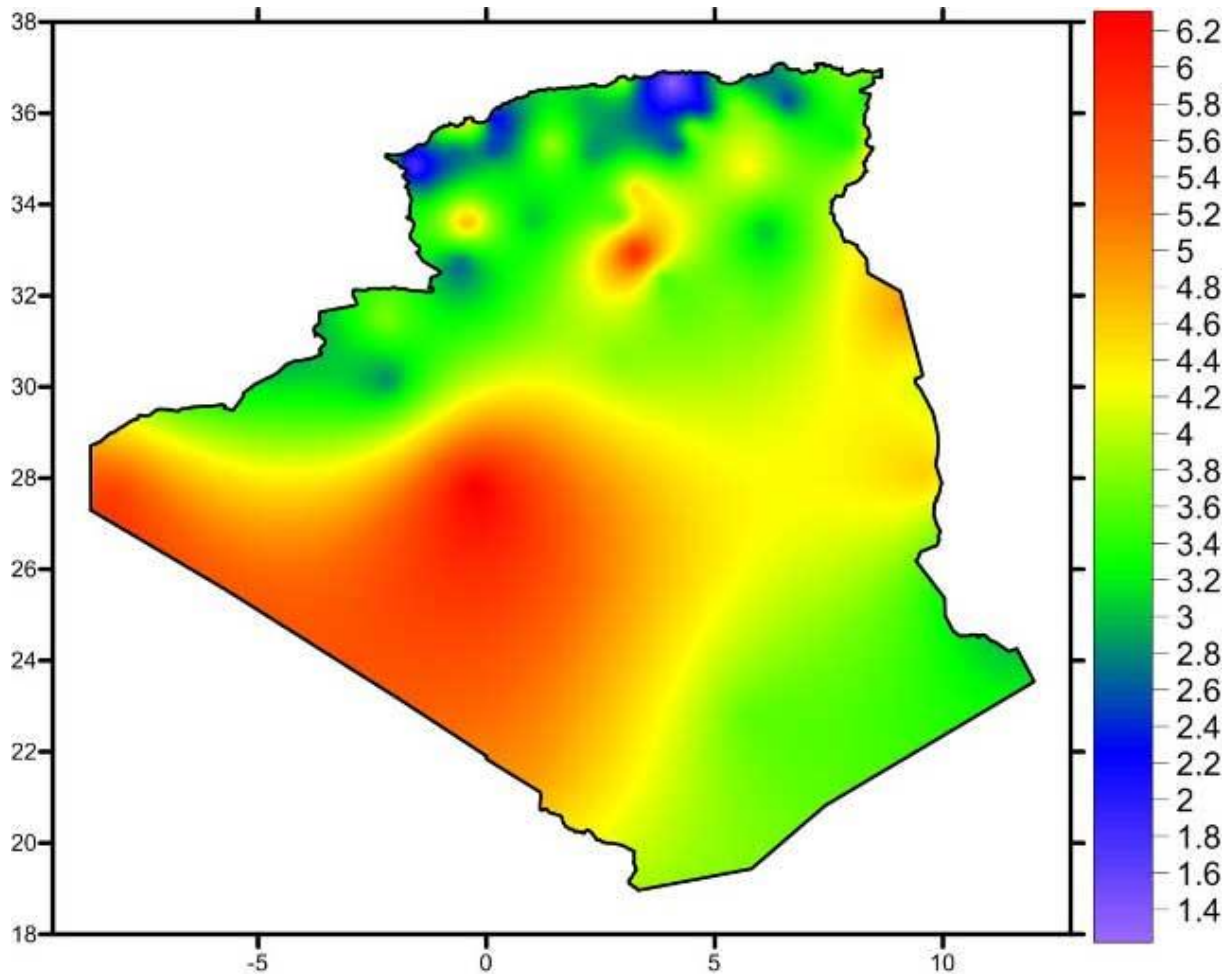
#### **IV. Les énergies renouvelables comme solution**

L'Algérie est finalement prête à se lancer dans la course aux énergies renouvelables après avoir mis du temps à s'organiser. Sur le continent africain, c'est le Maroc, pays voisin, qui tient pour l'instant la position de leader, mais de par sa superficie et son potentiel dans le solaire et l'éolien, l'Algérie offre de très belles perspectives. Elle est appelée à devenir un acteur clé du développement des énergies renouvelables en Afrique dans les années à venir.

L'Algérie par sa situation géographique, est particulièrement exposée au soleil et de ce fait, de grandes surfaces du Sahara Algérien sont éclairées par un soleil intense, ceci même pendant l'hiver. Avec 2000 heures d'ensoleillement par an en moyenne (Faiza, 2012), l'Algérie représente le candidat idéal pour une filière solaire dynamique. Selon les experts en photovoltaïque, le Sahara algérien offrirait le meilleur rapport investissement/rentabilité au monde. Mais le pays dispose aussi de sérieux arguments pour développer une filière éolienne sur son territoire. Les chercheurs du **CDER** (Centre de Développement des Energies Renouvelables) ont publié, au début du mois de janvier 2018, le nouvel atlas de l'éolien en Algérie, un document très détaillé qui donne une idée précise du formidable potentiel éolien du pays. Il en ressort que le Sahara algérien offre, là encore, de belles perspectives pour le développement d'éoliennes.

Ainsi, le site d'In Salah affiche une vitesse moyenne du vent de 6,4 mètres/seconde (m/s) à côté d'Adrar qui enregistre 6,3 m/s. La wilaya d'Illizi, dotée d'une dizaine de stations, montre des vitesses dépassant les 5 m/s tandis que le site de Hassi R'Mel affiche des vitesses moyennes assez importantes atteignant 6,5 m/s (AE, 2018). Voir la **figure N°07** ci-dessous :



**Figure 07 :** Potentiel éolien à travers plusieurs régions du pays.

**Source :** Centre de développement des énergies renouvelables (CDER).

Le développement des énergies renouvelables ne répond pas seulement à un enjeu environnemental, mais correspond aussi à un besoin de diversification de nos sources d'énergies.

La mise en œuvre de ce programme d'efficacité énergétique n'est pas chose facile, il va toutefois demander un effort sans précédent et des transformations importantes du modèle énergétique actuel. Néanmoins, compte tenu des résultats déjà obtenu et ceux en cours de réalisation, ce programme va nous permettre de :

- ✓ Diversifier notre bouquet énergétique
- ✓ Créer une industrie locale des énergies renouvelable

- ✓ Acquérir la technique et le savoir faire
- ✓ Accéder à l'énergie et améliorer les conditions de vie
- ✓ Créer des postes d'emploi.

## **Section II : le programme des énergies renouvelable en Algérie**

L'Algérie s'engage sur la voie des énergies renouvelables afin d'apporter des solutions globales et durables aux défis environnementaux et aux problématiques de préservation des ressources énergétiques d'origine fossile. Ce choix stratégique est motivé par l'immense potentiel des énergies renouvelables.

### **I. Les potentielles des énergies renouvelables en Algérie**

L'Algérie recèle un potentiel en énergies renouvelables parmi les plus grands au monde. Elle est un pays où les énergies fossiles sont disponibles en abondance. Le potentiel énergétique solaire, qui a pour caractéristiques d'être inépuisable, non polluant et disponible partout, est bien pourvu en Algérie.

#### **I.1 L'Energie solaire en Algérie**

L'utilisation des énergies renouvelables, en particulier l'énergie solaire, l'une des possibilités de l'exploitation de l'énergie solaire est sa transformation directe en une énergie électrique, au moyen des convertisseurs photovoltaïques. Plusieurs projets et programmes solaires ont été initiés et développés notamment par le centre de développement des énergies renouvelables (CDER) tel que le dimensionnement des équipements photovoltaïques, des visites des sites d'implantation, la réalisation et la mise en place des installations photovoltaïques, l'acquisition de matériels et des équipements spécialisés, l'entretien et la maintenance de ces équipements.....Etc. (SADI & HAMLAT, 2014)

L'intensité de l'énergie solaire reçue à la terre est variable et très souvent les besoins en électricité ne correspondent pas aux heures d'ensoleillement. Conséquemment, il est nécessaire d'équiper le système par des batteries d'accumulateurs qui permettent de stocker l'électricité et de la restituer en temps voulu.

Or, dans une installation photovoltaïque autonome, les recherches ont montré que le couplage direct d'un générateur photovoltaïque et d'une batterie est le plus simple à réaliser, mais il, ne peut pas offrir de bonnes performances vu la batterie qui est un élément très critique, elle ne doit pas être trop chargée ou trop déchargée, cela aura comme résultat son vieillissement très rapide.

Pour assurer la meilleure autonomie du système photovoltaïque avec une batterie, la régulation de la charge et de la décharge de celle-ci est alors indispensable. Pour cela, il faut intercaler dans le système un "régulateur solaire", dont le rôle est de garder la batterie saine. Ces raisons, jour pour jour, poussent les chercheurs scientifiques à développer, à améliorer et à optimiser l'exploitation des systèmes photovoltaïques. Généralement, les travaux effectués sont axés et orientés vers l'optimisation de la puissance du système photovoltaïque :

- Par l'orientation du panneau photovoltaïque.
- Par la recherche du point de la puissance maximale **MPPT** (Maximum power point tracker).

L'évolution continue de l'électronique de puissance, plus particulièrement les dispositifs de conversion de la puissance « les convertisseurs **DC/DC** (*Principe de fonctionnement d'un convertisseur DC → DC \* SOLARIS-STORE, s. d.*) » et « les convertisseurs **DC/AC** (*Convertisseur Continu/Continu DC/DC, s. d.*) » a ouvert de nouveaux horizons de concevoir de nouveaux schémas plus sophistiqués et moins encombrants, cela est lié au fait que le rendement de ces dispositifs électroniques influence directement sur le rendement et le coût global du système photovoltaïque dans son ensemble.

L'emploi de microcontrôleurs programmables comme cerveau du régulateur s'impose vu leur fiabilité, leur faible encombrement, et leur capacité d'être flashés facilement et rapidement pour mettre à jour le programme.

### **I.1.1 Potentiel solaire**

Le gisement solaire est un ensemble de données décrivant l'évolution du rayonnement solaire disponible au cours d'une période donnée. Son évolution peut se faire à partir des données de l'irradiation solaire globale. Elle est utilisée pour simuler le fonctionnement probable d'un système énergétique solaire et donc faire le dimensionnement le plus exact possible compte tenu des demandes à satisfaire.

À cet effet, concernant la mesure du rayonnement solaire en Algérie, le réseau de mesures est peu dense relativement à la superficie du territoire. Pour pallier aux insuffisances des réseaux de mesures, des modèles sont proposés, ils sont basés essentiellement sur l'utilisation des données météorologiques en particulier la durée d'insolation.

Dans ce cadre, l'équipe de recherche en gisement solaire du laboratoire « Evaluation du potentiel énergétique », s'est assignée pour objectif le développement d'une méthodologie qui a permis une estimation réaliste du gisement solaire pouvant être exploité à des fins énergétiques par les concepteurs de systèmes solaires (*Programme des énergies renouvelables et de l'efficacité énergétique, 2011*)

Figure 08 : Carte de l'Irradiation Globale Directe Annuelle Moyenne (Période 2002-2011)

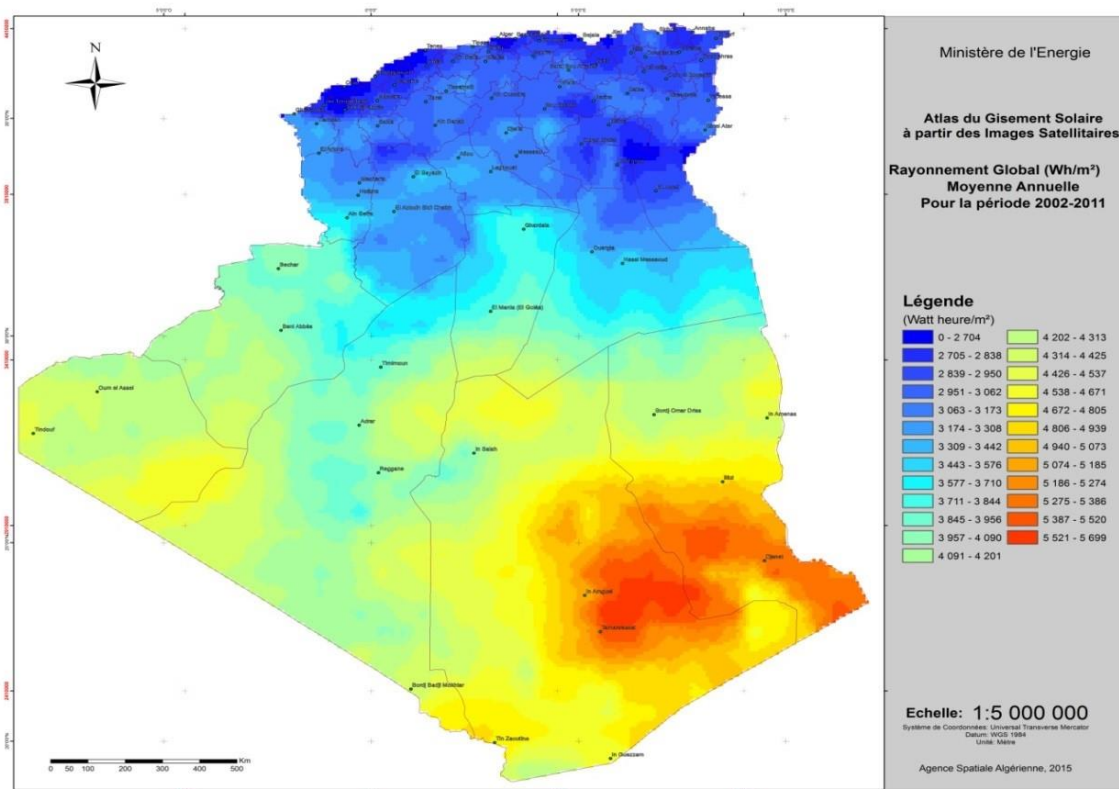
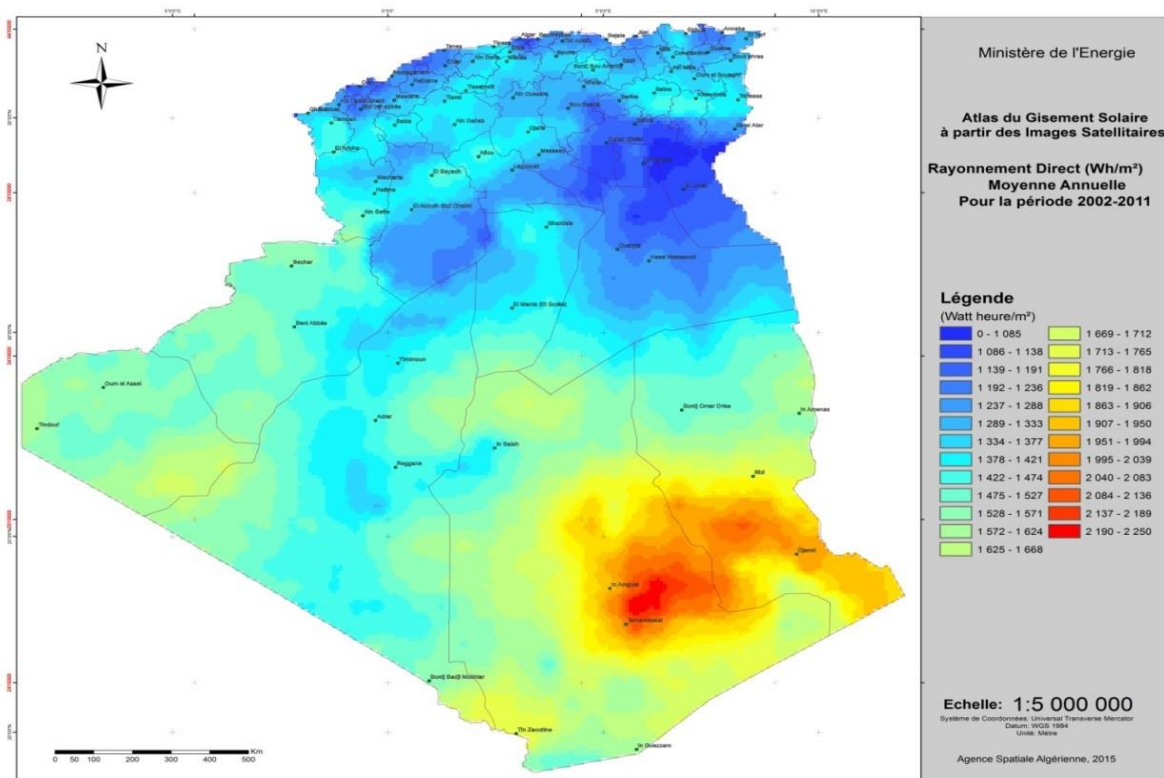


Figure 09 : Carte de l'Irradiation Directe Annuelle Moyenne (Période 2002-2011)



Source : Ministère de l’Energie.

Vue de sa localisation géographique, l’Algérie dispose d’un des gisements solaires les plus élevés au monde. La durée d’insolation sur la quasi-totalité du territoire national dépasse les 2000 heures annuellement et peut atteindre les 3900 heures (hauts plateaux et Sahara).

L’énergie reçue annuellement sur une surface horizontale de 1m<sup>2</sup> soit près de 3 KWh/m<sup>2</sup> au nord et dépasse 5,6 KWh/m au Grand Sud.

## I.2 L’énergie éolienne dans l’Algérie

L’estimation des ressources en énergie éolienne présente une difficulté majeure. La quantité d’énergie disponible varie avec la saison et l’heure du jour.

La quantité totale d’énergie éolienne convertible sur un territoire, c’est-à-dire la quantité d’énergie qui peut être réellement produite par la mise en œuvre à l’échelle d’une région, des systèmes de conversion de l’énergie éolienne, dépend de façon significative des caractéristiques, du rendement espéré et du dimensionnement des éoliennes. C’est pourquoi il n’y a qu’une méthode unique pour estimer et représenter l’énergie éolienne disponible.

Pour caractériser les ressources en énergie, il y a lieu de distinguer l'énergie éolienne disponible, qui est l'énergie que pourrait transformer une éolienne idéale, et l'énergie éolienne récupérable, qui dépend des caractéristiques du système de conversion utilisé. Chacun de ces concepts présente des avantages et des inconvénients suivant son application.

Alors l'Algérie est un pays qui est placé dans un lieu trop riche avec des sources des énergies développer. L'éolienne dans les quartes régions (ouest et nord même les hauts plateaux) d'Algérie est très facile pour étudier tel que dans certaines villes algériennes, le vent est très fort comme le Ouest Algérienne (Adrar et Tiaret et Oran...Etc.) (SADI & HAMLAT, 2014)

### **I.2.1 Le vent en Algérie**

Les vents « GISEMENT EOLIEN » de l'Algérie commencent à être timidement étudiés. L'évaluation globale du gisement éolien dans notre pays se fait en première phase à partir des données des stations météorologiques classiques, les vents sont mesurés à un ou deux mètres du sol. Lorsque les vents dans une zone ou une région sont définis comme source d'énergie, des études approfondies doivent être faite selon les aérogénérateurs que l'on désire installer.

Toutefois, la vitesse du vent subit des variations en fonction des saisons qu'on ne doit pas négliger, en particulier, lorsqu'il s'agit d'installer des systèmes de conversion de l'énergie éolienne (*Programme des énergies renouvelables et de l'efficacité énergétique*, 2011)

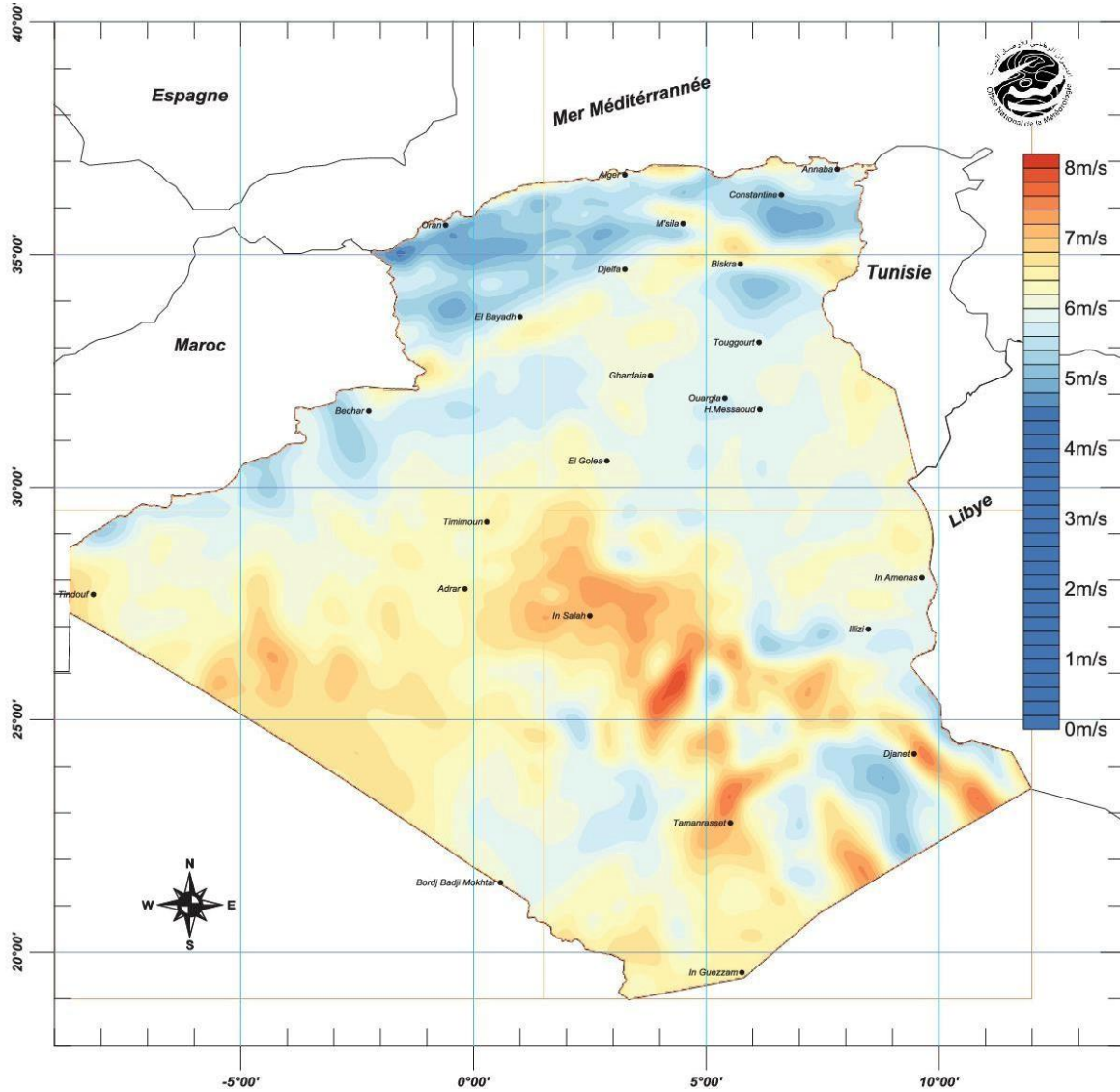
### **I.2.2 Gisement éolienne en Algérie**

En ce qui concerne l'Algérie, la ressource éolienne varie beaucoup d'un endroit à un autre. Ceci est principalement dû à une topographie et climat très diversifié. En effet, notre vaste pays se subdivise en deux grands zones géographiques distinctes. Le nord méditerranéen est caractérisé par un littoral de 1200 km et un relief montagneux, représenté par 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.

La carte représentée ci-dessous (Voir **figure N°10**) montre que le Sud est caractérisé par des vitesses plus élevées que le Nord, plus particulièrement dans le Sud-Est, avec des vitesses supérieures à 7 m/s et qui dépassent la valeur de 8 m/s dans la région de Tamanrasset (In Amguel).

Concernant le Nord, on remarque globalement que la vitesse moyenne est peu élevée. On note cependant, l'existence de microclimats sur les sites côtiers d'Oran, Bejaïa et Annaba, sur les hauts plateaux de Tébessa, Biskra, M'sila et El Bayadh (6 à 7 m/s), et le Grand Sud (>8m/s).

Figure N°10 : Carte du Vent Annuel Moyen à 50m (Période 2001-2010).



Source : Ministère de l'énergie et des mines.

### I.3 Le potentiel de biomasse

#### ➤ Potentiel de la forêt

L'Algérie se subdivise en deux parties :

- Les régions selvatiques qui occupent 25.000.000 hectares environ, soit un peu plus de 10% de la superficie totale du pays.



- Les régions sahariennes arides couvrant presque 90% du territoire.

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

#### ➤ **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.

### **I.4 Le potentiel géothermique**

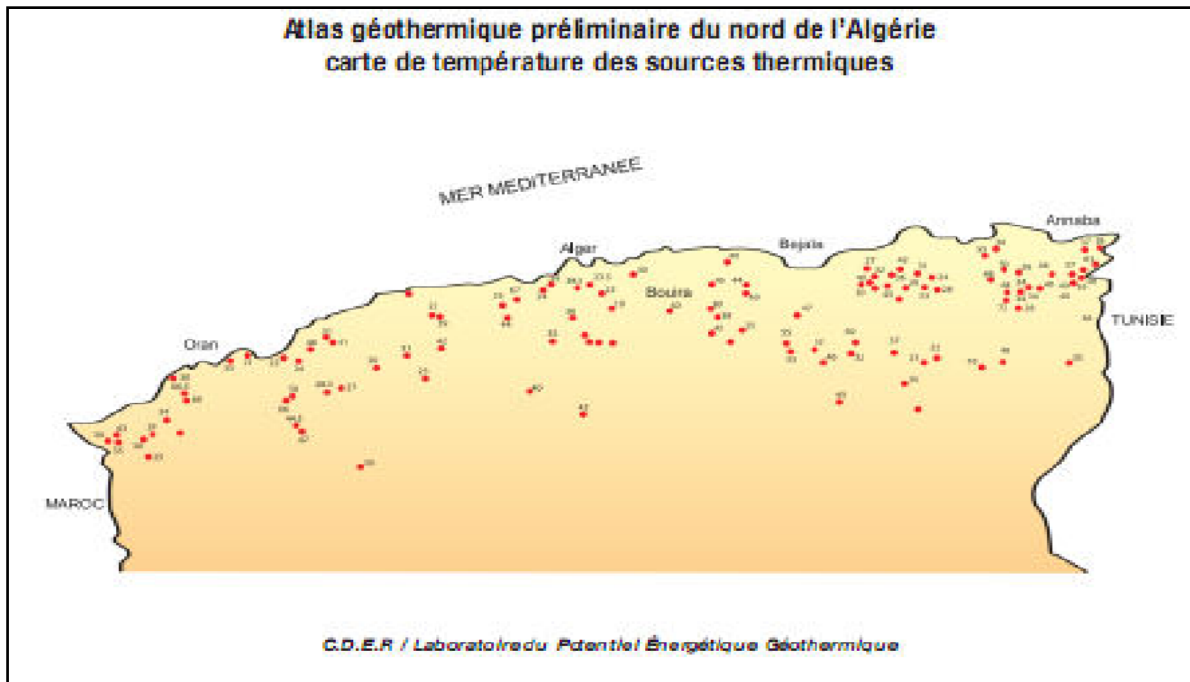
Les calcaires jurassiques du Nord algérien qui constituent d'importants réservoirs géothermiques, donnent naissance à plus de 200 sources thermales localisées principalement dans les régions du Nord-Est et Nord-Ouest du pays. Ces sources se trouvent à des températures souvent supérieures à 40°C, la plus chaude étant celle de Hammam Meskhoutine (96°C).

Ces émergences naturelles qui sont généralement les fuites de réservoirs existants, débitent à elles seules plus de 2 m<sup>3</sup>/s d'eau chaude. Ceci ne représente qu'une infime partie des possibilités de production des réservoirs (*Ministère de l'Énergie | Algérie, s. d.-b*).

Plus au Sud, la formation du continental intercalaire, constitue un vaste réservoir géothermique qui s'étend sur plusieurs milliers de Km<sup>2</sup>. Ce réservoir, appelé communément « nappe albienne » est exploité à travers des forages à plus de 4 m<sup>3</sup>/s. L'eau de cette nappe se trouve à une température moyenne de 57 °C. Si on associe le débit d'exploitation de la nappe albienne au débit total des sources thermales, cela représenterait, en termes de puissance, plus de 700 MW (**figure N°11**).



Figure N°11 : La carte de température des sources géothermiques.



Source : CDER

### I.5 Le potentiel hydraulique

Le secteur hydraulique possède 103 sites de barrage qui sont recensés. Plus de 50 barrages sont actuellement en exploitation. Les quantités globales tombant sur le territoire algérien sont important et estimées à 65 milliards de m<sup>3</sup>, mais finalement profitent peu au pays : concentration sur des espaces limités, forte évaporation, évacuation rapide vers la mer.

Schématiquement, les ressources de surface décroissent du nord au sud. On évolue actuellement les ressources utiles et renouvelables de l'ordre de 25 milliards de m<sup>3</sup>, dont environ 2/3 pour les ressources en surface. 103 sites de barrages sont actuellement en exploitation (ATMANIA, 2015b).

## **II. Le programme des énergies renouvelable et de l'efficacité énergétique**

L'Algérie a adopté en février 2011, un programme ambitieux des énergies renouvelables et de l'efficacité énergétique. Toute l'attention des pouvoirs publics est mobilisée afin de réussir ce programme basé sur une stratégie verte tracée à l'horizon 2030. Le programme de l'efficacité énergétique affiche la volonté de l'Algérie de préserver les ressources du pays et optimiser leurs utilisations.

### **II.1 L'objectif du programme**

Le programme consiste à installer une puissance d'origine renouvelable de près de 22 000 **MW** entre 2011 et 2030 soit le double de la capacité de production actuelle. La plus grande partie viendra du gaz naturel, permettant d'économiser près de 600 mille millions de mètres-cubes de gaz sur 25 ans. La moitié du gaz économisé sera stocké et le restant exporté, permettant au pays d'engranger quelque 200 milliards de dollars supplémentaires sur cette période. De ces 22 000 **MW**, 12 000 **MW** seront dédiés à couvrir la demande nationale en électricité et 10 000 **MW** à l'exportation (*Programme des énergies renouvelables et de l'efficacité énergétique*, 2011).

Le potentiel national en énergies renouvelables étant fortement dominé par le solaire, l'Algérie considère cette énergie comme une opportunité et un levier de développement économique et social, notamment à travers l'implantation d'industries créatrices de richesse et d'emplois. Comparativement, les potentiels en éolien, en biomasse, en géothermie et en hydroélectricité sont beaucoup moins importants. Cela n'exclut pas pour autant le lancement de nombreux projets de réalisation de fermes éoliennes et la mise en œuvre de projets expérimentaux en biomasse et en géothermie (*Programme des énergies renouvelables et de l'efficacité énergétique*, 2011).

Le programme d'efficacité énergétique concernera les volets suivants :

- L'isolation thermique des bâtiments ;
- Le développement du chauffe-eau solaire ;
- La généralisation de l'utilisation des lampes basse consommation,
- L'éclairage public performant, avec la substitution de la totalité du parc de lampes à mercure par des lampes à sodium à l'horizon 2015.

- L'aide à l'introduction de l'efficacité énergétique dans le secteur industriel et les établissements grands consommateurs d'énergie, par la réalisation d'audits et l'aide aux projets d'économie d'énergie.
- L'augmentation de la part de marché du **GPLC** (Gaz de Pétrole Liquéfié carburant) et la promotion du **GNC** (Gaz naturel comprimé).
- La conversion au cycle combiné des centrales électriques quand cela est possible.
- La réalisation de projets pilotes de climatisation au solaire.

## **II.2 Les chapitres de développement**

Le programme des énergies renouvelables et de l'efficacité énergétique est développé en cinq chapitres (*Programme des énergies renouvelables et de l'efficacité énergétique*, 2011):

1. Les capacités à installer par domaine d'activité énergétique.
2. Le programme d'efficacité énergétique.
3. Les capacités industrielles à développer pour accompagner le programme.
4. La recherche et développement.
5. Les mesures incitatives et réglementaires.

## **II.3 La synthèse du programme nationale des énergies renouvelables (CHABANI, 2013)**

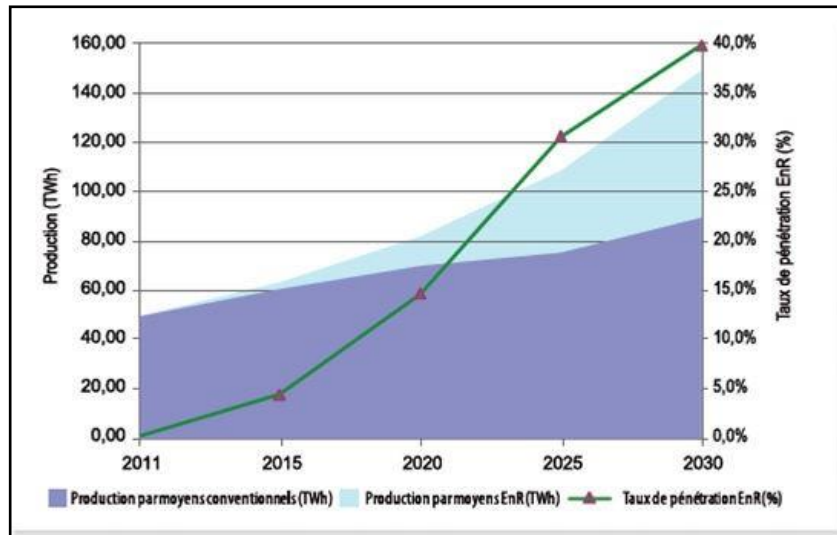
L'Algérie s'engage avec détermination sur la voie des énergies renouvelables afin d'apporter des solutions globales et durables aux défis environnementaux et aux problématiques de préservation des ressources énergétiques d'origine fossile

Ce choix stratégique est motivé par l'immense potentiel en énergie solaire. Cette énergie constitue l'axe majeur du programme qui consacre au solaire thermique et au solaire photovoltaïque une part essentielle. Le solaire devrait atteindre d'ici 2030 plus de 37% de la production nationale d'électricité comme s'est montré dans la **figure N°12**.

Malgré un potentiel assez faible, le programme n'exclut pas l'éolien qui constitue le second axe de développement et dont la part devrait avoisiner les 3% de la production d'électricité en 2030.

L'Algérie prévoit également l'installation de quelques unités de taille expérimentale afin de tester les différentes technologies en matière de biomasse, de géothermie et de dessalement des eaux saumâtres par les différentes filières d'énergie renouvelable. Le coût global d'un tel programme se chiffre à 2 781 milliards de DA.

**Figure N°12** : Pénétration des énergies renouvelables dans la production nationale en TWh.



Source : ministère de l'énergie et des mines

**II.4 Les phases du programme des énergies renouvelables (CHABANI, 2013)**

Le programme des énergies renouvelables est défini pour les différentes phases :

- Les années 2011 à 2013 seront consacrées à la consolidation des données, à travers des études et des projets pilotes destinés à tester les différentes technologies à mettre en œuvre avec l'installation d'une puissance totale de l'ordre de 110 MW.
- Les années 2014 et 2015 connaîtront le lancement des investissements requis qui seront accrus, une puissance totale de près de 650 MW serait installée.
- En 2020, il est attendu l'installation d'une puissance totale d'environ 2 600 MW pour le marché national et une possibilité d'exportation de l'ordre de 2 000 MW.
- D'ici 2030, il est prévu l'installation d'une puissance de près de 12 000 MW pour le marché national (soit plus du double des capacités actuelles par le recours au gaz naturel) ainsi qu'une possibilité d'exportation allant jusqu'à 10 000 MW.

La synthèse de ce programme, par type de filière de production, se présente comme suit :

## **II.5 Les filières de production (*Programme des énergies renouvelables et de l'efficacité énergétique, 2011*)**

### **II.5.1 Solaire photovoltaïque**

La stratégie énergétique de l'Algérie repose sur l'accélération du développement de l'énergie solaire. Le gouvernement prévoit le lancement de plusieurs projets solaires photovoltaïques d'une capacité totale d'environ 800 MW à l'horizon 2020. D'autres projets d'une capacité de 200 MW par an devraient être réalisés sur la période 2021-2030.

### **II.5.2 L'énergie solaire thermique**

L'Algérie entend mettre en valeur son potentiel solaire, l'un des plus importants au Monde, en lançant des projets importants en solaire thermique.

Deux projets pilotes de centrales thermiques à concentration avec stockage d'une puissance totale d'environ 150 MW chacune seront lancés sur la période 2011-2013. Ces projets s'ajouteront à la centrale hybride de Hassi R'Mel d'une puissance de 150 MW, dont 25 MW en solaire.

Sur la période 2016-2020, quatre centrales solaires thermiques avec stockage d'une puissance totale d'environ 1 200 MW devraient être mises en service. Le programme de la phase 2021-2030 prévoit l'installation de 500 MW par an jusqu'en 2023, puis 600 MW par an jusqu'en 2030.

### **II.5.3 L'énergie éolienne**

L'énergie éolienne constitue second axe de développement des énergies renouvelables en Algérie, (après le solaire) avec un projet pilote à l'horizon 2012-2013, dont l'investissement serait de 30 millions d'euros (*Ministère de l'Énergie | Algérie, s. d.-a*) pour la construction de la première ferme éolienne d'une capacité de 10 MW (10 tranches) à Adrar, dans le sud-ouest du pays. Entre 2014 et 2015, deux autres fermes éoliennes de 20 MW chacune devraient être réalisées. Des études seront menées pour identifier les emplacements favorables afin de réaliser d'autres projets sur la période 2016-2030 pour une puissance d'environ 1 700 MW.

Durant l'année de 2013, il est prévu de lancer les études pour la mise en place de l'industrie éolienne. Sur la période 2014-2020, l'objectif est de parvenir à un taux d'intégration de 50%. Ce taux devrait être supérieur à 80% sur la période 2021-2030, grâce à l'extension des capacités de fabrication des mâts et des rotors d'éoliennes et le développement d'un réseau de sous-traitance nationale pour la fabrication des équipements de la nacelle (*Ministère de l'Énergie / Algérie, s. d.-b*).

## **II.6 L'Algérie investira dans plus de 60 projets en énergies renouvelable d'ici 2030**

Plus de 60 projets en énergies renouvelables seront réalisés en Algérie pour les neuf prochaines années dans le cadre du programme national de développement des énergies nouvelles et renouvelables et de l'efficacité énergétique projets sont mentionnés 2011 – 2030 dont quelques dans la **figure N°13**. La puissance qui sera installée est estimée à 2.357 **MW** selon la Commission de régulation de l'électricité et du gaz (« Énergies renouvelables : 60 projets identifiés en Algérie à l'horizon 2020 », 2011).

Ces projets de centrales seront réalisés dans une vingtaine de Wilayas du Sud et des Hauts plateaux mais aussi du Nord. Quatre filières sont visées par ce programme à savoir, le solaire photovoltaïque, le solaire thermique, l'éolien et l'hybridation entre le solaire et le gasoil ou les turbines à gaz.

La filière solaire photovoltaïque totalise 27 projets avec une capacité globale de 638 **MW**. La plus importante de ces centrales en matière de puissance sera installée dans la Wilaya de Djelfa avec une puissance de 48 **MW**.

La filière d'hybridation des centrales diesel et turbines à gaz destinée aux régions du Sud non-connectées au réseau national de distribution totalise également 27 projets avec une capacité globale d'un peu plus de 100 **MW**. La plus importante de ces centrales en matière de puissance sera installée dans la wilaya d'Adrar avec une puissance de 20 **MW**

La filière solaire thermique totalise quant jusqu'à elle 6 projets avec une capacité globale d'un peu plus de 1350 **MW**. La plus importante de ces centrales en matière de puissance produira 400 **MW**. La plus petite centrale de 150 **MW** et sera construite dans la wilaya de Béchar.

Enfin la filière éolienne totalise 7 projets avec une capacité globale de 260 **MW** avec 04 projets d'une capacité de 50 **MW** et 3 projets d'une capacité de 20 **MW**. Les sites devant abriter ces

projets n'ont pas encore été définis, mais devraient être localisés dans la région d'Adrar connue pour son important potentiel en la matière (CHABANI, 2013)

**Figure N°13** : Lieux d'implantation de quelques projets.



Source : CDER

### II.6.1 L'Algérie investira 60 mds de dollars dans les énergies renouvelables d'ici 2030

L'Algérie investira environ 60 (mds) milliards de dollars d'ici 2030 pour développer la production des énergies renouvelables (ENR), a annoncé le **PDG** (Président-directeur général) du groupe Sonelgaz, M. Nouredine Boutarfa. Ce montant déjà énorme, pourrait atteindre 70 mds de dollars et sera consacré uniquement à la production de 12.000 **MW** d'électricité solaire destinés au marché national, a précisé M. Boutarfa. Sonelgaz, chargé de la mise en œuvre de ce programme, prévoit déjà d'atteindre 650 **MW** d'électricité produite à partir de ces énergies alternatives en 2015 et compte porter cette production à 2.700 **MW** à l'horizon 2020 et 12.000 **MW** en 2030, sur ces 12.000 **MW** prévus pour le marché national, 2.000 **MW** seront tirés des éoliennes, 2.800 des centrales photovoltaïques et 7.200 **MW** des centrales thermiques, selon les prévisions de ce programme. Ce programme, prévoit aussi la production, en partenariat, de 10.000 **MW**, destinés exclusivement à l'exportation, précise-t-il, rappelant que l'Algérie "n'est pas prête à prendre toute seule le risque de financement de ces projets coûteux qui peuvent atteindre également 60 mds de dollars", selon M. Boutarfa. Ainsi, le coût global des projets prévus pour le marché local et l'exportation pourrait avoisiner les 120 mds de dollars pour produire 22.000 **MW** en 2030, ajoutant que ces projets pourraient créer à terme près de 200.000 emplois directs et indirects.

D'ici à 2030, le taux de pénétration en énergies renouvelables en Algérie avoisinera les 40%, selon le **PDG** de Sonelgaz qui annonce également le développement d'un système de comptage pour les ménages qui désirent produire leur propre électricité. Ce système qui sera conçu et produit par un savoir-faire algérien permettra de calculer les quantités consommées par un ménage et l'excédent qui sera versé dans le réseau public. Sonelgaz, en difficulté financière, a besoin de 6.000 **mds** de DA d'ici à 2030, pour mener tous ses investissements, avance encore M. Boutarfa, relevant l'importance de la décision du gouvernement d'allouer 1% des revenus de la fiscalité pétrolière au financement de ce programme. M. Boutarfa estime, par ailleurs, que la révision du code des marchés publics et la dépénalisation de l'acte de gestion devraient libérer les initiatives des entreprises. "Trop de réglementation nuit à l'entreprise, il ne faut pas brider les initiatives car ça détruit l'entreprise qui doit être profitable et rentable, mais avec un code d'éthique, de la morale et de l'intégrité", a-t-il dit. Il explique à ce propos, que la décision de durcir le code des marchés publics afin de lutter contre la corruption, découle d'une vision des autorités publiques qui consiste à mieux contrôler dans une première étape pour mieux gérer l'ouverture dans une seconde étape. "On ferme pour bien ouvrir ensuite, c'est cette démarche qui a été entreprise pour les problèmes posés pour le partenariat et les marchés de gré à gré", explique ce dirigeant (« Energies renouvelables : 60 projets identifiés en Algérie à l'horizon 2020 », 2011).

### **II.6.2 Projet Desertec : l'expertise allemande à la rescousse**

Desertec est un projet écoénergétiques de grande envergure qui prévoit l'exploitation du potentiel énergétique des déserts d'Afrique du Nord et du Moyen-Orient afin d'approvisionner durablement les régions avoisinantes (en particulier l'Europe) en électricité verte<sup>1</sup>. Le concept Desertec fut développé à l'origine par la « Coopération transméditerranéenne pour l'énergie renouvelable » (**TREC** pour Trans-Mediterranean Renewable Energy Cooperation) (« Projet Desertec », 2020).

Jugé comme étant le plus grand projet d'énergie solaire au monde, le dossier du projet de production d'énergie solaire *Dii Desert Energy* (Desertec) est revenu sur la table des négociations en l'Algérie et l'Allemagne qui sont en concertation depuis trois mois, en vue de préparer un accord qui permettra la relance le projet.

En effet, selon les récentes déclarations du ministre de l'Energie Mohamed Arkab, la signature d'une convention entre le Groupe public Sonelgaz et les partenaires Allemands est prévue avant



le mois d'avril de l'année en cours. Cet accord vise à créer « un cadre de consultations entre les deux parties sur des bases solides », a rapporté l'agence de presse officielle **APS** (Algérie Presse Service).

Desertec est un gigantesque projet écoénergétique se basant sur l'exploitation de l'énergie solaire disponible dans le désert d'Afrique du Nord dont le Sahara Algérien, afin d'approvisionner durablement les régions avoisinantes dont l'Europe, en électricité verte.

Le projet a vu le jour en 2003 sous l'égide du Club de Rome. Son coût d'investissement est estimé à pas moins de 400 milliards d'euros, permettant de couvrir jusqu'à 20 % de la demande d'électricité en Europe.

En 2009, soit 6 ans plus tard, la Fondation Desertec a été créée en janvier 2009 dans le but d'accélérer et d'améliorer la mise en œuvre du projet Desertec. Moins de 4 ans après le lancement de la fondation, à savoir en juillet 2013, la Desertec Corporation a décidé de se séparer de ses 19 partenaires. L'explication communiquée à cette époque faisait état de « divergences avec les objectifs commerciaux exprimés par les parties participantes »

De son côté, l'Algérie dirigée par les gouvernements successifs sous le règne de l'ex-président déchu Abdelaziz Bouteflika n'a pas exprimé un vif intérêt vis-à-vis du projet et a même jugé que ce dernier était « inutile », rapporte le quotidien arabophone *El Bilad* (REDOUANE, 2020).

En Algérie, le projet Desertec a été abandonné, le ministre de l'Énergie algérien déclare le 31 août 2020 que « le projet Desertec est dépassé », jugeant qu'il « nécessite de gros investissements » et déclarant que les autorités optent plutôt pour de petites centrales solaires. (« Projet Desertec », 2020)

### **III. L'analyse du programme (CHABANI, 2013)**

L'Algérie a décidée, officiellement, à adopter un programme de développement des énergies renouvelables jusqu'à l'horizon 2030. C'est une décision qui a été prise après les changements survenus dans le secteur énergétique. Nous retiendrons à l'attention, l'absence totale de référence aux activités antérieures de formation, de recherche et de réalisation. Comme si, avant l'adoption de ce programme, c'était le néant (L'absence d'expérience dans l'édification, la gestion et le retour d'expérience dans un secteur de pointe). Ce qui va donc justifier l'introduction dans le programme d'une première étape de 2011 à 2013 pour la réalisation de projets pilote pour tester les différentes technologies disponibles puis d'une seconde étape de

2014 à 2015 pour marquer le début du déploiement du programme. Nous remarquons que cette décision est prise dans la précipitation, car elle n'est appuyée par aucune explication économique et scientifique ayant déterminé le choix de soixante projets, les équipements et les installations, leurs lieux d'implantation et la superficie des terrains à occuper, la répartition par projet du budget alloué.

Parmi les obstacles auquel va être confronté l'Etat Algérien lors de la réalisation de programme des énergies renouvelables, nous pouvons citer la précipitation et l'attitude volontariste des exécutants, qui consiste à croire que parce que notre pays dispose de ressources en devises que procurent les hydrocarbures. Les objectifs peuvent être atteints, avec le recours à l'expertise et aux compétences étrangères, choisir des partenaires qui respectent les délais et les coûts de réalisation de ce programme.

Aussi, nous pensons que le nombre réduit de la ressource humaine qualifiée dans un domaine pointu, ressource humaine qui a besoin de formation et de la pratique pour être qualifié à réaliser ces projets et la bureaucratie et les procédures administratives qui découragent et ralentissent toute activité de recherche comme le cas de la centrale hybride gaz- solaire de Hassi R'Mel, elle peut être considérée comme une centrale expérimentale, mais la centrale est fermée aux chercheurs algériens.

Nous constatons également que ce programme ne règle qu'un seul aspect de la problématique d'ensemble, celle de l'électricité, le programme exclut les carburants alternatifs, donc, l'Algérie reste un importateur net des carburants dès l'épuisement de ces réserves fossiles dû à la forte demande nationale. Aussi, et pour atteindre les objectifs fixés dans ce programme, tous les secteurs concernés devraient travailler en synergie. Les ministères de l'Energie et des mines, de l'Enseignement supérieur et de la recherche scientifique, de l'Environnement et de l'Industrie devraient définir la contribution de chaque partie, car il s'agit d'un grand défi à relever.

Le processus industriel de fabrication de silicium électronique est très complexe et nécessite de lourds investissements. C'est d'ailleurs l'erreur qui a été commise en lançant l'usine de Rouïba pour la fabrication des modules Photovoltaïques, erreur qui a consisté à importer du silicium métallurgique pour être transformé en silicium électronique. Ainsi est, au départ, créée une dépendance dans un marché où les prix peuvent fluctuer et le produit se raréfier.

Comme nous avons vu auparavant, la Sonelgaz **SPA** (société par actions), lance un appel d'offres pour la sélection de sociétés en vue de la réalisation de centrales solaires thermiques de 300 **MW** en 2015 et de 2000 **MW** d'ici 2021, c'est-à-dire l'érection d'une centrale **CSTE** de 200 **MW** chaque année entre 2011 et 2021 avant même que ne soient connus et analysés les résultats du fonctionnement de cette première centrale ? Et avec quelle ressource humaine algérienne.

#### **IV. Les barrières au développement des énergies renouvelables en Algérie (BENAOUAG & RAHMANI, s. d., 2019)**

##### **IV.1 Les barrières économiques**

Les barrières économiques représentent de véritables freins pour la promotion des **ER** en Algérie. Les barrières économiques concernent essentiellement :

- La structure du marché de l'électricité qui se caractérise par le monopole de l'Etat sur la production et la distribution, en plus du prix bas de l'électricité qui est subventionné en Algérie ;
- Les coûts importants des technologies des **ER** rendent le prix de l'énergie issue de celles-ci très élevé, ce qui constitue une barrière à l'entrée du marché de l'électricité ;
- Le manque de financement, de la part du secteur public ou privé, pour l'investissement dans les **ER**. Malgré les efforts consentis en Algérie en termes de financement des **ER**, les montants alloués sont insuffisants par rapport à d'autres pays comme l'Inde ou le Maroc.
- La défaillance du marché pour internaliser le coût des externalités négatives dans le prix de l'électricité (issues de l'utilisation des méthodes conventionnelles de production de l'électricité, i.e. pollution, gaz à effet de serre...).

##### **IV.2 Les barrières techniques**

Les barrières techniques ou technologiques sont liées aux activités de recherche et développement dans les **ER**. Dans le cas de l'Algérie ce type de barrière concerne les points suivants :

- Le manque de subventions aux instituts de recherche pour développer les technologies des **ER** ;
- Les risques et l'incertitude sur le design, l'installation et la performance de certaines

technologies ;

- La production des nouvelles technologies est souvent très coûteuse, ce qui limite leur utilisation et propagation ;
- Le manque de compétences nécessaires pour le développement, la fabrication et la maintenance des technologies ;
- La disponibilité des ressources naturelles (le vent, le soleil...), par exemple en Algérie, contrairement à l'énergie solaire, l'éolien ne peut pas être développé à grande échelle, faute de la faible exposition de la plupart des régions au vent.

### **IV.3 Les barrières institutionnelles**

- Les barrières institutionnelles sont d'ordre stratégique, réglementaire ou politique pour le développement et la promotion des **ER**. Les pouvoirs publics en Algérie ont dû revoir la politique des **ER** à cause des motifs suivants :
- Ambiguïté des stratégies et des politiques publiques ;
- Manque ou absence des réglementations pour gérer le secteur des **ER** ;
- La bureaucratie des administrations en charge de ces questions ;
- Procédures administratives inadéquates ;
- Non implication des parties prenantes dans la promotion des **ER**.

### **IV.4 Les barrières socioculturelles**

Les barrières socioculturelles peuvent à leur tour constituer de véritables obstacles à la diffusion des **ER**. Elles sont présentes dans beaucoup de recherches et concernent notamment :

- Le manque d'information des ménages sur les impacts environnementaux négatifs et les coûts/avantages induits par l'utilisation de chaque type de technologie ;
- L'absence d'incitations envers les consommateurs pour l'utilisation des **ER** ;
- Le manque de sensibilisation de la société sur les questions de pollution et d'environnement, génère un comportement d'insouciance vis-à-vis de ces questions ;
- Le pouvoir d'achat très bas des ménages influence le choix des priorités des dépenses.

**Conclusion**

Manque d'efficacité énergétique, forte consommation intérieure, une économie rentière plus que productive, une forte dépendance aux recettes des hydrocarbures et un risque d'épuisement des réserves fossiles, cause du réchauffement climatique..., autant de points faibles de la politique énergétique actuelle de l'Algérie.

Si notre pays continue d'être un simple pipeline servant à l'exportation des hydrocarbures, pour financer les importations de biens de consommation et non au développement durable, sans créer une économie de substitution à l'économie rentière, le réveil sera dur pour les Algériens. Sans pétrole et sans gaz, sans sources de financement, les nouvelles générations auront des difficultés pour se nourrir et subvenir à tous leurs besoins.

L'Algérie a engagé des réformes dans le secteur de l'énergie en vue de son adaptation au nouveau contexte énergétique mondial et à l'évolution du marché européen de l'énergie, de sa modernisation et de l'amélioration de ses performances économiques, techniques et technologiques. L'Algérie a adopté en 2011 une stratégie ayant pour objectif de produire d'ici 2030, 40% d'électricité à partir de ressources renouvelables. Cette stratégie vise en outre à développer une véritable industrie du solaire, associée à un programme de formation et de capitalisation qui permettra, à terme, d'asseoir un savoir-faire efficient, notamment en matière d'engineering et de management de projets.

# **CONCLUSION GÉNÉRALE**

## Conclusion générale

L'énergie est devenue, en moins d'un siècle, un enjeu économique et stratégique majeur et un symbole du succès du développement économique. En effet, des relations étroites existent entre l'énergie et le développement économique. Cependant, le développement des industries à forte consommation énergétique n'a pas répondu à une satisfaction correcte des besoins et a entraîné de graves atteintes à l'environnement. Le changement climatique, l'épuisement des combustibles fossiles et les risques géopolitiques rendent inévitable le passage aux **ER**.

Nous avons vu au cours de ce travail que l'Algérie dispose d'un potentiel énergétique très important, notamment l'énergie solaire. Le gisement solaire en Algérie est le plus important au niveau mondial.

L'Algérie reçoit annuellement sur l'ensemble de son territoire une énergie solaire des plus importantes du monde. Elle s'élève à environ 5,2 millions de milliards de K/W/h/an, soit l'équivalent de : 430 fois les réserves algériennes prouvées en hydrocarbures et 4,8 fois les réserves mondiales prouvées en pétrole. Le solaire est le potentiel le plus important en énergies renouvelables en Algérie. Il représente 169,44 Twh/an, soit 5000 fois la consommation algérienne en électricité. Ainsi, avec plus de 2 000 heures d'insolation par an et jusqu'à 3 900 heures sur les hauts plateaux et au Sahara, l'énergie solaire reçue quotidiennement sur le territoire algérien est de l'ordre de, 1 700 kWh/m<sup>2</sup>/an au Nord et 2 263 kWh/m<sup>2</sup>/an au Sud. Soit une moyenne de plus de 2 200 kWh/m<sup>2</sup>/an (KHELIF, s. d.).

La première et la deuxième hypothèse ont été traitée dans le deuxième chapitre, le chapitre à identifié clairement la stratégie du gouvernement Algérien dans le cadre de développement des énergies renouvelables, à travers le lancement du programme de développement des énergies renouvelables et d'efficacité énergétique en 2011, qui prévoit la production de 40% de l'électricité d'origine renouvelable à l'origine 2030. Afin de réaliser cet objectif, l'Etat, a organisé des séminaires, des conférences, des journées et des salons nationaux et internationaux dans des différentes régions au niveau national, dans le but principal est d'affirmer son intérêt pour le développement de ce type d'énergies. Le lancement des projets pilotes qui consiste à diversifier l'implantation des énergies renouvelables à travers le territoire national, dont la majorité des implantations concerne l'énergie solaire photovoltaïque.

L'analyse du deuxième chapitre nous a permis de dégager une réponse à la problématique, on a conclu que L'Algérie s'est engagée sur la voie des énergies renouvelables afin d'apporter des solutions globales et durables aux défis environnementaux et aux problématiques de préservation des ressources énergétiques d'origine fossile à travers le lancement d'un

programme ambitieux pour le développement des énergies renouvelables qui a été adopté par le Gouvernement en février 2011 et révisée en mai 2015.

La réalisation de ce programme permettra d'atteindre une part des énergies renouvelables de près de 27% en termes de production et de 37% en termes de capacité installée à l'horizon 2030,

- Création d'activités économiques (**PME/PMI**, entreprises énergétiques, services, emplois,),
- Une économie de gaz naturel près de 300 milliards de mètres cubes.

Ce programme inclut la réalisation, durant la période allant de 2011 jusqu'à 2020, d'une soixantaine de centrales solaires photovoltaïques et solaires thermiques, de fermes éoliennes et de centrales hybrides. Sa mise en œuvre, placée sous l'égide du ministère de l'énergie et des mines.

Dix ans après l'option stratégique prise en faveur des **EnR**, le secteur pétrolier, et l'orientation énergétique est toujours en faveur du pétrole et du gaz, en dépit de la crise et des perspectives assez sombres concernant l'évolution des ressources financières tirées du pétrole, conjuguées à l'immense consommation nationale qui risque de venir à bout de toutes les ressources fossiles du pays, et de compromettre ses objectifs d'exportation.

A travers cette étude, on a constaté les obstacles liés à la réalisation de ce programme que sont :

- Le coût élevé des **ER**, concurrencés par les subventions accordées aux énergies fossiles ;
- La dimension restreinte du marché local et l'absence d'un marché régional ;
- Non maîtrise des technologies ;
- La faiblesse des capacités de production locale de biens d'équipement et de services.

Ces contraintes pourraient être levées dans le cadre d'un renforcement de la coopération avec nos voisins et avec les pays européens. Mais aujourd'hui, le manque de coordination des politiques et des actions à l'échelle régionale ne permet pas de tirer profit des opportunités de coopération.



# **BIBLIOGRAPHIE**

## Bibliographie

- AE, R. (2018, janvier 1). CDER : Publication d'un nouvel atlas éolien de l'Algérie. *Algerie Eco*.  
<https://www.algerie-eco.com/2018/01/01/cder-publication-dun-nouvel-atlas-eolien-de-lalgerie/>
- Agence internationale de l'énergie. (2020). In *Wikipédia*.  
[https://fr.wikipedia.org/w/index.php?title=Agence\\_internationale\\_de\\_l%27%C3%A9nergie&oldid=170427187](https://fr.wikipedia.org/w/index.php?title=Agence_internationale_de_l%27%C3%A9nergie&oldid=170427187)
- ATMANIA - 2015—*La stratégie d'implantation des énergies renouvelables.pdf*. (s. d.). Consulté 4 septembre 2020, à l'adresse <https://theses.univ-oran1.dz/document/TH4412.pdf>
- ATMANIA, H. (2015a). *La stratégie d'implantation des énergies renouvelables en Algérie cas de la photovoltaïque* [Mémoire de Magister, MOHAMED BEN AHMED].  
<https://theses.univ-oran1.dz/document/TH4412.pdf>
- ATMANIA, H. (2015b). *La stratégie d'implantation des énergies renouvelables en Algérie cas de la photovoltaïque*. [Mohamed Ben Ahmed]. <https://theses.univ-oran1.dz/document/TH4412.pdf>
- BENAOUAG, charaf eddine A., & RAHMANI, M. (s. d.). (PDF) *Revue Stratégie et développement Les barrières au développement des énergies renouvelables en Algérie Barriers to the development of renewable energies in Algeria*. ResearchGate.  
Consulté 4 septembre 2020, à l'adresse  
[https://www.researchgate.net/publication/340314654\\_Revue\\_Strategie\\_et\\_developpement\\_Les\\_barrieres\\_au\\_developpement\\_des\\_energies\\_renouvelables\\_en\\_Algerie\\_Barriers\\_to\\_the\\_development\\_of\\_renewable\\_energies\\_in\\_Algeria](https://www.researchgate.net/publication/340314654_Revue_Strategie_et_developpement_Les_barrieres_au_developpement_des_energies_renouvelables_en_Algerie_Barriers_to_the_development_of_renewable_energies_in_Algeria)
- BENAOUAG, charaf eddine A., & RAHMANI, M. (2019). *Les barrières au développement des énergies renouvelables en Algérie.pdf* (N° : 03). 1Université Ferhat Abbas.

Berg, E. (2016). Énergies et changement climatique après l'accord de Paris. *Geoeconomie*, N° 78(1), 213-223.

Berger, J. P. (s. d.). *Energies\_fossiles\_final*. 3.

Calculeo. (s. d.). *Calculeo*. Calculeo. Consulté 4 septembre 2020, à l'adresse <https://www.calculeo.fr/Eco-travaux/Les-sources-d-energies-fossiles>

CHABANI, Z. (2013). *La part des énergies renouvelables dans le bilan énergétique national à l'horizon 2030* [M'HAMED BOUGARA]. <http://dlibrary.univ-boumerdes.dz:8080/jspui/bitstream/123456789/1050/1/Chabani%20Zeyneb%20magister.pdf>

Clément, F. (2018, septembre 11). Mais au fait, quelles sont les bonnes mesures pour lutter contre le réchauffement climatique ? *Youmatter*.

<https://youmatter.world/fr/mesures-politiques-lutte-rechauffement-climatique/>

Coline, M. (2020, mai 15). *Géothermie : Comment ça fonctionne ? Quelles sont les différentes techniques ?* Sciencepost. <https://sciencepost.fr/geothermie-comment-ca-fonctionne-quelles-sont-les-differentes-techniques/>

*Convertisseur Continu/Continu DC/DC*. (s. d.). Consulté 4 septembre 2020, à l'adresse <http://www.elecdan.com/electronique/convertisseur-continu-continu.html>

*Définition de Energie éolienne, parc éolien—Lexique EDF ENR*. (s. d.). EDF ENR. Consulté 4 septembre 2020, à l'adresse <https://www.edfenr.com/lexique/energie-eolienne/>

Dessus, B. (2006). *Énergies renouvelables, potentialités et limites*. Le Monde diplomatique. [https://www.monde-diplomatique.fr/publications/l\\_atlas\\_geopolitique/a53312](https://www.monde-diplomatique.fr/publications/l_atlas_geopolitique/a53312)

*En quelques mots : Qu'est-ce que la géothermie ?* (2020, mars 25). Planète Énergies.

<https://www.planete-energies.com/fr/medias/decryptages/en-quelques-mots-qu'est-ce-que-la-geothermie>

## Bibliographie

*Energie solaire : Définition.* (s. d.). Climamaison. Consulté 4 septembre 2020, à l'adresse

<https://www.climamaison.com/lexique/energie-solaire.htm>

Energies renouvelables : 60 projets identifiés en Algérie à l'horizon 2020. (2011). *Algérie*

*Presse Service, 2.*

*Énergies renouvelables : Définition, exemples, avantages et limites.* (s. d.). Youmatter.

Consulté 4 septembre 2020, à l'adresse

<https://youmatter.world/fr/definition/energies-renouvelables-definition/>

Erwin, B. (2018, décembre 5). Les 10 principaux pays producteurs de gaz naturel. *Contrôle*

*Gaz.* <https://www.contrôle-gaz.be/les-10-principaux-pays-producteurs-de-gaz-naturel/>

Faiza, H. (2012). *LA QUESTION DES ENERGIES RENOUVELABLES DANS LA PERSPECTIVE DE*

*L'APRES PETROLE : CAS DE L'ALGERIE ET PAYS DU SUD ET EST MEDITERRANEENS*

[Mémoire de Magister]. AbdErrahmane Mira.

Farigoul, S. (s. d.). Conférence des Nations Unies sur le changement climatique Paris 2015.

*Développement durable.* Consulté 4 septembre 2020, à l'adresse

<https://www.un.org/sustainabledevelopment/fr/cop21/>

*IEA – International Energy Agency.* (s. d.). IEA. Consulté 5 septembre 2020, à l'adresse

<https://www.iea.org>

KHELIF, A. (s. d.). *EXPERIENCE, POTENTIEL ET MARCHE PHOTOVOLTAIQUE ALGERIEN.* 7.

Consulté 29 septembre 2020, à l'adresse

<https://www.osti.gov/etdeweb/servlets/purl/21505314>

*La Biomasse.* (2009). SIDDTS – MIG. <http://www.seine-et->

[marne.gouv.fr/content/download/5136/36385/file/FIC\\_20090700\\_BIOMASSE.pdf](http://www.seine-et-marne.gouv.fr/content/download/5136/36385/file/FIC_20090700_BIOMASSE.pdf)

## Bibliographie

*Les Energies Fossiles et le Réchauffement Climatique.* (s. d.). Consulté 4 septembre 2020, à

l'adresse <https://www.superprof.fr/ressources/scolaire/svt/expose-svt8/3eme-svt8/consequences-energies-fossiles-sur-climat.html>

*L'histoire des énergies renouvelables.* (s. d.). Planète Énergies. Consulté 4 septembre 2020, à

l'adresse <https://www.planete-energies.com/fr/medias/diaporamas/l-histoire-des-energies-renouvelables>

*Ministère de l'Énergie | Algérie.* (s. d.-a). Consulté 4 septembre 2020, à l'adresse

<https://www.energy.gov.dz/?rubrique=energies-nouvelles-renouvelables-et-maitrise-de-lrenergie>

*Ministère de l'Énergie | Algérie.* (s. d.-b). Consulté 4 septembre 2020, à l'adresse

<https://www.energy.gov.dz/?rubrique=energies-renouvelables-et-efficacite-energetique>

OULEBSIR, K. (2018). *Etablissement d'un rapport sur l'inventaire des sources d'émission et des puits d'absorption de GES en Algérie* (p. 29). Agence Nationale des Changements Climatiques.

*Principe de fonctionnement d'un convertisseur DC → DC \* SOLARIS-STORE.* (s. d.). Consulté 4

septembre 2020, à l'adresse <https://www.solaris-store.com/content/48-principe-de-fonctionnement-d-un-convertisseur-dc-dc>

*Programme des énergies renouvelables et de l'efficacité énergétique.* (2011). Ministère de

l'énergie. [http://cemagas.org/wp-content/uploads/2012/12/Programme\\_ENR\\_et\\_efficacite\\_energetique\\_fr.pdf](http://cemagas.org/wp-content/uploads/2012/12/Programme_ENR_et_efficacite_energetique_fr.pdf)

Projet Desertec. (2020). In *Wikipédia*.

[https://fr.wikipedia.org/w/index.php?title=Projet\\_Desertec&oldid=174332230](https://fr.wikipedia.org/w/index.php?title=Projet_Desertec&oldid=174332230)

- Quels sont les avantages et inconvénients des énergies renouvelables ?* | Vattenfall. (2018, mars 15). Comprendre le monde de l'énergie. <https://www.vattenfall.fr/le-mag-energie/avantages-inconvenients-des-energies-renouvelables>
- REDOUANE, L. (2020, février 15). Desertec : Ce qu'il faut savoir sur le projet de l'énergie solaire en Algérie. *Dzair Daily*. <https://www.dzairdaily.com/desertec-projet-energie-solaire-algerie-2020/>
- REZOUAL, A. (2020, Février). L'Algérie toujours otage de la rente pétrolière : Toute l'actualité sur liberte-algerie.com. <http://www.liberte-algerie.com/>. <https://www.liberte-algerie.com/actualite/lalgerie-toujours-otage-de-la-rente-petroliere-334589>
- Rousseau, I. (2010). *Défis et enjeux des énergies fossiles au XXIème siècle*. 6.
- SADI, M. E. A., & HAMLAT, Z. (2014). *L'impact Des Energies Renouvelables Sur Le Réseau Electrique Ouest Algérien 220 KV*. [https://pmb.univ-saida.dz/butecopac/doc\\_num.php?explnum\\_id=350](https://pmb.univ-saida.dz/butecopac/doc_num.php?explnum_id=350)
- Scott, F., & Elzinga, D. (s. d.). *Le rôle des combustibles fossiles dans un système énergétique* | Nations Unies. United Nations ; United Nations. Consulté 4 septembre 2020, à l'adresse <https://www.un.org/fr/chronicle/article/le-role-des-combustibles-fossiles-dans-un-systeme-energetique>
- Statistical Review of World Energy | Energy economics | Home*. (s. d.). Bp Global. Consulté 4 septembre 2020, à l'adresse <https://www.bp.com/en/global/corporate/energy-economics/statistical-review-of-world-energy.html>
- ZEYNEB, C. (2014). *La part des énergies renouvelables dans le bilan énergétique national à l'horizon 2030* [Mémoire de Magister]. M'HAMED BOUGARA.

# **TABLE DES MATIÈRE**

Introduction générale.....	1
<b>Chapitre I : Genèse des énergies fossiles et renouvelables.....</b>	<b>3</b>
Introduction du premier chapitre.....	4
<b>Section I : Généralités sur les énergies fossiles.....</b>	<b>5</b>
I. Définitions et types d'énergies.....	6
I.1 Le pétrole.....	7
I.2 Le gaz.....	7
I.3 Le charbon.....	7
II. Le rôle de l'énergie fossile dans l'économie.....	8
III. Conséquences de l'énergie fossile sur l'économie.....	11
IV. Contraintes et limites des énergies fossiles sur l'économie.....	12
<b>Section II : généralités sur les énergies renouvelables.....</b>	<b>11</b>
I. Historique des énergies renouvelables [11].....	13
II. Définition.....	13
III. Les types des énergies renouvelables.....	14
III.1 L'énergie solaire.....	14
III.1.1 Les types d'énergie solaire.....	15
III.1.1.1 Energie solaire photovoltaïque.....	15
III.1.1.2 Energie solaire thermique.....	15
III.1.1.3 L'énergie éolien.....	15
III.2 Energie hydraulique.....	16
III.2.1 Les types de l'énergie hydraulique [6].....	17
III.3 Energie géométrique.....	17
III.4 La biomasse énergie.....	18
III.4.1 Les constituantes et les catégories de la biomasse [18].....	19
IV. Energies renouvelables, potentialités et limites [19].....	19
V. Les avantages et les inconvénients des énergies renouvelable [20].....	23
V.1 Les avantages des énergies renouvelables.....	23
V.2 Les inconvénients des énergies renouvelables.....	23
<b>Avantages</b> .....	25
<b>Inconvénients</b> .....	25
Avantages.....	26
Inconvénients.....	26



Conclusion du premier chapitre.....	25
<b>Chapitre II : Les énergies renouvelables en Algérie.....</b>	<b>26</b>
Introduction du deuxième chapitre.....	27
<b>Section I : État des lieux de la situation énergétique en Algérie.....</b>	<b>28</b>
I. La problématique du réchauffement climatique .....	30
I.1 L'effet de serre .....	31
I.2 La pollution.....	31
I.3 Le changement potentiel du climat de la planète.....	32
II. Forte dépendance à l'égard des hydrocarbures .....	36
III. La stratégie de l'Algérie face à l'épuisement des réserves .....	37
IV. Les énergies renouvelables comme solution .....	39
<b>Section II : le programme des énergies renouvelable en Algérie.....</b>	<b>39</b>
I. Les potentielles des énergies renouvelables en Algérie .....	41
I.1 L'Énergie solaire en Algérie .....	41
I.1.1 Potentiel solaire.....	42
I.2 L'énergie éolienne dans l'Algérie .....	44
I.2.1 Le vent en Algérie .....	45
I.2.2 Gisement éolienne en Algérie .....	45
I.3 Le potentiel de biomasse .....	46
I.4 Le potentiel géothermique.....	47
I.5 Le potentiel hydraulique .....	48
II. Le programme des énergies renouvelable et de l'efficacité énergétique .....	49
II.1 L'objectif du programme .....	49
II.2 Les chapitres de développement .....	50
II.3 La synthèse du programme nationale des énergies renouvelables [36].....	50
II.4 Les phase du programme des énergies renouvelables [36] .....	51
II.5 Les filières de production [33] .....	52
II.5.1 Solaire photovoltaïque .....	52
II.5.2 L'énergie solaire thermique .....	52
II.5.3 L'énergie éolienne .....	52
II.6 L'Algérie investira dans plus de 60 projets en énergies renouvelable d'ici 2030 .....	53
II.6.1 L'Algérie investira 60 mds de dollars dans les énergies renouvelables d'ici 2030.....	54
II.6.2 Projet Desertec : l'expertise allemande à la rescousse.....	55

## Tables des matières

III.	L'analyse du programme [36].....	56
IV.	Les barrières au développement des énergies renouvelables en Algérie [40], [41] .....	58
IV.1	Les barrières économiques .....	58
IV.2	Les barrières techniques .....	58
IV.3	Les barrières institutionnelles .....	59
IV.4	Les barrières socioculturelles .....	59
	Conclusion du deuxième chapitre.....	59
	Conclusion générale.....	60
	Bibliographie	
	Table des matières	

## **Résumé**

Le développement économique d'un pays ne peut se reposer que sur l'exploitation d'un seul type de source d'énergie, comme c'est le cas pour l'Algérie avec les énergies fossiles. Ces dernières ne peuvent être exploitées indéfiniment. Notre pays doit impérativement diversifier son bouquet énergétique, en exploitant les énergies renouvelables et notamment le solaire et l'éolien. Les énergies renouvelables constituent à cet effet l'alternative où le potentiel important mais largement sous exploite.

L'exploitation des énergies renouvelables dans un pays comme l'Algérie est une nécessité absolue. C'est pour cela que l'Algérie, amorce un programme ambitieux de développement des énergies renouvelables et d'efficacité énergétique. L'objectif de cette étude est de savoir la stratégie poursuivie par l'Algérie afin d'encourager l'implantation des énergies renouvelables dont la plupart des projets (Etatiques ou privés).

**Mots clés :** Energie, énergies renouvelables, efficacité énergétique, programme des énergies renouvelables.

## **Abstract**

The economic development of a country can't only be based on the exploitation of a single type of energy source, as it is the case for Algeria with fossil fuels. These cannot be used indefinitely. Our country must imperatively diversify its energy mix, by exploiting renewable energies and in particular solar and wind power. Renewable energies are therefore the alternative where the potential is significant but largely under-exploited.

The exploitation of renewable energies in a country like Algeria is an absolute necessity. This is why Algeria is launching an ambitious program for the development of renewable energies and energy efficiency. The objective of this study is to know the strategy pursued by Algeria in order to encourage the establishment of renewable energies, including most projects (State or private).

**Key words:** Energy, renewable energies, energy efficiency, renewable energies program.