

**La part des sources d'énergie renouvelables dans la production d'électricité dans le
cadre de l'économie d'énergie**

« Les Evolutions mondiales (2000–2010) et les initiatives de l'Algérie »

BEN HAMIDA HICHEM¹h-benhamida@umbb.dz

Université de BOUMERDES

Résumé:

La production électrique dans le monde a montré la nécessité de l'introduction des sources renouvelables à côté des sources traditionnelles, cette démarche fait suite à l'apparition des nouvelles mesures et lois qui luttent contre les émissions des gaz à effet de serre, et à la pénurie des sources fossiles moins polluantes telles que le gaz naturel.

L'Algérie malgré l'abondance des sources fossiles moins polluantes ; puisque le gaz naturel est la source principalement utilisée dans la structure de sa production électrique, la situation de quelques centrales dans des villages isolés dans le sud et aux frontières ont réalisé des taux d'efficacité énergétique modestes ; suite aux coûts induits par leur alimentation avec camions de combustibles et l'alimentation de quelques autres villages aux frontières par des pays voisins. Ce qui a incité nos autorités à investir dans les sources renouvelables dans le cadre de stratégie de développement durable énergétique, sachant, de plus, qu'une coopération européenne dans ce sens va se réaliser prochainement dans les perspectives de cette décennie.

Mots clés:

Economie d'énergie, Electricité, énergies renouvelables, efficacité énergétique, pollution.

Introduction :

La part des énergies renouvelables dans la production de l'électricité a évolué suite à la pénurie et l'éloignement de plusieurs sources d'énergie (tels que le charbon, le pétrole et le gaz) entre les pays qui les possèdent et ceux qui les demandent, et suite, aussi, aux problèmes écologiques induits par l'utilisation de celles-ci par l'industrie électrique et ce de par l'émission des gaz à effet de serre dans l'atmosphère, qui représente un danger pour la couche d'ozone. Ce qui a poussé un certain nombre de pays, aujourd'hui, à lutter contre le changement climatique comme phénomène global qui réclame donc une action globale.

Ceci est désormais admis par les gouvernements du monde entier ; en 1992, au Sommet sur la Terre, à Rio, 154 pays ont signé la Convention sur le programme des Nations Unies concernant le changement climatique. Celle-ci a fixé pour premier objectif, à l'horizon

¹ - Enseignant chercheur, FSESCSG de l'université M'hamed BOUGUERRA BOUMERDES.
Adresse E-mail : h-benhamida@umbb.dz

2000, la stabilisation des émissions de CO_2 à leur niveau de 1990. En 1997, le protocole de Kyoto a engagé 38 pays sur des objectifs plus précis encore quant à la réduction des émissions de six gaz à effet de serre pour les années 2008-2012.

Nombreux sont, donc, les gouvernements qui ont choisi de prendre un certain nombre de mesures dans l'espoir d'agir sur les comportements. Ils ont, par exemple, décidé de décourager au moyen de taxes, soit l'utilisation des combustibles fossiles eux mêmes, soit les émissions de carbone. Il s'agit d'inciter à l'adoption de technologies nouvelles : les unes pour l'amélioration de l'efficacité énergétique, les autres pour l'exploitation des énergies renouvelables.

Certains pays se sont lancés dans la promotion de technologies de production d'énergie non polluante : l'énergie géothermique, qui utilise la chaleur naturelle du sous-sol, l'énergie éolienne ou solaire. De même pour les carburants ayant un effet final neutre quant à la présence de CO_2 dans l'atmosphère. Il s'agit de carburants produits à partir de plantes cultivées, ce qu'on désigne sous le vocable de biomasse. Ces carburants présentent l'avantage de ne pas libérer plus de dioxyde de carbone en brûlant que les plantes dont ils proviennent n'en absorbent tout au long de leur croissance.

En Algérie, l'énergie électrique est produite, principalement, à partir de gaz naturel. La part de la puissance installée de l'ensemble des centrales utilisant cette énergie primaire dépasse les 96%, le reste des énergies employées se répartit entre le gasoil dans les centrales Diesel et l'eau dans les centrales hydroélectriques.

Le gaz est utilisé dans des centrales thermiques à vapeur, à gaz, ainsi que dans les centrales à gaz et à vapeur appelées centrales à cycle combiné.

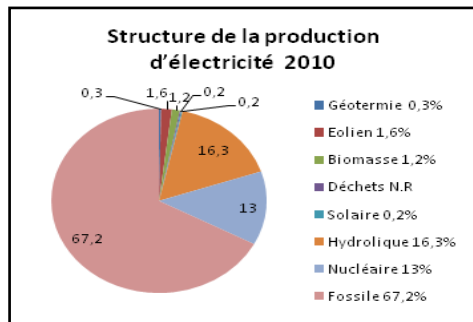
Cet article a pour but d'essayer d'étudier l'analyse et l'évaluation de l'industrie électrique dans le monde avec toutes les différentes sources d'énergie utilisées, et de démontrer d'une façon claire la part des énergies renouvelables dans cette industrie, avec bien sûr le cas de l'Algérie qui lance dernièrement tout un programme concernant la création des nouvelles stations purement renouvelables et l'hybridation de quelques autres pour atteindre une meilleure efficacité énergétique.

1) La production d'électricité d'origine renouvelable :

La production d'électricité renouvelable (incluant les centrales de pompage-turbinage) a atteint 4 158,5 TWh en 2010, soit 19,6 % de la production d'électricité mondiale. Cette part reste supérieure à la production d'électricité d'origine nucléaire (13 % en 2010), mais largement inférieure à l'électricité produite à partir des combustibles fossiles (67,2 %). Les 0,2 % restants sont apportés par la combustion des déchets qualifiés de non renouvelables. L'électricité renouvelable provient de six sources distinctes. L'hydroélectricité (incluant les centrales de pompage-turbinage) est la principale avec une contribution de 82,9 %. L'énergie éolienne, qui depuis 2009 est la seconde source d'énergie renouvelable, représente 8,3 % du total renouvelable. Elle devance la filière biomasse, qui rassemble la biomasse solide, la biomasse liquide, le biogaz et les déchets ménagers renouvelables (6,3 %). Suivent la géothermie (1,6 %), le solaire (0,8 %), qui rassemble les centrales photovoltaïques et les centrales solaires thermiques (héliothermodynamiques), et les

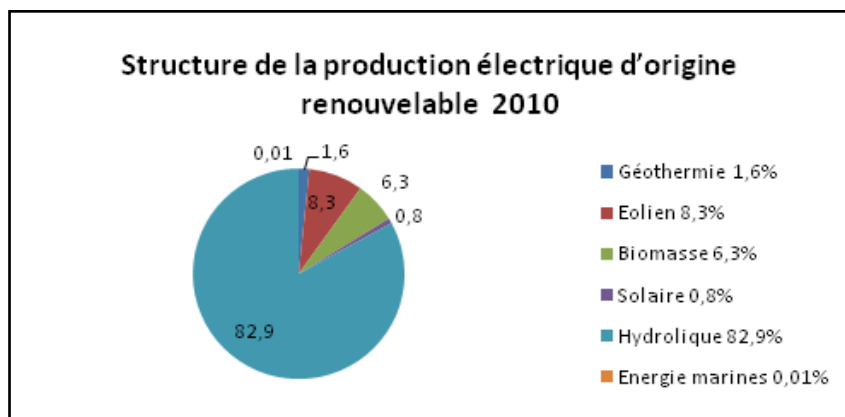
énergies marines (0,01 %).²

Figure (01) : Structure de la production d'électricité mondiale 2010



Source : Réalisé par le chercheur d'après les données de : *La production d'électricité d'origine renouvelable dans le monde*, Collection chiffres et statistiques, Treizième inventaire Édition 2011, Observatoire des énergies renouvelables/Electricité de France, P: 06

Figure(02) : Structure de la production électrique mondiale d'origine renouvelable 2010



Source : Réalisé par le chercheur d'après les données de : *La production d'électricité d'origine renouvelable dans le monde*, Collection chiffres et statistiques, Treizième inventaire Édition 2011, Observatoire des énergies renouvelables/Electricité de France, P: 06

² - *La production d'électricité d'origine renouvelable dans le monde*, Collection chiffres et statistiques, Treizième inventaire Édition 2011, Observatoire des énergies renouvelables/Electricité de France, P: 06

A) La différence d'augmentation est de + 1 243 TWh d'énergie renouvelable en dix ans :

La production brute d'électricité renouvelable a augmenté de 1 242,8 TWh entre 2000 et 2010, passant de 2 915,7 TWh à 4 158,5 TWh, soit une croissance annuelle moyenne de 3,6 %. Son rythme de croissance est resté très proche de celui des combustibles fossiles (+ 3,7 % par an en moyenne). Il est pourtant en moyenne plus rapide que celui de l'électricité conventionnelle (+ 3,1 % par an en moyenne) du fait d'un moindre dynamisme de la production d'électricité nucléaire (+ 0,6 % par an en moyenne).

La part de l'électricité renouvelable n'est pas restée constante sur la période. En début de période, elle a eu tendance à diminuer pour atteindre son niveau le plus bas en 2003 (17,9 %). Depuis lors, elle a augmenté régulièrement jusqu'en 2006 (18,5 %). Elle diminue une nouvelle fois en 2007 pour finalement repartir nettement à la hausse en 2008 (18,8 %) et 2009 (19,6 %). Elle se stabilise en 2010 (19,6 %).

Si l'on excepte 2007, année de croissance record de la production d'électricité issue des combustibles fossiles (+ 6,3 % en une année), la part de l'électricité renouvelable est globalement en augmentation depuis 2004 (de 17,9 % en 2003 à 19,6 % en 2010). On peut attribuer la stabilisation de la part renouvelable en 2010 à un phénomène de rattrapage de la production d'électricité issue des combustibles fossiles. Son niveau de production avait diminué en 2009 du fait des conséquences de la grave crise économique et financière qui a éclaté cette même année. Ce retour en force de la part de la production d'électricité renouvelable s'explique de deux manières : la forte augmentation de la production hydroélectrique en Chine et la confirmation de la mondialisation des autres filières renouvelables, en particulier l'éolien, le solaire et la biomasse.³

B) Une croissance cinq fois plus rapide que l'hydraulique :

L'hydraulique s'est trouvée seule, pendant de nombreuses années, à contrer la marche en avant des combustibles fossiles. Ce n'est plus le cas aujourd'hui. L'apport des nouvelles technologies de production d'électricité renouvelable a été décisif pour freiner l'augmentation de la part de l'électricité conventionnelle dans le total mondial. Sur la période 2000-2010, la croissance de la production des filières renouvelables hors hydraulique a été cinq fois plus rapide que celle de l'hydraulique, soit une moyenne annuelle de 12,5 % contre 2,5 % pour cette dernière. En conséquence, la part des filières renouvelables hors hydraulique a pris deux points dans la production mondiale d'électricité, passant de 1,4 % du total en 2000 à 3,4 % du total en 2010. À l'inverse, la part de l'hydroélectricité a perdu plus d'un point dans le total mondial (de 17,5 % en 2000 à 16,3 % en 2010).

³ - La production d'électricité d'origine renouvelable dans le monde, Collection chiffres et statistiques, Treizième inventaire Édition 2011, Observatoire des énergies renouvelables/Electricité de France, P: 07

Une analyse détaillée filière par filière montre que c'est la production d'électricité solaire qui affiche le plus fort taux de croissance annuel moyen sur la période (+ 38,1 %). Cette croissance est largement inférieure à celle enregistrée entre 2009 et 2010 (+ 56,4 %).

Sur la période, la croissance de la filière éolienne est également très importante (+ 27,1 % par an en moyenne). Le rythme de croissance entre 2009 et 2010 est encore très élevé (+ 25,5 %), signe de la mondialisation de la filière.

La croissance de la filière biomasse est plus modérée (+ 7 %), mais reste plus de deux fois Supérieure à celle de la production d'électricité totale. Cette croissance est restée très active Entre 2009 et 2010 (+ 6,5 %), dans un contexte de forte croissance de la production d'électricité. Parmi les sous-filières biomasse, la biomasse solide (70,7 % de l'électricité biomasse en 2010) a augmenté de 6,3 % par an en moyenne. La croissance de l'électricité biogaz a été beaucoup plus importante (+ 11,9 % par an en moyenne) en raison du développement de la méthanisation comme moyen de traitement des déchets, mais également de la méthanisation de cultures énergétiques (le maïs en Allemagne par exemple). La valorisation électrique des déchets ménagers organiques dans des centrales d'incinération est également en croissance sur la période (+ 4,9 % par an en moyenne). La croissance très spectaculaire de la filière biomasse liquide (+ 91 % par an en moyenne) s'explique uniquement par une production très faible durant l'année de départ. Cette filière n'a pas vocation à se développer pour la production d'électricité, mais pour la carburant de véhicules via la production de biodiesel, de bioéthanol ou de BTL.

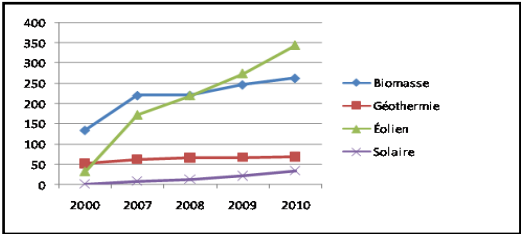
La filière géothermique est un peu plus en retrait. Sa croissance annuelle moyenne sur la période est inférieure à celle de la production totale d'électricité (+ 2,8 %).

Compte tenu de la dynamique actuelle des filières éolienne, solaire et biomasse et des investissements hydroélectriques prévus (172 GW en construction selon "l'Atlas mondial" de la revue The International Journal on Hydropower & Dams), la croissance de la production d'électricité renouvelable devrait rester soutenue dans les prochaines années et sa part dans la production mondiale devrait continuer à augmenter.

Une grande partie de cette puissance sera installée en Europe, en Amérique du Nord, mais également en Asie. La Chine, qui est déjà le plus grand producteur hydroélectrique, deviendra dès 2011 le plus grand producteur d'électricité éolienne. Elle ambitionne également de devenir le premier producteur d'électricité solaire avec un objectif de 50 GW d'ici 2020. Le pays s'est donné les moyens de ses ambitions. En 2010, il produisait déjà près d'une cellule photovoltaïque sur deux dans le monde (13 GWc sur un total de 27 GWc) et près d'un mégawatt sur deux de puissance éolienne (18,9 GW sur un total de 40,8 GW).⁴

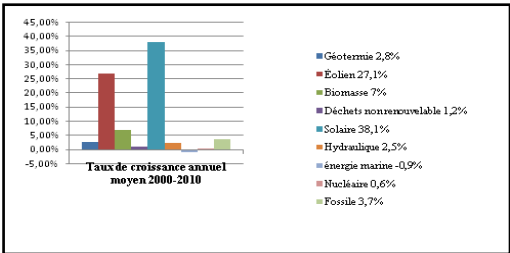
⁴ - La production d'électricité d'origine renouvelable dans le monde, Collection chiffres et statistiques, Treizième inventaire Édition 2011, Observatoire des énergies renouvelables/Electricité de France, PP: 08-09

Figure(03) : la production d'électricité d'origine renouvelable hors hydraulique (TWh)



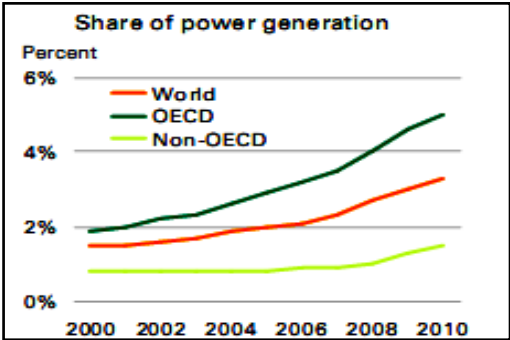
Source : Réalisé par le chercheur d'après les données de : *La production d'électricité d'origine renouvelable dans le monde*, Collection chiffres et statistiques, Treizième inventaire Édition 2011, Observatoire des énergies renouvelables/Electricité de France, PP: 09-10

Figure(04) : la production d'électricité d'origine renouvelable hors hydraulique (TWh) et le taux de croissance moyen dans la période 2000-2010 :



Source : *La production d'électricité d'origine renouvelable dans le monde*, Collection chiffres et statistiques, Treizième inventaire Édition 2011, Observatoire des énergies renouvelables/Electricité de France, PP: 09-10

Figure(05) : l'évolution des renouvelables dans la production d'électricité



Source : Paul Appleby, *Les faits derrière les chiffres*, Rétrospective BP de la situation énergétique mondiale, juin 2011, P: 09

La part des renouvelables a pratiquement triplé sur les dix dernières années, et sur les cinq dernières années, leur contribution à la croissance énergétique primaire a été de presque 10%, c'est-à-dire, plus que la contribution des produits pétroliers.

Les sources d'énergie renouvelable utilisées en production d'énergie ont augmenté de 15,5% en 2010, notamment avec le retour du taux de croissance dans l'OCDE au-dessus du niveau tendanciel après son effondrement en 2009. Elles ont représenté 3,3% de la production énergétique mondiale en 2010 avec forte dispersion géographique et près de 78% de toutes les sources d'énergie renouvelable consommées dans l'OCDE. Les pays européens dominent traditionnellement ce secteur. Encore aujourd'hui, 9 des 10 premiers pays en termes de consommation par habitant et 8 des 10 premiers pays en termes de part se trouvent en Europe (le Danemark détenant la plus forte part des sources d'énergie renouvelable, avec 29%).⁵

2) Evaluation de La production d'électricité d'origine renouvelable en Algérie :

Les statistiques en 2005 sur l'Algérie est comme suit : Population (million d'habitant) :35.4, /PIB (milliards US\$ 2005) :271.3, PIB (US\$ 2005) : 7663, KWh/ hab : 1347, KWh/unité de PIB (US\$ 2005) : 0,18, Consommation Brute d'électricité (TWh) : 47,8

En Algérie, la production d'électricité renouvelable est en devenir. La quasi-totalité de la production électrique algérienne repose sur les combustibles fossiles (99,6 %). Les sources renouvelables assurent le complément et se répartissent entre l'hydroélectricité (0,4 % du total) et le solaire (0,01 % du total). La production hydroélectrique du pays a fortement diminué en 2010, après avoir atteint un pic de production en 2009. Elle présente en 2010 un niveau de production inférieur à celui observé en moyenne sur la période (267 GWh). La production d'électricité issue des combustibles fossiles ne se soucie pas des variations de la production hydroélectrique et croît de manière continue sur la période (+ 5,6 % par an en moyenne). La filière solaire recensée dans le pays depuis 2008 reste faible (4 GWh).⁶

Tableau(05): Production électrique par source en Algérie

TWh	2000	2007	2008	2009	2010	tcam/aagr 00/10	tc/gr 09/10
Géothermie	-	-	-	-	-	-	-
Éolien	-	-	-	-	-	-	-
Biomasse	-	-	-	-	-	-	-
dont biomasse solide	-	-	-	-	-	-	-
dont biogaz	-	-	-	-	-	-	-
dont biomasse liquide	-	-	-	-	-	-	-

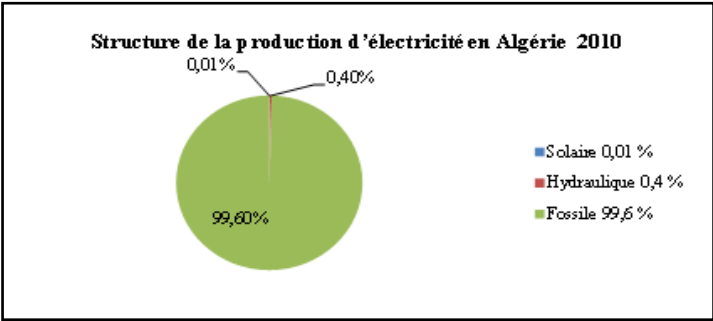
⁵ - Paul Appleby, *Les faits derrière les chiffres*, Rétrospective BP de la situation énergétique mondiale, juin 2011, P: 09

⁶ - *La production d'électricité d'origine renouvelable dans le monde*, Collection chiffres et statistiques, Treizième inventaire Édition 2011, Observatoire des énergies renouvelables/Electricité de France, P: 248

dont déchets municipaux	-	-	-	-	-	-	-
Déchets non renouvelables	-	-	-	-	-	-	-
dont déchets industriels	-	-	-	-	-	-	-
dont déchets municipaux	-	-	-	-	-	-	-
Solaire	-	-	0,003	0,004	0,004	-	0,0%
dont photovoltaïque	-	-	0,003	0,004	0,004	-	0,0%
dont thermodynamique	-	-	-	-	-	-	-
Hydraulique	0,054	0,226	0,283	0,342	0,173	12,3 %	-49,4 %
dont turbinage-pompage	-	-	-	-	-	-	-
Énergies marines	-	-	-	-	-	-	-
Nucléaire	-	-	-	-	-	-	-
Fossile	27,5	39,7	42,3	44,8	47,5	5,6 %	6,0 %
Totale renouvelable	0,054	0,226	0,286	0,346	0,177	12,6 %	-48,8 %
conventionnelle	27,5	39,7	42,3	44,8	47,5	5,6 %	6,0 %
Totale production	27,6	39,9	42,6	45,2	47,7	5,6 %	5,6 %
Part renouvelable%	0,2%	0,6%	0,7%	0,8%	0,4%		

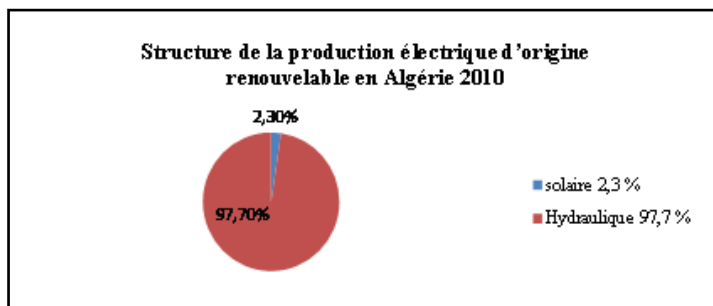
Source : La production d'électricité d'origine renouvelable dans le monde, Collection chiffres et statistiques, Treizième inventaire Édition 2011, Observatoire des énergies renouvelables/Electricité de France, P: 250

Figure(06) : Structure de la production d'électricité en Algérie 2010



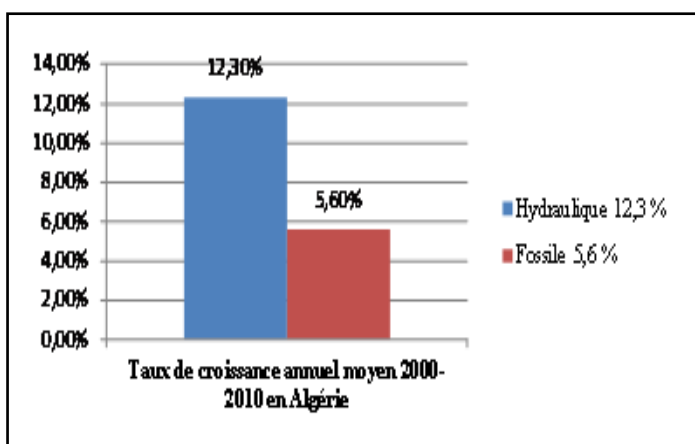
Source : Réalisé par le chercheur d'après les données du tableau(5)

Figure(07): Structure de la production électrique d'origine renouvelable en Algérie 2010



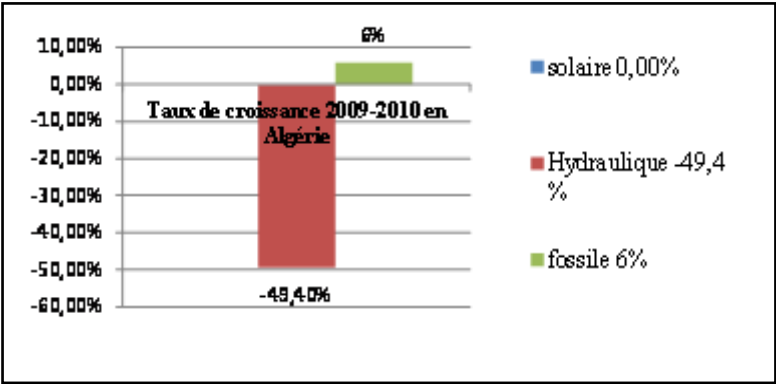
Source : Réalisé par le chercheur d'après les données du tableau(5)

Figure(08) : Taux de croissance annuel moyen 2000-2010 en Algérie



Source : Réalisé par le chercheur d'après les données du tableau(5)

Figure(09) : Taux de croissance 2009-2010 en Algérie:



Source : Réalisé par le chercheur d'après les données du tableau(5)

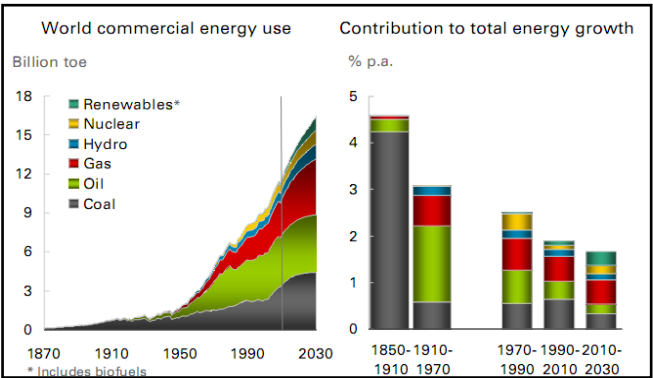
L'Algérie a affiché sa volonté de recourir aux sources renouvelables pour produire son Électricité. D'après l'Administration de l'Énergie, le pays a besoin d'investir jusqu'à 120 milliards de dollars (85 milliards d'euros) dans les énergies renouvelables d'ici 2030. L'Algérie envisage de devenir leader en énergie verte et prévoit d'installer 22 000 MW de puissance d'origine renouvelable entre 2011 et 2030.

À l'heure actuelle, deux projets ont été validés et devraient entrer en service courant 2012 : une centrale hybride gaz-solaire à Hassi R'mel, d'une capacité de 150 MW, et un parc éolien de 10 MW à Adrar.

3) Les perspectives de l'utilisation des renouvelables dans le monde :

Les prévisions de l'utilisation des renouvelables dans le monde sont présentées comme suit :

Figure(10) : Evolutions et perspectives des sources d'énergie commercialisées et sa participation dans la croissance énergétique mondiale

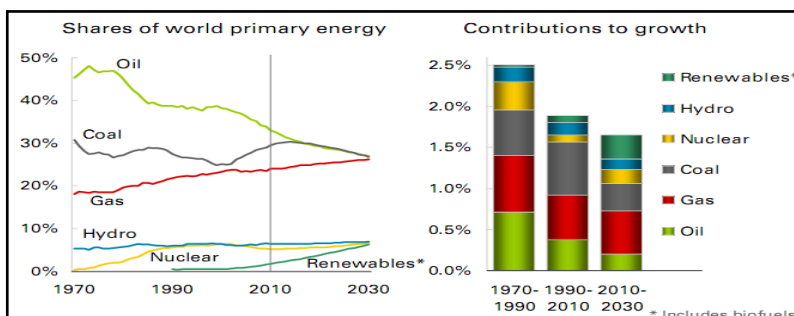


Source: BP Energy Outlook 2030, London, January 2011, P: 10

Le mix énergétique change relativement lentement, en raison de leurs coûts, mais le gaz et les carburants non fossiles gagnent de plus en plus de part aux dépens du charbon et du pétrole.

Les carburants dont la croissance est plus rapide sont les énergies renouvelables (combustibles organiques y compris), dont la croissance attendue est de 8.2% p.a. à l'horizon 2010-2030, et parmi les combustibles fossiles, le gaz dont la croissance attendue est de 2.1% p.a..⁷

Figure(11) : Evolution et perspectives des Taux d'énergie primaires mondiale et ces contributions dans la croissance

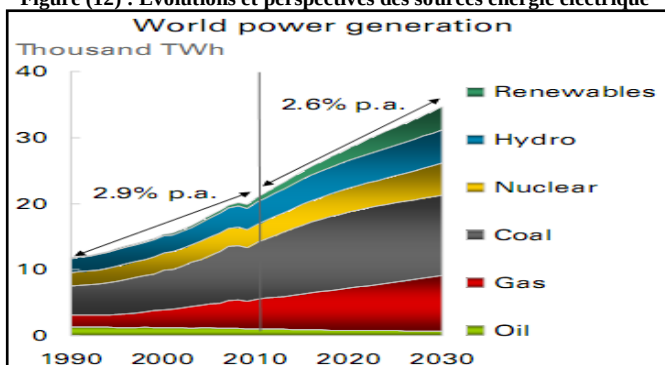


Source: BP Energy Outlook 2030, London, January 2011, P: 18

Les énergies renouvelables (combustibles organiques y compris) expliquent 18% de la croissance de l'énergie à 2030. Le taux auquel les énergies renouvelables pénètrent le marché de l'énergie global est semblable à l'apparition de l'énergie nucléaire dans les années 70 et les années 80.⁸

La contribution des énergies renouvelables à la croissance grimpe de 5% dans les années (1990-2010) pour atteindre, selon les prévisions, 18% dans les années (2010-2030).⁹

Figure (12) : Evolutions et perspectives des sources énergie électrique



Source: BP Energy Outlook 2030, London, January 2011, P: 58

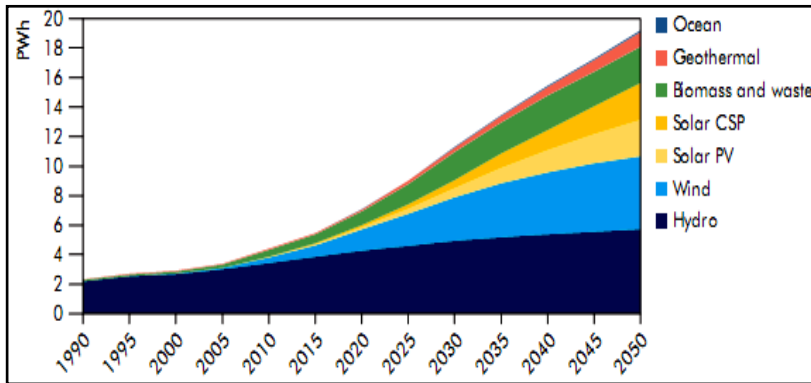
⁷ - BP Energy Outlook 2030, London, January 2011, P:17

⁸ - BP Energy Outlook 2030, London, January 2011, P:19

⁹ - BP Energy Outlook 2030, London, January 2011, P:77

Nous supposons que la politique supporte la croissance rapide continue des énergies renouvelables non fossiles de production d'électricité particulièrement, qui atteindraient une part globale de 10% d'ici 2030. Là où le gaz est disponible à un prix concurrentiel, il continue à concurrencer le charbon.¹⁰

Figure (13) : Croissance de la production d'électricité renouvelable dans le scénario Plan Bleu



Source : Energy technology perspectives 2010, Scenarios & Strategies to 2050, International Energy Agency, 2010, P:109

La part de toute la production d'électricité des énergies renouvelables augmente de 18% en 2007 à 48% dans le scénario Plan bleu. Ceci a comme conséquence des réductions d'émissions de CO₂ de 4.7 GT de 2050 comparés au scénario de ligne de base. La génération renouvelable (vent, photovoltaïque et marine) produirait presque 19% de l'électricité dans le monde entier en 2050 à partir d'une capacité d'environ 3 160 GW. L'intégration d'un large volume de la capacité variable dans les grilles aura besoin de gestion soignée et exigera des systèmes de l'électricité de devenir plus flexibles par l'utilisation des grilles intelligentes et d'une plus grande capacité de stockage de l'électricité. La biomasse et l'éolien constituent une partie des nouvelles capacités d'énergies renouvelables jusqu'à 2020. Après 2020, l'énergie solaire commence à apporter une contribution plus significative. L'énergie hydraulique se développe sans interruption au cours de toute la période, mais cette croissance se stabilise en années postérieures faute de nouveaux emplacements appropriés. D'ici 2050, l'énergie hydraulique, l'éolien et le solaire apportent des contributions semblables à la production d'électricité totale dans le scénario plan bleu.

D'ici 2050, la biomasse est la plupart du temps employée aux usines consacrées, y compris ceux qui utilisent la production combinée de chaleur et d'électricité (PCCE). La combustion avec du charbon augmente de manière significative, en particulier durant la période actuelle et ce jusqu'à 2020. La majeure partie de l'augmentation de l'électricité est du fait de l'éolien

¹⁰ - BP Energy Outlook 2030, London, January 2011, P:59

et des turbines terrestres. La production d'électricité des turbines en mer se développe très rapidement, mais d'un point de départ bas. En 2050, environ deux tiers de production d'électricité totale à partir de l'éolien viendrait toujours de l'usine terrestre. Environ 75% de la capacité solaire prévue est basé sur le photovoltaïque, avec l'équilibre venant de concentrer l'énergie solaire (CSP). En moyenne, le facteur de capacité pour CSP est sensiblement plus haut que celui du photovoltaïque, grâce à l'utilisation du stockage thermique. En conséquence, CSP produit plus de 50% de la production d'électricité solaire totale.¹¹

4) Présentation du programme National de développement des énergies renouvelables 2011-2030 :

Le programme national de développement des énergies nouvelles et renouvelables et de l'efficacité énergétique pour la période 2011-2030 a été adopté par le Gouvernement en date du 3 février 2011.

L'Algérie ambitionne de produire 40% de son électricité à l'horizon 2030 à partir des énergies renouvelables et également de se positionner comme fournisseur majeur d'électricité verte en direction du marché européen en se fixant un objectif d'exportation de 10 000 MW en partenariat à la même échéance.

Ce programme constituera aussi le vecteur de développement d'une industrie nationale des énergies renouvelables qui s'appuiera sur les compétences existantes en mettant en valeur l'effort de recherche et de développement dans les différents domaines liés à ces industries.

Les principaux éléments de ce programme sont décrits ci-après : ¹²

A) Le fondement de la démarche :

La satisfaction des besoins énergétiques du pays est basée actuellement sur les hydrocarbures, notamment le gaz naturel qui est la principale source d'énergie utilisée; il n'est fait appel aux autres formes d'énergie que lorsque le gaz ne peut pas être mis à contribution.

Cette orientation de notre modèle de consommation énergétique est confortée par le fait que le gaz naturel se place comme l'énergie la moins chère pour le consommateur.

A long terme, la reconduction du modèle de consommation énergétique actuel rendra problématique l'équilibre offre-demande pour cette source d'énergie.

A titre d'illustration, les niveaux de nos besoins en gaz naturel se situeraient aux horizons 2020 et 2030 respectivement à 45 milliards de m³ et 55 milliards de m³. A ces besoins du marché national s'ajouteraient les volumes à exporter nécessaires pour le financement de l'économie nationale.

Aux mêmes horizons, la consommation d'électricité devrait se situer entre 75 à 80 TWh en 2020 et entre 130 et 150 TWh en 2030.

¹¹ - *Energy technology perspectives 2010, Scenarios & Strategies to 2050*, International Energy Agency, 2010, P:108

¹² - *Revue Equilibres*, La lettre de la Commission de Régulation de l'Electricité et du Gaz, N°12/Mars 2011, P : 08

Ces considérations dictent la nécessité d'intégrer dès aujourd'hui les énergies renouvelables dans la stratégie d'offre énergétique à long terme, tout en accordant un rôle important aux économies d'énergies.

B) Le programme des énergies renouvelables :

Le potentiel national en énergies renouvelables est fortement dominé par le solaire, parce que les potentiels en éolien, en biomasse et en géothermie, comparés à celui du solaire, sont beaucoup moins importants, alors que le potentiel hydroélectrique est très faible.

Les coûts des filières d'énergies renouvelables, bien qu'élevés actuellement, par rapport à la filière classique (en dehors de celle de l'éolien qui est déjà compétitive) devraient chuter sensiblement au cours des 20 prochaines années.

Pour la production d'électricité d'origine renouvelable, l'objectif global du programme consiste dans l'installation de 22 000 MW à l'horizon 2030, dont 10 000 MW pourraient être dédiés à l'exportation.

La part du programme d'énergies renouvelables destinée à l'exportation sera mise en œuvre en partenariat si l'accès au marché européen est garanti. Et en ce qui concerne le marché national, la concrétisation de l'objectif affiché permettra, à l'horizon 2030, à l'électricité d'origine renouvelable de représenter 40% de la production nationale d'électricité.

Le déploiement du programme de production de l'électricité renouvelable (12 000 MW), dédié au marché national, sera mené en trois étapes, à savoir : ¹³

- L'étape 2011-2013: réalisation de projets pilotes pour tester les différentes technologies disponibles ;
- L'étape 2014-2015 : début du déploiement du programme ;
- L'étape 2016-2020 : déploiement à grande échelle.

La mise en œuvre de ce programme exige un apport financier de l'Etat pour la compensation des surcoûts induits par l'introduction des énergies renouvelables. Ces surcoûts, dépendent des niveaux de prix du gaz naturel à considérer pour le marché national.

En dehors des projets inscrits dans le programme des énergies renouvelables, l'intervention des autres opérateurs privés ou publics dans le développement des énergies renouvelables sera favorisée.

L'Etat accordera les aides nécessaires dans des conditions qui seront définies par la réglementation à mettre en place dans ce sens.

Le tableau suivant indique les projets d'énergies renouvelables dans 26 sites distribué dans des différentes wilayas du pays, où les lieux des sites sont désignées pour chaque projet pour but de participer à l'injection des quantités produites dans le réseau classique de sources non renouvelables :

¹³ - Revue Equilibres, La lettre de la Commission de Régulation de l'Electricité et du Gaz, N°12/Mars 2011, P :09

Tableau (02) : Liste des projets d'énergies renouvelables pour la Période 2011-2020:

N° de Projet	Puissance installée (MW)	Surface nécessaire (Hectares)	Site
01	18	36	EL OUED
02	25	50	SAIDA
03	25	50	NAAMA
04	20	40	MECHERIA
05	26	52	TISSEMSILT
06	30	60	ELBAYADH
07	27	54	AIN BEIDA
08	20	40	TIARET
09	16	32	AFLOU
10	20	40	Ghardaia
11	20	40	LAGHOUE
12	23	46	TOUGHOURT
13	39	78	OUREGLA
14	20	40	MEDEA
15	26	52	AIN OUSSERA
16	48	96	DJELFA
17	22	44	BOUSSAADA
18	26	52	BECHAR
19	25	50	BISKRA
20	44	88	M'SILA
21	09	18	ABADLA
22	08	16	LABYADH S.CHIKH
23	08	16	AIN SAFRA
24	26	58	MGHAIR
25	10	20	OULED DJELLAL
26	35	70	TOLGA

Source : Revue Equilibres, La lettre de la Commission de Régulation de l'Electricité et du Gaz, N°12/Mars 2011, Pages : 09-10-11

Les pouvoirs publics, qui comptent ramener le taux de participation des énergies renouvelables à 5% en 2015, ont initié un programme d'alimentation en énergie électrique produite par le photovoltaïque solaire de 1000 foyers du Sud, situés dans des zones presque inaccessibles. le cas de 18 villages isolés de Tindouf, Adrar, Tamanrasset et Illizi.

Un premier centre de production d'électricité à base de photovoltaïque solaire a été initié à Tamanrasset en juillet 1998, à Moulay Lahcene. Une installation, entrée en service en septembre 2000, est située à Tin Tarabin et In Blél 1.

Le tableau suivant démontre la volonté des autorités de créer des centrales indépendantes uniquement renouvelables fonctionnent avec la méthode solaire thermique, ou certaines centrales non pas de lieux désignées pour l'instant mais les équipements nécessaires des projets sont disponibles, ou nous remarquons les grandes superficies désignées qui reflètent l'importance de ces projets et la priorité au solaire dans le mixte des énergies renouvelables

Tableau(03) : Projets de centrales solaires thermiques :

N° de Projet	Puissance installée de la partie solaire(MW)	Surface nécessaire (Hectares)	Site
01	150	300	BECHAR
02	150	300	EL OUED
03	150	300	-
04	200	400	-
05	300	600	-
06	400	800	-

Source : Revue Equilibres, La lettre de la Commission de Régulation de l'Electricité et du Gaz, N°12/Mars 2011, PP : 13-14

Le tableau suivant démontre les projets d'hybridation des centrales et turbines à gaz des réseaux isolées aux frontières et surtout au sud, où la production d'électricité coûte beaucoup en matière de trajets des camions citernes qui transportent le carburant ou bien le gaz naturel, ces projets sont prioritaires dans l'opération d'introduction des renouvelable dans le réseau électrique.

Tableau(04) : Projets d'hybridation des centrales diesel et TG des réseaux isolés du sud :

N° de Projet	Puissance installée (MW)	Surface nécessaire (Hectares)	Site
01	05	10	AOULEF
02	06	12	ZAOUJET KOUNTA
03	20	40	ADRAR
04	09	18	TIMIMOUN
05	03	06	KABERTENE
06	05	10	REGHANE
07	05	10	AIN SALEH
08	07	14	BENI ABBES
09	01	02	BORDJ.B MOKHTAR
10	09	18	TINDOUF
11	13	26	TAMENRASSET
12	01	02	TABELBALA
13	01	02	TALMINE
14	0,3	01	BORDJ OMAR IDRIS
15	03	06	DJANET
16	08	16	EL GHOLEA
17	0,3	01	AIN GHEZAM
18	01	02	DEBDAB
19	0,03	0,1	AFRA
20	0,14	0,3	M'GUIDEN
21	0,44	01	IDLESS
22	0,3	01	BORDJ EL HOUAS
23	0,02	01	TIN ALKOUM
24	0,4	01	TIN ZAOUATINE
25	0,05	0,2	AIN BELBEL
26	08	16	IN AMENAS
27	02	04	ILLIZI

Source : Revue Equilibres, La lettre de la Commission de Régulation de l'Electricité et du Gaz, N°12/Mars 2011, Pages : 11-12-13

Avec l'augmentation des besoins, on compte même hybrider les centrales diesel, soit avec l'éolien ou le solaire, dont la nouvelle technologie des concentrateurs solaires de puissance, pour pallier les insuffisances. Les microcentrales existantes sont alimentées par du fuel transporté par camions, faisant, à titre d'exemple pour la région de Tindouf, 35 rotations mensuelles pour des trajets de 2000 km environ.

Dans le domaine de l'électrification rurale en début des années 2000, 26000 foyers (sur 270 000 répartis sur 6300 centres qui ne bénéficient pas encore de l'énergie électrique) ne pourront être électrifiés ni par réseau ni par diesel.

C'est sur la base de ce constat qu'un programme a été initié par les pouvoirs publics pour trouver des solutions alternatives, mais concrètes et réalisables, en tablant sur le raccordement de 500 foyers par an.¹⁴

¹⁴ - **Noureddine BOUTERFA, Saïd GUEZZANE**, Bulletin des énergies renouvelables (CDER), Semestriel N°10 Décembre 2006, P : 28

Le tableau suivant démontre quelques projets des centrales éoliennes, et le nombre modeste de ces projets explique la priorité donnée au solaire comme début dans l'expérience d'introduction des renouvelables dans les réseaux électrique qui favorise les sources solaires.

Tableau(05) : Projets de centrales éoliennes :

N° de Projet	Puissance installée (MW)	Surface nécessaire (Hectares)	Site
01	20	40	-
02	20	40	-
03	20	40	-
04	50	100	-
05	50	100	-
06	50	100	-
07	50	100	-

Source : Revue Equilibres, La lettre de la Commission de Régulation de l'Electricité et du Gaz, N°12/Mars 2011, PP : 13-14

5) L'exploitation d'hydrogène solaire en Algérie dans un cadre euro – maghrébin :

En réponse aux problèmes liés à la crise actuelle de l'énergie, avec la hausse du prix du baril de pétrole et aux émissions de gaz à effet de serre, l'hydrogène apparaît aujourd'hui comme le combustible propre de substitution stratégique des prochaines décennies. Parallèlement, l'accroissement de la contribution des énergies renouvelables, telles que l'énergie solaire au bilan énergétique nécessite le développement de méthodes de stockage et de moyens de transport de cette énergie. Dans ce contexte, l'hydrogène répond à ces objectifs, et se présente comme une alternative énergétique dans un cadre de développement durable.

Ce projet de grande envergure répondra notamment aux objectifs suivants : ¹⁵

- Développer les technologies les plus performantes pour la production d'hydrogène à l'aide de l'énergie du soleil. L'hydrogène pourra, selon les cas, être produit à partir de l'eau ou à partir des hydrocarbures, des combustibles renouvelables issus de la biomasse;
- Développer les technologies de transport de l'hydrogène sur de longues distances : gazoducs, transports maritimes et terrestres;
- Tester les composants/systèmes sur des sites d'essais convenablement équipés à cet effet;
- Evaluer, comparer et valider les technologies les plus performantes en vue de leur développement industriel à grande échelle;
- Recenser les acteurs de la R&D et industriels susceptibles de contribuer à ce développement;

¹⁵ - **F. Harouadi , B. Mahmah** , *Les potentialités d'exploitation d'hydrogène solaire en Algérie dans un cadre euro – maghrébin* , Revue des Energies Renouvelables Vol. 10 N°2 (2007), P : 182

- Mener les études technico-économiques en vue de préparer la stratégie industrielle et le développement de la filière hydrogène solaire.

Les éléments de projets sont tous disponibles et la portée de l'exploitation Le projet de production d'hydrogène solaire en Algérie, peut être lancé éventuellement à travers la réalisation d'une centrale thermodynamique solaire à Ghardaïa (près de Hassi R'Mel), site répondant pleinement aux éléments de faisabilité incontournables du projet: Gisement solaire considérable, quantité d'eau substantielle exploitable, réseau de gazoducs transmédiaiterranéens disponible, et techniques de production d'hydrogène maîtrisée.

6) Scénarios d'intégration d'énergie de sources renouvelables :

Deux scénarios d'intégration de production de source renouvelables qui intègrent les données pertinentes de la politique énergétique sont considérés ; le premier prévoit l'introduction de 8% de la production à l'horizon 2020 alors que le second limite le niveau à seulement 6%.

Les capacités à investir dans ces filières sont données ci-après.¹⁶

A) Introduction de 8 % de la production en énergie renouvelable en 2020 :

Ce scénario considère une introduction de 8 % de la production en énergie renouvelable en 2020, et ce à partir de 2015 comme suit : 6 % en solaire CSP, 1,8 % en photovoltaïque et le reste 0,2 % en éolien.

Il en résulte une capacité d'énergie renouvelable de 1675 MW en 2019, à installer à partir de 2015 à raison de 335 MW/an (240 MW en CSP, 70 MW en PV et 25 MW en éolien). Le gain cumulé en consommation de gaz naturel en 2019 serait de 3,6 milliards de M³.

B) Introduction de 6 % de la production en énergie renouvelable en 2020 :

Ce scénario considère une introduction de 6 % de la production en énergie renouvelable à l'horizon 2020 et ce à partir de 2015 comme suit : 4 % en solaire CSP, 1,3 % en photovoltaïque et le reste 0,7 % en éolien.

Il en résulte une capacité de 1180 MW à l'horizon 2019, à installer à partir de 2015, à raison de 235 MW/an (16 MW en CSP, 50 MW en PV et 25 MW en éolien). Le gain cumulé en consommation de gaz naturel en 2019 serait de 2,4 milliards de M³.

Conclusion :

L'industrie de l'électricité dans le monde entier a tiré la sonnette d'alarme, concernant la pénurie des sources d'une part, et leurs pollutions d'autre part. Ce qui incite les gouvernements à introduire les énergies renouvelables pour réduire les taux de pollution

¹⁶ - Programme indicatif des besoins en moyens de production d'électricité 2010-2019, Commission de régulation de l'électricité et du gaz, Rapport 2010, P : 23

dans l'atmosphère, et trancher en faveur de l'exploitation d'une source renouvelable dans la production de l'électricité. Mais le problème, c'est que ces différentes sources renouvelables ne sont pas à la portée de tous les pays, comme c'est le cas de l'énergie solaire et de l'éolien avec des pays à faible taux d'ensoleillement et d'autres à faibles exposition aux courants d'airs, ce qui est de même pour l'hydraulique.

Tous ces problèmes d'énergie renouvelable ont poussé les Etats à se lancer dans des programmes d'intégration et coopération énergétique, comme c'est le cas de l'Union Européenne avec les pays d'Afrique du nord dans le cadre de l'Union pour la Méditerranée, où l'on voit que le programme est déjà lancé entre l'Union européenne et l'Egypte en matière d'énergie solaire.

Pour le cas de l'Algérie, un grand projet dénommé «désertec» est en phase d'étude et planification en coopération avec l'Union Européenne dans le but de satisfaire leur demande énergétique commune, et aussi un projet d'exploitation d'hydrogène solaire qui nécessite un Potentiel solaire, Potentiels hydriques, et un Réseau gazoduc où l'utilisation de pipelines du réseau de Gaz Naturel présente aujourd'hui une voie prometteuse principale pour le transport d'hydrogène produit via les sources renouvelables en mixture avec le Gaz Naturel.

Mais malgré l'opportunité de ces projets, les services algériens de l'énergie ont déjà commencés dans le lancement d'un programme d'hybridation des différentes stations anciennes avec l'énergie solaire, éolienne et marine, et l'installation des autres centrales renouvelables à proximité des anciennes centrales à cycles combinées, turbine à gaz, diesel, centrales thermiques à vapeur et à gaz, le temps d'arriver à des stations isolées purement fonctionnelles avec des sources renouvelables. Le gain cumulé en consommation de gaz naturel serait entre 2,4 milliards de M³ et 3,6 milliards de M³, ces volumes vont réanimer la balance commerciale gazière Algérienne d'ici 2019.

L'Algérie a besoin d'investir jusqu'à 120 milliards de dollars (85 milliards d'euros) dans les énergies renouvelables d'ici 2030. Et envisage selon le rapport du CREG 2010 de devenir leader en énergie verte et prévoit d'installer 22 000 MW de puissance d'origine renouvelable entre 2011 et 2030.

Le lancement des projets d'énergie renouvelables va atteindre ses meilleurs taux d'efficacité énergétique globale, surtout dans les villages isolés aux frontières où l'approvisionnement électrique provient des pays voisins maghrébins ou par des stations diesel ou à gaz alimentés par les camions faisant des longs trajets se traduisant par des surcouts supplémentaires.

Liste des abréviations :

GT : Giga tonne

KWh : kilo watt ou 01 watt×01heure×10³

MW : Méga watt heure ou 10⁶ watt

GW : Giga watt ou 10⁹ watt

TWh : Terra watt heure ou 10¹² watt

Liste des ouvrages :

- 1- *La production d'électricité d'origine renouvelable dans le monde*, Collection chiffres et statistiques, Treizième inventaire Édition 2011, Observatoire des énergies renouvelables/Electricité de France.
- 2- **Paul Appleby**, *Les faits derrière les chiffres*, Rétrospective BP de la situation énergétique mondiale, juin 2011.
- 3- BP Energy Outlook 2030, London, January 2011.
- 4- *Energy technology perspectives 2010, Scenarios & Strategies to 2050*, International Energy Agency, 2010.
- 5- Revue Equilibres, La lettre de la Commission de Régulation de l'Electricité et du Gaz, N°12/Mars 2011.
- 6- **F. Harouadi, B.Mahmah**, *Les potentialités d'exploitation d'hydrogène solaire en Algérie dans un cadre euro-maghrébin*, Revue des Energies Renouvelables Vol. 10 N°2 (2007).
- 7- Programme indicatif des besoins en moyens de production d'électricité 2010-2019, Commission de régulation de l'électricité et du gaz, Rapport 2010.
- 8- **Noureddine BOUTERFA, Saïd GUEZZANE**, Bulletin des énergies renouvelables (CDER), Semestriel N°10 Décembre 2006.