

## Introduction

Depuis la révolution industrielle au 19<sup>ème</sup> siècle, l'utilisation de l'énergie a pris de l'ampleur, et l'exploitation de nouvelles formes d'énergie est devenue une nécessité pour assurer le niveau de vie actuel de l'humanité.

En effet, l'exploitation massive de l'énergie conventionnelle ne cesse de s'accroître, durant le 20<sup>ème</sup> siècle, la consommation d'énergie est multipliée par 10 avec une accélération à partir de 1945, ce qui a pour effet l'épuisement des ressources traditionnelles en matière d'énergie.

En outre, le réchauffement climatique est une autre conséquence de l'exploitation massive des hydrocarbures qui produisent de grandes quantités de gaz à effet de serre. Au 20<sup>ème</sup> siècle, des scientifiques ont indiqués une augmentation de 0.6°C de la température moyenne de la planète et selon un rapport réalisé par le GIEC (groupe intergouvernementale sur l'évolution du climat) en 2007, la température moyenne de la planète va augmenter de 1,8 à 4°C d'ici la fin du 21<sup>ème</sup> siècle.

A cet effet et pour mieux préserver l'avenir de l'humanité, il est de rigueur de consommer rationnellement les énergies conventionnelles et de développer les énergies renouvelables qui sont inépuisables et propres.

Les énergie renouvelables ont connu une première phase de développement à l'occasion des chocs pétroliers de 1973 et 1978, puis une période de repli après le contre choc de 1986, avant de retrouver un second souffle en 1998 après la signature du protocole de Kyoto qui prévoit une baisse de 5.2% des émissions des gaz à effet de serre des pays riches sur la période de 2002-2012 par rapport à 1990.[2]

L'énergie renouvelable dominante est l'énergie solaire qui assure la vie sur terre, et qui a été exploitée par l'homme depuis très longtemps, sous diverses formes.

### 1.1. Différents types d'énergies renouvelables

Une énergie renouvelable est une source d'énergie qui se renouvelle assez rapidement pour être considérée comme inépuisable à l'échelle de l'homme. Les énergies renouvelables sont issues de phénomènes naturels réguliers ou constants provoqués par les astres, principalement le soleil (rayonnement), mais aussi la lune (marée) et la terre (énergie géothermique). Aujourd'hui,

on assimile souvent par abus de langage les énergies renouvelables aux énergies propres. On distingue [2] :

### 1.1.1. Énergie solaire

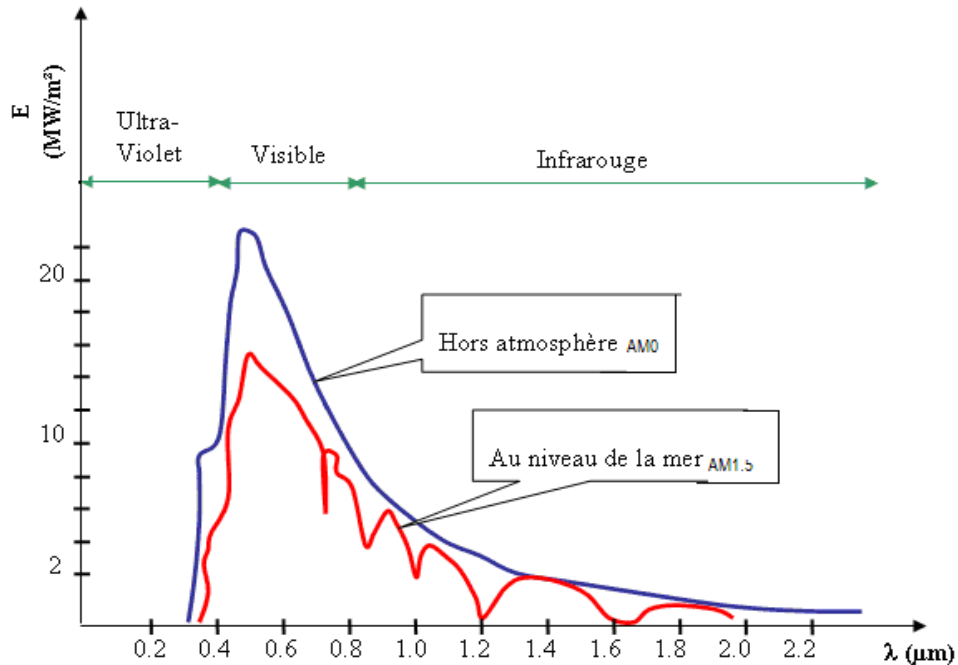


Figure 1.1 : Exemples de spectre solaire [3]

Le soleil émet un rayonnement électromagnétique dans lequel on trouve notamment les rayons cosmiques, gamma, X, la lumière visible, l'infrarouge, les micro-ondes et les ondes radios en fonction de la fréquence d'émission (figure 1.1). Tous ces types de rayonnement électromagnétique émettent de l'énergie. Le niveau d'irradiante (le flux énergétique) arrivant à la surface de la terre dépend de la longueur d'onde du rayonnement solaire.

Deux grandes familles d'énergie solaire à cycle court se distinguent :

- ✓ l'énergie photovoltaïque qui utilise le rayonnement lui-même,
- ✓ l'énergie solaire thermique qui utilise la chaleur transmise par rayonnement.

#### 1.1.1.1. Énergie photovoltaïque

L'énergie photovoltaïque se base sur l'effet photoélectrique pour créer un courant électrique continu à partir d'un rayonnement électromagnétique. Cette source de lumière peut être naturelle (soleil) ou bien artificielle (une ampoule). L'énergie photovoltaïque est captée par des cellules photovoltaïques, un composant électronique qui produit de l'électricité lorsqu'il est

exposé à la lumière. Plusieurs cellules peuvent être reliées pour former un module solaire photovoltaïque ou un panneau photovoltaïque. Une installation photovoltaïque connectée à un réseau d'électricité se compose généralement de plusieurs panneaux photovoltaïques, leur nombre pouvant varier d'une dizaine à plusieurs milliers.

Il existe plusieurs technologies de modules solaires photovoltaïques :

- ✓ Les modules solaires monocristallins possèdent le meilleur rendement au m<sup>2</sup> et sont essentiellement utilisés lorsque les espaces sont restreints et pour optimiser la production d'une centrale photovoltaïque.
- ✓ Les modules solaires poly cristallins représentent une technologie proposant des rendements plus faibles que la technologie monocristalline.
- ✓ Les modules solaires amorphes sont des panneaux solaires proposant un rendement largement inférieur aux modules solaires cristallins. Cette solution nécessite donc une plus grande surface pour la même puissance installée [2] .

### 1.1.1.2. Énergie solaire thermique

Dans les conditions terrestres, le rayonnement thermique se situe entre 0,1 et 100 micromètres. Il se caractérise par l'émission d'un rayonnement au détriment de l'énergie calorifique du corps émetteur. Ainsi, un corps émettant un rayonnement thermique diminue son énergie calorifique et un corps recevant un rayonnement thermique augmente son énergie calorifique. Le soleil émet principalement dans le rayonnement visible, entre 0,4 et 0,8 micromètre. Ainsi, en rentrant en contact avec un corps, le rayonnement solaire augmente la température de ce corps. On parle ici d'énergie solaire thermique. Cette source d'énergie est connue depuis très longtemps, notamment par le fait de se positionner à un endroit ensoleillé pour se réchauffer.

L'énergie thermique peut être utilisée directement ou indirectement :

- ✓ directement pour chauffer des locaux ou de l'eau sanitaire (panneaux solaires chauffants et chauffe-eau solaire) ou des aliments (fours solaires),
- ✓ indirectement pour la production de vapeur d'un fluide caloporteur pour entraîner des turbines et ainsi obtenir une énergie électrique (énergie solaire thermodynamique (ou hélio thermodynamique)).

- ✓ L'énergie solaire thermique peut également être utilisée pour la cuisine. Apparue dans les années 1970, la cuisine solaire consiste à préparer des plats à l'aide d'un cuiseur ou d'un four solaire. Les petits fours solaires permettent des températures de cuisson de l'ordre des 150 °C, les paraboles solaires permettent de faire les mêmes plats qu'une cuisinière classique à gaz ou électrique [2] .

### 1.1.2. Énergie éolienne

L'activité solaire est la principale cause des phénomènes météorologiques. Ces derniers sont notamment caractérisés par des déplacements de masses d'air à l'intérieur de l'atmosphère. C'est l'énergie mécanique de ces déplacements de masses d'air qui est à la base de l'énergie éolienne. L'énergie éolienne consiste ainsi à utiliser cette énergie mécanique.

Des voiliers ont été utilisés dès l'Antiquité, comme en témoigne la Barque solaire de Khéops. Jusqu'au milieu du XIX<sup>e</sup> siècle, l'essentiel des déplacements nautiques à moyenne et longue distance se sont faits grâce à la force du vent. Un dérivé terrestre n'ayant d'usage que sportif a été rendu possible par les techniques modernes : le char à voile.

L'énergie éolienne a aussi été vite exploitée à l'aide de moulins à vent équipés de pales en forme de voile, comme ceux que l'on peut voir aux Pays-Bas ou encore ceux mentionnés dans Don Quichotte. Ces moulins utilisent l'énergie mécanique pour actionner différents équipements. Les moulins des Pays-Bas actionnent directement des pompes dont le but est d'assécher ou de maintenir secs les polders du pays. Les meuniers utilisent des moulins pour faire tourner une meule à grains.

Aujourd'hui, ce sont les éoliennes qui prennent la place des moulins à vent. Les éoliennes transforment l'énergie mécanique en énergie électrique, soit pour l'injecter dans un réseau de distribution soit pour être utilisée sur place (site isolé de réseau de distribution). Pour résoudre le problème d'espace, elles sont de plus en plus souvent placées en mer [2].

### 1.1.3. Énergie hydraulique

À l'instar de l'énergie éolienne, les énergies hydrauliques (à l'exception de l'énergie marémotrice) ont leur origine principale dans les phénomènes météorologiques et donc l'énergie solaire. Le soleil provoque l'évaporation de l'eau, principalement dans les océans et en libère une partie sur les continents à des altitudes variables. On parle du cycle de l'eau pour décrire ces

## Chapitre1 : Revue sur les énergies renouvelables

---

mouvements. L'eau (en fait, la vapeur d'eau) possède, en altitude, une énergie potentielle de pesanteur ; cette énergie peut être captée et transformée dans des barrages hydroélectriques, lors du retour de l'eau vers les océans. Avant l'avènement de l'électricité, les moulins à eau permettaient de capter cette énergie mécanique pour entraîner des machines ou des outils (machines à tisser, moulins à moudre le blé...).

Depuis l'invention de l'électricité cette énergie mécanique est transformée en énergie électrique ; l'hydroélectricité est après la biomasse la deuxième énergie renouvelable : selon l'Agence internationale de l'énergie, elle fournit 2,3 % de l'énergie primaire produite dans le monde en 2011, sur un total de 13,3 % d'énergies renouvelables.

D'autres énergies hydrauliques existent et proviennent généralement de sources marines :

- ✓ Énergie des vagues : elle est produite par le mouvement des vagues et peut être captée par des dispositifs tels le Pélamis, sorte de ver en métal articulé ou le Searev. Leur puissance correspond à celle d'une petite éolienne.
- ✓ Énergie marémotrice : elle est produite par le mouvement de l'eau créé par les marées (variations du niveau de la mer, courants de marée),
- ✓ Énergie hydrolienne : elle est issue de l'utilisation des courants sous marins,
- ✓ Énergie thermique des mers : elle est produite en exploitant la différence de température entre les eaux superficielles et les eaux profondes des océans,
- ✓ Énergie osmotique : elle a pour origine la diffusion ionique qui a lieu lors de l'arrivée et du mélange d'eau douce dans l'eau salée de la mer. L'idée remonte aux années 1970, c'est donc une énergie nouvelle, elle consiste à tirer parti du phénomène d'osmose qui se produit lors du mélange d'eau de mer et d'eau douce (grâce à leur salinité différente) [2].

### 1.1.4. Biomasse

Indirectement, il s'agit d'énergie solaire stockée sous forme organique grâce à la photosynthèse. Elle est exploitée par combustion ou métabolisation. Cette énergie est renouvelable à condition que les quantités brûlées n'excèdent pas les quantités produites ; cette condition n'est pas toujours remplie. On peut citer notamment le bois et les biocarburants.

Jusqu'au XVIII<sup>e</sup> siècle, la biomasse était la principale ressource énergétique utilisée par l'humanité, en particulier sous forme de bois ; c'est encore aujourd'hui, et de loin, la principale

énergie renouvelable : selon l'Agence internationale de l'énergie, la biomasse et les déchets fournissent 10 % de l'énergie primaire produite dans le monde, sur 13,3 % d'énergies renouvelables. Mais cette ressource produit de nombreux polluants et a l'inconvénient majeur d'exiger des surfaces considérables pour sa production, du fait de la faible efficacité énergétique de la photosynthèse : 3 à 6 % contre, par exemple, 14 à 16 % pour une cellule photovoltaïque en silicium monocristallin ; et surtout, sa production entre en conflit avec la production vivrière ; l'utilisation énergétique de la biomasse restera donc toujours limitée par ces multiples contraintes.

Des cyanobactéries modifiées pourraient convertir de l'énergie solaire en carburant et consommer du CO<sub>2</sub>. Cette technique et l'utilisation de ce carburant équilibreraient la production et la consommation de CO<sub>2</sub> [2].

### 1.1.5. Énergie géothermique

Un des témoignages les plus anciens date de 2 000 ans avant Jésus-Christ, avec dans les îles Lipari (Italie) l'exploitation d'eau naturellement chaude pour les thermes.

Le principe consiste à extraire l'énergie géothermique contenue dans le sol pour l'utiliser sous forme de chauffage ou pour la transformer en électricité. Dans les couches profondes, la chaleur de la Terre est produite par la radioactivité naturelle des roches du noyau et de la croûte terrestre : c'est l'énergie nucléaire produite par la désintégration de l'uranium, du thorium et du potassium.

Par rapport à d'autres énergies renouvelables, la géothermie profonde ne dépend pas des conditions atmosphériques (soleil, pluie, vent).

Pour autant le géothermique comporte lui aussi des risques au niveau humain. Les techniques évoluent et permettent de chercher la chaleur à de plus grandes profondeurs. Il a été montré que la modification des pressions dans les sous-sols avait un impact sur l'activité sismique. La fréquence des tremblements de terre mais aussi leur puissance peut être augmentée à cause de l'exploitation de cette énergie.

La géothermie très basse énergie exploite la chaleur de la couche superficielle du sol, qui provient non pas des profondeurs de la croûte terrestre, mais du soleil et du ruissellement de l'eau de pluie ; elle est utilisée pour :

- ✓ la climatisation passive avec par exemple le système du puits provençal, le puits canadien, etc.
- ✓ le chauffage et la climatisation avec la pompe à chaleur géothermique, qui se développe en particulier en Allemagne, en Suède et en France ; ces pompes à chaleur sont considérées comme exploitant une énergie partiellement renouvelable car une grande partie de l'énergie qu'elles fournissent provient de l'énergie solaire emmagasinée chaque été dans la terre par le soleil, et comme des systèmes efficaces de production de chaleur car elles assurent une production d'énergie thermique très supérieure à l'énergie électrique consommée [2].

### 1.2. Comparaison entre l'énergie solaire et éolienne et les autres types d'énergie

Toutes les énergies renouvelables ont pour origine l'énergie solaire, mais elle est sous une forme de plus en plus dégradée et de moins en moins dense, par exemple : l'énergie solaire sur terre est en moyenne d'1 kWh/m<sup>2</sup>, alors que pour l'éolien, on a des intensités beaucoup plus faibles.

Toutes les formes de production d'énergie actuelles ou futures (photovoltaïque, fusion, etc) ont des inconvénients techniques, mais les problèmes techniques trouvent des solutions.

A l'exception du photovoltaïque, de l'éolien et de l'hydroélectricité, tous les autres modes de production électrique utilisent les principes de la thermodynamique : une source chaude et une source froide activent un mécanisme qui entraîne une dynamo [4].

#### 1.2.1. Les systèmes non thermodynamiques

##### 1.2.1.1. L'énergie solaire

L'énergie solaire présente les avantages et les inconvénients suivants :

- ✓ Avantages :
  - sa production est simple,
  - c'est une énergie fiable,
  - les équipements nécessitent très peu d'entretien.

✓ Inconvénients :

- cela ne fonctionne que quand il y a du soleil,
- le rendement est de 10 % à 15 % ,
- c'est cher,
- la fabrication consomme énormément d'énergie,
- le recyclage des capteurs est compliqué, les cellules photovoltaïques contiennent de l'arséniure de galium etc [4] .

### 1.2.1.2. L'énergie éolienne

✓ Inconvénients :

- le vent est irrégulier donc c'est une source intermittente,
- il faut disposer de sites propices,
- le coût énergétique de construction est élevé (acier des pylônes, béton des fondations, etc),
- l'emprise au sol génère un coût,
- il y a une pollution visuelle,
- les éoliennes font du bruit,
- les éoliennes entraînent une perturbation des ondes électromagnétiques (télévision, téléphones portables, ondes radios, etc),
  
- il y a certains risques pour les oiseaux.

Avantages du solaire dans les déserts par rapport à l'éolien :

- une intensité énergétique élevée par m<sup>2</sup>,
- une extrême régularité,
- une surface de captage disponible immense,
- le prix[4] .

### 1.2.1.3. L'hydroélectricité

✓ Inconvénients :

- le potentiel disponible est limité, en Europe il y a très peu de zones que l'on puisse équiper, même avec les micro turbines.
- la construction des barrages a un coût énergétique important (ciment, terrassement, etc),
- le déplacement de populations (par exemple le barrage des 3 gorges en Chine a entraîné le



déplacement de plus d'un million de personnes),

- l'impact écologique des barrages,
- cela bloque les alluvions,
- il y a des risques de rupture,
- cela occupe de grandes surfaces au sol. [4]

### 1.2.1.4 la biomasse :

La biomasse comprend : le bois de chauffage, les déchets, les biocarburants issu de cultures.

✓ Avantages : la combustion de la biomasse génère du CO<sub>2</sub>.

✓ Inconvénients :

La biomasse est un capteur solaire biologique avec :

- un rendement de captage très faible, pour le bois le rendement est faible 3 à 13 tonnes par hectare, soit 1 à 4 tep par hectare,
- une grande lenteur du processus pour les cultures, et encore plus pour les arbres,
- une surface occupée très importante,
- une consommation d'eau énorme (tant qu'il pleut ça va, mais pour la biomasse cultivée cela va être un problème),
- une consommation d'engrais (pour la biomasse cultivée),
- une consommation de carburant pour les engins agricoles (pour la biomasse cultivée).

Le miscanthus semble être très intéressant car il minimise ces problèmes, les algues aussi.

✓ Inconvénients :

-Il faut en moyenne entre 1 000 l et 1 500 l d'eau pour produire 1 Kg de céréale. En France (premier pays agricole de l'Europe en surface cultivable) il faudrait que 120% des surfaces cultivables soient utilisées pour produire le carburant nécessaire pour les voitures et les camions roulant en France.

Une fois les céréales, les betteraves, le maïs, etc, récoltés, il faut réaliser différentes opérations (Distillation, etc) pour produire le bioéthanol, cela consomme encore beaucoup d'énergie.

## 1.2.2. Les systèmes thermodynamiques

La production électrique est réalisée à partir d'une source chaude et d'une source froide, plus la différence de température est importante entre les deux sources plus le rendement est important.

### 1.2.2.1. Les énergies fossiles

Les énergies fossiles sont représentées par le pétrole, le gaz et le charbon. Avec le nucléaire, elles sont considérées comme des énergies de stock. En d'autres termes, elles sont épuisables.

#### ✓ Avantages

Aujourd'hui elles ne présentent aucun avantage. Elles sont indispensables car elles recouvrent 85 % des besoins mondiaux en énergies primaires et sont porteuses d'enjeux économiques lourds.

#### ✓ Inconvénients

Largement dominantes sur le marché énergétique, les énergies fossiles n'ont plus la côte. Pourquoi ? Parce qu'elles ne sont pas éternelles. On prévoit en effet une pénurie de pétrole d'ici 40 ans. Mais le plus grand reproche qu'on leur fait c'est d'être trop polluantes. La combustion de ces énergies est en très grande partie responsable du réchauffement climatique que nous commençons à subir à cause des fortes émissions de dioxyde de carbone, gaz à effet de serre. Aujourd'hui, il est nécessaire de les remplacer. [4]

### 1.2.2.2. Le nucléaire

#### ✓ Avantage :

- l'énergie nucléaire ne produit pas de CO<sub>2</sub>, à l'exception de l'énergie nécessaire à la construction des centrales qui est très élevée : acier, béton, etc.

#### ✓ Inconvénients :

- le problème des déchets nucléaires est important (transport, stockage),
- le minerai de base (uranium) n'est pas cher (pour le moment), mais la complexité de l'exploitation des centrales et surtout les impératifs de sécurité augmentent très fortement le prix de cette énergie,
- l'uranium n'existe pas en quantité illimitée
- la sécurité élevée obligatoire dans le cas du nucléaire coûte très cher,

- il y a des risques d'accident (exemple : Tchernobyl, Three Miles Island, Fukushima),
- le nucléaire est difficile à développer pour les pays pauvres à cause des investissements, et du niveau technologique nécessaire,
- la construction d'une centrale nucléaire a un coût énergétique très important : très grande consommation de ciment, d'acier, etc [4] ,

### 1.3. Part des énergies renouvelables dans la consommation énergétique mondiale

La consommation mondiale d'énergie est comptée principalement sur les sources d'énergies conventionnelles (les carburants) 80,6% de la consommation, le nucléaire (2,7%) et les différents types énergie renouvelables occuper d'un part de 16,7% de la production des énergies comme on les présenter dans la figure suivante. [5]

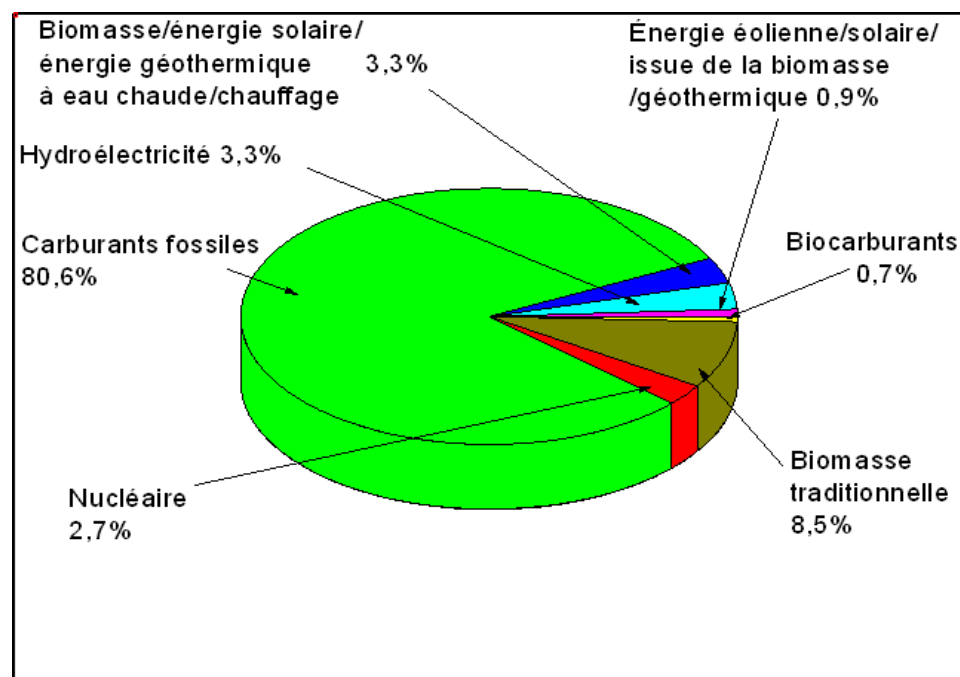


Figure 1. 2. Pourcentage des énergies renouvelables dans la consommation énergétique mondiale [5]

### 1.4. Part des énergies renouvelables dans la production électrique mondiale en 2011

L'électrification mondiale produite par des énergies renouvelables est petite par rapport aux énergies des carburants fossile et nucléaire, on va représenter le rôle des énergies renouvelable dans l'électrification mondiale dans la figure suivante [5] .

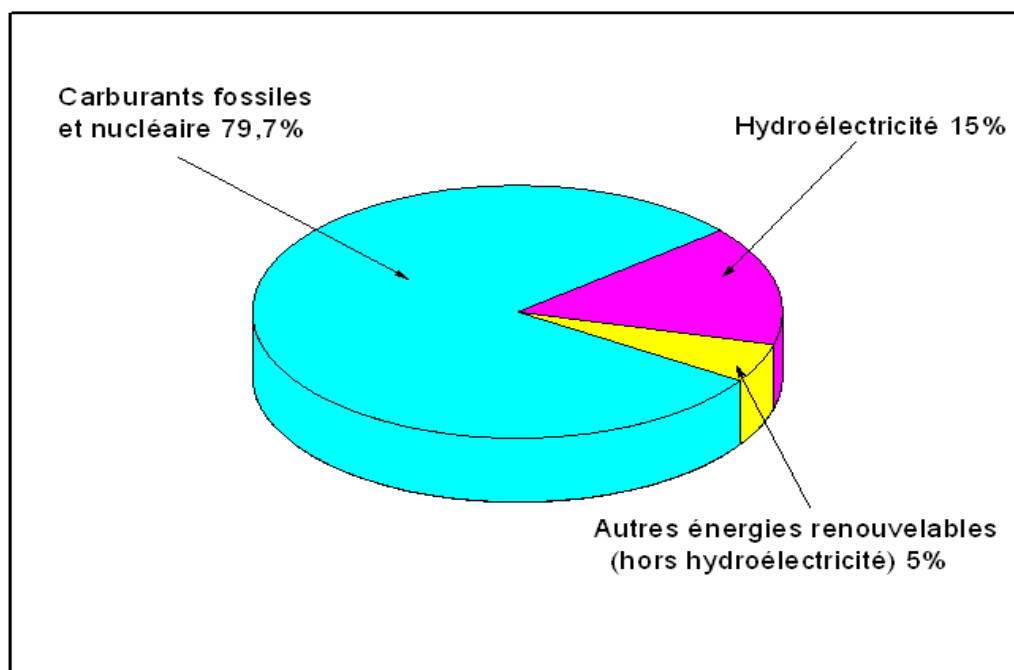


Figure 1.3 : part en pourcentage des énergies renouvelables dans la production électrique mondiale [5]

### 1.5. Niveaux investissements mondiaux dans les énergies renouvelables entre 2004-2011

Le niveau des investissements en énergies renouvelables croix plus rapidement. Le tableau suivant représente les investissements mondiaux dans les énergies renouvelables entre 2004 et 2011. [5]

| année            | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 |
|------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| En milliards USD | 39   | 61   | 97   | 133  | 167  | 161  | 220  | 257  |

Tableau 1. 1 : investissements mondiaux dans les énergies renouvelables

## Chapitre 1 : Revue sur les énergies renouvelables

Une conséquence directe de l'augmentation des investissements dans ce type d'énergie est l'augmentation de la capacité mondiale en énergies renouvelables. Les figures 1.4 et 1.5, présentent l'augmentation de la capacité mondiale du photovoltaïque et de l'éolien [5].

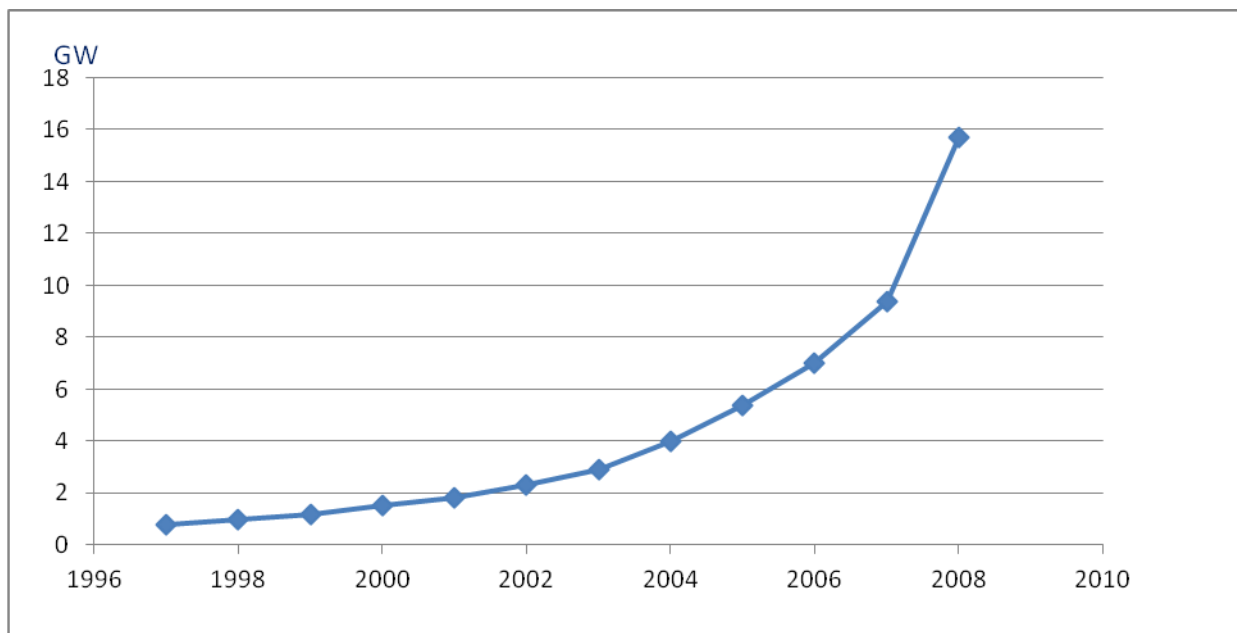


Figure 1.4 .Capacité mondiale totale du photovoltaïque solaire entre 1997 et 2008

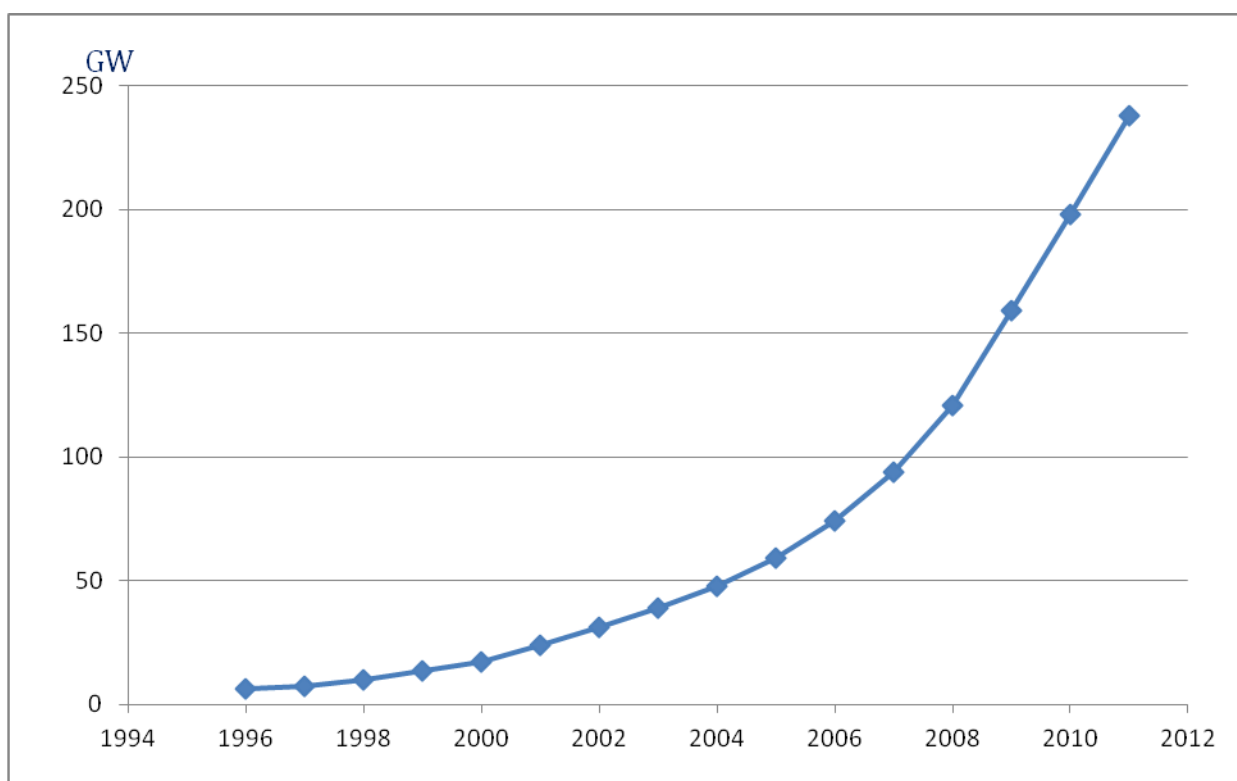


Figure 1. 5. Capacité mondiale totale de l'énergie éolienne entre 1996 et 2011

### **I.6 : Aperçu sur les énergies renouvelables en Algérie**

#### **1.6.1 : Situation énergétique et place des énergies renouvelables**

L'Algérie possède de grandes réserves de pétrole et de gaz naturel et dépend largement de ces ressources pour générer des recettes d'exportation. Le secteur du gaz et du pétrole représente 45.9% du PIB Algérien. Les exportations totales d'hydrocarbures ont représenté presque 98% du volume total des exportations pour l'année 2007. Avec un chiffre d'affaires à l'exportation de près de 56,1 milliards de US dollars réalisé en 2010 par la compagnie Sonatrach, l'Algérie est le 4<sup>ème</sup> plus important exportateur de gaz naturel liquéfié (GNL) dans le monde, le 3ème plus grand exportateur de gaz de pétrole liquéfié (GPL) et le 5ème exportateur de gaz naturel.

L'Algérie dispose d'un potentiel en ER suffisant pour couvrir la quasi-totalité des besoins de la demande actuelle et prévisionnelle à long terme, notamment les différents services fournis par l'électricité (éclairage, climatisation, chauffage, télécommunications, transport ferroviaire électrique etc.). Le solaire constitue le gisement le plus important. A très long terme, cette forme d'énergie devrait être prépondérante dans les bilans énergétiques de la région Afrique du Nord et très probablement de la plupart des autres régions du continent africain. Ceci est conforté par le potentiel comparatif des différents gisements, le développement technologique et les réalisations, projets et programmes en cours. [6]

#### **1.6.2 : Potentiel en Energies Renouvelables**

##### **1.6.2.1 : Potentiel solaire**

En Algérie, l'ensoleillement annuel moyen est évalué à 2000 heures, avec une moyenne d'ensoleillement de 6,57 kWh/m<sup>2</sup>/jour. Avec un territoire composé de 86% de désert saharien et de par son positionnement géographique, l'Algérie possède le champ solaire le plus important au monde. Si on devait comparer le solaire au gaz naturel, le potentiel solaire Algérien est équivalent à un volume de 37 000 milliards de mètres cubes, soit plus de 8 fois les réserves de gaz naturel du pays, à la différence que le potentiel solaire est renouvelable, contrairement au gaz naturel [6] .

## Chapitre1 : Revue sur les énergies renouvelables

---

Le tableau suivant donne le potentiel solaire Algérien en chiffres et selon la localisation.

|                                     | Régions côtières | Hauts plateaux | Sahara |
|-------------------------------------|------------------|----------------|--------|
| Superficie (%)                      | 4                | 10             | 86     |
| Durée moyenne ensoleillement (h/an) | 2650             | 3000           | 3500   |
| Energie moyenne reçue (kWh/m2/an)   | 1700             | 1900           | 2650   |

Tableau 1.2 : Potentiel solaire Algérien en durée d'ensoleillement et en énergie reçue (moyenne)

### 1.6.2.2 : Potentiel éolien

En Algérie, le potentiel éolien est relativement modéré, les vitesses du vent varient entre 2 et 6 m/s. Ce potentiel énergétique est idéal pour pomper l'eau dans les Hauts Plateaux, mais il est marginal pour les grands projets commerciaux. Les sites prometteurs sont situés dans la région d'Adrar, au sud, au nord-ouest d'Oran, la région s'étendant de Meghres à Biskra à l'Est et d'El Kheiter à Tiaret à l'ouest. Un certain nombre de sites, le long de la côte, ont des vitesses moyennes de vent supérieures à 5 m/s, s'élevant à plus de 8,5 m/s à 80m [6] .

### 1.6.2.3 : Potentiel hydro-électrique

En Algérie le potentiel non exploité est limité. Il existe néanmoins de modestes capacités qui pourraient être développées.

L'Algérie compte plusieurs barrages sur les rives algériennes, mais elles sont utilisées essentiellement pour l'irrigation et l'eau potable, la production d'électricité est limitée. La part de la capacité hydraulique dans la production électrique est de 5% soit 286 MW.

### 1.6.2.4 : Potentiel en biomasse

En Algérie, les zones forestières couvrent environ 250 millions d'hectares, soit moins de 10% de la surface totale du pays. Théoriquement, le potentiel total de la biomasse est estimé à 37 m tep dont environ 10% pourraient être récupérés. 5 millions de tonnes de déchets urbains et agricoles sont produits annuellement. Le potentiel théorique d'énergie avoisine les 1.33 millions tep/an. [6]

### 1.6.2.5 : Potentiel géothermique

L'Algérie dispose d'un potentiel géothermique important, estimé en termes de production d'électricité à 700 MW. Plus de 200 sources chaudes ont été identifiées au nord du pays dont 1/3 presque (33%) ont une température supérieure à 45 ° C. Certaines sources présentent des températures pouvant atteindre 96 ° C à Hammam Meskoutine. Plus au sud, le pays recèle un vaste réservoir géothermique qui s'étend sur plusieurs milliers de km<sup>2</sup>. Ce réservoir est appelé "nappe albienne" et présente une température moyenne de 57°C [6] .

### 1.7 : Strategies et programmes d'énergies renouvelables

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.

Un plan à long terme sur les énergies renouvelables et l'efficacité énergétique a été adopté avec pour objectif, la mise en place de 22.000 MW de capacité installée entre 2011 et 2030, dont 12.000 MW pour couvrir la demande nationale et 10.000 MW pourraient être exportés, si des garanties d'achat à long terme et des financements extérieurs étaient sécurisés. Ce programme inclut la réalisation, d'ici 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, est ouverte aux opérateurs publics et privés.

Le solaire devrait atteindre d'ici 2030 plus de 37% de la production nationale d'électricité. 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.

La première étape du programme (2011-2013) sera principalement consacrée à la réalisation de projets pilotes pour tester les différentes filières technologiques. Les principales évolutions en matière de capacité installée sont résumées dans la figure suivante [6] :



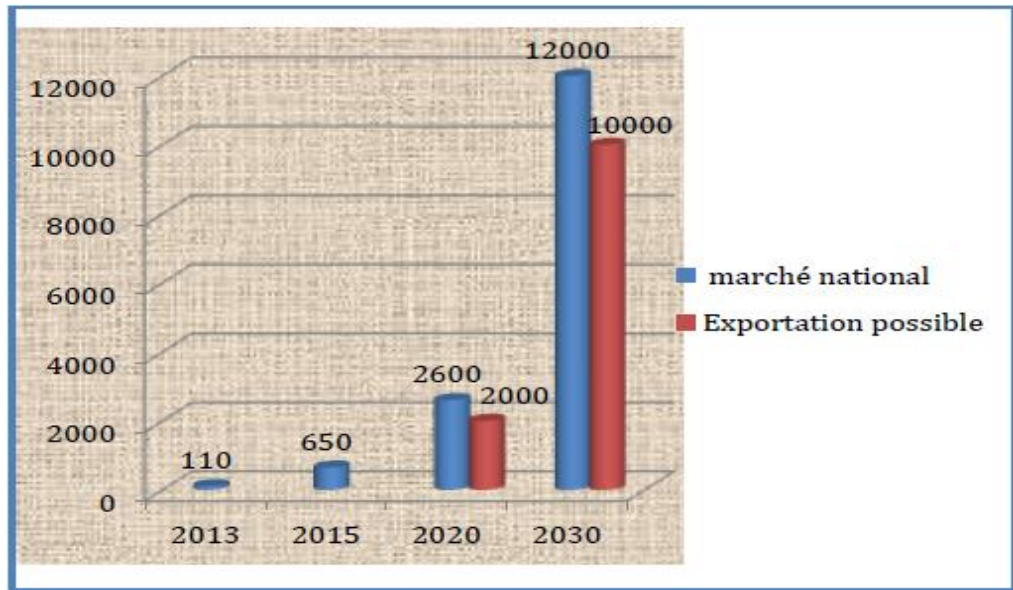


Figure 1.6: Evolution de la capacité totale installée ER: 2013-2030 (MW)

### Conclusion

Dans ce chapitre nous avons présenté une revue sur les énergies renouvelables dans le monde et l'Algérie, ainsi qu'une comparaison entre ces énergies et les énergies conventionnelles. Nous constatons que l'énergie la plus développée en ces dernières années est l'énergie solaire photovoltaïque.

Dans le chapitre suivant, nous allons apporter plus de détails sur ce type d'énergie.