

REVISTA DE ESTUDIOS FRONTERIZOS DEL ESTRECHO DE GIBRALTAR

REFEG (NUEVA ÉPOCA)

ISSN: 1698-1006

GRUPO SEJ-058 PAIDI

ENERGIES RENOUVELABLES ET DÉVELOPPEMENT DURABLE AU MAROC

HASSANE ZOUIRI

Enseignant chercheur à l'Université Mohammed V,
FSJES Agdal, Rabat - Maroc
hzouiri@yahoo.fr

HASSAN ELMESSAOUDI

Etudiant chercheur à l'Université Abdelmalek Essaâdi,
FSJES de Tanger - Maroc
hassanelmessaoudi@gmail.com

REFEG 6/2018

ISSN: 1698-1006

HASSANE ZOUIRI

Enseignant chercheur à l'Université Mohammed V,
FSJES Agdal, Rabat - Maroc
hzouiri@yahoo.fr

HASSAN ELMESSAOUDI

Etudiant chercheur à l'Université Abdelmalek Essaâdi,
FSJES de Tanger - Maroc
hassanelmessaoudi@gmail.com

ENERGIES RENOUVABLES ET DÉVELOPPMENT DURABLE AU MAROC

SUMARIO: I. INTRODUCTION. II. ENERGIE RENOUVELABLE: CONCEPT ET MOTIFS D'INTÉGRATION AU MAROC III. DÉVELOPPEMENT DURABLE ET ÉNERGIE. IV. ENERGIES RENOUVELABLES POUR QUEL DÉVELOPPEMENT ? V. CONCLUSION VI. BIBLIOGRAPHIE.

RÉSUMÉ: Le réchauffement climatique, la volatilité persistante des cours du pétrole et l'augmentation de la demande mondiale sont autant de facteurs qui ont favorisé l'émergence des énergies renouvelables comme alternative aux sources classiques. Dans ce contexte, afin de faire face à ses besoins croissants dans un environnement mondial instable, le Maroc a opté pour la bonne gouvernance en matière énergétique ; à savoir : allier son développement économique et social à la protection de l'environnement. Ainsi, l'objet de ce papier est de mettre en exergue les changements opérés depuis l'installation des énergies renouvelables et leur impact sur le développement de la région bénéficiaire tant sur le plan socio-économique qu'au niveau de la préservation de l'environnement. Il s'agit d'évaluer la contribution des stratégies de développement desdites énergies au développement durable du pays.

MOTS CLÉS: Réchauffement climatique, effet de serre, énergies renouvelables, développement durable, Maroc.

ABSTRACT: Factors such as global warming and persistent oil prices volatility as well as rising global demand have favored the emergence of renewable energy resources as an alternative to other conventional sources. In this unstable global context, Morocco has opted for good energy governance in order to meet its growing needs in an unstable global environment. Namely: to combine its economic and social development with the protection of the environment. The purpose of this paper is to highlight the changes made since the installation of renewable energies. And their impact on the socio-economic development of the beneficiary region and on the preservation of the environment. It is a question of evaluating the contribution of the strategies of development of these energies to the sustainable development of the country.

KEYWORDS: Global warming, greenhouse effect, renewable energies, sustainable development, Morocco.

I. INTRODUCTION

L'énergie est un élément indispensable dans notre vie quotidienne ; elle a joué un rôle fondamental dans l'évolution des civilisations, comme elle a été source de guerres entre les peuples qui ont cherché tout au long de l'histoire à contrôler l'accès aux ressources énergétiques.

Aujourd'hui, elle continue à être la préoccupation majeure des plus forts pays du monde. Nous avons vu combien de guerres qui ont été lancées, combien des pays qui étaient détruits et combien de régimes politiques qui ont été changés... pour arriver à contrôler les sources d'énergie.

Par ailleurs, depuis son existence, l'Homme n'a pas bien su comment utiliser et exploiter ses ressources, ce qui a des répercussions néfastes sur l'environnement global, à savoir : le réchauffement de la planète, l'effet de serre, le trou de la couche d'Ozone, la liquéfaction des glaces dans l'Arctique, l'augmentation du niveau de l'eau de mer et les problèmes de pollution... A cela s'ajoute le problème démographique, ce qui entraîne une croissance de la demande de l'énergie et remet en cause la capacité de la planète à assurer l'énergie nécessaire pour répondre à la demande.

Or, les pays en développement, ne disposant pas du pétrole et travaillant à réduire l'impact financier de la facture pétrolière sur l'économie nationale, cherchent à diversifier leurs sources d'approvisionnement en produits énergétiques. Cette diversité est régie par la rareté du combustible d'origine pétrolière et du gaz naturel et surtout leurs prix très élevés par rapport au pouvoir d'achat de la population. En plus de la déforestation résultant de l'utilisation massive du bois et du charbon de bois comme combustible, ce qui engendre une dégradation de l'environnement à grande échelle.

Donc, ces différents facteurs, parmi d'autres, ont poussé les grands pays industrialisés à chercher de nouvelles sources d'approvisionnement en matière d'énergies.

A son tour, le Maroc, dont les ressources énergétiques sont très limitées, dépend pour plus de 95% de l'extérieur, ce qui représente le quart des recettes totales des exportations. De ce fait, le déséquilibre entre la production et la consommation en énergie dans notre pays est l'un des freins majeurs à son développement socio-économique.

C'est dans ce cadre que le gouvernement marocain accorde une importance primordiale au secteur d'énergie en tant que moteur principal du développement économique et du progrès social, en mettant en place « la nouvelle stratégie énergétique nationale » adoptée en Mars 2009, une stratégie qui vise à renforcer la sécurité d'approvisionnement et la disponibilité de l'énergie ainsi que son accessibilité généralisée à des coûts raisonnables.

Disposant d'un fort potentiel naturel et estimant réduire la dépendance énergétique nationale à 80% vers 2020, le Maroc a opté pour les énergies renouvelables¹ en lançant officiellement par Sa Majesté le Roi Mohammed VI « le Plan Solaire Marocain », le 02 novembre 2009 à Ouarzazate, « le Programme Marocain Intégré de l'Énergie Éolienne » le 28 juin 2010 à Tanger ; et bien d'autres programmes en matière d'énergie hydraulique et de biomasse.

¹ Les énergies renouvelables peuvent être définies comme toute forme utile d'énergie provenant d'une source renouvelable, dont la valorisation actuelle ne limite pas la disponibilité future.

De ce contexte émane le présent papier qui vise à mettre en exergue l'impact des énergies renouvelables, les changements opérés depuis leur installation, leurs contributions au développement de la région bénéficiaire tant sur le plan socio-économique qu'au niveau de la préservation de l'environnement. Il s'agit de vérifier dans quelle mesure les stratégies de développement des énergies renouvelables contribuent-elles au développement durable au Maroc.

La première partie présente l'énergie renouvelable, ses caractéristiques et sa typologie, ainsi que les motifs de son intégration au Maroc, en essayant de savoir s'il s'agit d'un choix ou d'une nécessité. La deuxième partie s'intéresse au rapport entre le développement durable et l'énergie, tout en s'interrogeant sur la durabilité de l'énergie utilisée actuellement et les options énergétiques dites durables. Dans une troisième partie, Le texte tente de tirer quelques enseignements sur les la relation existante entre les énergies renouvelables et le développement durable. Ce point sera consacré à l'impact socio-économique et environnemental des énergies renouvelables, et ce à travers une illustration par des projets déjà lancés en la matière et leurs effets, ainsi que les prospectives 2020-2030.

II. ENERGIE RENOUVELABLE: CONCEPT ET MOTIFS D'INTÉ-GRATION AU MAROC

Aujourd'hui, la demande d'énergie augmente rapidement. Ce qui a contribué non seulement à une utilisation massive des ressources naturelles, à travers des méthodes de production et de consommation de l'énergie non durables, mais aussi une dégradation de l'environnement à grande échelle.

A cet égard, les sources énergétiques fossiles semblent les plus dangereuses pour notre planète, puisqu'elles contribuent à hauteur de 80% aux émissions polluantes de l'environnement dans le monde (étude du Commissariat Général au Développement Durable publiée en 2012).

Donc, la prise de conscience des dangers que représente l'utilisation des énergies fossiles génératrices des agents polluants notamment du CO₂, la question du réchauffement climatique, la limite de la disponibilité temporelle du pétrole et la question de l'énergie nucléaire qui restera toujours délicate à gérer, a poussé les grands pays industrialisés à chercher de nouvelles sources d'approvisionnement en matière d'énergies.

Dans ce contexte, les énergies renouvelables semblent les plus convenables et les plus adaptées, tant qu'elles sont capables de contribuer à un développement durable, sain et propre.

1. Énergies renouvelables : concept et typologie

Les énergies renouvelables sont en forte progression étant donné la flambée du cours des hydrocarbures, d'une part, et les inquiétudes légitimes qui entourent le phénomène « d'encarbonisation » de notre planète, d'autre part.

Selon *Global Status Report publié en 2014 sur les énergies renouvelables*, celles-ci représentent 19% du total de la production mondiale d'énergie et les investissements mondiaux dans les énergies renouvelables propres dépassent ceux réalisés dans les énergies non renouvelables à la fin de l'année 2013 en atteignant 214,4 milliards d'USD avec une capacité de production mondiale excédant 1 560 gigawatts (GW).

1.1. Définition des énergies renouvelables

Les énergies renouvelables peuvent être définies comme toute forme utile d'énergie provenant d'une source renouvelable, dont la valorisation actuelle ne limite pas la disponibilité future. Il existe diverses filières d'énergies renouvelables, qui permettent la production d'énergie mécanique, d'énergie thermique et/ou d'électricité².

Dans ce sens, on appelle les énergies renouvelables ou énergies vertes toutes énergies dont la consommation n'aboutit pas à la diminution des ressources naturelles, parce qu'elle fait appel à des éléments qui se recréent naturellement ; exemple (la biomasse, l'énergie solaire, l'hydroélectricité et l'énergie éolienne...).

Au contraire, les combustibles fossiles et la fission nucléaire n'en font pas partie puisque les gisements connus de ces formes d'énergie sont voués à disparaître plus ou moins rapidement. Ils sont donc considérés comme des énergies fossiles. De plus, les énergies fossiles contribuent à la pollution de l'environnement et au réchauffement climatique.

1.2. Typologie des énergies renouvelables

Avant d'entamer les différents types des énergies renouvelables, il est indispensable de mettre en exergue leurs grandes familles. Dans ce sens, une énergie renouvelable quelconque doit être fournie souvent par l'une de ces sources :

- **Le soleil** : énergie solaire thermique, énergie solaire photovoltaïque.
- **Le vent** : énergie éolienne.
- **L'eau** : énergies hydraulique, énergie marine, énergie marémotrice
- **la chaleur terrestre** : géothermie.
- **la biodégradation** : biomasse.

2. Pourquoi recourir aux énergies renouvelables?

La balance commerciale du Maroc, pays non producteur du pétrole, souffre d'un déficit chronique de 186 milliards de dirhams en 2014. Le total des importations du pétrole est de 91,8 milliards de dirhams, soit 49,3% dudit déficit (Office des changes).

Donc est ce que l'Etat marocain est conscient des risques que représentent ces chiffres, notamment au niveau de l'équilibre financier, commercial et stratégique de la dépendance énergétique d'une part, et son impact environnemental, d'autre part ?

Cependant, est ce que le recours aux énergies renouvelables est imposé par ceci, ou c'est parce que le Maroc dispose de potentialités suffisantes pour orienter sa politique énergétique vers la diversification des sources d'approvisionnement ?

La réponse à ces questions sera abordée dans les axes suivants.

2.1. Les énergies renouvelables au Maroc : une nécessité ou un choix ?

a) *Rareté des ressources et dépendance énergétique*

Le Maroc, doté de ressources énergétiques primaires limitées, affiche une très forte dépendance en ce qui concerne l'approvisionnement en produits énergétiques, notamment en

² Les énergies renouvelables au Maroc - Le débat est lancé, UNESCO, 2007, p. 148.

matière d'importations de pétrole, de charbon et même d'électricité (environ 95,5% selon le Ministère de l'Énergie, des Mines, de l'Eau et de l'Environnement, 2012). A cet égard, les réserves prouvées restantes récupérables sont de 1550 Kilo Tonnes Équivalent Pétrole (KTep = 1000 Tep) réparties en :

- ✓ Gaz naturel : 1 250 KTEP ou 1,4 Milliards de m³ ;
- ✓ Condensat : 300 KTEP ;
- ✓ Charbon : épuisé avec le gisement de Jerrada³.

Ce qui montre l'insuffisance des ressources énergétiques dans notre pays.

b) Croissance de la demande et le poids de la facture de l'énergie

La demande nationale en matière d'énergie est en hausse, ce qui a été illustré par l'Institut de l'Énergie et de l'Environnement de la Francophonie (IEEF, 2001) qui a rapporté que l'électricité augmente au Maroc, au rythme moyen de 4 à 4,5%/an, même si la consommation par habitant reste faible avec moins de 0,4 tep par an, contre 0,6 tep et 1,7 tep en moyenne respectivement dans les pays en voie de développement et dans le monde⁴.

En conséquence, la facture énergétique marocaine reste élevée (91,8 milliards de dirhams en 2014) et croît au rythme de la croissance simultanée de la demande d'énergie et des prix internationaux de l'énergie. Ce qui influence la trésorerie, nuit à la croissance de l'économie nationale et freine les efforts du pays en termes de développement socio-économique.

c) Les problèmes liés à l'environnement

Les produits fossiles énergétiques représentent un impact négatif sur l'environnement notamment en termes d'émissions de gaz à effet de serre⁵ (60% des émissions sont liées à l'énergie) et les problèmes de la pollution.

Dans ce sens, leur consommation engendre des problèmes écologiques insurmontables et de plus en plus graves. La concentration de dioxyde de carbone dans l'atmosphère a augmenté de 50 % en un siècle et la situation deviendra rapidement insoutenable.

Donc puisque le Maroc compte beaucoup de difficultés en matière des énergies fossiles, est ce qu'il a les sources naturelles suffisantes pour le développement des énergies renouvelables ?

³ Debarh M. (2004), L'énergie : développement énergétique au Maroc depuis 1955, perspectives 2025.

⁴ Senhagi F. (2003), Financing the development of the renewable energy in the Mediterranean region – Baseline study for Morocco. United Nations Environment Programme (UNEP), Division of Technology, Industry and Economics, Morocco.

⁵ *Gaz à effet de serre* : constituants gazeux de l'atmosphère, ils maintiennent la température de la terre à un degré propice à la vie. D'origine naturelle, l'augmentation de leur volume due aux activités humaines (industrie, transports) est la cause du réchauffement de la planète et des changements climatiques qui l'accompagnent.

2.2. Les sources des énergies renouvelables au Maroc

Tenant compte des raisons citées ci-dessus (problèmes au niveau d'approvisionnement d'énergie, poids de sa facture, pollution...) et en raison de la présence d'importantes ressources énergétiques propres et saines, le Maroc est donc amené à orienter sa politique énergétique vers la diversification des sources d'approvisionnement et la valorisation des ressources nationales, à travers la promotion de toutes les formes mobilisables des énergies renouvelables et propres.

Vue sa situation géographique favorable, le pays dispose d'un potentiel énergétique important : solaire, éolien et hydraulique essentiellement.

a) *Energie solaire*

Grâce à son climat, le Maroc bénéficie d'un fort ensoleillement durant presque toute l'année. Le rayonnement solaire incident moyen est de 5,5 kWh/m²/j avec un nombre d'heures d'ensoleillement qui varie de 2800 heures par an dans le Nord du Maroc à plus de 3500 heures par an dans le Sud (Ministère de l'Énergie, des Mines, de l'Eau et de l'Environnement, fin 2012) (**Figure 1**).

Il est indispensable de souligner qu'un projet très ambitieux a été lancé, intitulé « Le projet de développement intégré » et qui vise la mise en place en 2020 d'une capacité de production électrique à partir de l'énergie solaire d'une capacité totale de 2 000 MW sur cinq sites : Ouarzazate, Ain Beni Mathar, Fom Al Oued, Boujdour et Sebkhatah⁶.

Figure 1 : carte du gisement solaire au Maroc



Source: Rapport du Ministère de l'Énergie, des Mines, de l'Eau et de l'Environnement ; Stratégie énergétique nationale, Horizon 2030.

a) *Energie éolienne*

Par sa situation géographique favorable avec plus de 3500 Km de côtes, le Maroc possède un potentiel éolien important, estimé à près de 25 000 MW sur l'ensemble du territoire dont 6 000 MW sur les sites étudiés⁷.

⁶ Rapport de l'ONE, 2009.

⁷ Rapport du Ministère de l'Énergie, des Mines, de l'Eau et de l'Environnement ; Stratégie énergétique nationale, Horizon 2030.

Les régions les plus ventées du Maroc se situent à l'extrême Nord du côté du détroit de Gibraltar dans la région de Tanger -Tétouan, la région d'Essaouira, la zone atlantique Sud de Tarfaya à Lagouira et le couloir de Taza entre les chaînes montagneuses de l'Atlas et du Rif. Le gisement éolien se caractérise par des vitesses moyennes de vent supérieures à 8 m/s pour les régions les plus ventées⁸ (Figure 2).

Figure 2 : Carte du gisement éolien du Maroc

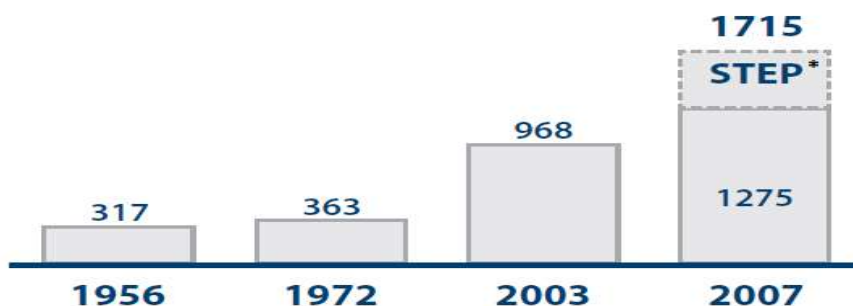


Source: Rapport du Ministère de l'Énergie, des Mines, de l'Eau et de l'Environnement, Stratégie énergétique nationale, Horizon 2030.

b) Énergie hydraulique

Le Maroc dispose d'un potentiel hydroélectrique appréciable, estimé à 5 000 GWh par an et 200 sites de Micro Centrale Hydraulique (MCH) exploitables et identifiés. Ainsi, un effort considérable a été consenti pour mobiliser cette ressource nationale renouvelable. La puissance installée a quasiment quadruplé entre 1956 et 2007, passant de 317 MW à 1275 MW (Figure 3), à travers 26 usines hydrauliques.

Figure 3 : Évolution des capacités hydroélectriques



*STEP: Station de Transfert de l'Énergie par Pompage.

Source : Rapport du Ministère de l'Énergie, des Mines, de l'Eau et de l'Environnement ; Stratégie énergétique nationale, Horizon 2030.

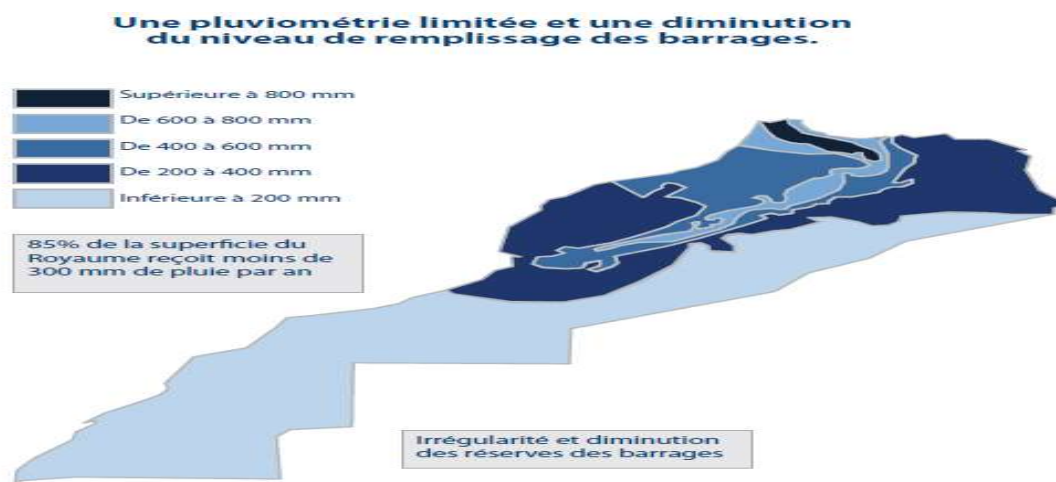
Aujourd'hui, l'énergie hydraulique est la principale source renouvelable utilisée pour produire de l'électricité au Maroc. L'Office National de l'Électricité (ONE) a rapporté,

⁸ Taya B. et Chaguer L. (2002), Énergie éolienne au Maroc. Forum international sur les énergies renouvelables (FIER), Tétouan, Maroc.

qu'en 2009, 88% de la production d'électricité par les énergies renouvelables correspondaient à la filière hydraulique.

Par ailleurs, la contribution de l'électricité d'origine hydraulique à la consommation énergétique totale est instable et se caractérise par son irrégularité, car l'hydroélectricité est tributaire des aléas pluviométriques (**Figure 4**).

Figure 4 : Carte de distribution de la pluviométrie au Maroc



Source: Rapport du Ministère de l'Énergie, des Mines, de l'Eau et de l'Environnement ;
Stratégie énergétique nationale, Horizon 2030.

c) Biomasse-Energie

Le Maroc dispose de 9 millions d'hectares de forêts dont 3,3 millions d'hectares d'Alfa, se qui constitue un potentiel très important en matière d'énergie de la biomasse.

Cependant, l'usage des formes traditionnelles d'énergie (bois, charbon de bois, déchets végétaux) est largement répandu au Maroc. L'évaluation des quantités consommées annuellement reste toujours difficile à estimer avec précision, car le bois de feu, dans sa majeure partie, est prélevé directement par la population, sans passer par les circuits commerciaux. Toutefois, en se basant sur un certain nombre d'études et d'enquêtes, la biomasse énergie constitue près du tiers de la consommation énergétique totale du pays entraînant une perte de plus de 30 000 ha de forêts par an. La consommation totale de bois énergie est estimée à 10 Millions m³ par an⁹ (dont 88% en milieu rural pour la cuisson et le chauffage et 12% en milieu urbain pour les hammams et les fours de boulangeries), alors que les possibilités de production ne s'élèvent qu'à 3 millions m³ annuellement.

Par ailleurs, cette filière énergétique, normalement dite renouvelable, pose un véritable problème au Maroc, dû à l'utilisation non durable des ressources forestières. De plus, l'utilisation principale de la biomasse est caractérisée par l'usage de techniques archaïques à très faibles rendements (15-20%) avec des émissions de fumées et de gaz très nocifs pour la santé des femmes, enfants, etc.

⁹ Rapport de l'ambassade française au Maroc ; Les énergies renouvelables au Maroc, mission économique de Casablanca,

La problématique énergétique caractérisée par de faibles ressources nationales en énergies fossiles et par conséquent la dépendance énergétique, la croissance de la demande sur l'énergie, une facture énergétique de plus en plus lourde ainsi que l'impact négatif de l'utilisation des produits énergétiques de source fossile sur l'environnement a incité le Maroc à orienter sa politique énergétique classique et l'a encouragé à opter pour le développement des énergies renouvelables ; surtout qu'il possède d'énormes potentiels énergétiques vue sa géographie et son climat.

III. DÉVELOPPEMENT DURABLE ET ÉNERGIE

Il y a cinquante ans, le développement était synonyme d'industrialisation, de croissance économique, de niveau de consommation et d'urbanisation. Un Etat développé était celui qui produisait, consommait et construisait toujours plus, peu importe les coûts sociaux et environnementaux engendrés. A partir des années 1980, la fin des trente glorieuses, l'amorce du processus de la mondialisation, la montée des problèmes environnementaux globaux (l'effet de serre, le trou de la couche d'ozone,...) et l'enlisement des pays sous-développés ont forcé les spécialistes du développement à revoir cette conception inadéquate et à penser à un développement durable équitable.

Ce développement est devenu aujourd'hui une des préoccupations majeures de l'opinion publique, des acteurs politiques, économiques et sociaux. Car sans pratiques durables, la croissance économique peut entraîner une dégradation excessive des ressources naturelles et humaines. Les pouvoirs publics sont donc amenés à concilier les impératifs économiques à court et moyen terme et les enjeux écologiques à long terme en vue d'un développement durable accepté par les différents acteurs.

Par ailleurs, le secteur de l'énergie est considéré comme un élément indissociable du développement. Par conséquent, la promotion des énergies durables peut entraîner des changements structurels, notamment au niveau socio-économique et en termes de la réduction des agents polluants (comme le CO₂).

Ainsi, le Sommet de Johannesburg sur le développement durable, inversement au Sommet de Rio (Agenda 21) et au Sommet du Millénaire (Objectifs pour le Développement du Millénaire - ODM), reconnaît explicitement la place privilégiée de l'énergie dans la construction d'un développement humain durable. Ses liens étroits avec toutes les activités qui concourent au développement économique et social, son impact sur l'équilibre écologique actuel et futur, de même que le rôle qu'on lui reconnaît aujourd'hui dans la réalisation des ODM, situent concrètement cette place.

1. L'énergie actuelle et la durabilité

1.1. L'énergie au cœur des stratégies de développement durable

Toutes les activités humaines, et notamment celles qui concourent au développement économique et social, font appel à l'énergie. Elle est le moteur de l'industrie qui absorbe aujourd'hui 30% de la consommation mondiale et qui l'utilise dans tous ses procédés, notamment pour le chauffage, le séchage, la fusion (métaux, verre, ciment, etc.) ou pour la force mécanique et motrice. Le transport des personnes et des marchandises, qu'il soit routier, ferroviaire ou aérien, en dépend largement et intervient pour 27% dans la consommation mondiale¹⁰, utilisant surtout des produits pétroliers. Les activités de services (commerces, écoles, bureaux, hôtels, etc.), utilisent abondamment l'énergie pour répondre à

¹⁰ <http://www.sommetjohannesburg.org/initiatives/frame-wehab.html>

leurs multiples besoins (éclairage, cuisson, eau chaude, chauffage, climatisation, audiovisuel, réfrigération et autres électroménagers). Avec l'agriculture, ces secteurs représentent 33% de la consommation mondiale d'énergie¹¹.

Les deux premiers grands secteurs, l'industrie et le transport, qui constituent le socle du développement économique, font principalement appel aux énergies commerciales (charbon, pétrole, gaz et électricité) pour répondre à leurs besoins. Le troisième, au centre du développement social, fait également et principalement appel aux énergies commerciales en ce qui concerne les pays développés, la biomasse restant cependant la forme d'énergie la plus utilisée dans beaucoup de pays en développement, pour le résidentiel et le commerce informel. Ces considérations montrent que pour réaliser l'objectif de croissance économique qui est à la base du développement économique et social, il faut disposer en abondance, à des prix abordables, des formes d'énergie, les énergies commerciales, qui alimentent aujourd'hui le tissu économique et industriel.

Ces énergies sont au centre des réponses que la société humaine doit apporter aux grands défis sociaux de l'heure :

- ✓ Réduire la pauvreté par l'amélioration de la santé et l'accroissement de la productivité, en assurant un accès universel à des services énergétiques adéquats pour la cuisson, l'éclairage, le transport ; en assurant aussi la création d'activités génératrices de revenus.
- ✓ Libérer les femmes, surtout dans les pays en développement, des corvées de bois, d'eau et de décorticage, et améliorer la qualité de l'air dans leur habitat par l'utilisation de foyers améliorés, de combustibles liquides ou gazeux bien moins polluants ; par l'utilisation de l'électricité pour l'exhaure de l'eau.
- ✓ Atténuer les problèmes liés à l'urbanisation rapide en fixant les populations rurales, par l'amélioration de l'offre des services énergétiques. L'impact des modes de transport sur la qualité de la vie urbaine a un rapport étroit avec la qualité des énergies mises à contribution.

L'énergie occupe la même place dans les stratégies qui se mettent en place pour réaliser les objectifs de développement du Millénaire. Qu'il s'agisse de réduire l'extrême pauvreté et la faim, d'assurer l'éducation primaire pour tous, de réduire la mortalité infantile, d'améliorer la santé maternelle, de combattre les maladies endémiques (sida, paludisme, etc.) ou d'assurer un environnement sain, il faudra des services énergétiques adéquats. Ce sont ces services qui permettraient de réduire la pénibilité des tâches et le temps qui y est consacré, de disposer d'eau potable en abondance, de créer des activités rémunératrices et d'améliorer leur productivité, d'accroître la production agricole, de conserver les aliments et les médicaments, de faire les accouchements dans de bonnes conditions, même la nuit.

Mais l'énergie, telle qu'elle est produite, distribuée et consommée aujourd'hui, peut difficilement réaliser les objectifs de développement durable.

1.2. Le système énergétique actuel est-il durable ?

Un système énergétique est dit durable s'il est compatible avec les objectifs de développement économique et social équitable dans l'espace et le temps et d'équilibre écologique à long terme. De ce point de vue, le système énergétique mondial actuel n'est pas durable :

¹¹ Laponche B. (2003), « Énergie et développement durable, l'avenir est ouvert », in <https://docplayer.fr/84518329->.

✓ L'équité intra-générationnelle, l'équité dans l'espace n'est pas assurée, le système se caractérisant principalement par l'inégal accès aux services énergétiques en quantité et en qualité, tant au niveau mondial que dans un même pays. Le tiers des habitants de la planète n'a pas du tout accès aux formes modernes d'énergie et dépend exclusivement de la biomasse pour répondre à ses besoins énergétiques. Des millions de femmes et d'hommes se voient ainsi limités dans les choix et opportunités qui peuvent leur être ouverts.

✓ La croissance économique est difficilement réalisable pour des pays qui connaissent autant de pénurie énergétique et dépendent si lourdement de la biomasse (80 à 90% pour beaucoup de pays de l'Afrique subsaharienne)¹². La productivité, d'une part, importante de leur force vive s'en trouve compromise. Les risques d'approvisionnement et la fluctuation des prix sont des éléments perturbateurs d'une croissance économique qui a besoin d'être soutenue pour réaliser les objectifs du développement économique et social.

✓ L'équité intergénérationnelle, l'équité entre les générations actuelles et futures n'est pas non plus assurée, au rythme où s'exploitent les ressources énergétiques et notamment les énergies fossiles. On estime à 50 ans les réserves actuelles à ce rythme d'exploitation¹³. A cet horizon pas si lointain, de fortes tensions sur les quantités et les prix sont à craindre.

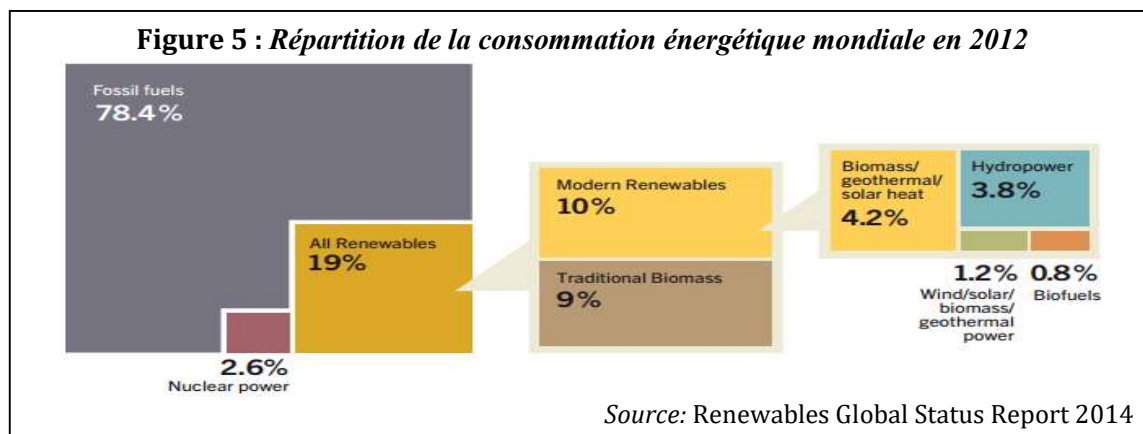
Les atteintes à l'environnement naturel, à la vie et à la santé humaine du système énergétique actuel sont courantes, qu'il s'agisse :

- Des fumées des feux de bois dont l'inhalation est responsable de graves maladies respiratoires. Elles seraient la quatrième cause de mortalité et responsables 1,6 million de morts par an¹⁴ ;
- Des polluants issus de la combustion industrielle et domestique des combustibles fossiles responsables d'une piètre qualité de l'air dans les villes et des pluies acides très dommageables pour les forêts ;
- Des déchets radioactifs issus des centrales nucléaires et dont le stockage fait encore problème ;
- Des gaz à effet de serre responsables des changements climatiques. Le secteur de l'énergie contribue pour 78,4 % à leur émission (**Figure 5**).

¹² Agenda 21: <http://www.un.org/esa/sustdev/documents/agenda21/index.htm>

¹³ Bernard Laponche, *Op. Cit.*

¹⁴ Objectifs de développement du Millénaire : <http://www.un.org/french/millenniumgoals>



Toutes ces atteintes à l'environnement, à la santé et à la vie humaine sont aujourd'hui insuffisamment maîtrisées et n'assurent pas de ce fait l'équilibre écologique à long terme caractéristique du développement durable.

Il est permis, dans ces conditions de non-respect des différents critères de développement économique et social équitable dans le temps et l'espace et de l'équilibre écologique à long terme, d'affirmer que le système énergétique actuel n'est pas durable.

2. Les options énergétiques durables

2.1. L'efficacité énergétique

Dans le cadre du processus préparatoire du Sommet de Johannesburg, et notamment à la 9^{ème} session de la Commission du développement durable, ces options (options énergétiques durables) ont été revisitées dans une perspective résolument tournée vers la réalisation des objectifs du développement durable. Dans ce cadre, deux principaux problèmes que ces options sont appelées à résoudre sont :

- ✓ La disponibilité de l'énergie en quantité et qualité suffisantes et à prix abordable, pour soutenir la croissance à long terme et répondre de façon équitable aux besoins des générations actuelles et futures ;
- ✓ L'impact sur l'environnement et la santé humaine aujourd'hui et demain, du local au mondial.

Avec les techniques et technologies appropriées d'extraction et d'utilisation, il paraît aujourd'hui possible de faire durer les réserves fossiles actuelles jusqu'à des horizons éloignés dans le futur. On parle de 50 à 100 ans pour le pétrole et le gaz naturel, et de millénaires en ce qui concerne le charbon et l'uranium¹⁵. Les techniques de *décarbonisation* qui se développent rapidement, permettent de réduire notablement leurs impacts sur l'environnement.

¹⁵ Benjamin D. (1994), *Atlas des énergies pour un monde viable*, édition Syros, France.

Par ailleurs, selon B. Laponche (2003), les flux d'énergies renouvelables (solaire, éolienne, etc.) que reçoit la terre chaque année, sont de trois ordres de grandeur supérieurs à la consommation actuelle d'énergie dans le monde, et les techniques de mobilisation de ces énergies ont un impact quasi-nul sur l'environnement et la santé humaine.

C'est autour de cet ensemble d'idées qu'ont été progressivement construites les options énergétiques durables, notamment l'efficacité énergétique.

Cette dernière est la base de ces options. Elle s'est imposée avec la crise pétrolière des années 70 qui a conduit à réévaluer la manière dont l'énergie est produite et utilisée dans l'industrie, le transport et le secteur tertiaire et domestique. Plus récemment, les risques globaux de changements climatiques dus aux gaz à effet de serre dont l'énergie produit 80%, en ont renforcé l'importance dans les choix de politiques énergétiques. Les gains potentiels sont considérables. Il suffit simplement d'indiquer que seulement 12% de l'énergie primaire mobilisée est utilisée, du fait des pertes de conversion de l'énergie primaire à l'énergie utile, ainsi que des pertes d'utilisation pour passer de l'énergie utile aux services énergétiques¹⁶ (chaleur, lumière, mobilité, etc.).

L'exploitation à grande échelle de tels potentiels, avec la perspective de nouveaux procédés et équipements plus efficaces, devrait conduire à une réduction sensible de l'appel aux énergies fossiles qui représentent environ 80 % des bilans actuels, et donc de leurs impacts sur l'environnement. Ils accroîtraient la durée de vie des réserves fossiles et leur disponibilité pour aujourd'hui et demain. Ce potentiel est très peu exploité par manque d'information, de connaissances techniques et de formation. Il l'est aussi du fait des coûts de transaction élevés et de l'insuffisance des financements disponibles.

2.2. Les énergies renouvelables

Les énergies renouvelables sont la seconde option. Elles comprennent la biomasse, les énergies solaires, éoliennes, géothermiques, hydroélectriques, marée-motrice et thermiques des mers. Malgré une abondance reconnue (les flux annuels sont trois fois supérieurs à la demande mondiale actuelle¹⁷), elles ne représentent que 19 % de la consommation mondiale quand la grande hydraulique est prise en compte. Elles ont contre elles, en revanche, les énergies fossiles, leur intermittence en ce qui concerne l'énergie solaire et l'énergie éolienne. Ces énergies durables se prêtent cependant bien aux zones rurales où la dispersion de la population ne favorise pas l'extension des réseaux d'énergie. Il est en outre possible de les coupler au réseau où les centrales de base (grande hydraulique, thermique classique) compensent l'intermittence. Les techniques de stockage apporteront une réponse appropriée.

En ce qui concerne la grande hydraulique, encore abondante dans les pays en développement (notamment en Afrique subsaharienne), les difficultés sont liées au financement et aux impacts environnementaux et sociaux (destruction de terres arables et de la biodiversité, déplacement de populations, etc.). Les approches modernes d'évaluation environnementale peuvent aider à la détermination des solutions économiquement, socialement et écologiquement viables.

Dans tous les cas, les énergies renouvelables peuvent apporter, si elles sont mobilisées à bon niveau, comme le permet l'évolution récente des technologies et de leurs coûts, des

¹⁶ José Goldenberg et col., *Énergie pour un monde vivable*, World Resources Institute, 1987, édition française, IEPF, ICE, Coopération française.

¹⁷ Bernard Laponche, *Op. Cit.*.

solutions définitives à la disponibilité des ressources en quantité et en qualité suffisantes pour les générations actuelles et futures. Leur impact limité sur l'environnement (hors grande hydraulique) en fait une option extrêmement intéressante pour la réalisation des objectifs de développement durable.

2.3. Autres options

a) *Technologies avancées*

Les technologies avancées d'utilisation des ressources fossiles sont une autre option. Ces ressources fossiles et notamment le pétrole, le gaz et le charbon, constituent la base du système énergétique actuel (environ 80% du bilan mondial). Elles sont la principale cause des impacts négatifs du secteur de l'énergie sur l'environnement (pollution de l'air, 80% des gaz à effet de serre).

Les technologies avancées, notamment dans le secteur électrique, permettent de réduire notablement ces impacts. Les cycles combinés, qui améliorent les rendements de production d'un facteur de deux, sont aujourd'hui d'usage courant dans les pays développés et choisis partout où le gaz naturel est la source primaire.

D'autres technologies en développement comme les micro-turbines, les piles à combustibles, la gazéification du charbon ou les cycles combinés à gazéification intégrée (IGCC) ouvrent aux énergies fossiles des perspectives nouvelles en termes de potentiel et de durée de vie de la ressource. Les techniques de stockage de CO₂, qui font aujourd'hui l'objet d'intenses recherches, élargissent encore plus les perspectives en ouvrant notamment la voie à une production massive d'hydrogène et, de ce fait, à des taux d'émission proches de zéro.

b) *Energie nucléaire*

L'énergie nucléaire entre dans cette catégorie des technologies sans émission de gaz à effet de serre. Mais elle apparaît chère à l'usage, comparativement aux solutions alternatives qui se développent par ailleurs (cycle combiné au gaz naturel par exemple). Comme elle est aujourd'hui mal acceptée du public du fait des risques liés à la gestion des déchets radioactifs, les risques que représente en cas d'accident et à la prolifération des armes nucléaires. Elle fait cependant encore l'objet de recherches avancées tendant à en améliorer les coûts et la sécurité, mais surtout à développer la fusion thermonucléaire contrôlée, susceptible de fournir une énergie quasi-inépuisable avec moins de déchets radioactifs.

Le développement durable est un choix incontournable pour répondre à plusieurs préoccupations socio-économiques et environnementales dans de nombreux pays du monde notamment ceux en étroite relation avec l'utilisation de l'énergie. Dans ce sens, eu égard aux limites de l'efficacité énergétique et des technologies avancées d'utilisation des ressources fossiles, ainsi qu'aux risques de l'énergie nucléaire sur l'environnement notamment en cas d'un accident, la solution qui reste et qui est écologiquement supportable est celle de l'adoption d'un plan pour le développement des énergies renouvelables. La nouvelle problématique qui se pose à ce niveau est de savoir si ces dernières peuvent assurer un développement économiquement faisable et socialement équitable. Le troisième axe tentera d'apporter quelques éléments de réponse à cette question.

IV. ENERGIES RENOUVELABLES POUR QUEL DÉVELOPPEMENT ?

L'énergie est au cœur du développement durable : sans énergie, il n'y a pas de développement économique et social. Néanmoins, la poursuite des schémas énergétiques actuels n'est pas durable. Les différents exercices prospectifs montrent qu'ils conduisent à l'accélération du changement climatique, à l'aggravation des pollutions urbaines, essentiellement liées aux transports, et à la réduction des ressources fossiles qui constituent encore aujourd'hui plus des trois quarts des sources énergétiques mondiales.

La connaissance précise des dommages environnementaux est indispensable pour progresser vers un usage raisonné de l'énergie ; tenant compte des nuisances potentielles, elle doit permettre de déterminer un niveau optimal de consommation d'énergie. Cette connaissance constitue aussi un instrument d'orientation des choix vers les filières énergétiques les plus respectueuses de l'environnement.

Les énergies renouvelables s'avèrent être l'un des choix potentiels, voire même la meilleure alternative tant qu'elles ne contribuent pas à la pollution de l'environnement et à l'émission des gaz à effet de serre. Ainsi, elles sont une véritable locomotive de développement économique et social notamment dans un pays en développement comme le Maroc dont une grande partie de la population vit dans des conditions très difficiles en particulier dans le milieu rural.

1. Energies renouvelables : moyen pour un développement socio-économique et la préservation de l'environnement

Le bon fonctionnement de la société et notre bien-être exigent des sources d'énergie fiables qui répondent à nos besoins de chaleur, d'éclairage et de force mécanique. Les énergies renouvelables sont vouées à jouer un rôle grandissant dans notre approvisionnement énergétique.

La bonne répartition des sources d'énergie renouvelables, particulièrement la biomasse, l'hydroélectricité, le solaire et l'éolien, les désignent comme un atout important pour notre pays, notamment dans les zones rurales où elles peuvent améliorer la situation économique et la qualité de vie de la population, créer des emplois locaux et contribuer à alléger la charge sur l'environnement.

1.1. Impact socio-économique des énergies renouvelables

a) Développement économique

1. Bénéfices pour le monde rural : L'exploitation des énergies renouvelables peut contribuer au développement régional en injectant dans les territoires ruraux une source de revenus précieuse et durable.

A cet égard, elles peuvent être un élément de cohésion et de développement dans les régions défavorisées en contribuant à élever les niveaux de vie et les revenus dans les régions les moins favorisées, périphériques, insulaires, isolées ou en déclin, notamment :

- ✓ En privilégiant le développement local par l'utilisation des ressources endogènes ;

- ✓ En participant à la création d'emplois permanents au niveau local, dans la mesure où l'exploitation des sources d'énergie renouvelables est généralement une activité à forte intensité de main d'œuvre ;
- ✓ En contribuant à réduire la dépendance vis-à-vis des importations énergétiques ;
- ✓ En renforçant l'approvisionnement énergétique destiné aux communautés locales, au tourisme vert, aux zones protégées, etc. ;
- ✓ En contribuant au développement du potentiel local de recherche et développement technologiques et d'innovation, par la promotion de projets spécifiques de recherche-innovation adaptés aux nécessités locales.

L'expérience a montré que les énergies renouvelables conviennent particulièrement bien au milieu rural ; La promotion de leur exploitation génère des perspectives intéressantes pour l'emploi.

2. *Création d'emplois et lutte contre le chômage* : Les énergies renouvelables constituent une source d'emplois importante dans la mesure où leur utilisation entraînera automatiquement le développement d'activités économiques nouvelles dans les divers secteurs économiques (primaire, secondaire, tertiaire), et permettra de développer des branches existantes et de créer des branches nouvelles.

A noter que la qualité et le type des emplois générés varient en fonction des caractéristiques de chaque technologie considérée. Pour la biomasse, l'emploi se concentre dans la production et la collecte des matières premières. Les systèmes photovoltaïques et d'eau chaude solaire ont surtout besoin de personnel pour l'installation, l'exploitation et l'entretien.

Par exemple en Europe, L'Association Européenne de L'Energie Eolienne (EWEA) affirme que plus d'un millions d'emplois sont créés jusqu'à 2010 et 2,5 millions peuvent être créés d'ici 2020 par le secteur des énergies renouvelables.

Environ 60 à 70% des emplois relèveraient des industries des énergies renouvelables (principalement la transformation des biocarburants et de la biomasse et l'énergie éolienne), et les 30% restants dans le secteur agricole. De même, le Conseil Européen des Energies Renouvelables (EREC) indique que l'augmentation de la part des énergies renouvelables dans la consommation énergétique de l'UE à 20% d'ici 2020 permettrait au nombre d'emplois verts de dépasser la barre des 2 millions.

En France, ce secteur est porteur pour l'emploi. Selon le Syndicat des Energies Renouvelables en 2010, le nombre d'emplois dans l'ensemble des filières se montait à 76 500. Ainsi, les créations de postes diffèrent d'une filière à l'autre.

Quant au Maroc, il n'y a pas de chiffres officiellement publiés sur le nombre des postes d'emplois créés par le secteur des énergies renouvelables ; mais un rapport de l'ambassade française au Maroc, intitulé « *Mission économique de Casablanca* » souligne que vers l'année 2010, 11000 emplois ont été créés.

3. *Diminution de la dépendance énergétique et contribution à la croissance économique* : Les énergies renouvelables sont un moteur majeur pour la croissance économique, puisqu'elles créent de l'emploi et stimulent l'économie.

Cependant, le Maroc, qui dépend à plus de 95% de l'extérieur pour son approvisionnement énergétique, est soumis au gré de la conjoncture pétrolière mondiale. Cette dépendance externe entraîne des risques économiques, sociaux, écologiques et physiques pour le royaume, comme elle influence de surcroît les marges de manœuvre de la politique économique et conditionne dans une certaine mesure les perspectives de croissance de l'économie nationale.

Partant de cette logique, et puisque les énergies renouvelables contribuent à la diminution de la dépendance et le poids de la facture énergétique, elles vont contribuer incontestablement au développement socio-économique du pays. Par ailleurs, l'exploitation des ressources locales peut contribuer à améliorer la situation économique en exportant de l'énergie ou en diminuant les approvisionnements extérieurs.

b) *Développement social*

1. *Désenclavement et amélioration de la qualité de vie de la population* : À l'instar d'autres aspects de développement, les projets d'exploitation d'énergies renouvelables peuvent contribuer à améliorer le niveau de vie et servir de catalyseur pour d'autres projets à l'échelle locale.

Tout projet a un impact. En règle générale, les énergies renouvelables améliorent l'image d'un territoire, c'est particulièrement le cas des projets ayant une dimension sociale, en permettant l'accès généralisé à l'électricité et par conséquent aux services sociaux (éducation, hospitalisation,...)

Dans ce sens, l'électricité dans les campagnes signifie que :

- ✓ Les villages non électrifiés reflètent bien des caractéristiques spécifiques du milieu rural : enclavement, faible intégration à l'économie nationale.
- ✓ L'accès à des petites quantités d'électricité (moins de 0,15 kwh/j) améliore sensiblement la qualité de vie des utilisateurs en permettant l'éclairage de quelques pièces d'habitation et l'utilisation de l'audio-visuel¹⁸.

D'un autre côté, l'alimentation d'un village en électricité contribue à son désenclavement. Autrement dit, le courant électrique peut servir à un hôpital, une école, une mosquée, éclairage public, etc ; comme il peut même sauver la vie à plusieurs personnes puisque des appareils ne fonctionnent qu'à l'aide dudit courant.

1. *Lutte contre la pauvreté et l'exclusion sociale* : L'accès à l'énergie durable est aujourd'hui considéré comme un facteur clé pour le développement durable orienté vers la réduction de la pauvreté.

¹⁸ Rapport de l'Ambassade de France au Maroc, Op. Cit.

A cet égard, près de 1,6 milliards de personnes dans les pays en développement n'ont pas accès à l'électricité, dont 85% vivent dans des régions rurales. A la fin de 2015, ce nombre ne diminuera que de 100 millions d'unités pour passer à 1,5 milliards¹⁹.

Encore et toujours, 2,5 millions de personnes, surtout des femmes et des enfants, meurent de maladies des voies respiratoires, parce que les combustibles traditionnels polluent l'air dans les maisons.

La lumière électrique, les moyens de communication modernes et l'accès aux nouveaux médias améliorent les possibilités de formation ; faire la cuisine et se chauffer avec des combustibles modernes ou avec l'électricité est moins dommageable pour la santé et réduit la charge de travail, des femmes et des enfants surtout. Tous ces exemples montrent bien que l'énergie moderne peut améliorer considérablement les conditions d'existence dans les régions rurales et contribuer à la limitation de l'exode rural.

L'accès aux services énergétiques modernes est un outil essentiel pour améliorer les compétences des pauvres et des défavorisés, ainsi que pour promouvoir l'égalité. D'aucuns estiment même que l'accès à l'énergie durable doit être formulé en tant que droit fondamental de l'être humain.

Mais, si la production ne parvient pas à couvrir le besoin croissant en énergie, l'accès de la population pauvre, rurale notamment, à l'électricité et aux combustibles modernes risque de devenir encore plus difficile.

2. Autres impacts sociaux : Les sources des énergies renouvelables au Maroc contribuent considérablement à la production de l'électricité (à hauteur de 13,4% selon l'ONE). Donc quel est l'impact social que peut avoir l'alimentation d'un village en courant électrique et est ce qu'elle a des retombées positives sur la vie quotidienne de la population ?

L'espoir d'une vie meilleure : Les citoyens peuvent voir leur vie s'éclairer d'une lumière nouvelle grâce à l'électricité, par l'introduction de l'éclairage, la télévision, le réfrigérateur *Énergie*, les postes de soudure, les scies électriques, les petits moulins et aussi le pompage de l'eau, l'éclairage public, les services téléphoniques,...

Exploitation de richesses locales : L'électricité peut aussi permettre de réduire les dépenses des villageois en énergie de substitution et d'importer une panoplie d'activités génératrices de revenus, avec l'exploitation de richesses locales.

Lumière pour l'école : L'un des principaux impacts de l'électrification, c'est aussi de rendre possible une meilleure scolarisation : en déchargeant les jeunes enfants, les filles en particulier, des corvées d'eau ou en permettant les devoirs le soir à la maison.

Des études ont permis de confirmer ce rôle important de l'électrification : l'impact positif est perçu au niveau de l'amélioration des indicateurs de scolarisation des enfants, notamment les filles dont l'âge d'abandon scolaire est rallongé et le taux de scolarisation amélioré.

¹⁹ « *Energie Durable : Réduction de la pauvreté rurale* », article publié sur InfoResources Focus, No 2/06.

Accès aux soins : L'électricité permet aussi d'alimenter les dispensaires. Dans ce cadre, plusieurs centaines de centre de santé publique ont été électrifiés, permettant ainsi de renforcer les services de soins et de santé dans les zones rurales en offrant la possibilité d'utilisation d'équipements médicaux plus élaborés.

L'électrification renforce ainsi le sentiment de sécurité dans les villages et permet une meilleure convivialité sociale grâce à l'éclairage public. De ce fait, on peut conclure que les énergies renouvelables vont dans le même sens de développement socio-économique espéré par l'Etat et profitable pour la population. Mais la problématique qui peut apparaître à ce niveau est celle qui concerne leur impact sur l'environnement. L'axe qui suit traitera ce volé.

1.2. Impact sur l'environnement

a. *Energie solaire*

Les techniques de chauffage solaire passives et actives n'ont guère d'autre impact sur l'environnement que visuel. Les modules photovoltaïques fonctionnent silencieusement et ne produisent ni de rejets ni d'émissions de gaz à effet de serre.

L'impact environnemental se limitera principalement à celui de l'immeuble qu'ils équipent et dépendra du cadre environnant ; en la matière, les règles locales d'urbanisme s'appliquent comme pour une construction neuve ou la modification d'un immeuble existant.

A noter que l'utilisation des équipements solaires thermiques contribue à une diminution des émissions de dioxyde. En effet, un m² de capteurs qui remplace un chauffe-eau au fuel évite l'émission de 350 kg de CO₂/an.

b. *Éolienne*

Une éolienne n'occupe qu'une petite surface (de l'ordre de 1 à 2%) du terrain sur lequel elle est située. S'il s'agit d'une terre d'agriculture ou d'élevage, l'exploitation peut se poursuivre à la base de la tour, sur 98-99% de la superficie.

Le problème de l'impact visuel est souvent considéré comme le problème environnemental le plus important des éoliennes. Il s'agit cependant d'une question très subjective et qui peut dépendre d'une variété de facteurs, notamment du paysage autour des turbines. Une implantation bien préparée contribuera à résoudre ces difficultés et à améliorer l'acceptation au sein de la population.

Aussi, une évaluation préliminaire de l'impact visuel, au moyen d'un photomontage par exemple, permet de se faire une idée de l'aspect futur de l'installation.

Quant au niveau sonore généré par les turbines, les études ont montré qu'à 350 m d'un parc éolien, le bruit n'était que légèrement supérieur à celui d'une pièce calme. Par ailleurs, des améliorations technologiques ont rendu les machines plus silencieuses. Ainsi, certaines micro-turbines sont même suffisamment discrètes pour être installées à proximité d'habitations sans nuisance perceptible.

c. Hydroélectricité

L'impact environnemental des grands aménagements hydroélectriques peut être particulièrement important. En revanche, ce n'est généralement pas le cas des petites centrales, même si la question mérite d'être étudiée avec attention.

Si les installations hydroélectriques ne sont pas polluantes en soi, il convient néanmoins de prendre en considération une série de facteurs spécifiques, tels que l'incidence sur le paysage, l'impact visuel, le bruit et les effets du détournement de l'eau sur les poissons (habitats, populations, migrations) et la faune en général. La modification du régime d'un cours d'eau peut avoir des conséquences sur les habitats en aval et les variations du niveau du réservoir peuvent également avoir un impact.

d. Biomasse

Une étude attentive de l'écosystème est nécessaire avant de se lancer dans un projet de culture énergétique, en particulier dans le cas d'une monoculture intensive. Ce type d'exploitation est vulnérable aux maladies et peut nécessiter l'emploi de pesticides, d'où un risque sur la biodiversité. Ainsi, mieux vaut diversifier les cultures et exclure l'emploi de pesticides ou d'engrais artificiels.

Il convient également de veiller à préserver la fertilité des sols et, le cas échéant, éviter d'enlever les résidus forestiers sur les sites qui ont besoin de cet apport nutritif. Le transport du combustible peut poser un problème dans les cas où la centrale énergétique se trouve assez loin de la source de biomasse. Une attention particulière doit être accordée aux conséquences hydrologiques induites par la captation de l'eau nécessaire aux cultures. Le paysage et la visibilité sont également des critères à prendre en considération lorsque les cultures sont nouvelles à cet endroit.

La combustion de la biomasse provoque des émissions de gaz carbonique. L'avantage par rapport aux combustibles fossiles est que ces émissions sont équivalentes à la quantité de gaz carbonique captée par la biomasse durant sa croissance. La culture et la combustion de la biomasse présentent à cet égard un bilan neutre.

A noter que les sources de bioénergie sont moins polluantes que le charbon ou le pétrole puisqu'elles ne rejettent pratiquement pas de soufre dans l'atmosphère.

Une localisation maladroite et le développement de projets mal adaptés à l'environnement vont non seulement perturber les équilibres locaux mais également porter atteinte au sentiment généralement favorable que le public éprouve à l'égard des énergies renouvelables. A cet égard, l'organisation de consultations avec les habitants, la sensibilisation et la mobilisation locale autour du projet faciliteront l'adhésion de la population.

Après avoir cité les différents aspects de l'impact des dites énergies en termes de développement socio-économique et en matière de préservation de l'environnement, quels sont les projets déjà lancés par le Maroc dans ce cadre et quel est leur apport ?

2. Impact socio-économique et écologique des projets des énergies renouvelables au Maroc

Depuis plus de 15 ans, le Maroc a opté pour une politique visant le développement économique et social du pays, une politique basée sur la mise en place de méga projets dans différents secteurs pour que l'élément humain soit au cœur dudit développement.

Parmi ces grands projets, on trouve ceux qui sont en rapport avec les énergies renouvelables, que ça soit le solaire, l'éolien, l'hydraulique ou autres.

2.1. Les projets déjà lancés et leurs effets

Depuis 2009 et jusqu'à la fin de l'année 2012, le Maroc a installé près de 1400 MW, pour un investissement de 14 milliards de dirhams (selon le Ministère de l'Énergie, des Mines, de l'Eau et de l'Environnement 2012).

a) Énergie éolienne

1. Parc éolien de 50 MW d'El Koudia El Baida (province de Tétouan) : La production annuelle de ce projet est de l'ordre de 200 GWh ; il peut être présenté en bref comme suit :

- 84 aérogénérateurs ;
- Vitesse moyenne du vent : 11 m/s (Vitesse maximum = 36,5 m/s) ;
- Coût du projet : 510 millions de Dirhams ;
- Financement et exploitation : CED.

Le projet permet aujourd'hui la réduction de l'importation de plus de 46 000 tonnes de pétrole par an, ce qui a un impact considérable sur la facture énergétique nationale en termes de réduction des importations de produits pétroliers.

Le projet a aussi un impact très positif sur la protection de l'environnement. En effet, le parc éolien évite le rejet chaque année dans l'atmosphère de 230 000 tonnes de gaz carbonique (CO₂), et ce en comparaison avec une centrale électrique brûlant du charbon²⁰.

A rappeler aussi qu'à la province de Tétouan, l'usine de ciments « Lafarge » a financé un projet éolien de 10 MW. Ce projet, mis en service en 2005, a été enregistré le 23 septembre 2005 comme un projet MDP²¹ au niveau de la convention cadre des Nations Unies sur les changements climatiques puisqu'il contribue à la réduction des émissions de gaz à effets de serre de l'équivalent de 30.000 T CO₂/an.

2. Parc éolien Amogdoul de 60 MW à Essaouira : Le projet est caractérisé par une productivité annuelle de 210 GWh. Ainsi :

- 71 aérogénérateurs ;
- Investissement totale de 690 Millions de Dirhams ;
- Financement auprès du KfW (Banque nationale d'Allemagne).

²⁰ Les Énergies Renouvelables au Maroc, le débat est lancé, UNESCO, 2007.

²¹ MDP : mécanisme qui a été créé dans le cadre du protocole de Kyoto afin de permettre aux pays développés de réaliser leurs objectifs en investissant dans des projets dans les pays en développement.

Ce parc permettra une économie de fioul de 28 000 tonnes, comme il contribue à une réduction de CO₂ d'ordre de 156 000 tonnes ; ainsi 1,5 millions d'Unités de Réduction Certifiée des Emissions (URCE). Le parc éolien d'Essaouira est approuvé par l'autorité nationale désignée du Maroc en charge des questions des changements climatiques et du protocole du Kyoto et figure parmi le portefeuille des projets de mécanisme pour le développement Propre (MDP) marocain.

Par ailleurs, deux villages de la région d'Essaouira ont été électrifiés par l'éolienne :

- ✓ Plus de 65 foyers à Moulay Bouzerktoune par un aérogénérateur de 15 KW. L'alimentation en électricité a profité pour plus de 360 habitants, en plus d'une mosquée, le siège de la commune, une école à deux classes, une auberge et 18 lampes d'éclairage public ;

- ✓ 50 foyers à Sidi Kaouki, par 2 aérogénérateurs de 25 KW chacun²².

1. Parc éolien de 140 MW à Tanger :

Ce parc éolien, d'une productivité moyenne annuelle de 526 GWh et contenant 165 aérogénérateurs, permet le renforcement des moyens de production d'origine éolienne et du réseau d'interconnexion de la région du Nord.

Le projet, réalisé pour un coût global de 2,8 milliards de DH, est le plus grand en Afrique et contribue à hauteur de 2,5% à la satisfaction de la demande nationale en énergie. Son financement est assuré par la Banque Européenne d'Investissement, la banque allemande KfW et les fonds propre de l'ONE.

Sur le plan environnemental, ce projet permet d'éviter l'émission de 368 000 tonnes par an de CO₂ et d'économiser 126 000 tonnes de fioul par an ; comme il participe au développement économique et social de la région du Nord, notamment de la ville de Tanger.

2. Projets de dessalement de l'eau de mer par énergie éolienne :

La problématique eau-énergie se pose de plus en plus avec acuité et ce à cause du stress hydrique que connaissent quelques régions du Maroc, en particulier celles situées au Sud. Dans ce cadre, le dessalement de l'eau de mer à l'aide de l'énergie éolienne constitue une alternative viable à prendre en considération.

Par ailleurs, l'énergie éolienne ne contribue pas seulement à l'électrification des villages isolés et la réduction des émissions du dioxyde, mais constitue aussi un effet de levier pour les initiatives du développement social. Dans ce sens, l'éolien contribue à l'amélioration de la qualité de vie de la population et son désenclavement comme il apparaît dans ces deux projets :

- ✓ *Projet de dessalement de l'eau de mer à Tan-Tan* : le projet concerne l'installation d'un parc éolien pour l'alimentation en électricité de la station de dessalement de l'eau de mer. L'excès d'énergie est injecté dans le réseau électrique national. La capacité de la station de dessalement est de 6048 m³/j en 2007 (correspondant à un parc

²² Senhagi F. (2003), Electrification rurale par énergie éolienne au Maroc, GERER, Maroc.

éolien de 5,6 MW), 9502 m³/j en 2010 (correspondant à un parc éolien de 8,8 MW) et 11 232 m³/j en 2015²³.

✓ *Projet de dessalement de l'eau de mer au village Akhfennir (Laayoune)* : le projet consiste en l'installation d'un système de dessalement de l'eau de mer pour l'alimentation en eau potable de ce village de plus de 4000 habitants. L'usine de dessalement est alimentée par des aérogénérateurs pour l'exploitation des ressources favorables en énergie éolienne disponibles dans la région.

Les ressources éoliennes au Maroc sont considérables et le potentiel exploitable est estimé à plus de 2,5 Millions de MW. Ainsi, plusieurs projets ont été réalisés et d'autres sont en cours de lancement ou de montage.

Le but est l'amélioration des conditions de vie et la facilitation d'accès de la population aux services de base à savoir l'électricité, l'eau, l'éducation, l'hospitalisation...

b) *Energie solaire photovoltaïque*

Avant l'année 2009, date de lancement du méga projet solaire d'une capacité de 2000 MW, il n'y avait pas de grands projets solaires ayant des incidences remarquables sur le développement socio-économique du pays. Ça ne veut pas dire que l'énergie solaire n'avait aucun rôle, au contraire, elle a contribué fortement à la réalisation des objectifs du Programme d'Électrification Rurale Globale (PERG) qui avait comme objectif principal la généralisation d'électrification rurale sur tous les villages du royaume. En effet, depuis le démarrage de ce programme en fin 2013, 37 099 villages ruraux regroupant 2 027 120 foyers ont été électrifiés, au bénéfice d'environ 12,2 millions des concitoyens, (en plus d'un nombre important d'écoles, dispensaires, mosquées, sièges de communes, etc).

Durant l'année 2013, le PERG a enregistré l'électrification de 1 499 villages par réseau interconnecté, permettant à 41 411 foyers ruraux, soit environ 248 000 habitants, de bénéficier de l'électricité (avec un taux d'électrification rurale record de 98,51% selon le rapport 2013 de l'ONE).

b) *Energie solaire thermique*

En 2009, le projet Gaz Solaire Thermique à Ain Beni Mathar (86 Km au Sud de la ville d'Oujda) a été mis en service officiellement. Ce projet, ayant une puissance de 472 MW de la source « Gaz et solaire thermique » et 20 MW de la source « solaire thermique », est établie sur une superficie de 20 hectares.

En termes d'impact environnemental, il contribue à la réduction de 33 500 tonnes de dioxyde de carbone (CO₂) par an. Comme il permet une économie de fioul à hauteur de 12000 tonnes par an. Nous rappelons que ce projet contribue à la satisfaction de 8.5% de la consommation nationale.

Après avoir mis en lumière les projets déjà réalisés au Maroc en matière des énergies renouvelables et leur apport socio-économique et écologique, quelles seront les prospectifs d'avenir en la matière ?

²³ Rapport de CDER, 2007,

2.2. Prospectives 2020 – 2030

a) L'éolien

L'énergie éolienne constitue la filière la plus compétitive des énergies renouvelables pour le Maroc dans l'avenir ; à cet égard, la vitesse moyenne des vents dépasse 9m/s à 40 mètres de hauteur dans plusieurs régions du royaume.

Toutefois, le potentiel réalisable à l'horizon 2030 est de :

- 5520 MW ;
- 11,5 Millions tonnes/an CO₂ évités ;
- 1,7 Millions Tep/an économisées ;
- 13 000 créations d'emplois.

Le tableau ci-dessous résume les prospectives de l'éolien au Maroc :

	<i>Puissance cumulée réalisable MW</i>	<i>Cumul énergie TWh</i>	<i>Investissement Md Dhs</i>	<i>Énergie économisée K Tep/an</i>	<i>CO₂ évité KT /an</i>	<i>Création d'emplois</i>
2020	2 280	7	30	624	4 250	5 000
2030	5 520	18	75	1 561	10 600	12 000

Source : Ministère de l'Énergie, des Mines, de l'Eau et de l'Environnement.

b) Le solaire

Les prospectifs avenir en matière des énergies solaires sont marqués par le géant projet intitulé « Projet Marocain de l'Énergie Solaire ». Ce projet national ambitieux s'inscrit dans le cadre de la stratégie énergétique tracée par SM le Roi, laquelle accorde une priorité au développement des énergies renouvelables et au développement durable.

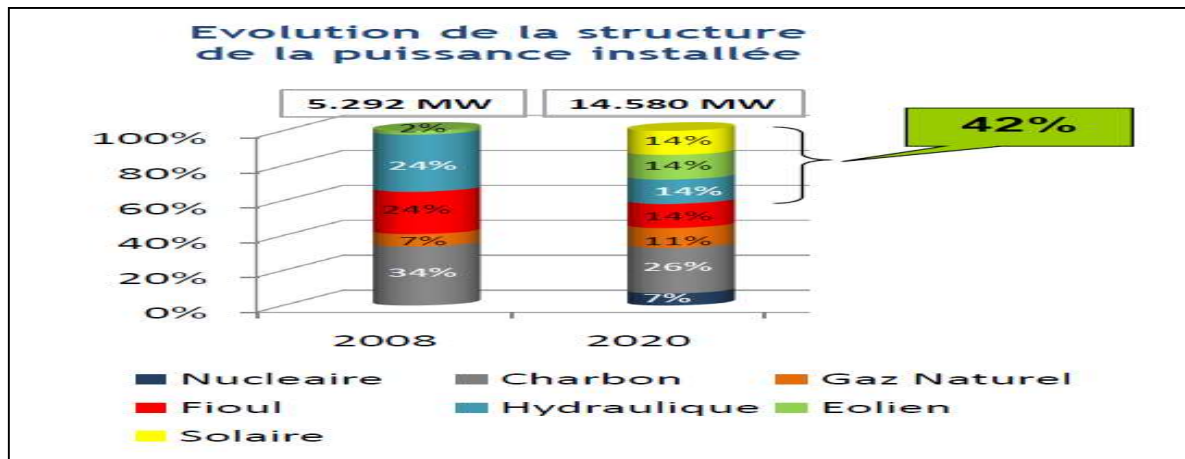
Le projet de développement intégré vise la mise en place en 2020 d'une capacité de production électrique à partir de l'énergie solaire d'une capacité totale de 2 000 MW (soit 38% de la puissance installée actuellement) sur cinq sites : Ouarzazate, Ain Béni Mathar, Fom Al Oued, Boujdour et Sebkhath Tah.

Dans ce sens, le projet marocain d'énergie solaire aura des retombées positives dans la mesure où il contribuera à la réduction de la dépendance énergétique du Maroc de l'ordre de 12% en permettant ainsi d'économiser entre 500 et 700 millions de dollars sur le budget de l'Etat. Il contribuera également à la préservation de l'environnement, par la limitation des émissions des gaz à effet de serre, et à la lutte contre les changements climatiques. A terme, il permettra annuellement d'économiser en combustibles 1 million de TEP et d'éviter l'émission de 3,7 millions de tonnes de CO₂ par an, selon le Ministère de l'Énergie et des Mines. En 2020, la production nationale des énergies renouvelables se répartira à égalité entre le solaire, l'éolien et l'hydraulique à raison de 14% chacun (**Figure 6**) ; ce qui augmentera la part de la puissance électrique installée en énergie renouvelable à 42%.

A rappeler que la capacité de production annuelle de ce projet sera d'environ 4500 GWh (soit 18% de la production nationale actuelle) ; son coût est estimé à 70 milliards de DH (soit 9 Milliards de \$), s'établira sur une superficie de 10 000 hectares, la date de mise en

service de la première centrale (celle de Ouarzazate) est 2015 et il sera opérationnel en totalité à fin 2019.

Figure 6 :



Source: Projet marocain de l'énergie solaire

En bref, l'énergie solaire constitue la ressource de l'avenir et le potentiel réalisable à l'horizon 2030 est de :

- Photovoltaïque (PV) : 1080 MWc ;
- Solaire Thermique Basse Température (CES) : 3 000 000 m² ;
- Solaire Thermique à Concentration (CSP) : 1000 MW ;
- 4,2 millions tonnes/an CO₂ évités ;
- 600 mille Tep/an économisées ;
- 15.000 emplois seront créés.

Les tableaux ci-dessous résument les perspectives de l'énergie solaire au Maroc²⁴:

• **La Solaire Thermique basse température (CES)**

	Surface cumulée réalisable m ²	Énergie produite GWb/an	Énergie économisée K Tep/an	CO ₂ évité KT /an	Puissance épargnée MW	Création d'emplois
2020	1 700 000	1 190	103	682	400	920
2030	3 000 000	2 100	181	1 204	700	1 600

²⁴ Ministère de l'Énergie, des Mines, de l'Eau et de l'Environnement.

• Le Solaire thermique à Concentration (CSP)

	<i>Puissance cumulée réalisable MW</i>	<i>Énergie produite GWh/an</i>	<i>Énergie économisée K Tep/an</i>	<i>CO₂ évité KT / an</i>	<i>Emplois créés</i>
2020	470	1 880	161,7	1 110,4	1 500
2030	1 040	4 000	344	2 362	3 000

• Le Solaire photovoltaïque (pour applications décentralisées)

	<i>Puissance cumulée réalisable MW</i>	<i>Production GWh/an</i>	<i>Investissement M Dhs</i>	<i>Énergie économisée K Tep/an</i>	<i>CO₂ évité KT / an</i>	<i>Emplois Créés</i>
2020	40	68	4 800	6	50	2 500
2030	80	137	9 000	12	100	5 000

• Le Solaire photovoltaïque (connecté au réseau)

	<i>Puissance cumulée réalisable MW</i>	<i>Production GWh/an</i>	<i>Investissement M Dhs</i>	<i>Énergie économisée K Tep/an</i>	<i>CO₂ évité KT / an</i>	<i>Emplois Créés</i>
2020	200	361	8 000	29	225	1 000
2030	1 140	683	15 000	59	500	2 000

Si on remarque bien ces chiffres provisoires, on va constater que l'énergie solaire sera un véritable levier de développement socio-économique et écologique pour le Maroc.

c) La Biomasse

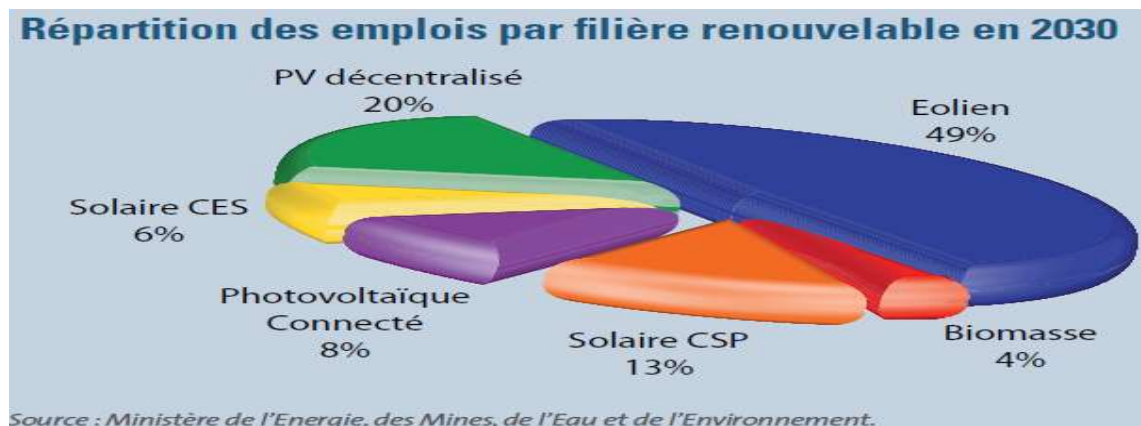
La biomasse constitue un potentiel insoupçonné pour le Maroc. D'ici 2030, le potentiel réalisable sera de 950 MW électrique, la chose qui aura des répercussions positives sur le plan environnemental, en permettant d'éviter 4.8 millions de tonnes par an de CO₂ et sur le plan de développement socio-économique en économisant 2.1 millions Tep/an, plus 2200 postes d'emplois seront créés, comme le montre le tableau suivant :

	<i>Puissance cumulée réalisable MW</i>	<i>Investissement Md Dhs</i>	<i>Énergie économisée K Tep/an</i>	<i>CO₂ évité KT / an</i>	<i>Emplois créés</i>
2020	200	4	169	1 150	440
2030	400	7	339	2 300	900

Source : Ministère de l'Énergie, des Mines, de l'Eau et de l'Environnement.

À l'horizon de 2030, les énergies renouvelables permettront une économie en énergie fossile de 2,6 Mtep par an, la création de 25 000 emplois (seront répartis comme l'indique la **figure 7**) et contribueront à éviter plus de 20 825 K tonnes de CO₂, selon un rapport publié par le ministère de l'énergie, l'eau et les mines en 2010.

Figure 7 :



D'après ce que nous avons vu dans cet axe, nous constatons que les énergies renouvelables, par ses différents types, contribuent pleinement au développement durable du pays en particulier le côté socio-économique.

Par ailleurs, pour mener à bien un projet en matière des énergies renouvelables, il faut impliquer la population locale et la faire participer dans la plupart des étapes de la mise en place du projet, commençant par la préparation, les études,... jusqu'à l'exploitation et la maintenance ; ce qui nécessite une campagne de sensibilisation au préalable.

Ainsi, diverses actions de sensibilisation et de mise en confiance peuvent faciliter l'implication de la population locale, notamment :

- ✓ fournir une information claire sur les avantages et les impacts possibles du projet ;
- ✓ organiser des consultations sur le projet ;
- ✓ donner aux gens la possibilité d'intervenir dans le développement du projet ;
- ✓ créer des emplois locaux, par exemple dans le cadre de la construction et/ou de l'exploitation de l'installation ;
- ✓ prévoir une certaine forme de suivi participatif ;
- ✓ offrir la possibilité d'investir dans le projet et d'en retirer un bénéfice financier ;
- ✓ prévoir un statut de propriété collective.

V. CONCLUSION

Au terme de ce travail, la conjugaison de la problématique énergétique avec les objectifs du développement durable a donné naissance au développement des énergies renouvelables.

Dans ce sens, nous avons pu démontrer, tout d'abord, que ces énergies sont considérées comme une nécessité urgente pour notre pays, et non pas un choix, malgré toutes les contraintes qui entravent leur développement à grande échelle actuellement. Puisque nous

souffrons d'une rareté des ressources énergétiques fossiles d'une part et du poids de la facture énergétique, d'autre part, nous possédons des potentiels énormes pour le développement des énergies renouvelables.

Par la suite, notre mise en rapport du développement durable avec l'énergie nous a permis de déduire que l'énergie, telle qu'elle est produite et consommée aujourd'hui, ne répond pas aux critères du développement durable. La chose qui nous a amenés à discuter des options énergétiques durables.

L'énergie renouvelable s'avère l'une de ces options ; donc pour justifier cette hypothèse, nous avons consacré la troisième partie de ce papier pour répondre à la problématique posée dans ce sens : « Dans quelle mesure les stratégies de développement des énergies renouvelables contribuent-elle au développement durable du Maroc? »

A travers ce travail, nous avons pu conclure que les énergies renouvelables ont un avenir prometteur pour notre pays, vu leur double importance en matière de contribution au développement durable, et ce :

Premièrement en termes de réalisation des grands objectifs de l'Etat, puisqu'elles permettent :

- une sécurité d'approvisionnement et la disponibilité de l'énergie ;
- une diminution du volume de la facture énergétique ;
- un accès généralisé à l'énergie ;
- une maîtrise de la demande énergétique ;
- une diversification des sources d'énergie ;
- une compétitivité en matière des prix.

Tous ces éléments contribuent d'une manière indirecte au développement durable.

Deuxièmement, leur impact direct sur le développement socio-économique de la population, à travers notamment :

- la création des emplois et l'émergence de nouvelles activités économiques génératrices de revenus ;
- le désenclavement pour les villages isolés ;
- l'amélioration de la qualité de vie des populations rurales ;
- l'augmentation du taux de scolarisation, d'hospitalisation, ... ;
- le ralentissement de l'exode rural...

Au niveau de la préservation de l'environnement, nous croyons que les énergies renouvelables peuvent être considérées comme un modèle en la matière ; puisque la plupart de ces énergies - que ça soit solaire, éolienne, hydraulique ou géothermique - ne pollue pas l'environnement et ne diffuse pas de gaz toxiques dans l'atmosphère, à titre d'exemple les gaz à effet de serre comme le dioxyde. En dépit des quelques impacts négatifs de ces énergies sur l'écologie, nous les considérons comme des incidences très limitées et ne réduisent pas de leur valeur en matière de contribution au développement durable.

VI. BIBLIOGRAPHIE

- ABDELMALKI L. et MUNDLER P. (2010), Economie de l'environnement et Développement Durable, De Boeck, Paris.
- Benjamin D. (1994), Atlas des énergies pour un monde viable, édition Syros, France.

- BURGENMEIER B. (2007), *Economie du Développement Durable*, 2ème édition, De Boeck, Paris.
- Centre de Développement des Energies Renouvelables (CDER), Royaume du Maroc, *Rapport de 2007*.
- Debbarh M. (2004), *L'énergie : développement énergétique au Maroc depuis 1955, perspectives 2025*, Maroc.
- DESSUS B. (1993), *Stratégies énergétiques pour un Développement Durable*, FPH, France.
- Laponche B. (2003), « Énergie et développement durable, l'avenir est ouvert », in <https://docplayer.fr/84518329->.
- Ministère de l'Energie, des Mines, de l'Eau et de l'Environnement, Loi n° 16-09 relative à l'Agence nationale pour le développement des énergies renouvelables et de l'efficacité énergétique, Juin 2010, Maroc.
- NGO Ch. (2008), *L'énergie: Ressources, technologies et environnement*, 3ème édition, DUNOD, Paris.
- Office National de l'Electricité (ONE), Royaume du Maroc, *Rapports 2009 et 2013*.
- RONNEAU C. (2004), *Energie, Pollution de l'air et Développement Durable*, Presses universitaires de Louvain, France.
- Senhagi F. (2003), *Financing the development of the renewable energy in the Mediterranean region - Baseline study for Morocco*. United Nations Environment Programme (UNEP), Division of Technology, Industry and Economics, Morocco.
- Taya B. et Chaguer L. (2002), *Énergie éolienne au Maroc*. Forum international sur les énergies renouvelables (FIER), Tétouan, Maroc.
- UNESCO (2007), *Les Energies Renouvelables au Maroc : le débat est lancé*.
- VERNIER J. (2009), *Les Energies Renouvelables: que suis-je?* Editions PUF, France.

RECIBIDO: 12 de octubre de 2018.

ADMITIDO: 7 de noviembre de 2018.