Ecole Nationale Polytechnique : Département de Génie Chimique

Laboratoire de Valorisation des Energies Fossiles

20eme Journée de l ’Energie:Youm el Ilm

Thème : Pour une Algérie de Développement Humain Durable

Sujet : Etat des lieux de l’électricité en Algérie

Auteurs :

SAHLI Meriem Imane, SAIDANI Ibtissem, Pr F. MOHELLEBI ,Pr C.E CHITOUR

ملخص تعتبر الطاقة الكهربائية المحرك الأساسي للصناعة و التقدم التكنولوجي في العالم
الهدف من هذه الدراسة هو التطرق إلى الوضع الحالي لهذه الطاقة الثانوية على الصعيد العالمي و بالأخص في الجزائر.
سنعرض حالة الإحتياطات العالمية , إنتاج و استهلاك الطاقات الأولية بالإضافة إلى إنتاج و استهلاك الطاقة الكهربائية و طرق الإنتاج.
كمرحلة ثانية, سنتحدث عن وضعية إنتاج و إستهلاك الكهرباء في الجزائر, و أخيرا سنقوم بعرض سيناريوهات متوقعة لسنة 2030 مع إعطاء بعض الحلول.

Résumé : **L’énergie électrique est le moteur de l’industrie et du développement technologique dans le monde.**
Le but de cette communication est la description de la situation de l'électricité dans le monde et plus particulièrement celle de l’Algérie . Nous y décrivons l’état des réserves, de la production et de la consommation de chaque énergie primaire à l’échelle mondiale puis nous nous pencherons sur la production et la consommation de l’électricité à partir de ces différentes énergies primaires.
Dans la 2eme partie de notre travail, nous décrivons l’état des lieux de l’électricité en Algérie, consommation et production. A la fin, nous exposons les scénarios prévus pour 2030 et nous tenterons de proposer quelques solutions.

Summary: **Electrical energy is the motor industry and technological development in the world.**
The purpose of this paper is the description of the world situation and particularly of Algeria concerning this secondary energy. We describe the status of reserve, production and consumption of each primary energy at the global scale well we attacking the production and consumption of electricity from these primary energies with the mode of production.
In part 2 we describe the state instead of electricity in Algeria, consumption and production. At the end we present the scenarios planned for 2030 and we offer solutions.

Plan de travail

I. Introduction

II. Les énergies primaires

- Définitions
- Génération de l'énergie électrique à partir des énergies primaires

III. L' Electricité dans le monde

- **Réserves, production, consommation et participation de chaque énergie primaire à la génération de l'électricité**
- **Production et consommation de l'énergie électrique**

IV. L'Electricité en Algérie

- **Evolution de la production d'électricité**
- **Evolution de la consommation de l'électricité**
- **Parc de production d'électricité**
- **Politique du gouvernement algérien entre 2015 et 2030**
- **Scénario fil de l'eau**
- **Solutions pour le futur**

V. Conclusion

I. Introduction

Nous sommes envahis de tous côtés par l'électricité sous les aspects les plus divers, merveilleux, inquiétants et inattendus. Les premières lois fondamentales furent découvertes, il y a 200 ans à peine, par des non spécialistes occupant des professions variées. Ce n'est qu'à la fin du XIX ème siècle et au début du XX ème siècle que l'électricité a connu son âge d'or, que ce soit pour le transport d'énergie, la distribution d'électricité ou encore les machines électriques.

Depuis, tous les domaines, inventions et applications, n'ont cessé de s'épanouir, à savoir l'éclairage, le chauffage, l'information, les transports ou les communications sous leurs formes les plus diverses.

II. Les sources d'énergie primaire

L'énergie primaire est une forme d'énergie disponible dans la nature avant toute transformation. Elle englobe les énergies épuisables et renouvelables.

II.1. Les énergies fossiles

a. Définition

Ce sont des stocks d'énergie sous forme chimique que la nature a mis des millions d'années à produire. Elles désignent l'énergie que l'on produit à partir de roches issues de la fossilisation des êtres vivants.

Nous pouvons citer : Le pétrole, le gaz naturel et le charbon.

b. Modes de génération de l'électricité

1) A partir du Charbon

La plupart des centrales au charbon actuelles produisent de l'électricité en brûlant directement du charbon pour produire de la vapeur, laquelle fait tourner des turbines qui entraînent une génération d'électricité à l'aide d'une génératrice.Il existe deux modes de production :

- ✓ Centrales au charbon pulvérisé (CP)

Elles sont réparties en 3 catégories selon leurs cycles de vapeur, sous-critique (les plus courantes et les moins performantes), supercritique et ultra-critique (les moins courantes et les plus performantes).

Leur rendement est directement proportionnel à la température et à la pression de la vapeur. La centrale au CP à cycle de vapeur supercritique est très utilisée en Asie et en Europe.

- ✓ Gazéification

Cette méthode est basée sur une réaction entre le charbon, la vapeur et l'air qui produit un gaz de synthèse brut sous une température et une pression élevées.

Ce gaz de synthèse va être brulé et par conséquent, il y aura production d'électricité additionnelle. Les gaz d'échappement sont acheminés de la turbine vers un générateur de vapeur à récupération de chaleur (GVRC) (Figure 1).

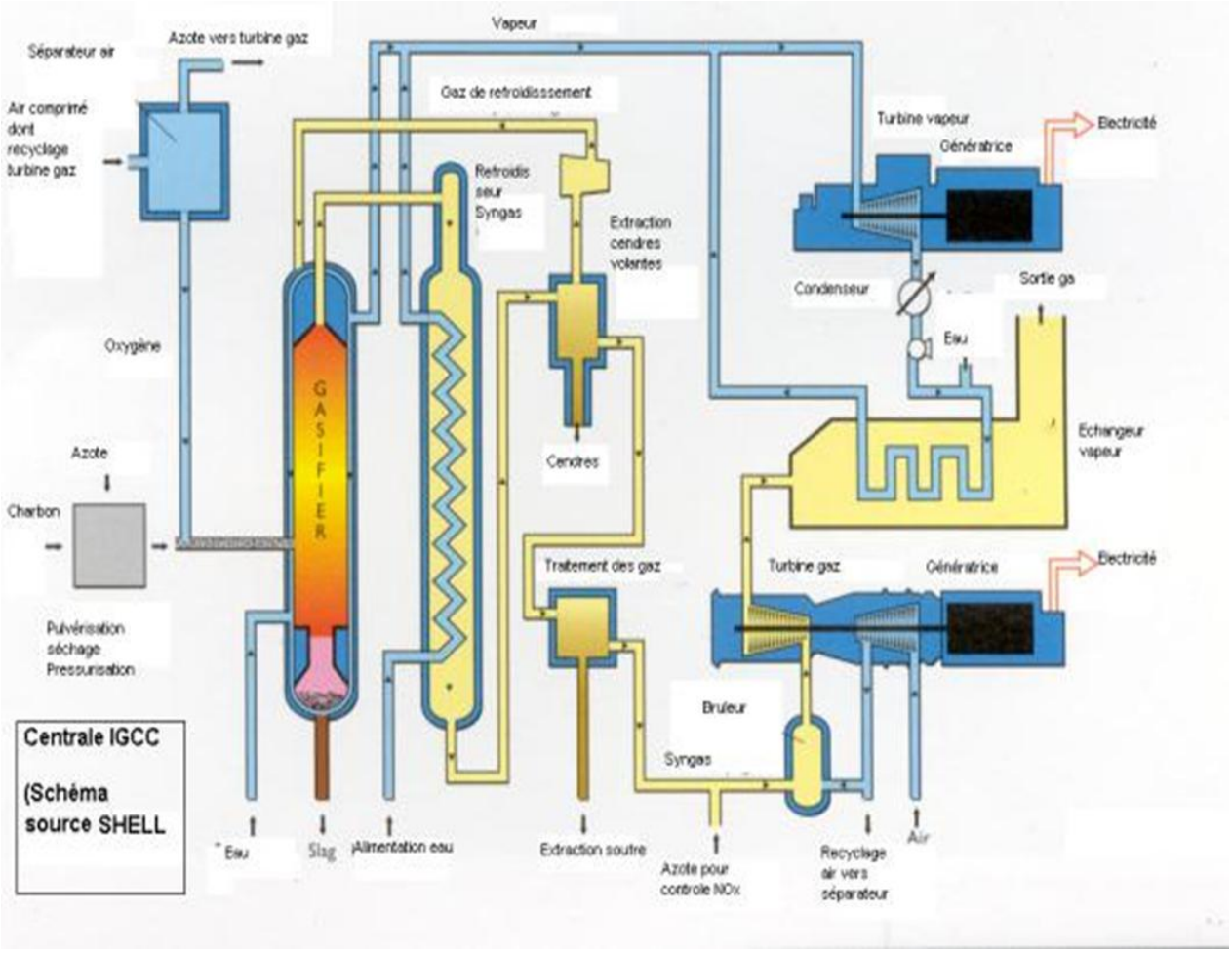


Figure 1 : Centrale de production d'électricité à partir du charbon [1]

Avantages et inconvénients : Le charbon est une source d'énergie primaire de choix pour la production électrique dans le monde, mais dans le contexte du réchauffement climatique, il reste handicapé par des émissions élevées en CO_2. Aussi, un effort de recherche considérable est-il fourni pour développer une filière de captage et de stockage géologique du CO_2 économiquement viable. Mais cela n'est pas si simple : les fumées issues des centrales thermiques contiennent du CO_2 mais aussi d'autres constituants (vapeur d'eau, azote, etc.). Afin de capter le CO_2, il faut donc parvenir à le séparer.

Plusieurs procédés sont ainsi étudiés. La solution la plus mature vise à acheminer les fumées de combustion vers une tour où le CO_2 est absorbé par un solvant chimique. On peut aussi agir en amont. Dans ce cas, on brûle le combustible fossile avec de l'oxygène pur, afin d'obtenir des fumées plus concentrées en CO_2. Enfin, on peut récupérer le CO_2 avant combustion : le charbon est alors transformé en un mélange d'hydrogène et de monoxyde de carbone que l'on convertit par la suite en CO_2. Dans tous les cas, des progrès restent à faire pour limiter la perte de rendement issue du captage. Que faire ensuite de tout ce gaz ? L'idée est de l'enterrer dans le sol.

2) A partir du Pétrole

Ce type de centrale utilise le fioul comme combustible dans une chaudière produisant de la vapeur, afin de faire tourner une turbine couplée à un alternateur. La puissance installée des centrales thermiques au fioul se situe généralement entre 250 à 750 MW par unité de production (Figure 2).

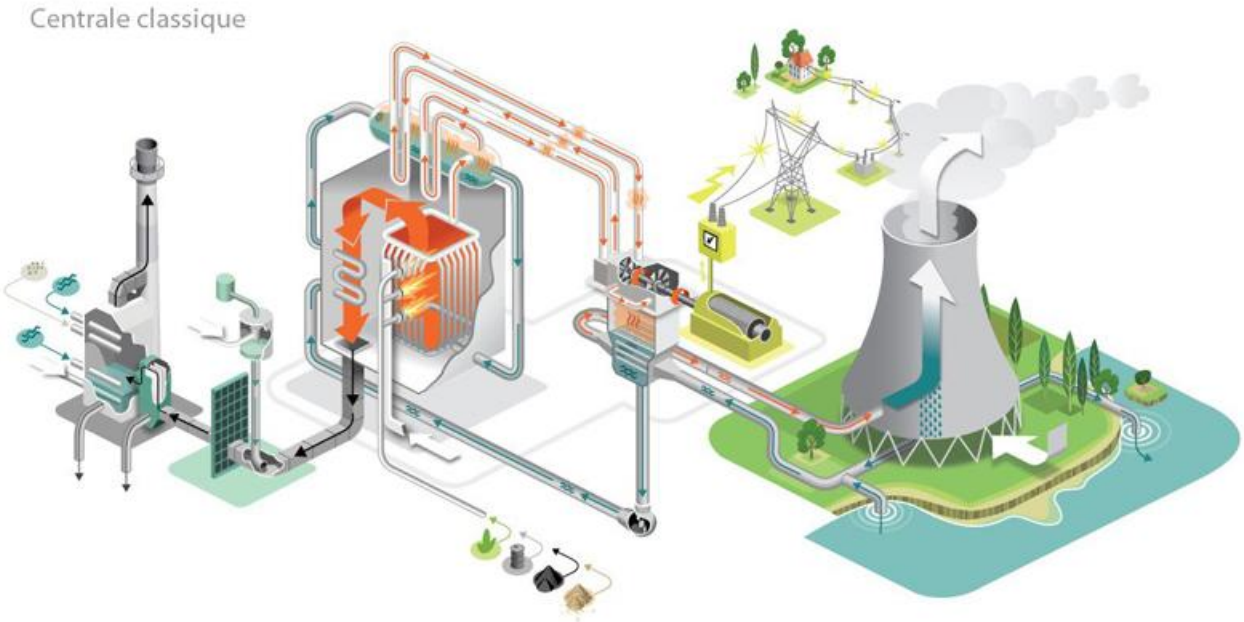


Figure 2 : Schéma représentatif de la production d'électricité à partir du fioul [2]

Avantages : Très modulables et mobilisables rapidement, les centrales thermiques au fioul sont utilisées en période de pointe, pour ajuster la production à l'augmentation de la demande. . Elles fonctionnent entre 200 et 1500 heures par an.
Inconvénients : L'impact environnemental le plus inquiétant de la combustion du fioul est l'émission de quantités importantes de CO_2, gaz à effet de serre responsable du dérèglement climatique. Utilisé pour la production électrique, le fioul est plus polluant que le gaz naturel, et moins que le charbon.
L'**extraction** du pétrole a des impacts sur les écosystèmes et la biodiversité, la santé des travailleurs ou des populations locales.

3) A partir du gaz naturel

Les centrales turbine à gaz naturel de grande puissance unitaire (250 MW), comprennent un compresseur d'air chaud, une chambre de combustion et une turbine de détente alimentée par les gaz brûlés qui entraîne le compresseur, d'une part, et un alternateur, d'autre part (figure 3).

La production suit plusieurs étapes : la combustion qui fait chauffer l'eau pour produire de la vapeur qui fait tourner une turbine et passant par un alternateur, l'énergie mécanique devient électrique.

Avantages : Par rapport au dérivés pétroliers, l'émission de CO_2 lors de la combustion du gaz naturel, est faible. Les rendements énergétiques obtenus pour la production d'électricité sont supérieurs à ceux obtenus avec les centrales à charbon ou à pétrole. Le gaz naturel peut être utilisé sur une centrale à énergie solaire. Il permet de pallier aux aléas climatiques et ainsi réguler la production.

Inconvénients : Il existe deux risques majeurs liés à l'exploitation du GNL (gaz naturel liquifié) s' il y a fuite ou déversement de GNL à l'air libre : l'incendie et la formation d'un nuage sans inflammation immédiate.

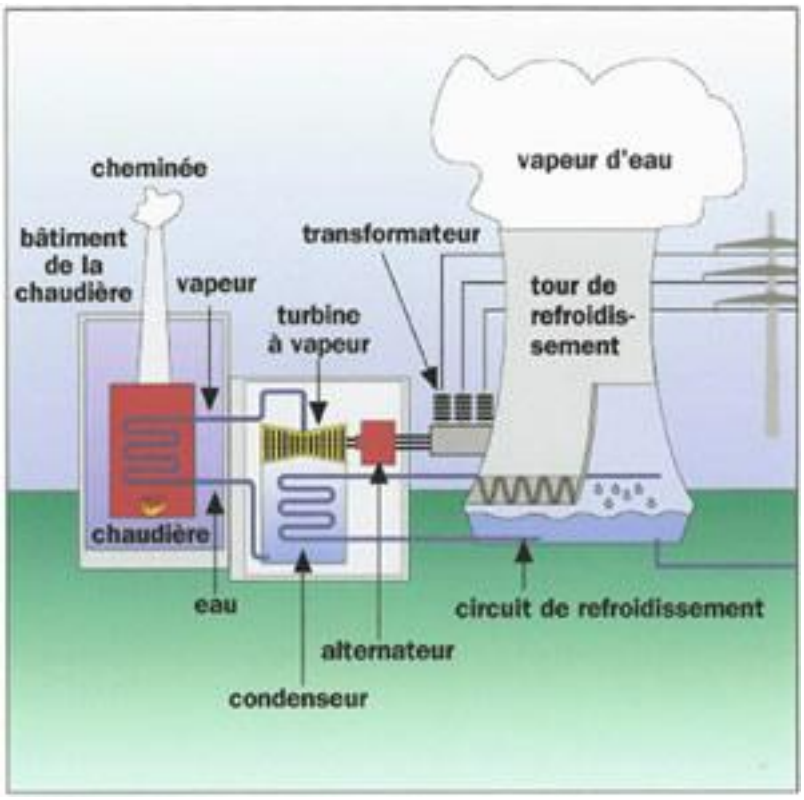


Figure 3 : Centrale de production de l'électricité à partir du gaz naturel[3]

.

II.2. L'énergie fissile

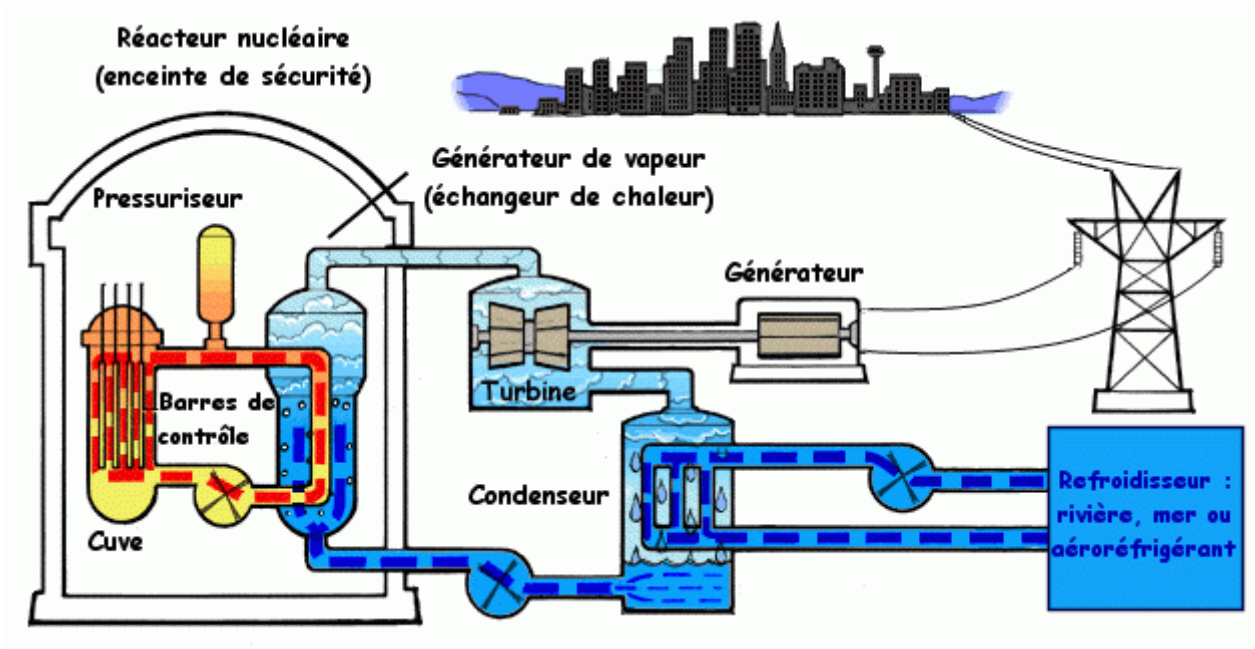
a. Définition

L'énergie nucléaire est l'énergie libérée par la transformation de certains noyaux atomiques radioactifs, lors de deux types de réaction nucléaire : la fusion et la fission des atomes.

b. Génération de l'électricité à partir du nucléaire

La centrale thermique nucléaire (figure 4) utilise le procédé de fission des atomes d'uranium. Cela produit de la chaleur qui se transforme ensuite en vapeur qui fait tourner une turbine.

Cette source de chaleur nécessite impérativement un confinement (isolation totale du milieu extérieur) pour éviter un contact, entre le circuit primaire et le circuit secondaire, qui contaminerait toute la centrale en éléments radioactifs.



<u>Figure 4</u> : Réacteur nucléaire pour la production d'électricité [4]

<u>Avantages</u> : Une centrale nucléaire produit de l'électricité pendant une durée de près de 90 % du total de l'année. Ceci réduit l'instabilité des prix qui existe pour d'autres combustibles comme le pétrole. Cette énergie utilise de l'uranium que l'on peut trouver en assez grande quantité. De plus, elle ne rejette pas de CO_2 mais seulement de la vapeur d'eau.

<u>Inconvénients</u> : Un des principaux problèmes qui sont souvent abordés est celui des déchets nucléaires (transport et stockage). En effet, ces déchets radioactifs sont très nocifs pour la santé. Leur radioactivité diminue de façon très lente. La surcharge du réacteur peut provoquer l'explosion de la centrale. La construction d'une centrale électrique nécessite un coût très élevé en terme d'énergie ou d'argent.

II.3. Les énergies renouvelables

Les énergies renouvelables sont des énergies primaires inépuisables à très long terme, car issues directement de phénomènes naturels, réguliers ou constants, liés à l'énergie du soleil, de la terre ou de la gravitation. Les énergies renouvelables sont également plus « propres » (moins d'émissions de CO_2, moins de pollution) que les énergies issues de sources fossiles.

1.L'énergie hydraulique

a. <u>Définition</u>

L'énergie hydraulique est l'énergie fournie par le mouvement de l'eau, sous toutes ses formes : chutes d'eau, cours d'eau, courant marin, marée, vague, pour transformer la force motrice en électricité.

b. <u>Génération de l'électricité</u>

La centrale hydraulique (Figure 5) utilise la force de l'eau créée par un puissant déplacement. Il peut s'agir d'une chute d'eau naturelle, de l'eau stockée dans un barrage, des mouvements de la marée ou des courants.

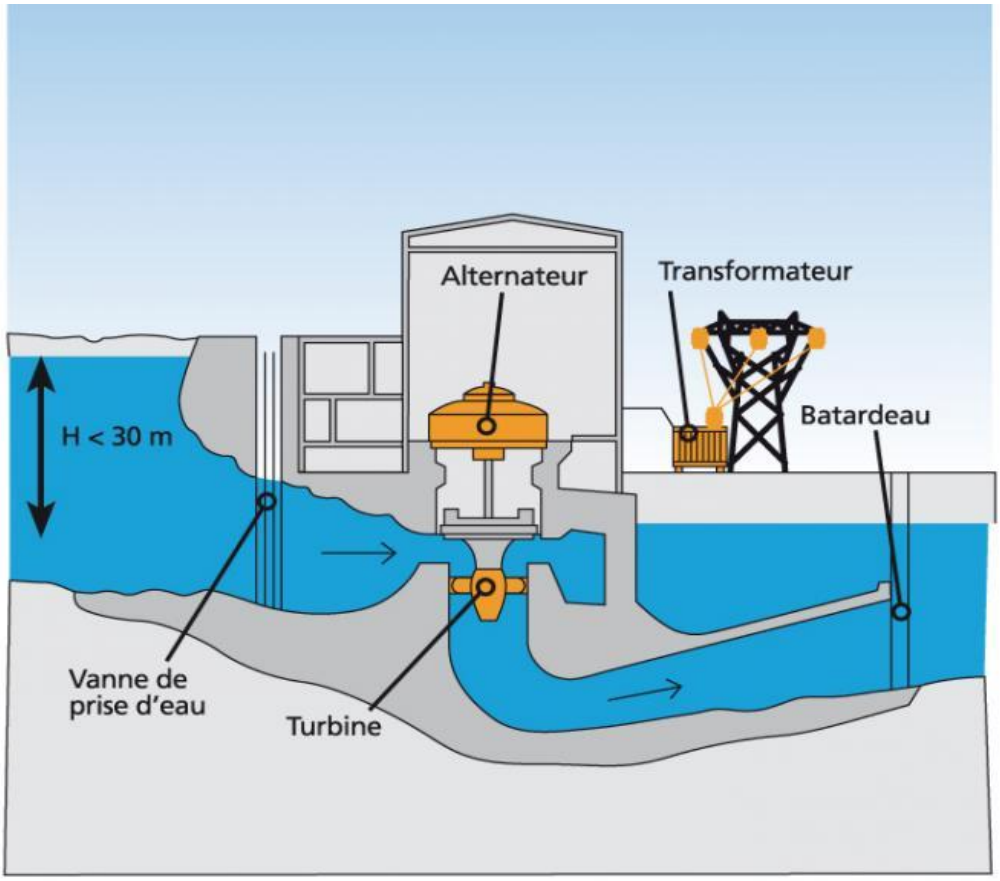


Figure 5 : Centrale de génération de l'hydroélectricité [5]

Avantages : L'énergie hydraulique est une énergie renouvelable. Sa production n'entraîne pas d'émissions de CO_2 et ne génère pas de déchets toxiques. On peut rapidement augmenter la puissance produite en cas de panne d'électricité et on a plus de régularité pour produire de l'énergie (par rapport au vent par exemple)

Inconvénients: La construction de barrages et l'installation des centrales hydroélectriques peut bouleverser certains écosystèmes. Elle peut aussi réquisitionner des surfaces agricoles. L'activité bactériologique dans l'eau des barrages (surtout en régions tropicales) relâcherait d'énormes quantités de méthane.

2. L'énergie éolienne

a. Définition

L'énergie éolienne est une source qui dépend du vent. Le soleil chauffe inégalement la terre, ce qui crée des zones de températures et de pressions atmosphériques différentes tout autour du globe. De ces différences de pression naissent des mouvement d'air, appelés vent. Cette énergie permet de fabriquer de l'électricité dans des éoliennes, appelées aussi aérogénérateurs, grâce à la force du vent.

b. Génération de l'électricité

Le fonctionnement d'une éolienne est simple et s'inspire de la technologie des moulins à vent.
La machine se compose de 3 pales portées par un rotor et installées au sommet d'un mât vertical. Cet ensemble est fixé par une nacelle qui abrite un générateur. Un moteur électrique permet d'orienter la partie supérieure afin qu'elle soit toujours face au vent (Figure 6). Les pales permettent de transformer

l'énergie cinétique (énergie que possède un corps du fait de son mouvement) du vent en énergie mécanique.
Le vent fait tourner les pales entre 10 et 25 tours par minute. La vitesse de rotation des pales est fonction de la taille de celles-ci. Le générateur transforme l'énergie mécanique en énergie électrique. La plupart des générateurs ont besoin de tourner à grande vitesse (de 1 000 à 2 000 tours par minute) pour produire de l'électricité. Ainsi, le multiplicateur a pour rôle d'accélérer le mouvement lent des pales.

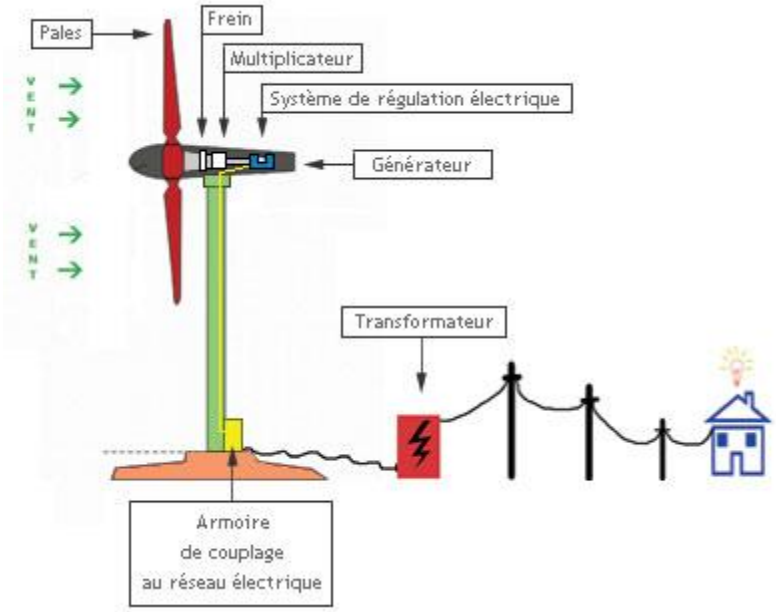


Figure 6 : Fonctionnement d'une éolienne au sol [6]

3. L'énergie solaire

a. Définition

L'énergie solaire est l'énergie transmise par le Soleil sous la forme de lumière et de chaleur.
L'énergie solaire peut être utilisée directement par l'homme pour s'éclairer, se chauffer et cuisiner (chauffe-eau solaire, four solaire) ou pour produire de l'électricité par l'intermédiaire de panneaux photovoltaïques.

b. Génération de l'électricité

L'énergie solaire photovoltaïque fait référence à l'énergie récupérée et transformée directement en électricité à partir des rayons du soleil, par des panneaux photovoltaïques (Figure 7). C'est le résultat d'une conversion directe, dans un semi-conducteur, d'un photon en électron. La cellule photovoltaïque est une composante électronique qui fonctionne sur le principe de l'effet photoélectrique. Cette cellule reliée à plusieurs de ses semblables, génère un courant continu.

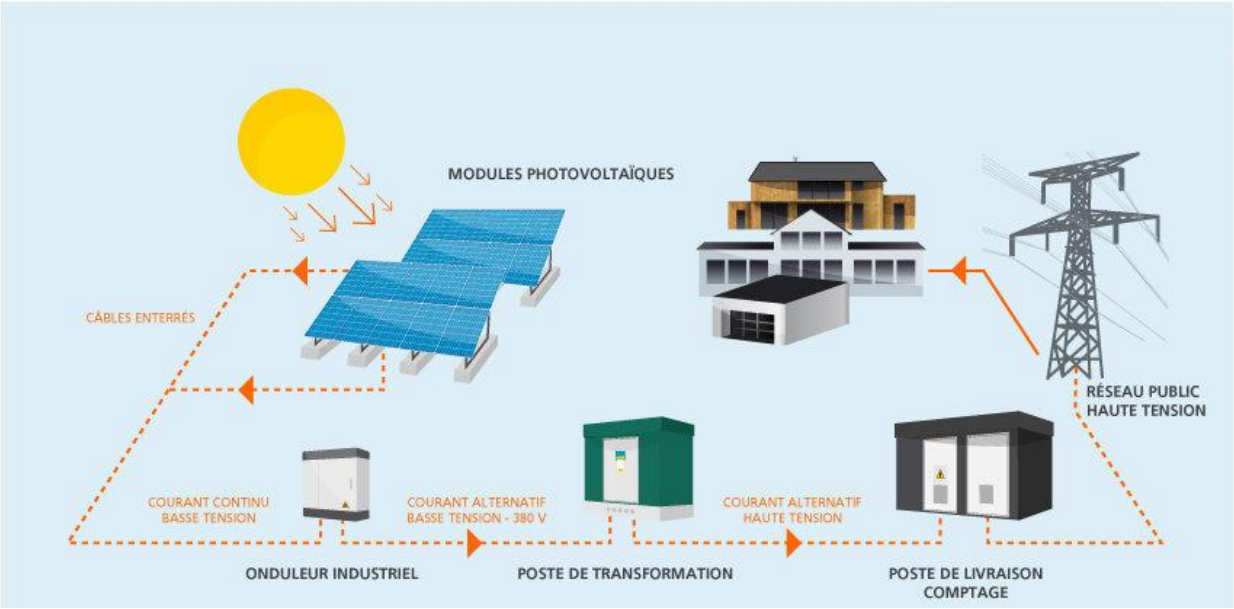


Figure 7 : Fonctionnement général d'une centrale solaire au sol [7]

Avantages: Le photovoltaïque possède de nombreuses qualités qui représentent autant d'avantages. Gratuité, accessibilité, sécurité, fiabilité, modularité, flexibilité : la conjugaison de ces qualités, dont le photovoltaïque dispose, fait que ses domaines d'application sont extrêmement divers et peuvent répondre à une grande variété de besoins dans toutes sortes de situations [8]

Inconvénients: Le coût d'investissement des panneaux photovoltaïques est élevé tandis que le rendement réel de conversion d'un module est faible et il diminue avec le temps (20% de moins au bout de 20 ans). Les panneaux contiennent des produits toxiques et la filière de recyclage n'est pas encore existante.
Le stockage de l'électricité issue de cette énergie reste le grand problème.

4. L'énergie géothermique

a. Définition

La géothermie de moyenne et haute énergie permet de capter, dans le sous-sol terrestre, des eaux et de la vapeur d'eau très chaude qui seront utilisées dans des centrales spécifiques pour produire de l'électricité.

b. Génération de l'électricité

Le principe est l'utilisation de l'eau qui est chauffée par la chaleur de la terre ou la vapeur qui s'en dégage. Il s'agit d'extraire l'énergie géothermique contenue dans le sol pour l'utiliser sous forme de chauffage ou pour la transformer en électricité (Figure 8).

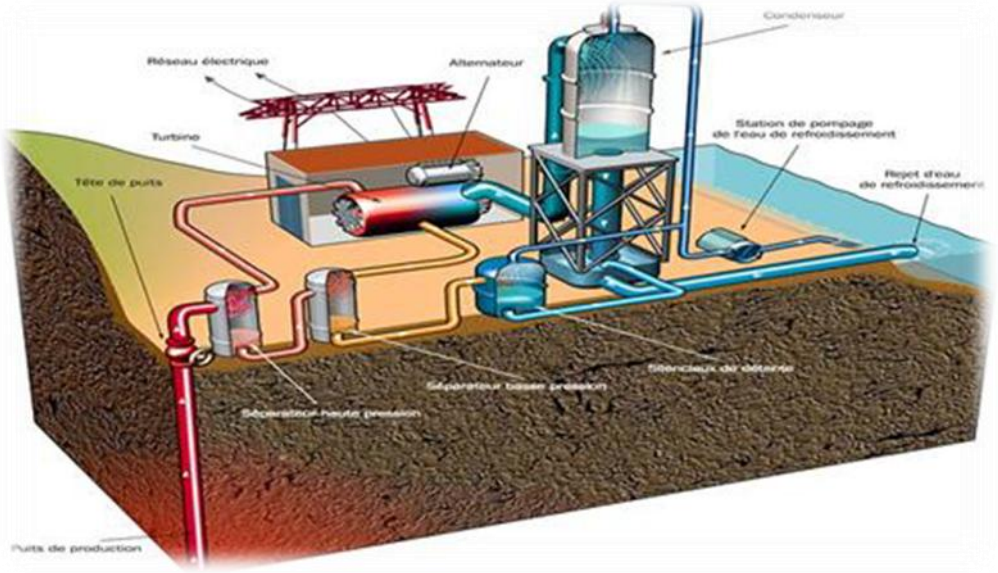


Figure 8 : Utilisation de l'énergie thermique du sol dans la production d'électricité [9]

Avantages : La géothermie est une énergie renouvelable (la Terre produit en permanence une forte quantité de chaleur) et propre (pas de déchets à stocker, très peu d'émissions de CO_2). Elle n'a pas besoin ni d'être évacuée ni d'être stockée.
L'énergie géothermique ne dépend pas des conditions climatiques ce qui constitue un avantage certain.

Inconvénients : L'eau usagée risque de refroidir le puits d'extraction, cette dernière ne doit pas être réinjectée à proximité. La géothermie, par roche fracturée, peut provoquer des séismes.

5. L'énergie marine

a. Définition

Les énergies marines désignent l'ensemble des technologies permettant de produire de l'électricité à partir des différentes forces ou ressources du milieu marin. La mer est une source inépuisable d'énergies : l'énergie hydrolienne (Figure 9), l'énergie houlomotrice, l'énergie thermique des mers, l'énergie osmotique et l'énergie marémotrice en font partie.

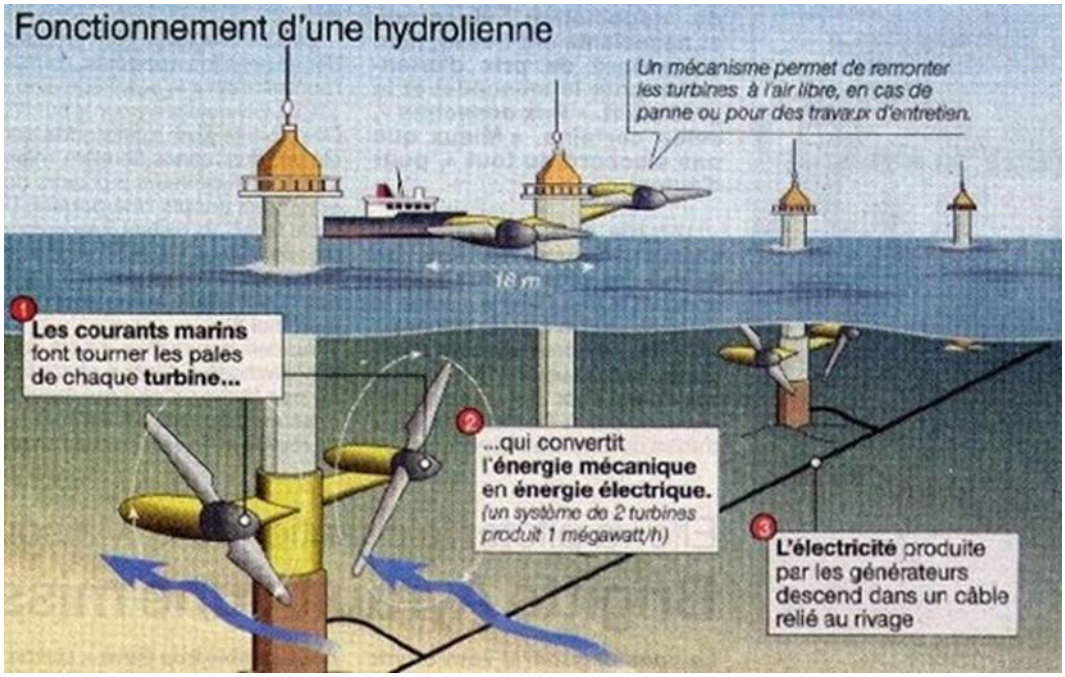


Figure 9 : Fonctionnement d'une hydrolienne[10]

6. La biomasse

a. Définition

La biomasse est une énergie constituée de matières organiques végétales ou animales (déchets ménagers ou agricoles). Sa combustion permet de produire de l'électricité.
La biomasse est une énergie renouvelable, 2500 tonnes de déchets organiques renferment autant d'énergie que 200000 litres de Diesel.
Mais le principal inconvénient réside dans le dégagement, lors de la combustion du bois dans des installations non normalisées, de microparticules et d'oxyde d'azote.

b. Génération de l'électricité

La centrale thermique à flamme utilise la force de la vapeur dégagée en brûlant de la biomasse (déchets végétaux ou ménagers). La source de chaleur chauffe un fluide (souvent de l'eau) qui passe de l'état liquide à l'état gazeux (vapeur). Cette vapeur entraîne une turbine couplée à un alternateur qui transforme l'énergie cinétique de la turbine en énergie électrique.

Avantages : La production d'énergie est relativement indépendante des conditions météorologiques, la source d'énergie peut être (dans une certaine mesure) facilement stockée et la densité de puissance est très élevée.

Inconvénients : Pour produire de l'énergie biomasse, il faut occuper des terres arables et donc baisser la production agricole ce qui peut entrainer une déforestation importante. Elle provoque la pollution des eaux , des sols et de l'atmosphère (dégagement de CO_2). Les coûts et les impacts du transport pour amener le bois là où la ressource manque sont élevés par rapport à son rendement énergétique assez faible.

III. L'Electricité dans le monde

Cette partie va porter sur les réserves mondiales, la production et la consommation de chacune des énergies ainsi que sur la variation de ces différents paramètres le long des deux dernières années. La participation de chacune des énergies, dans la génération de l'électricité, y sera abordée.

III.1. L'Energie fossile dans le monde

a. Les Réserves

1. Le Pétrole

L' Arabie Saoudite seule (15,7%), Le Venezuela (17,5%), Le Canada (10,2%) et L'Iran (9,3%) ont la plus grande réserve de pétrole au monde (Tableau 1 et figure 10). Les pays membres de l'OPEP détiennent plus de trois quart des réserves mondiales.

Tableau 1 : Réserves de pétrole de 10 pays dans le monde en 2014[11]

Pays	En 2014 (Milliard de barils)	Participation (%)
USA	48,5	2,9
Canada	172,9	10,2
Venezuela	298.3	17,5
Russie	103,2	6,1
Iran	157,8	9,3
Iraq	150,0	8,6
Koweit	101,5	6,0
Arabie Saoudite	267,0	15,7
UAE	97,8	5,8
Algérie	12,2	0,7
Libye	48,4	2,8
Nigéria	37,1	2,2
Chine	18,5	1,1
Monde	1700,1	100

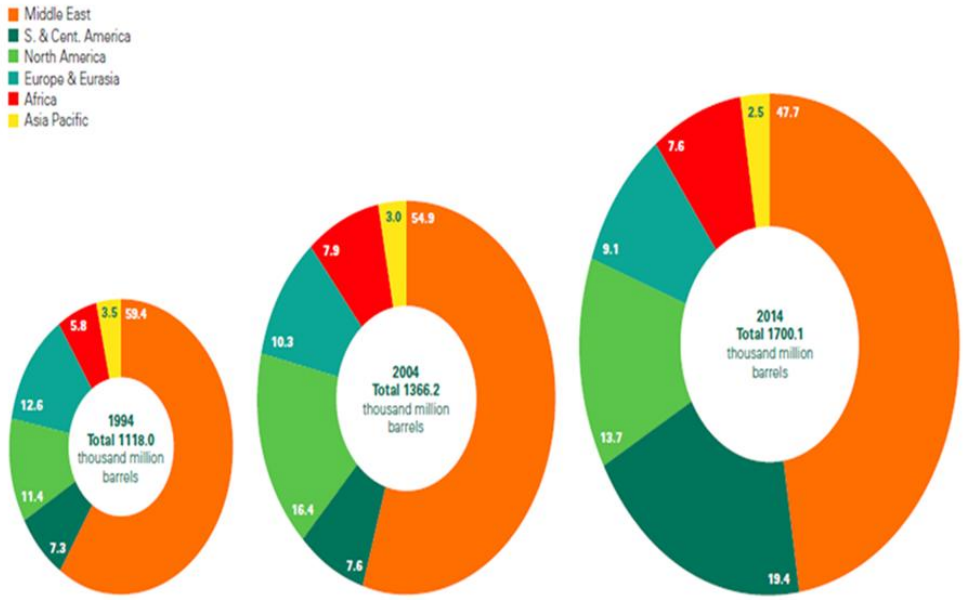


Figure 10: Distribution de la réserve de pétrole en 1994,2004 et 2014[12]

Nous remarquons que les réserves gardent la même répartition même si une diminution avec le temps est constatée.

2. Le Gaz

D'après le tableau 2, les plus grandes réserves se concentrent en Iran (18,2%) suivie par la Russie (17,4%). Le Qatar arrive en 3eme position avec une réserve de 13,1%.

Tableau 2 : Réserve de gaz naturel dans 10 pays dans le monde en 2014[11]

Pays	Réserve en 2014 (trillion de m^3)	Variation entre 2014 et 2013 (%)	Participation (%)
USA	9,8	2,0	5,2
Venezuela	5,6	0	3,0
Russie	32,6	1,2	17,4
Iran	34,0	0	18,2
Qatar	24,5	-0,6	13,1
Algérie	4,5	0	2,4
Nigéria	5,1	-0,2	2,7
Arabie Saoudite	8,2	0	4,4
Turkménistan	17,5	0	9,3
UAE	6,1	0	3,3
Monde	187,1	0,3	100

3. Le Charbon

Les grandes réserves de charbon dans le monde se situent aux Etats Unis (26,6%), en Russie (17,6%) et en Chine (12,8%) (Tableau 3).

Tableau 3 : Réserves de charbon dans 10 pays du monde en 2014 [11]

Pays	Réserve en 2014 (million de tonnes)	Participation (%)
USA	237295	2,6
Russie	157010	17,6
Chine	114500	12,8
Inde	60600	6,8
Allemagne	40548	4,5
Kazakhstan	33600	3,8
Australie	76400	8,6
Ukraine	33873	3,8
Afrique du sud	30156	3,4
Indonésie	28017	3,1
Monde	891531	100

b. La production

1. Le Pétrole

Les Etats Unis ont augmenté leur production de 15,9% entre 2013 et 2014 (Tableau 4). Ils représentent, avec la Russie et l'Arabie Saoudite, les trois premiers producteurs dans le monde avec une participation autour de 12-13% chacune. En 2014, l'Algérie a produit 1525000 barils avec une augmentation de 1,8% par rapport à 2013 mais elle reste un faible producteur à l'échelle mondiale.

Tableau 4 : Production du pétrole dans le monde en 2014[11]

Pays	Production en 2014 (mille barils par jour)	Variation entre 2014 et 2013 (%)	Participation dans la production mondiale (%)
USA	11644	15,9	12,3
Russie	10838	0,6	12,7
Arabie Saoudite	11505	0,9	12,9
Algérie	1525	1,8	1.6
Chine	4246	0,7	5,0
Canada	4292	7,9	5,0
Brésil	2719	1,1	3,3
Iran	3614	2,0	4,0
Koweit	3123	-0,5	3,6
Nigéria	2361	2,5	2,7
Monde	88673	2,3	100

2. Le Gaz

Les Etats Unis sont la première puissance dans la production de gaz naturel avec une participation de 21,4% dans la production mondiale. La Russie est classée 2eme avec 16,7% en 2014 par rapport à 21% en 2013(Tableau 5).

Tableau 5 : Production de gaz naturel dans le monde en 2014[11]

Pays	Production en 2014 (Billion de m^3)	Variation entre 2014 et 2013 (%)	Participation dans la production mondiale (%)
USA	728,3	6,1	21,4
Russie	578,7	-4,3	16,7
Qatar	177,2	0,4	5,1
Canada	162,0	3,8	4,7
Arabie saoudite	108,2	8,2	3,1
Algérie	83,3	2,2	2,4
Indonésie	73,4	1,7	2,1
Malaisie	66,4	-1,2	1,9
Chine	134,5	7,7	3,9
UAE	57,8	5,8	1,7
Monde	3460,6	1,6	100

3. Le Charbon

La Chine présente presque la moitié de la production mondiale de charbon car son industrie est basée sur cette source (Tableau 6).
Les Etats Unis occupent la 2eme position dans le monde avec une participation de12,9%.

Tableau 6 : Production de charbon dans le monde en 2014[11]

Pays	Production en 2014(Million de tonnes)	Variation entre 2014 et 2013(%)	Participation dans la production mondiale (%)
Chine	3874,0	-2,6	46,9
USA	906,9	1,4	12,9
Indonésie	458,0	2,0	7,2
Australie	491,5	4,7	7,1
Inde	644,0	6,4	6,2
Russie	357,6	1,2	4,3
Afrique de sud	260,5	1,6	3,8
Monde	8164,9	-0,7	100

c. La consommation

Les tableaux 7, 8 et 9 représentent la consommation de pétrole, de gaz naturel et de charbon respectivement. Pour le pétrole et le gaz naturel, les Etats Unis sont les plus grands consommateurs (19035000 barils par jour de pétrole et 759,4 billion m^3 de gaz naturel).

Un individu américain consomme 1,8 tep en une journée tandis qu'un africain consomme la même quantité mais dans une semaine. On prend l'exemple de l'Algérie avec 395000 barils par jour.

Concernant le charbon, la Chine occupe la 1ere position avec un pourcentage supérieur à 50% suivie par l'Arabie saoudite (11%) et l'Inde (9%).

1. Le Pétrole

Le tableau ci dessous donne un aperçu sur la consommation , dans le monde, de cette énergie fossile qu'est le pétrole.

Tableau 7 : Consommation de pétrole dans le monde en 2014[11]

Pays	Consommation en 2014 (mille barils par jour)	Variation entre 2013 et 2014 (%)	Participation dans la consommation mondiale (%)
USA	19035	0,5	19,9
Canada	2371	-0,5	2,4
Brésil	3229	5,4	3,4
Allemagne	2371	-1,7	2,6
Russie	3196	0,9	3,5
Arabie Saoudite	3185	7,3	3,4
Iran	2024	-2,0	2,2
Algérie	395	1,6	0,4
Chine	11056	3,3	12,4
Monde	92086	0,8	100

2. Le Gaz

Tableau 8 : Consommation de gaz naturel dans le monde en 2014[11]

Pays	Consommation en 2014 (Billion de m^3)	Variation entre 2014 et 2013 (%)	Participation dans la consommation mondiale (%)
USA	759,4	2,9	22,7
Russie	409,2	-1,0	12,0
Chine	185,5	8,6	5,4
Iran	170,2	6,6	5,0
Japon	112,5	-0,9	3,3
Arabie saoudite	108,2	8,2	3,2
Canada	104,2	0,3	3,1
Mexique	85,8	1,4	2,5
Allemagne	70,9	-14,0	2,1
Algérie	37,5	12,4	1,1
Monde	3393	0,4	100

3. Le Charbon

Tableau 9 : Consommation de charbon dans le monde en 2014[11]

Pays	Consommation en 2014 (Million de Tep)	Variation entre 2014 et 2013 (%)	Participation dans la consommation mondiale (%)
Chine(Hong Kong)	1962,4	0,1	50,6
Arabie saoudite	453,4	-0,3	11,7
Japon	126,5	-1,6	3,3
Russie	85,2	-5,8	2,2
Inde	360,2	11,1	9,3
Afrique du sud	89,4	0,9	2,3
Corée du sud	84,8	3,5	2,2
Allemagne	77,4	-5,3	2,0
Monde	3881,8	0,4	100

III.2. L' Energie fissile dans le monde

a. Réserves et production

La figure 11 donne un aperçu sur la répartition en termes de réserve et de production de l'énergie nucléaire dans le monde.

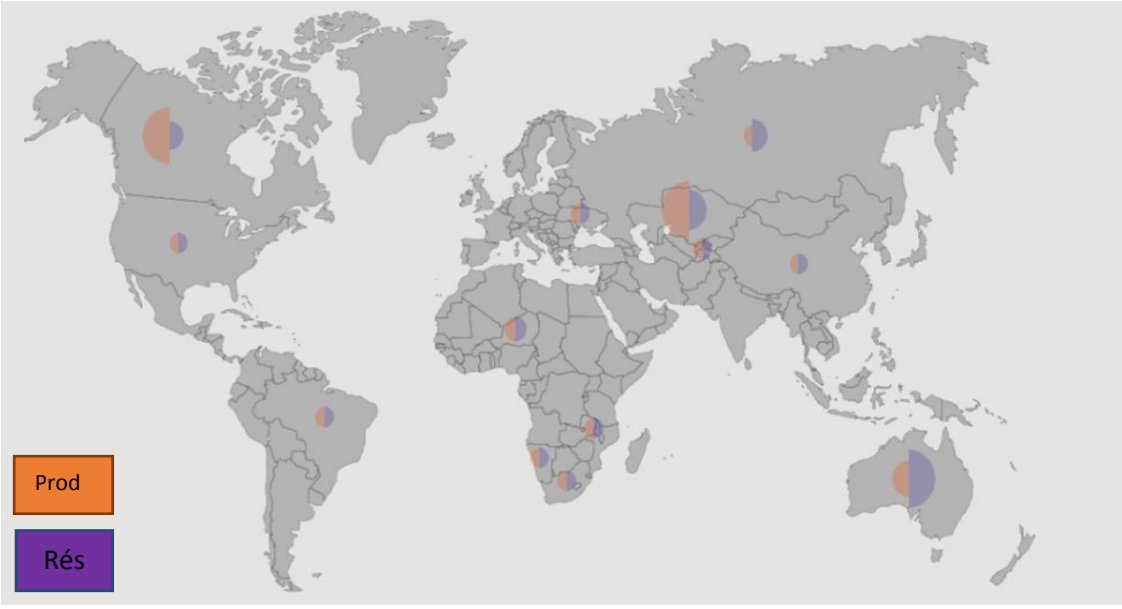


Figure11 :Répartition des réserves et production mondiale de l'énergie nucléaire [13]

La réserve mondiale se répartie dans tous les continents, tandis que la production est grande pour quelques pays comme l'Iran, le Canada, l'Australie. En Afrique, il y a une faible production concentrée notamment dans le sud.

b. La consommation

Les Etats Unis sont le 1er pays au monde en terme de réacteurs de puissance active fonctionnels (Tableau 10). Ces derniers produisent 20% de leur électricité à partir de cette source. La France est le 2eme pays utilisateur de cette source d'énergie. Dix neuf centrales nucléaires sont en activité. Cependant, la France se classe première en terme d'électricité produite par rapport au nombre d'habitants et en taux d'électricité d'origine nucléaire (78% de production d'électricité).

Tableau 10 : Consommation de l'énergie nucléaire dans le monde[11]

Pays	Consommation en 2014 (TWh)	Variation entre 2013 et 2014 (%)	Participation dans la consommation mondiale (%) monde
USA	839,0	1,0	33,1
France	435,9	2,9	17,2
Russie	180,8	4,8	7,1
Corée du sud	156,4	12,7	6,2
Chine	126,3	13,2	5,0
Canada	106,2	4,1	4,2
Allemagne	97,1	-0,2	3,8
Ukraine	88,4	6,2	3,5
Iran	4,4	6,3	0,2
Monde	2536,8	1,8	100

III.3. Les Energies renouvelables

La production et la consommation d'électricité sont le grand défi à relever au 21éme siècle. Ce défi a poussé le monde à introduire de nouvelles sources renouvelables « plus propres » qui permettent de satisfaire les besoins et de diminuer la pollution.

1. L'hydraulique

a. La consommation

Il paraitrait que la Chine soit le pays qui consomme le plus de l'électricité provenant de l'énergie hydraulique (tableau 11et figure 12). Les autres pays arrivent loin derrière. L'Algérie , quant à elle , a une consommation insignifiante .

Tableau 11 : Consommation de l'hydroélectricité dans le monde[11]

Pays	Consommation en 2014 (TWh)	Variation entre 2013 et 2014 (%)	Participation dans la consommation mondiale (%)
Chine	1064,3	15,7	27,4
Canada	378,9	-3,1	9,8
Brésil	369,5	-5,5	9,5
USA	261,4	-3,7	6,7
Russie	173,5	-5	4,5
Inde	130,8	-0,8	3,4
Norvège	13,6	5,9	3,5
Venezuela	82,8	-1,2	2,1
Algérie	0,2	94,9	0,0
Monde	3884,6	2	100

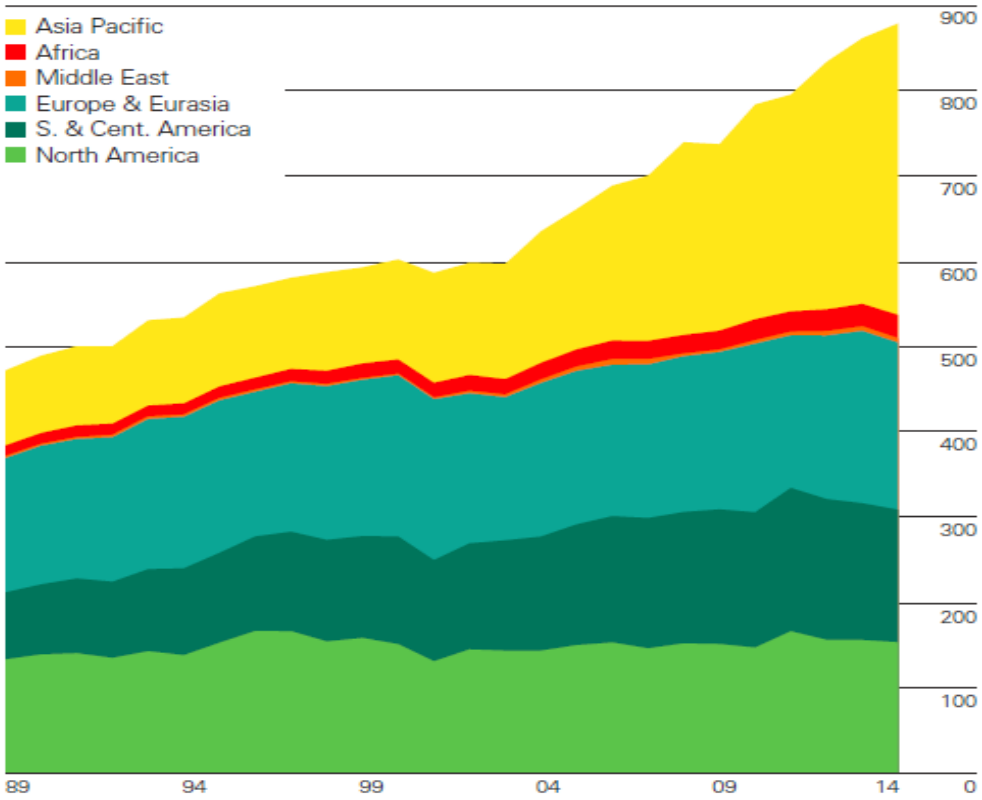


Figure 12 : Consommation de l'hydroélectricité par région [14]

b. Participation dans la production de l'électricité

Par rapport aux autres énergie renouvelables, ce type d'énergie est le plus utilisé au monde du fait de l'abondance de ces sources (les rivières). Selon l'association internationale d'énergie hydraulique, plus de 160 pays exploitent cette énergie pour une production considérable d'électricité (tableau 12).

Tableau 12 :Participation de l'hydraulique dans la production totale de l'électricité dans le monde[11]

Pays	Participation en 2014 (%)	Variation entre 2013 et 2014 (%)
Norvège	98,0	0,0
Nouvelle Zélande	79,0	6,6
Brésil	73,4	-4,5
Colombie	70,0	-2,3
Venezuela	62,8	-2,6
Portugal	62,6	4,6
Canada	62,5	-1,3
Suède	58,5	4,3
Chili	42,8	21,4
Italie	42,1	10,4
Algérie	1,0	91,8
Monde	22,9	2,9

2. L'éolien

a. La capacité

La plus grande capacité installée revient à la Chine avec 114609 MW qui est suivie par les Etats Unis avec 66146MW.

En Europe, l'Allemagne occupe la 1ére place avec une capacité de 40500 MW. La capacité mondiale citée en 2014 est de 372961MW, mais elle reste toujours une modeste capacité installée pour la production de l'électricité (Tableau 13).

Tableau 13 : Capacité de production de l'électricité à partir de l'éolien[11]

Pays	Capacité en 2014 (MW)	Variation entre 2014 et 2013 (%)	Participation dans la consommation mondiale (%)
Chine	114609	2,4	30,7
USA	66146	7,9	17,7
Allemagne	40500	16,7	10,9
Espagne	22987	0,4	6,2
Inde	22465	11,7	6
UK	12809	14,3	3,4
Canada	9684	23,9	2,6
France	9143	11,4	2,5
Italie	8651	1,3	2,3
Monde	372961	16,2	100

b. La consommation

Les pays qui occupent les 1eres places en terme de consommation sont les même qu'en terme de production mais la 1ere place revient au Etats Unis avec une participation de 26% suivis par la Chine avec 22,4% et une participation inférieure à 10% pour le reste des pays (Tableau14) .

Tableau 14 : Consommation de l'énergie éolienne[11]

Pays	Consommation en 2014 (TWh)	Variation entre 2013 et 2014 (%)	Participation dans la consommation mondiale (%)
USA	183,6	8,3	26
Chine	158,4	12,2	22,4
Allemagne	56,0	8,2	7,9
Espagne	52,3	-3,0	7,4
Inde	38,4	10,5	5,4
UK	31,6	11,2	4,5
France	7,2	6,3	2,3
Italie	15,1	1,0	2,1
Monde	706,2	10,2	100

3. Le solaire

a. La capacité

Bien que l'ensoleillement en Allemagne ne soit pas favorable pour l'installation des panneaux photovoltaïques, l'Allemagne est la plus grande puissance en termes de capacité installée et de production (21,2% comme participation dans le monde) . La Chine arrive en deuxième position avec une participation de 15,6% bien qu'elle soit considérée comme le plus grand polluant mondial (Tableau 15).

Tableau 15 : Capacité de production de l'électricité à partir du solaire[11]

Pays	Capacité en 2014 (MW)	Variation entre 2014 et 2013 (%)	Participation dans la consommation mondiale (%)
Allemagne	38200	5,2	21,2
Chine	28199	59,9	15,6
Japon	23300	71,3	12,9
Italie	18460	2,1	10,2
USA	18280	51,3	10,1
France	5660	19,6	3,1
Espagne	5358	0,5	3,0
Monde	180396	28,7	100

b. La consommation

Bien que le total d'ensoleillement annuel vaut en terme de quantité 7500 fois la consommation mondiale totale des énergies primaires, l'énergie solaire ne participe que très faiblement à la production de l'électricité, du fait que la zone qui possède le potentiel solaire le plus grand au monde englobe les pays

non développés qui n'ont ni les moyens ni la technologie pour exploiter ce type d'énergie qui reste très onéreuse (tableau 16).

Tableau 16 : Consommation de l'énergie solaire dans le monde[11]

Pays	Consommation en 2014 (million de tep)	Variation entre 2014 et 2013 (%)	Participation dans la consommation mondiale (%)
Allemagne	7,9	12,6	18,2
Chine	6,6	87,6	15,7
Italie	5,6	9,7	12,7
Japon	4,4	82,4	10,4
USA	4,2	102,8	10,0
Espagne	3,1	16,6	6,3
France	1,3	27,2	3,2
Grèce	1,0	23,4	2,4
Australie	1,0	14,3	2,4
Inde	1,0	53,9	2,4
Algérie	0,1	2,6	0,1
Monde	42,1	38,2	100

4. La géothermie

a. La capacité

Les ressources mondiales en géothermie haute température (production d'électricité) se concentrent dans un nombre limité de pays, autour des zones volcaniques actives du globe. Elles sont surtout localisées en Asie, dans les îles du Pacifique, en Afrique de l'Est et des Grands Lacs, en Amérique du Nord, dans les Pays Andins de l'Amérique du Sud, en Amérique Centrale et aux Caraïbes (tableau17) . Au total, une vingtaine de pays dans le monde produisent de l'électricité géothermique, pour une puissance d'environ 10 926 MW. Celle-ci joue un rôle essentiel dans certains pays comme les Philippines, où elle représente 17 % de l'électricité produite, ou l'Islande (30 %). On prévoit pour 2020 un quasi doublement de la puissance mondiale installée.

Tableau 17 : **Capacité de l'énergie géothermique dans la production de l'électricité mondiale**[11]

Pays	Capacité en 2014(MW)	Variation entre 2014 et 2013 (%)	Participation dans la production mondiale (%)
USA	3525	0,0	28,0
Philippine	1917	2,6	15,2
Indonésie	1401	4,6	11,1
Nouvelle Zélande	971	0,0	7,7
Italie	919	4,6	7,3
Mexique	834	0,0	6,6
Island	665	0,0	5,3
Kenya	590	133,7	4,7
Japon	539	7,2	4,3
Monde	12594	5,7	100

On dénombre aujourd'hui un peu plus de 350 installations géothermiques haute et moyenne énergie dans le monde. La puissance mondiale de ces centrales électriques est d'environ 8,9 GW, ce qui ne représente que 0,3% de la puissance mondiale électrique installée sur la planète.
La géothermie couvre 0,4% des besoins mondiaux en électricité . Avec 202 unités réparties sur 22 champs géothermiques (Californie, Nevada, Utah et Hawaii), les Etats-Unis arrivent en tête des pays producteurs avec une capacité installée de 2 544 MW et une production importante (15 TWh/a), mais qui ne satisfait que 0,4% des besoins. Viennent ensuite les Philippines (1 931 MW), le Mexique (953), l'Indonésie (796), l'Italie (790), le Japon (547), la Nouvelle-Zélande (437), l'Islande (200), le Salvador (161), et le Costa Rica (160).

5. La biomasse

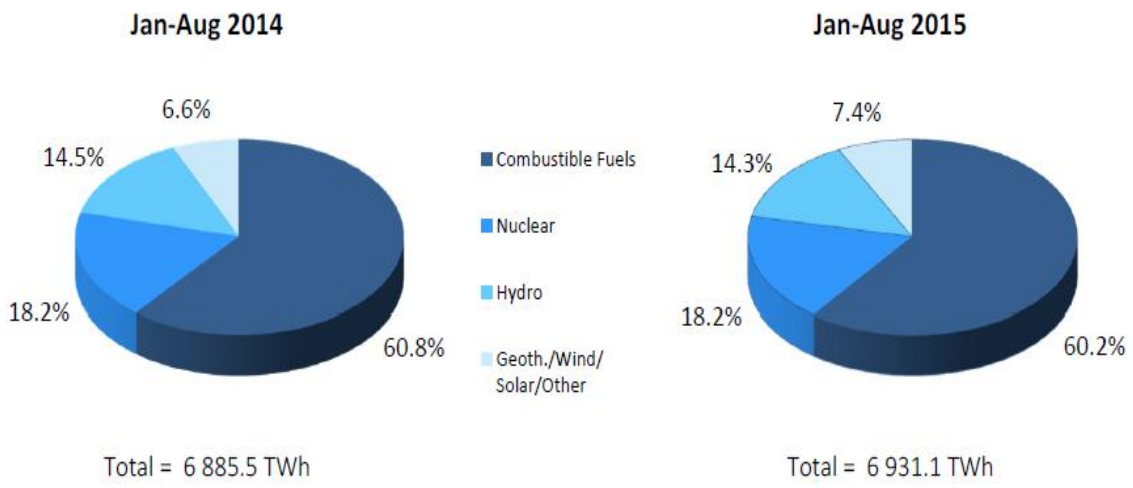
a. Consommation de la géothermie, de la biomasse et autres

Le tableau 18 représente la consommation globale de la géothermie, de la biomasse et des autres énergies renouvelables, où les Etats Unis est le grand consommateur. Ils participent avec 16,8% en terme de consommation, mais la variation entre 2013 et 2014 est faible par rapport à la variation au Brésil et en Angleterre par exemple.

Tableau 18 : Consommation globale de la géothermie, de la biomasse et autres[11]

Pays	Consommation en 2014 (TWh)	Variation entre 2014 et 2013 (%)	Participation dans la consommation mondiale (%)
USA	85,2	5,6	16,8
Brésil	56,3	22,5	11,1
Chine	47,1	0,0	9,3
Allemagne	49,2	5,5	9,7
Italie	26,8	17,8	5,3
Japon	27,0	2,3	5,3
UK	22,9	23,9	4,5
Inde	18,7	6,6	3,7
Monde	508,5	7,0	100

La production de l'électricité se base majoritairement (>60%) sur les sources fossiles suivie du nucléaire (autour de18%) puis de l'hydraulique (14,3%) et le reste (7,4%) pour un total de 6931,1TWh (Figure 13).



<u>Figure 13:</u> Répartition de la production d'électricité à partir des différentes énergies entre 2014 et 2015[15]

III.4. Consommation et production mondiales d'électricité

Le tableau 19, ci-dessous présente la production et la consommation dans dix pays du monde pour les années 2000 et 2014 ainsi que la consommation par habitant.

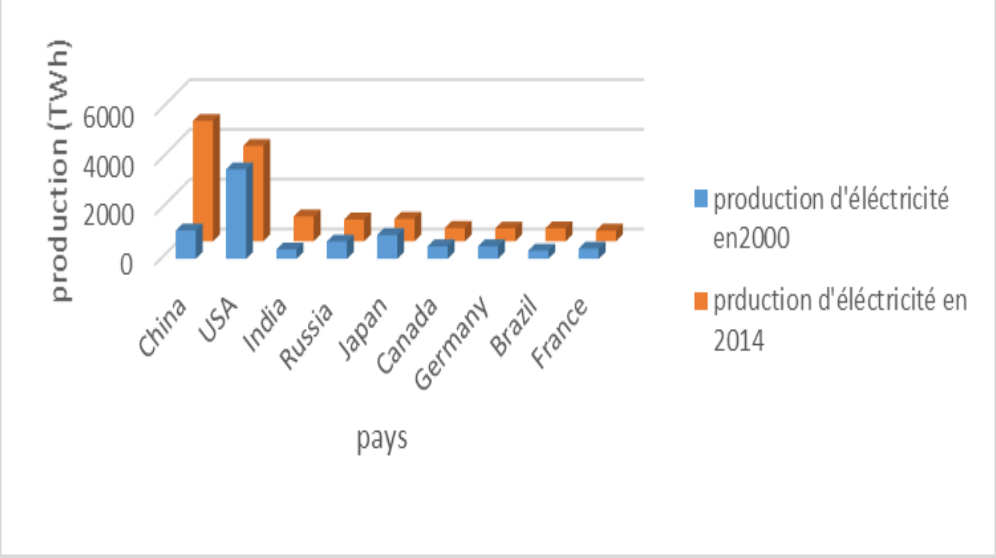
Nous observons une augmentation dans la consommation en 2014 notamment pour la Chine (23,19%) , l'Inde (11,8%) et le Brésil (4,23%)

Pour le reste la variation reste faible.

<u>Tableau 19 :</u> Production et consommation de l'électricité dans le monde

	Production 10^{-9} (KWh)		Consommation (10^{-9}) KWh		Population	Consommation /hab (KWh/habitant) en 2014
	2000	2014	2000	2014		
Chine	1355,6	5649,6	1138	4833	1355692576	3564,97
USA	3990,5	4297,3	3590	3830	318892103	12010,33
Inde	554,7	1208,4	375	998	1236344631	807,22
Russie	877,8	1064,1	693	873	142470272	6127,59
Japon	1057,9	1061,2	958	903	127103388	7104,45
Canada	599,2	615,4	503	538	34834841	15444,31
Allemagne	576,6	614,0	501	516	80996685	6370,63
Brésil	348,9	582,6	329	524	202656788	2585,65
France	540,8	555,7	410	430	66259012	6489,68
Total général	15409,0	23536,5	/	19336,52	7161675908	/
Moyenne mondiale	79.84	121.95	/	100.19		2700

D'après l'histogramme (Figure 14), on observe une augmentation de la production de l'électricité entre 2000 et 2014 dans tous les pays du monde. Cette augmentation est importante pour quelques pays : la Chine (22,6%) le Brésil (4,8%) et l'Inde (8,4%).

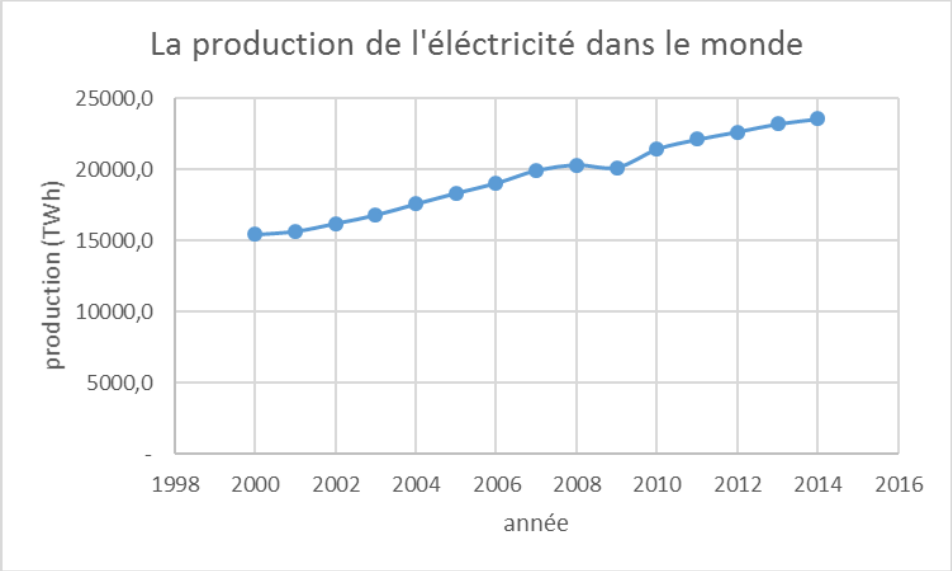


<u>Figure14</u> : Production de l'électricité dans les dix premiers pays dans le monde en 2000 et en 2014

La production de l'électricité est un indicateur de développement, son augmentation est synonyme d'amélioration de vie et de création de richesse. Son estimation ramenée au nombre d'habitants, est donc un bon indicateur permettant de mesurer les écarts de développements entre les différentes régions du monde.

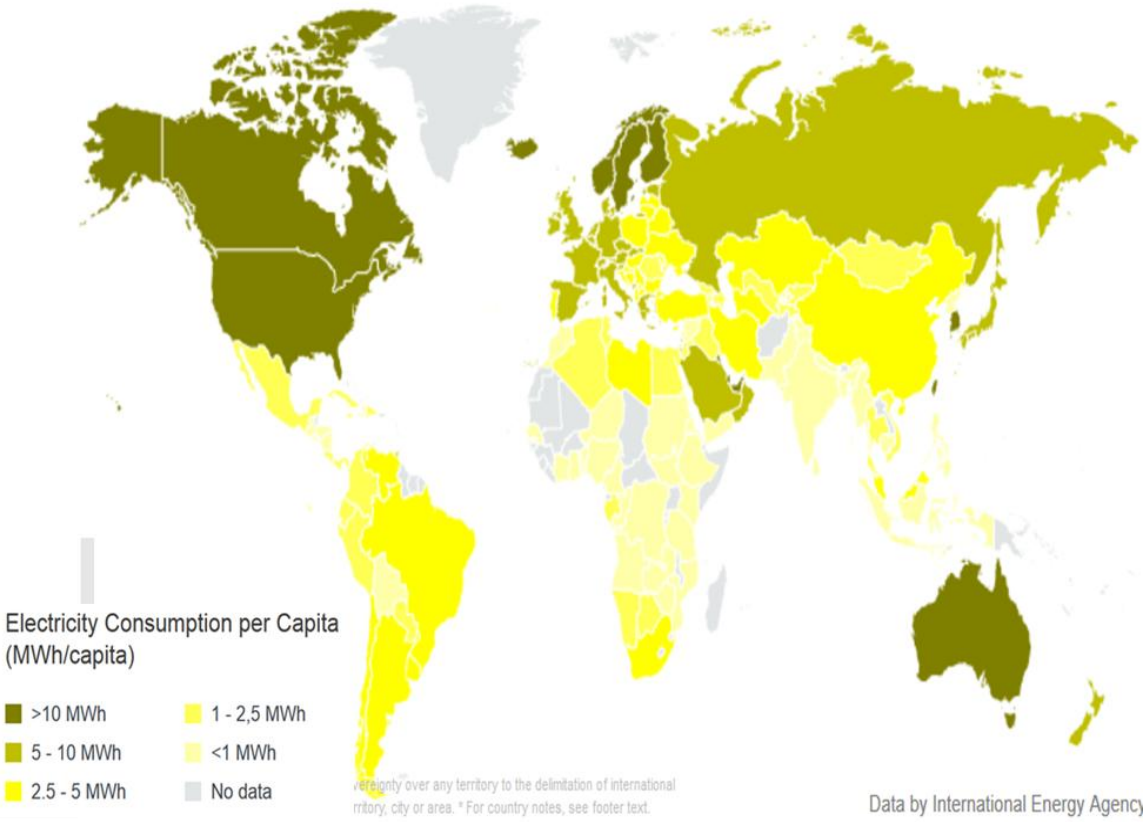
En 2014, la production électrique mondiale était d'environ 24000 TWh contre 15409 en 2000, avec une croissance moyenne annuelle de (3,2%) par an (figure15). Les plus fortes hausses se rencontrent en Asie pacifique.

La croissance de la production électrique mondiale augmente toujours significativement mais à un rythme moins soutenu entre 2008 et 2010. Cette baisse s'explique essentiellement par la récession mondiale et le ralentissement de l'activité économique, ensuite on note une ré-augmentation à partir de 2010 avec le même rythme initial.



<u>Figure 15</u> : Production de l'électricité dans le monde entre 2000 et 2014[16]

La consommation de l'électricité la plus élevée dans le monde est concentrée aux Etats Unis. L'américain consomme plus de 10MWh. La Russie, l'Europe et les pays du Golf ont une consommation entre 5 et 10 MWh par habitant. Une consommation entre 2,5 et 5 MWh est répartie sur la plupart des pays asiatiques (la Chine, l'Inde…), les pays de l'Amérique du sud et les pays du nord de l'Afrique. Le reste des pays africains ont une consommation inférieure à 1MWh par habitant (Figures 16 et 17).



<u>Figure 16</u> : Consommation de l'électricité dans le monde [17]

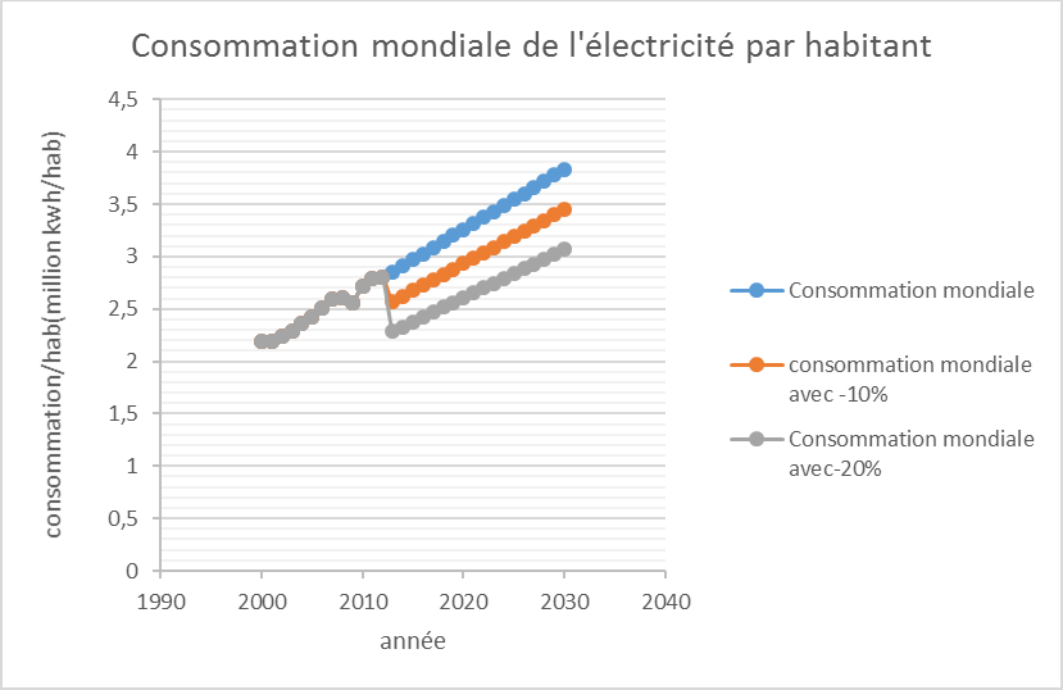


Figure 17 : Consommation mondiale de l'électricité par habitant

IV. L'ELECTRICITE EN ALGERIE

Dès l'indépendance, en 1962, l'Algérie a opté pour le développement du secteur de l'électricité. L'abondance des ressources gazières a favorisé ce développement.

SONELGAZ est l'opérateur historique dans le domaine de la fourniture des énergies électriques et gazières en Algérie. Sa contribution dans la concrétisation de la politique énergétique nationale a permis de hisser le taux de couverture en électricité à près de **99%** et le taux de pénétration du gaz naturel à **52%**.

C'est l'ordonnance N°69-59 du 28 juillet **1969** qui dissout l'établissement public d'Electricité et Gaz d'Algérie (EGA), issu des lois françaises de nationalisation de 1947, et promulgue les statuts de la Société Nationale de l'Electricité et du Gaz (SONELGAZ**)**.

A partir de **1977**, son action s'est concentrée sur le programme d'électrification totale du pays. Ainsi, elle a largement contribué à la modernisation de l'économie et à l'amélioration des conditions de vie des citoyens en Algérie.

En **1983**, SONELGAZ s'est restructurée et a donné naissance à cinq (05) entreprises travaux spécialisées ainsi qu'à une entreprise de fabrication :

- KAHRIF pour l'électrification rurale,
- KAHRAKIB pour les infrastructures et installations électriques,
- KANAGHAZ pour la réalisation des réseaux gaz,
- INERGA pour le Génie Civil,
- ETTERKIB pour le montage industriel,
- AMC pour la fabrication des compteurs et appareils de mesure et de contrôle.

A partir de **1991**, SONELGAZ devient Etablissement Public à caractère Industriel et Commercial (EPIC) placé sous tutelle du Ministre chargé de l'énergie et des mines.

Suite à la promulgation de la loi N°02/01 du 5 février 2002 relative à l'électricité et la distribution du gaz par canalisations, SONELGAZ devient Société Algérienne de l'Electricité et du Gaz, une Société par Actions (SPA). Ce statut lui donne la possibilité d'élargir ses activités à d'autres domaines relevant du secteur de l'énergie et aussi d'intervenir hors des frontières de l'Algérie.
En **2004**, SONELGAZ devient une holding de sociétés. Une partie de ses entités en charge de ses métiers de base sont érigées en filiales assurant ces activités :

- Société Algérienne de Production de l'Electricité (SPE),
- Société Algérienne de Gestion du Réseau de Transport de l'Electricité (GRTE),
- Société Algérienne de Gestion du Réseau de Transport du Gaz (GRTG).

En **2006,** cinq (05) autres sociétés sont créées. Il s'agit de :

- Opérateur du Système Electrique (OS), chargé de la conduite du système Production / Transport de l'électricité.
- Société Algérienne de Distribution de l'Electricité et du Gaz d'Alger (SDA).
- Société Algérienne de Distribution de l'Electricité et du Gaz du Centre (SDC).
- Société Algérienne de Distribution de l'Electricité et du Gaz de l'Est (SDE).
- Société Algérienne de Distribution de l'Electricité et du Gaz de l'Ouest (SDO).
  Durant cette même année, les cinq (05) entreprises travaux ont réintégré le Groupe.

Au-delà de cette évolution, assurer le service public reste la mission essentielle de SONELGAZ et constitue le fondement de sa culture d'entreprise.
Durant la période **2007-2009,** SONELGAZ a vu le parachèvement de sa restructuration qui a conduit à la finalisation de son organisation en Groupe Industriel (maison mère / filiales) constitué de trente- trois (33) filiales et de six (06) sociétés en participation directe.
Les statuts de SONELGAZ, adoptés en 2002, ont été révisés et approuvés par le conseil des Ministres, le lundi 2 mai **2011** et deviennent, de ce fait, en conformité avec le dispositif de la loi N°02 - 01 du 5 février 2002 relative à l'électricité et la distribution du gaz par canalisations. Désormais, SONELGAZ. Spa est organisée en "société holding" sans création d'une personne morale nouvelle et prend la dénomination de SONELGAZ. Par ailleurs, la société holding SONELGAZ et ses sociétés filiales forment un ensemble dénommé "Groupe SONELGAZ ".
Dans les statuts amendés, SONELGAZ conserve le rôle de détenteur du portefeuille des actions constituant le capital social de ses filiales. Les conseils d'administration des filiales, constituent les relais incontournables permettant à la société holding de suivre et d'orienter le pilotage des filiales.

Ainsi, de par la mission que lui ont confiée les pouvoirs publics, la résultante de ses efforts s'est traduite par la réalisation d'importants travaux d'infrastructures permettant une couverture en électricité de 98% sur le territoire national.

IV.1. Evolution de la production d'électricité en Algérie : (1985-2015)

En progression constante, la production de l'électricité en Algérie a augmenté surtout durant les 5 dernières années. Cette élévation est due à la reprise de la croissance économique qui permet d'espérer une augmentation appréciable de la consommation de l'électricité dans le domaine industriel (Figure18).

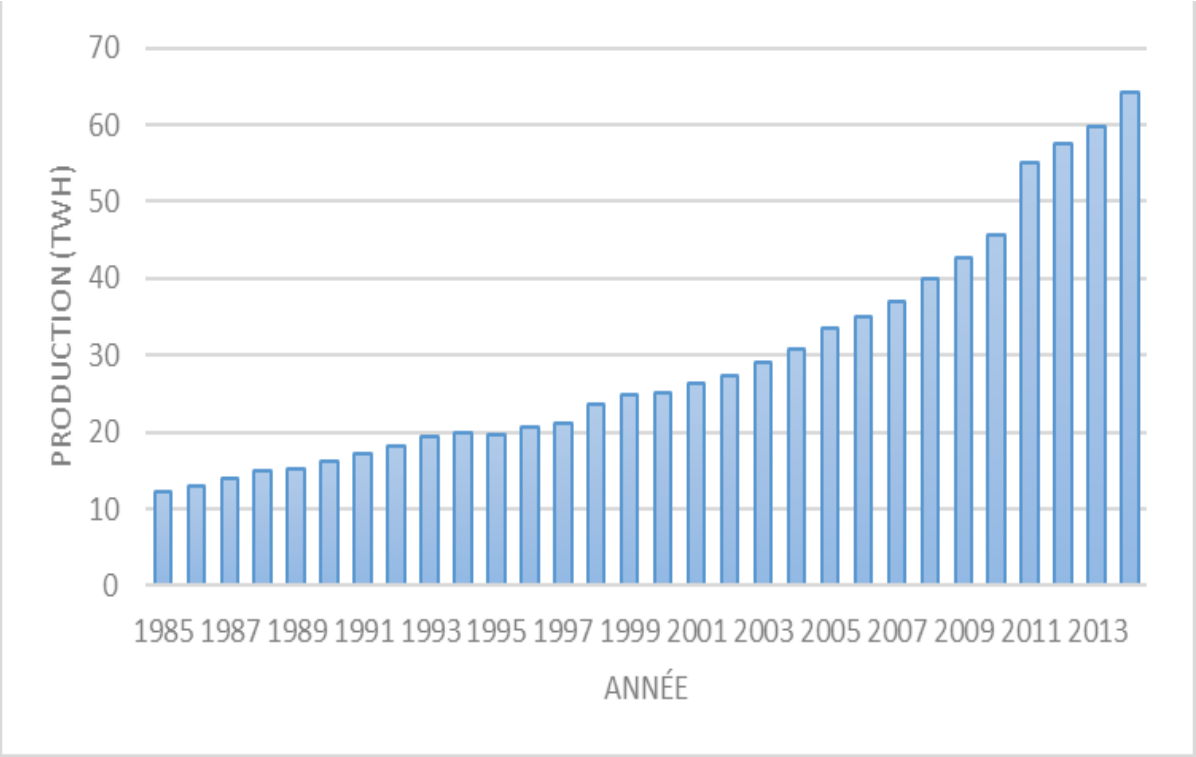


Figure 18 : Production de l'électricité en Algérie entre 1985 et 2015

IV.2. Evaluation de la consommation d'électricité en Algérie de 1971 à 2015

Depuis 1971, la population en Algérie n'a cessé d'augmenter et de ce fait, nous assistons à croissance de la consommation en électricité jusqu'à 2010 ou l'on observe une décroissance due à la crise économique et plus particulièrement au recul de l'activité industrielle à l'échelle mondiale et en Algérie en particulier. Après cette année, la consommation a de nouveau augmenté (figure 19).

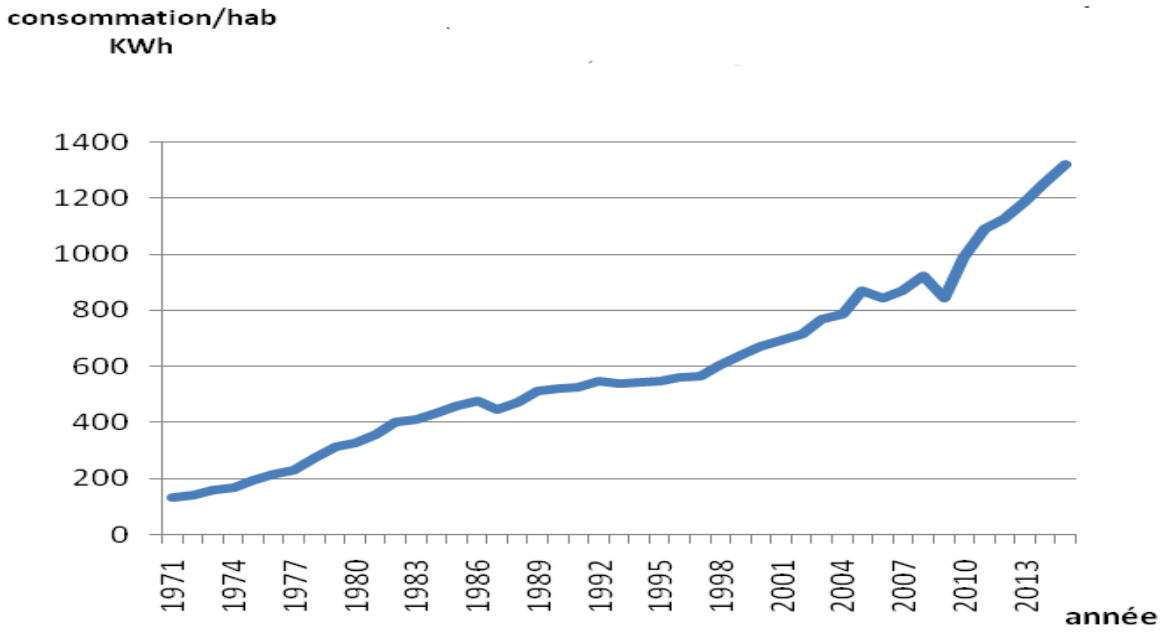


Figure 19 : Consommation de l'électricité par habitant en Algérie entre 1971et 2013

IV.3. Parc de production d'électricité pour l'année 2013 :

Le tableau 20 représente les différents types de productions d'électricité en Algérie avec la quantité produite par chaque unité de production.

Tableau 20: Bilan global de l'énergie électrique[18]

I-ELECTRICITE	GWH
1- PRODUCTION D'ELECTRICITE PRIMAIRE	**330**
1.1- PRODUITE PAR SONELGAZ	
a - ELECTRICITE HYDRAULIQUE	99
b - AUTRES (SOLAIRE, ...)	231
1.2 - PRODUCTION AUTONOME	-
2 - PRODUCTION D'ELECTRICITE DERIVEE	**59 561**
2.1- PRODUITE PAR SONELGAZ	23 467
2.2 - PRODUITE PAR IPPC (KAHRAMA, SKD, SKS,SKB,SKH, SKT, SPP1)	32 352
2.3 - PRODUCTION AUTONOME	3 742
3- REPARTITION PAR TYPE DE PRODUCTION :	**59 890**
3.1 - ELECTRICITE PRODUITE PAR TURBINE GAZ	14 829
3.2 - ELECTRICITE PRODUITE PAR TURBINE VAPEUR	9 582
3.3 - ELECTRICITE PRODUITE PAR DIESEL	227
3.4 - CYCLE COMBINE	30 255
3.5 - HYDRAULIQUE	99
3.6 - CENTRALE HYBRIDE	1 155
3.7 - PRODUCTION AUTONOME	3 742

IV.4 :Politique du gouvernement algérien 2015-2030

L'Algérie amorce une dynamique d'énergie verte en lançant un programme ambitieux de développement des énergies renouvelables (ENR) et d'efficacité énergétique. Cette vision du gouvernement algérien s'appuie sur une stratégie axée sur la mise en valeur des ressources inépuisables et leur utilisation pour diversifier les sources d'énergie et préparer l'Algérie de demain. Grâce à la combinaison des initiatives et des intelligences, l'Algérie s'engage dans une nouvelle énergétique durable.

Le programme consiste à installer une puissance d'origine renouvelable de près de 22 000 MW entre 2011 et 2030 dont 12 000 MW seront dédiés à couvrir la demande nationale en électricité et 10 000 MW à l'exportation.

A la faveur de ce programme, les énergies renouvelables se placent au cœur des politiques énergétique et économique menées par l'Algérie : à la fin de 2030, environ 40% de la production d'électricité destinée à la consommation nationale seront d'origine renouvelable. En effet, l'Algérie compte se positionner

comme un acteur majeur dans la production de l'électricité à partir du solaire photovoltaïque et du solaire thermique qui seront les moteurs d'un développement économique durable.
Comparativement, les potentiels en éolien (3 % de la production environ 2030), 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.
Le programme ENR algérien a installé, sur la période 2011-2013, la première ferme éolienne d'une puissance de 10 MW à Adrar.
Entre 2014 et 2015, deux fermes éoliennes de 20 MW chacune devraient être réalisées. Des études seront menées pour détecter les emplacements favorables afin de réaliser d'autres projets sur la période 2016-2030 pour une puissance d'environ 1 700 MW.

Le programme des énergies renouvelables et de l'efficacité énergétique est constitué de cinq chapitres :

- Les capacités à installer par domaine d'activité énergétique,
- Le programme d'efficacité énergétique,
- Les capacités industrielles à développer pour accompagner le programme,
- La recherche et développement,
- Les mesures incitatives et règlementaires.

La production d'électricité devrait se situer entre 75 à 80 TWh en 2020 et entre 130 à 150 TWh en 2030. L'intégration massive du renouvelable dans le mix énergétique constitue, en ce sens, un enjeu majeur en vue de préserver les ressources fossiles, de diversifier les filières de production de l'électricité et de contribuer au développement durable tout en accordant un rôle important aux économies d'énergie et à l'efficacité énergétique.
Le programme d'efficacité énergétique consiste, principalement, en la réalisation des actions suivantes :

- L'amélioration de l'isolation thermique des bâtiments,
- Le développement du chauffe-eau solaire,
- La généralisation de l'utilisation des lampes à basse consommation,
- La substitution de la totalité du parc de lampes à mercure par des lampes à sodium,
- La promotion du GPL/C et du GN/C,
- La promotion de la cogénération,
- La conversion au cycle combiné des centrales électriques quand cela est possible,
- La réalisation de projets de climatisation au solaire,
- Le dessalement des eaux saumâtres.

Le programme des ENR est défini ainsi pour les différentes phases :

D'ici 2020, il est attendu l'installation d'une puissance totale d'environ 2600 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 12000 MW pour le marché national ainsi qu'une possibilité d'exportation allant jusqu'à 10 000 MW. [19]

IV.5 : Scénarios fil d'eau

Le 1er scénario est celui du fil de l'eau. C'est un prolongement des tendances actuelles. Soit une augmentation qui nous amène à une consommation supérieure à 2100 KWh par habitant.

Le 2eme scénario porte sur une diminution de la consommation de 10%, et le 3eme scénario est une consommation diminuée de 20% ce qui nous permet d'avoir une consommation optimale qui assure un développement à l'échelle industrielle sans causer des dégâts environnementaux (figure 20).

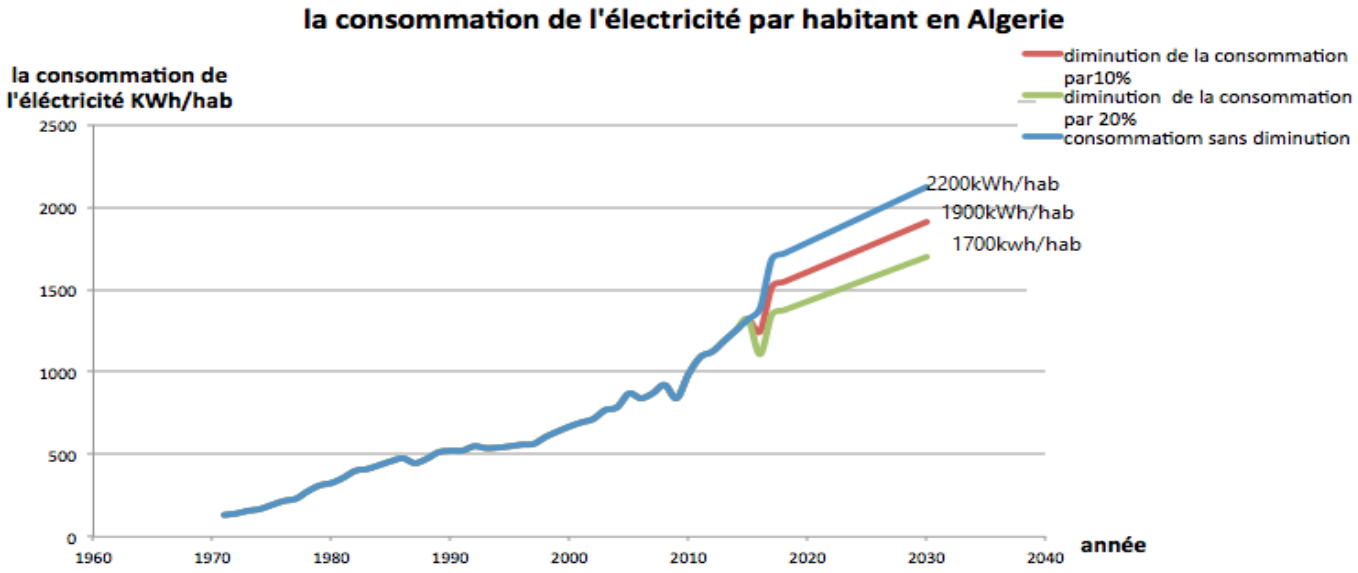


Figure 20 : Les différents scénarios de la consommation de l'électricité en Algérie

La génération et la demande d'électricité est en évolution constante avec des défis dans tout le système électrique que ce soit sur le plan de la génération, de la transmission et de la distribution et jusqu'à l'utilisation finale. Il est donc impératif de trouver des solutions pour optimiser la production électrique.
En supposant que l'évolution de la production d'électricité totale suit le même rythme ce qui sera produit entre 2015 et 2030 sera pratiquement égal à ce qui a été produit entre 2011et 2015.
La production électrique en 2030 serait de 35000 MWh, dont un tiers sera issue des énergies renouvelables et deux tiers à partir de gaz naturel.
L'état actuel de nos réserves en énergie fossiles et notre potentiel en énergie renouvelable laisse prévoir que notre pays devra investir dans les énergies vertes (figure 21).

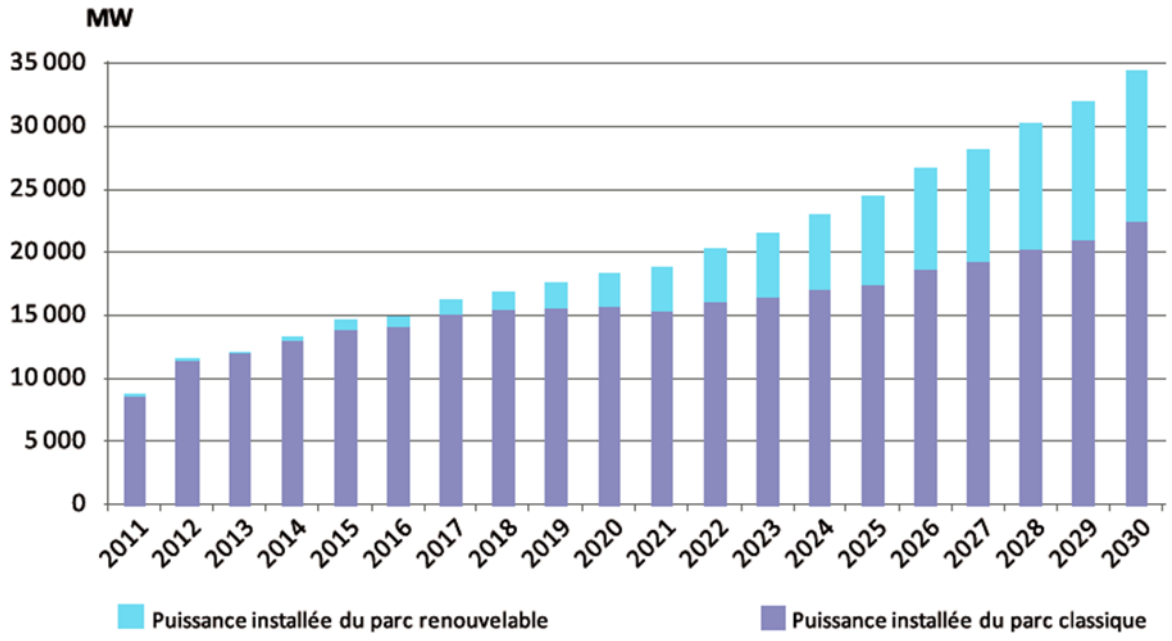


Figure 21 : Production de l'électricité à l'horizon 2030 (scénarios fil de l'eau)

IV.6: Solutions pour le futur

a. Economie de l'électricité

À la maison, l'électricité est facile d'accès et indispensable parce que tous les appareils fonctionnent avec. Pour diminuer la consommation de l'électricité, il faut rationnaliser la consommation avec quelques gestes simples et quotidiens :

- Utiliser des appareils performants préférablement de classe A ou A'
- Utilisation des lampes fluorescentes (LED, LBC...) qui sont classées en A et B et qui nécessitent 4 à 5 fois moins d'énergie que les ampoules standard.

b. Maisons autonomes

Panneaux solaires, mini-éolienne, micro-turbine… sont les moyens d'accéder à l'autonomie d'une maison.

- Le photovoltaïque est la solution la plus répandue. Elle dépend de l'ensoleillement et de l'emplacement des panneaux. Cette énergie offre globalement une bonne rentabilité permettant un retour sur investissement en seulement quelques années. Le prix du panneau photovoltaïque a, par ailleurs, beaucoup baissé ces dernières années ce qui en fait une solution d'autant plus intéressante. En revendant l'électricité produite au réseau, les panneaux permettent de générer d'importants revenus, jusqu'à 1500 €/ an, pendant 20 ans.
- L'éolienne domestique est également une façon de produire de l'électricité chez soi. L'importance et la force du vent détermineront la production de l'éolienne domestique. Ainsi, habiter dans une zone venteuse permet accroître cette production.

Cependant, les revenus éoliens ne permettent généralement pas d'amortir le prix d'achat d'une éolienne domestique qui est encore trop élevé. Il faut, en effet, compter entre 10.000 et 90.000 € pour une installation complète.

- La production d'électricité domestique est aussi possible grâce aux petites centrales hydroélectriques. Comme son nom l'indique, le système hydraulique utilise la force de l'eau pour produire de l'électricité. Pour utiliser cette solution, il faut donc détenir un terrain traversé par une rivière, un lac ou même une chute d'eau. La quantité d'électricité produite dépendra du débit de l'eau. Il est également possible de raccorder la centrale au réseau afin de revendre la production domestique. L'installation d'une mini centrale hydraulique peut donc générer d'importants revenus si le terrain est desservi par un point d'eau dont le débit est important. Le tableau 21 donne une idée des couts de ces mini installations de production d'électricité.

Tableau 21 : Cout des mini installations [20]

	Panneaux photovoltaïques	Eolienne	Mini Centrale hydraulique
Coût d'achat	8.000 – 35.000 €	10.000 – 90.000 €	10.000 – 90.000 €
Aides et Subventions	Aides et subventions locales	Crédit d'impôt, aides de l'Anah, TVA à 5,5 %	Crédit d'impôt, aides de l'Anah, TVA à 5,5 %
Tarif de rachat *	0,2851 € / kWh (fixé par un contrat de 20 ans)	0,082 € / kWh (fixé par un contrat de 15 ans)	0,061 € / kWh + prime comprise entre 0,005 et 0,025 / kWh € pour les petites installations
Exemple de production	Une installation de 6 kWc à Toulon produit environ 8.400 kWh / an	Une éolienne domestique située à Toulon produit environ 12.000 kWh / an	Une centrale peut produire entre 1.000 et 10.000 kWh / an selon sa puissance et le débit de l'eau

c. Les réseaux intelligents (smart grids)

Le problème des énergies vertes c'est le stockage. En effet, ces énergies sont, par nature, dépendantes des conditions extérieures. L'électricité produite doit être consommée tout de suite pour éviter le stockage qui se fait dans des batteries lourdes, volumineuses et polluantes. Il est alors préférable de mettre en place des réseaux qui mettent en commun tous les utilisateurs pour mieux gérer la consommation et la production de l'électricité.

Ces réseaux consistent à multiplier les sites de production de l'électricité, à la mettre en partage sur le réseau et à l'envoyer là où elle est utile.

Ce réseau combine entre l'électricité verte produite par la maison et le réseau national ce qui permet de diminuer la facture et éviter le gaspillage.

Chaque maison va produire de l'électricité en autonomie (soit à l'aide de panneaux photovoltaïque soit à l'aide des turbines éoliennes) et quand les conditions extérieures ne conviennent pas, le système peut basculer sur le réseau général électrique mais aussi utiliser le surplus de l'énergie disponible chez les voisins

d. Produire de l'électricité à partir de la pluie

Charger des batteries avec de l'eau de pluie : c'est la réussite de ces étudiants de l'Université technologique du Mexique (UNITEC). Le système appelé "Rain Wild" recueille la pluie sur le toit d'immeubles, elle est ensuite drainée vers un système de récupération puis vers une micro-turbine, un modèle réduit de celles employées dans les barrages. Ces batteries ont été utilisées pour assurer l'éclairage des immeubles à l'aide de LED et alimenter d'autres petits appareils tels que des réfrigérateurs ou des ventilateurs de table qui consomment un maximum de 12 volts. En plus de fournir de l'électricité, « Rain Wild » participe aussi à l'amélioration de la qualité des eaux. Après être passée par la micro-turbine, l'eau est dirigée vers un filtre à charbon actif qui permet d'éliminer le chlore en excès et les mauvaises odeurs et de clarifier l'eau. Avec ce filtre, la qualité de l'eau que nous obtenons est égale ou même meilleure que l'eau du réseau d'approvisionnement de la ville.

V. Conclusion

En vue des défis à relever afin d'assurer un avenir énergétique durable, et en vue des avancées technologiques réalisées dans le domaine de l'énergie électrique et des projets en cours de réalisation, il est nécessaire de mettre en œuvre une stratégie qui consistera essentiellement en :

- Une économie de l'énergie par une diminution de la consommation de 10% ou 20%. Pour cela, il faut une prise de conscience de chaque citoyen en terme de leur rôle extrêmement important pour atteindre cette diminution,
- Une vision centrée sur le renouvelable afin qu'un tiers au minimum de la production soit d'origine renouvelable et ce, pour les quinze ans à venir,
- Des solutions individuelles pour autonomiser les maisons. Pour cela, il est important de faciliter l'acquisition de mini panneaux photovoltaïques et de mini éoliennes sans oublier la nécessité d'assurer des formations portant sur l'installation des systèmes autonomes et sur leur maintenance.

Bibliographie :

[1],[2], [9] : les journées sur l'énergies
[3] :http://maxtopin83.free.fr/tech3.htm
[4] :http://physique.vije.net/BTS/index.php?page=energie6
[10] :http://s2.e-monsite.com/2009/12/21/329047hydrolienne-illustration-ouestfrance-jpg.jpg
[7] :http://www.iel-energie.com/solutions-techniques/centrale-au-sol/
[8] : www Photovoltaique.net
[6] :http://s3.e-monsite.com/2010/12/02/07/393px-Schema_eolienne_svg.png
[11], [12]:http://www.bp.com/statisticalreview
[13], [14] :http://www.enerdata.net
[15] :IAE statistics with data up to August 2015.
[17] :international energy agency
[16] : www.statistiques-mondizles.com
[18] : Bilan énergétique national de l'année 2013
[19] : Programme ENR et de l'efficacité énergétique
[20] :/https://www.quelleenergie.fr