

LES ÉNERGIES RENOUVELABLES ET LES POPULATIONS RURALES PAUVRES :
LE CAS DU MAROC

Par
Sara Atouk

Essai présenté au Centre universitaire de formation en environnement
en vue de l'obtention du grade de maître en environnement (M. Env.)

Sous la direction de Madame Maria Del Rosario Ortiz Quijano

MAÎTRISE EN ENVIRONNEMENT
UNIVERSITÉ DE SHERBROOKE

Juillet 2013

SOMMAIRE

Mots-clés : Maroc, énergies renouvelables, population rurale pauvre, bois de feu, vulnérabilité, déforestation et changements climatiques.

Le Maroc dispose d'un excellent potentiel en énergies renouvelables, notamment en énergie solaire et éolienne. Pour ne plus être pénalisé par les grosses factures pétrolières, le pays a décidé de changer sa politique énergétique en développant une stratégie à deux voies. D'une part, le pays encourage la production locale de combustibles fossiles par l'exploration du pétrole de gisements en eau profonde et d'autre part, il s'oriente vers l'accroissement de la part des énergies renouvelables dans son mix énergétique.

L'objectif de cet essai est de déterminer les différents impacts des énergies renouvelables sur les quatre dimensions du développement durable, soit les impacts environnementaux, sociaux, économiques et sur la gouvernance. Ainsi, on a déterminé comment le développement des énergies renouvelables au Maroc peut améliorer l'économie nationale et contribuer à l'élimination de la dépendance des populations rurales pauvres au bois de feu afin d'améliorer leurs conditions de vie et d'atténuer leur vulnérabilité par rapport aux changements climatiques.

Les conclusions de l'étude démontrent que le Maroc est sur la bonne voie avec son orientation vers les énergies renouvelables et son adoption de la nouvelle stratégie du mix énergétique. En effet, la mise en place de projets d'énergies renouvelables présente des impacts environnementaux et économiques très attrayants. Les impacts sociaux sont considérables, notamment par rapport à l'inclusion sociale des populations rurales locales en permettant à ces dernières de ne plus être isolées. Malgré ses avantages, la mise en place des projets d'énergies renouvelables n'a aucun impact sur l'utilisation du bois de feu. En d'autres mots, la mise en place des projets d'énergies renouvelables n'assure pas totalement la sécurité énergétique des populations rurales pauvres et les rend ainsi vulnérables aux changements climatiques. Pour pallier ce problème, quelques recommandations ont été élaborées. Parmi les principales recommandations, on note la mise en place de panneaux et de microcentrales photovoltaïque dans les villages se situant dans des zones à forte déforestation afin d'éliminer progressivement l'utilisation du bois de feu. On recommande également le transfert des subventions dédiées au gaz vers la production d'électricité.

REMERCIEMENTS

Je tiens tout d'abord à remercier Dieu pour m'avoir donné le courage et la détermination nécessaire pour finaliser ce travail.

Je remercie chaleureusement Madame Maria Del Rosario Ortiz Quijano, pour avoir accepté de travailler avec moi comme directrice d'essai, pour toute son aide et pour ses précieux conseils.

Je ne saurais ne pas remercier Saad Moufti pour son aide et son soutien sans égal durant toute la période de la maîtrise. Tu as toujours été présent pour me reconforter et m'aider à traverser les moments les plus difficiles.

Un grand merci à Juliette Tirard-Collet et Caroline Hébert, pour la correction et la révision du texte.

Je remercie également tout le comité de lecteur du CUFÉ d'avoir pris le temps de valider le présent travail.

Merci à mon cher ami Simon Prévost Langlois pour ses encouragements et son soutien moral.

Finalement, je remercie mes parents et mes deux petites sœurs, bien qu'à plusieurs milliers de kilomètres, ils m'ont été d'une grande aide et d'un grand soutien. Je veux remercier fortement et pour toujours, ma joie, ma lumière et ma source d'inspiration, ma maman chérie. Merci papa de m'avoir aidé à trouver les contacts dans le domaine des énergies renouvelables au Maroc, merci pour ta préoccupation et tes déplacements. Merci à ma douce sœur et mon amie à vie, Yasmine et merci à ma sœur chérie et mon grand bébé, Meryem.

TABLE DES MATIÈRES

INTRODUCTION	1
1. MAROC : DES ÉNERGIES FOSSILES AUX ÉNERGIES RENOUVELABLES	3
1.1 2012, l'Année internationale de l'énergie durable pour tous.....	3
1.1.1 Pourquoi une énergie durable?.....	4
1.1.2 Objectifs de l'initiative.....	5
1.2 Portrait sur le Maroc	6
1.2.1 Aspect politique.....	7
1.2.2 Aspect économique.....	7
1.2.3 Aspect social	8
1.2.4 Aspect environnemental	9
1.3 Situation énergétique du Maroc	10
1.3.1 Dépendance énergétique au Maroc.....	11
1.3.2 Émission des GES au Maroc.....	12
1.3.3 Potentiel en énergies renouvelables au Maroc.....	13
2. MILIEU RURAL AU MAROC ET IMPACTS DES ÉNERGIES UTILISÉES	15
2.1 Situation du milieu rural et besoins en énergies	15
2.2 Énergies utilisées dans le milieu rural.....	20
2.2.1 Les gaz de pétrole liquéfiés	20
2.2.2 Le bois de feu.....	22
2.3 Impacts de l'utilisation du gaz butane et du bois de feu	23

2.3.1	Impacts de l'utilisation du gaz butane.....	24
2.3.2	Impacts de l'utilisation du bois de feu.....	24
2.4	Contraintes socio-économiques et culturelles de l'utilisation de l'électricité pour les besoins de cuisson et de chauffage au Maroc	27
3.	L'EXPANSION DES ÉNERGIES RENOUVELABLES AU MAROC	31
3.1	Stratégie énergétique nationale, objectifs et orientations.....	31
3.2	Stratégie énergétique nationale, cadre légal et institutionnel	35
3.2.1	Réglementation et législation.....	35
3.2.2	Appui financier	36
3.2.3	Structures de mise en œuvre	37
3.3	Les ER de la nouvelle stratégie énergétique - Plans et projets	37
3.3.1	Énergie solaire – projets en cours	37
3.3.2	Énergie éolienne – projets en cours	41
3.3.3	Énergie hydroélectrique – projets en cours	43
3.3.4	Biomasse – projets en cours.....	44
3.4	Modes d'électrification rurale et état du réseau électrique marocain.....	45
4.	ANALYSE COMPARATIVE DE TROIS PROJETS D'ÉNERGIES RENOUVELABLES.....	47
4.1	Sélection des projets	47
4.2	But d'analyse	48
4.3	Premier projet (énergie éolienne) : Parc Éolien Koudia El Baida 2	48
4.3.1	Description du projet.....	49
4.3.2	Obstacles et limites du projet.....	50

4.4	Deuxième projet (énergie solaire) : Centrale Solaire de Ouarzazate Phase I	51
4.4.1	Description du projet.....	51
4.4.2	Obstacles et limites du projet.....	52
4.5	Troisième projet (énergie hydraulique) : Complexe hydraulique M'dez El Menzel	53
4.5.1	Description du projet.....	53
4.5.2	Obstacles et risques du projet.....	53
4.6	Présentation de la grille d'analyse	54
4.7	Analyse et discussion	57
4.7.1	Analyse de la sphère environnementale	57
4.7.2	Analyse de la sphère sociale.....	60
4.7.3	Analyse de la sphère économique.....	63
4.7.4	Analyse de la sphère de gouvernance	67
4.8	Constats.....	72
5.	RECOMMANDATIONS	74
5.1	Faire une étude économique approfondie pour le transfert des subventions dédiées au gaz à la production d'électricité verte dans le but d'améliorer les conditions de vie des populations pauvres et d'éliminer la déforestation.....	74
5.2	Décentralisation du réseau électrique par la mise en place de panneaux et de microcentrales photovoltaïque dans les villages se situant dans des zones à forte déforestation.....	75
5.3	Créer plus de partenariats avec les centres de recherches et les universités étrangères dans le cadre du développement de l'expertise dans le domaine des ER : cas de l'Université de Sherbrooke	77
	CONCLUSION	79

LISTE DES RÉFÉRENCES	81
ANNEXE 1 : Mesures d'atténuation des GES entreprises par le pays sur différents secteurs.	92
ANNEXE 2 : Tableau synthèse des impacts des trois projets d'ER sur les quatre sphères du DD.....	98
ANNEXE 3 : Émissions de GES par type d'énergie (CO ₂ éq/kWh).....	100

LISTE DES FIGURES ET DES TABLEAUX

Figure 1.1 : Répartition de la consommation énergétique nationale en 1980 et en 2012	11
Figure 2.1 : Carte représentant les 16 régions du Maroc.....	16
Figure 2.2 : Taux d'électrification rurale au Maroc entre 1995 et 2010	19
Figure 2.3 : Les écosystèmes forestiers au service du développement et de l'adaptation aux changements climatiques	27
Figure 2.4 : Les modes de cuisson les plus utilisés dans le milieu rural	29
Figure 3.1 : Tableau démontrant l'évolution de la puissance installée de différents types d'énergies entre 2009 et 2020.....	33
Figure 3.2 : Projets réalisés en 2009-2010 dans le cadre de la nouvelle stratégie énergétique.....	34
Figure 3.3 : Carte présentant le gisement solaire du Maroc ainsi que les projets solaires les plus importants.....	39
Figure 3.4 : Carte présentant le gisement éolien du Maroc ainsi que les projets éoliens les plus importants.....	42
Figure 4.1 : Paramètres de base des cinq parcs solaires du plan solaire marocain	67
Tableau 2.1 : Taux de pauvreté, de vulnérabilité et indice d'inégalité (Gini) au Maroc par région en 2007.....	17
Tableau 2.2 : Consommation de bois dans 5 zones au Maroc	26
Tableau 3.1 : Principales actions relatives au renforcement de la gestion de la demande.....	35
Tableau 3.2 : Caractéristiques des cinq parcs du projet solaire de production d'électricité.....	41
Tableau 4.1 : Analyse comparative des trois projets d'ER.	56
Tableau 4.2 : Définition des quatre scénarios de simulation	70

Tableau 4.3 : Impact sur la valeur ajoutée en % du PIB et de l'emploi à la fin de 2040 pour les
différents scénarios de simulation70

LISTE DES ACRONYMES, DES SYMBOLES ET DES SIGLES

ADEREE	Agence Nationale pour le Développement des Énergies Renouvelables et de l'Efficacité Énergétique
AMDJ	Agence Marocaine de Développement et des Investissements
BAD	Banque Africaine de Développement
CCSM	Chambre de Commerce Suisse au Maroc
CDER	Centre de Développement des Énergies Renouvelables
CSP	Solaire thermique à concentration
DD	Développement durable
DH	Dirham marocain
ER	Énergies renouvelables
GCAM	Groupe Crédit Agricole du Maroc
GES	Gaz à effet de serre
GIEC	Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat
GPL	Gaz de pétrole liquéfiés
Ha	Hectare
HCEFLCD	Haut-Commissariat aux Eaux et Forêts et à la Lutte Contre la Désertification
HT	Haute tension
kWh	kilowattheure
LBC	Lampes basses consommation
MAP	Maghreb Arabe Press
<i>MASEN</i>	<i>Moroccan Agency for Solar Energy</i>
MEF	Ministère de l'Économie et des Finances
MEMEE	Ministère de l'Énergie, des Mines, de l'Eau et de l'Environnement
MW	Mégawatt

MWh	Mégawattheure
OCDE	Organisation de coopération et de développement économiques
OMD	Objectifs du millénaire de développement
ONEC	Département Énergie, Environnement et Changement Climatique
ONEE	Office National de l'Électricité et de l'Eau potable du Maroc
ONU	Organisation des Nations Unies
PED	Pays en voie de développement
PERG	Programme d'Électrification Rurale Globale
PIB	Produit intérieur brut
PNUD	Programme des Nations Unies pour le Développement
PPP	Partenariats public-privé
Riaed	Réseau International d'Accès aux Énergies Renouvelables
SIEM	Société d'Investissements Énergétiques du Maroc
STEP	Station de transfert d'énergie par pompage
t éq CO ₂	Tonnes équivalent CO ₂
tep	Tonnes équivalent pétrole
THT	Très haute tension
TWh	Térawattheure
UE	Union européenne
\$ CA	Dollar canadien
\$ US	Dollar américain

Le taux de change utilisé est celui en vigueur par la banque du Canada le 5 juillet 2013.

1 \$ CA = 8, 12 DH

1 \$ CA = 0, 95 \$ US

1 \$ CA = 0, 74 euro

INTRODUCTION

Le monde entier commence à prendre conscience de l'importance des énergies renouvelables (ER), qui sont devenues une priorité pour l'avenir. Et le Maroc n'y fait pas exception, surtout qu'il dispose d'un grand potentiel en ER, essentiellement en énergie solaire et en énergie éolienne. C'est pour cette raison qu'un grand engouement pour la promotion des ER se fait sentir depuis quelque temps au Maroc. L'intérêt que le pays porte au développement des énergies vertes procède de sa volonté de réduire sa dépendance des ressources énergétiques fossiles et de contribuer à la lutte contre les changements climatiques. En effet, le Maroc est un pays importateur net d'énergie sous forme de produits pétroliers et de charbon. Le pays est en carence énergétique, avec une dépendance extérieure dépassant les 95 % (Ministère de l'Énergie, des Mines, de l'Eau et de l'Environnement (MEMEE), 2011a). La facture pétrolière devient donc très pesante, surtout avec l'augmentation de la demande en électricité et la constante croissance du prix des produits pétroliers. Cette situation a des répercussions sur l'économie nationale à travers une aggravation du déficit commercial et une hausse des prix à la consommation (Ministère de l'Économie et des Finances (MEF), 2007), menaçant ainsi l'équilibre financier de l'État, la compétitivité des entreprises nationales et le pouvoir d'achat des citoyens.

La mise en place des ER n'est pas uniquement bénéfique à la réduction de la facture pétrolière, mais aussi à l'atténuation d'un grave phénomène responsable des changements climatiques, la déforestation. L'approvisionnement énergétique dans le milieu rural pour les besoins de cuisson et de chauffage est assuré par le bois de feu. Cet usage représente 88 % de la consommation totale de bois de feu au Maroc (Berdai, 2007), une activité responsable non seulement de la déforestation, mais aussi de graves problèmes de santé, notamment des problèmes respiratoires dus à l'inhalation de fumées lors de la combustion du bois. C'est dans ce contexte que s'inscrit le sujet de l'essai. L'objectif général de cet essai est de déterminer les différents impacts des ER sur les quatre dimensions du développement durable (DD), soit les impacts environnementaux, sociaux, économiques et sur la gouvernance pour ainsi déterminer comment le développement des ER au Maroc peut améliorer l'économie nationale et contribuer à l'élimination de la dépendance des populations rurales pauvres au bois de feu et d'ainsi améliorer leurs conditions de vie et atténuer leur vulnérabilité face aux changements climatiques.

Pour ce faire, une série d'objectifs spécifiques a été identifiée et répartie à travers les cinq chapitres articulant le présent travail.

Le premier chapitre décrit le contexte international lié aux ER. Par la suite un portrait général du Maroc est dressé, et la situation énergétique actuelle du pays est expliquée. Le deuxième chapitre se concentre sur la description de la situation actuelle du milieu rural marocain en mettant l'accent sur la situation énergétique et les sources d'énergie les plus utilisées ainsi que leurs impacts positifs et négatifs. La description est suivie d'un regard sur les différents obstacles socioculturels et économiques pouvant freiner la volonté de bannir l'utilisation du bois de feu. Le troisième chapitre quant à lui, dresse un portrait des différentes ER entrant dans la nouvelle stratégie énergétique qu'a entrepris le royaume en 2009. Le quatrième chapitre, au cœur de cet essai, présente une analyse de la mise en place de trois types de projets d'ER. Cette analyse consiste à déterminer la portée, les obstacles et les impacts de la mise en place des trois projets. L'analyse se base sur différents critères provenant des quatre sphères du développement durable, afin de tirer des constats par rapport à l'objectif de l'essai. Finalement, c'est au chapitre cinq que sont présentées quelques recommandations qui ciblent les éléments à mettre en place pour assurer la sécurité énergétique des populations rurales pauvres et pour développer une meilleure expertise dans le domaine des ER.

La réalisation de ce travail a nécessité de nombreuses sources d'information crédibles, pertinentes et diversifiées. Les sources qui ont été le plus utilisées sont des documents gouvernementaux ainsi que des documents institutionnels. Des articles scientifiques, tout comme des ouvrages universitaires ont été également consultés. Des échanges électroniques et téléphoniques ont été réalisés avec les responsables des trois projets analysés pour avoir l'information manquante et vérifier la crédibilité des données. Enfin, l'actualité en lien avec les différentes parties de l'essai ainsi que plusieurs textes législatifs ont servi à enrichir l'information.

1. MAROC : DES ÉNERGIES FOSSILES AUX ÉNERGIES RENOUVELABLES

La surconsommation des combustibles fossiles par les pays industrialisés ainsi que l'expansion plus rapide que prévu de l'économie des pays en voie de développement (PED) augmentent la demande en pétrole, en gaz naturel et en charbon. Cette demande est donc à l'origine des tensions croissantes sur les prix des produits pétroliers. En tant qu'importateur net de pétrole, le Maroc est soumis au gré de la conjoncture pétrolière mondiale. La facture pétrolière devient très pesante, ce qui se répercute sur l'économie nationale à travers une aggravation du déficit commercial et une hausse des prix à la consommation (MEF, 2007). Ces dernières années, afin d'abaisser la dette publique et dans le but de sécuriser et d'améliorer son approvisionnement énergétique, le Maroc a commencé à développer une stratégie à deux voies. D'une part, le pays encourage la production locale de combustibles fossiles par l'exploration de pétrole aux gisements en eau profonde sur son territoire; et d'autre part, il s'oriente vers l'accroissement des ER dans son mix énergétique.

Résoudre la précarité énergétique dont souffrent les populations pauvres du Maroc et mettre à leur disposition un accès à l'électricité fiable et adaptée par la production des énergies vertes sont des priorités pour le pays. Celles-ci s'alignent bien avec les objectifs définis par l'Organisation des Nations Unies (ONU), en 2012, dans le cadre de l'Année internationale de l'énergie durable pour tous.

1.1 2012, l'Année internationale de l'énergie durable pour tous

Les énergies non renouvelables conventionnelles (charbon, pétrole, gaz naturel) étaient, durant près de deux siècles, des éléments essentiels ayant permis d'améliorer la qualité de vie de plusieurs sociétés. Cependant, il s'agit d'une source de pollution affectant directement l'environnement ainsi que l'état de santé de la population en général. Fait à noter, les conséquences de l'utilisation des énergies non renouvelables peuvent être très graves voire même irréversibles, dans certains cas. Afin de sensibiliser le monde aux effets néfastes de ces types d'énergies dans différents secteurs tels que les changements climatiques, la santé, la sécurité alimentaire, la sécurité de l'approvisionnement en eau, etc., l'Assemblée générale des Nations Unies a proclamé l'année 2012 « Année internationale de l'énergie durable pour tous ».

Selon la définition de l'Organisation de coopération et de développement économiques (OCDE), les ER sont des dérivés de processus naturels perpétuels. Ces énergies sont générées directement ou indirectement à partir du soleil, du vent, de la biomasse, de la chaleur générée à l'intérieure de la terre et de l'eau (Programme des Nations Unies pour l'environnement (PNUE), 2012).

1.1.1 Pourquoi une énergie durable?

L'utilisation des ER n'est pas récente; autrefois, leur utilisation était très répandue (moulins à eau, bois de feu, bateaux à voile, etc.), mais, avec la révolution industrielle, ces ressources ont toutes été marginalisées au profit d'autres sources d'énergie que l'on pensait, à l'époque, plus prometteuses. Les modes actuels de production et de consommation d'énergies non durables menacent l'environnement à l'échelle locale et mondiale. De plus, leur utilisation pèse également sur le trésor de l'État. Dans le monde, le système énergétique demeure la principale contribution aux changements climatiques, représentant environ 60 % des gaz à effet de serre (GES) actuels totaux (ONU, 2012).

Les changements climatiques sont donc, sans aucun doute, en cause dans la hausse des phénomènes météorologiques extrêmes qui se multiplient de façon exponentielle dans les pays industrialisés tout comme dans les PED. Ils favorisent non seulement la destruction de la biodiversité, mais aussi la destruction des infrastructures en place, tant institutionnelles qu'économiques.

Dans les PED, la problématique de l'énergie n'est non pas liée uniquement à l'économie et à l'environnement, mais elle est également liée à l'amélioration de la qualité de vie des populations puisque plus de trois milliards de personnes sont dépendantes de la biomasse traditionnelle telle que le charbon utilisé particulièrement pour cuisiner et se chauffer. Un milliard et demi de personnes n'ont pas accès à l'électricité : même lorsque des services énergétiques modernes sont disponibles, ils demeurent trop coûteux pour des millions de personnes qui connaissant des difficultés économiques (ONU, 2012). Près de 60 % de l'énergie est consommée par seulement 20 % de la population mondiale selon les plus récents chiffres relevés par l'Organisation non gouvernementale Practical Action dans l'étude « *Poor people's Energy Outlook 2012* » (Guinebault, 2013).

Ainsi, en absence d'un accès adéquat à l'énergie, les conséquences sont désastreuses pour les populations vulnérables majoritairement constituées de femmes et de filles, car ce sont elles qui sont responsables de ramener le bois pour les besoins de chauffage et de cuisine. De plus, si l'accès à l'énergie n'est pas au point, ni les écoles, ni les hôpitaux ne peuvent assurer un service adéquat à la population. Un bon accès à l'énergie permettra donc d'augmenter la productivité, d'améliorer la compétitivité, la promotion économique et d'augmenter le niveau de vie des populations touchées.

Beaucoup d'autres avantages reliés aux ER sont associés tant aux PED qu'aux pays industrialisés tels que :

- Réduire le temps accordé à la collecte de bois et rendre plus propres et plus efficaces les options pour la cuisine ou le chauffage;
- Fournir un éclairage aux enfants afin qu'ils puissent étudier après la tombée de la nuit;
- Créer de nouvelles opportunités pour les entrepreneurs pour le fonctionnement de leurs entreprises;
- Rendre disponibles localement certaines énergies, qui contrairement aux combustibles fossiles ne sont disponibles que dans certains pays, ayant des réserves pétrolières importantes;
- Réduire les émissions de GES lors de la production de l'énergie (Lhioreau, 2005);
- Générer de nouveaux emplois;
- Créer des opportunités économiques nouvelles et améliorer celles qui existent déjà.

L'humanité est aujourd'hui confrontée à un problème énergétique sans précédent : le développement des ER saura probablement répondre aux besoins de plus de sept milliards d'humains tout en préservant l'environnement (Population mondiale, 2013).

1.1.2 Objectifs de l'initiative

Sous l'égide du Secrétaire général Ban Ki-moon, ONU-Énergie s'est fixé trois objectifs principaux pour une énergie durable pour tous, et ce, dans l'horizon de 2030 (ONU, 2012) :

- L'accès universel à des services énergétiques modernes;
- Une réduction de 40 % de l'intensité énergétique mondiale;
- Une augmentation de 30 % de l'utilisation des ER dans le monde.

Cette initiative vise à rassembler tous les secteurs de la société, y compris les entreprises, les gouvernements, les investisseurs, les groupes communautaires, les établissements universitaires et les représentants du système des Nations Unies.

La réalisation simultanée des trois objectifs permettra donc la concrétisation de divers sous objectifs maximisant les retombées du développement et la stabilisation des changements climatiques. Parmi les sous objectifs les plus importants, celui qui se démarque le plus est l'atteinte des objectifs du millénaire de développement (OMD). Or, l'absence d'accès à une énergie propre, abordable et fiable entrave le développement humain, social et économique et constitue un obstacle majeur à la réalisation des OMD. En particulier dans les milieux plus pauvres ou en effet, des centaines de milliers de personnes ne pourront pas s'en sortir tant qu'elles n'auront pas accès à l'énergie.

La protection de notre planète, l'élimination de la pauvreté et la promotion de la croissance économique dans les PED ne peuvent être dissociées et ne peuvent être atteintes sans l'utilisation d'une énergie durable.

1.2 Portrait sur le Maroc

Le Maroc est un pays d'Afrique du Nord appartenant au Maghreb. Il est délimité au nord par le détroit de Gibraltar et la mer Méditerranée, au sud par la Mauritanie, à l'est par l'Algérie et à l'ouest par l'océan Atlantique. Le pays dispose d'une côte très importante s'étendant sur 3 500 km. La capitale politique du Maroc est Rabat alors que la capitale économique et la plus grande ville du pays est Casablanca. Selon le Haut-Commissariat au Plan (HCP), la population marocaine est de 32 950 000 habitants en 2013. Majoritairement près de 19 513 000 habitants (59,37 %) vivent en milieu urbain et près de 13 437 000 habitants (40,63 %) vivent en milieu rural (HCP, s.d.a).

Le Maroc est divisé en 16 régions elles-mêmes subdivisées en 44 provinces et 24 préfectures. Chaque région a le statut de collectivité locale. La superficie totale du pays est de 710 000 km² (HCP, 2009). Les deux langues officielles sont l'arabe et le berbère ou l'amazigh. L'amazigh est une langue complètement distincte de l'arabe qui est parlée par 40 % de la population qui est devenue langue officielle du pays uniquement en mars 2011 (Bayahya, 2011). Le français est la deuxième langue administrative ainsi que la seconde langue de communication.

1.2.1 Aspect politique

« Le Maroc est une monarchie constitutionnelle, démocratique, parlementaire et sociale. Le régime constitutionnel du royaume est fondé sur la séparation, l'équilibre et la collaboration des pouvoirs, ainsi que sur la démocratie citoyenne et participative, et les principes de bonne gouvernance et de la corrélation entre la responsabilité et la reddition des comptes », article premier, paragraphe 1 de la nouvelle Constitution de 2011. (Secrétariat général du gouvernement, 2011, p.4)

La constitution a été modifiée et enrichie à 5 reprises en 1970, 1972, 1992, 1996 et 2011, augmentant ainsi les pouvoirs du gouvernement. La nomination du chef du gouvernement revient au roi qui incarne à la fois l'autorité spirituelle et temporelle, tout en tenant compte de la majorité du parlement. Actuellement, le pouvoir exécutif est exercé et détenu par le gouvernement.

Le pouvoir bicaméral est exercé par la chambre des représentants composée de 395 membres élus tous les cinq ans au suffrage universel direct. La chambre des conseillers, qui comprend entre 90 et 120 membres, est renouvelée par tiers tous les neuf ans dans les régions. Les 3/5 sont des représentants des collectivités locales et les 2/5 sont des représentants des chambres professionnelles et des salariés. La justice est le troisième pouvoir en place. Il existe plusieurs juridictions spécialisées soit les tribunaux administratifs et les tribunaux de commerce (anonyme, s.d.a).

1.2.2 Aspect économique

L'économie au Maroc est fortement tributaire du secteur primaire, qui représente environ 14 % du produit intérieur brut (PIB), mais occupe plus de 50 % de la main d'œuvre. La croissance des activités non agricoles connaît un rythme relativement élevé contrairement à celle du secteur agricole, qui a une tendance à baisser au fil des années. En 2012, la valeur ajoutée agricole a baissé de 6 % à cause de la sécheresse et de la crise en Europe, car ces derniers ont réduit leur demande extérieure en général et au Maroc en particulier. En 2012, le PIB marocain était de 100,36 millions de \$ US (AWEX, Agence wallonne à l'Exportation et aux Investissements à l'étranger (AWEX), 2009).

Soutenue par la consommation des ménages, la croissance économique suivait une tendance moyenne annuelle de 4,5 % sur les cinq dernières années, un taux de croissance en deçà de celui des pays émergents (7,3 %) et en deçà de la moyenne mondiale (5 %) (Akesbi, 2011).

À cause du déficit de la balance commerciale, la croissance économique était de 3,4 % uniquement en 2012. En effet, les importations ont connu en 2011 une croissance plus rapide que les exportations. Ainsi le déficit de la balance courante a représenté 8 % du PIB en 2011 pour passer à 8,6 % en 2012 (HCP, s.d.d). Notons que la hausse de la facture énergétique compte pour 60 % dans cette aggravation. Le déficit commercial s'est creusé de 25 % en 2011. À la fin octobre 2012, le déficit s'est creusé encore de 10 % par rapport à la même période de l'année précédente. Ce déficit s'est reflété sur le coût des subventions attribuées à la Caisse de compensation. L'essentiel de ces subventions publiques concerne les carburants automobiles et le gaz butane à usage domestique. Afin de limiter le déficit budgétaire en 2012, le gouvernement a augmenté les prix réglementés des carburants à la pompe ce qui a induit au mécontentement de la population notamment les chauffeurs de taxi (MEF, s.d).

1.2.3 Aspect social

Malgré tous les efforts fournis, les indicateurs sociaux au Maroc restent faibles. Le pays n'est pas stable et perd des places en ce qui concerne son classement au niveau mondial en matière de l'indice du développement humain (IDH) (123^e place en 2006, 114^e place en 2010 et 130^e place en 2011 et 2012) (Programme des Nations Unies pour le développement (PNUD), 2013). Ces mauvais résultats en matière de développement humain sont dus en majeure partie aux taux élevés d'analphabètes et à la faiblesse du système d'éducation.

Cependant, beaucoup de progrès sont notés notamment dans le milieu rural, puisque ce dernier a connu une nette amélioration du taux de scolarisation. La hausse est particulièrement importante au primaire. Le taux d'alphabétisation a donc enregistré un gain de 13,5 % en milieu rural, et un gain de 6,9 % en milieu urbain (HCP, 2010).

Le Maroc se caractérise toujours par une incidence relativement élevée de la pauvreté (9 % définie comme le pourcentage de la population vivant avec moins de 1,25 \$ US par jour (HCP, 2009b). Quant à la santé, l'enquête nationale démographique 2009-2010 révèle une forte baisse du niveau de mortalité infantile et maternelle (HCP, 2010).

En 2010, 17 % de la population marocaine n'a toujours pas accès à une source d'eau potable (Banque Mondiale, 2013a), 30 % des villages ne disposent pas de routes praticables, ce qui rend difficile l'accès aux marchés, aux services de santé, d'éducation, etc. L'indice national

d'accessibilité aux routes rurales s'est beaucoup amélioré entre 2005 et 2010, puisqu'il est passé de 50 % en 2005 à 70 % en 2010 (Banque Mondiale, 2011).

D'après les indicateurs ci-dessus, on peut constater qu'au cours des dernières années, l'intervention des pouvoirs publics en faveur du développement social a connu une accélération importante. Cette intervention s'est traduite par la mise en œuvre de politiques et de programmes sectoriels visant l'amélioration des conditions de vie des populations défavorisées (Outmani, s.d). Ceci se voit au niveau de l'avancement des OMD. En effet, le Rapport national OMD 2009 indique que le Maroc est sur la bonne voie pour réussir ce pari international à l'horizon 2015. Le pays a déployé des efforts considérables au niveau de l'ensemble des OMD, et a aussi pris en compte dans ses prévisions, l'impact de la crise financière mondiale et du changement climatique sur son évolution (PNUD, 2007).

1.2.4 Aspect environnemental

Le Maroc se distingue par quatre types de climat : humide, subhumide, semi-aride et aride. Ces dernières années, les observations climatiques au Maroc attestent que le climat semi-aride est en train de progresser vers le nord du pays, ce qui constitue une grande menace pour le développement socio-économique et pour la vie de la population (MEMEE, s.d.b). En effet, la vie des populations est très liée au climat et ses fluctuations. L'économie est très dépendante de l'eau, de l'agriculture, et du littoral. De plus la dégradation de l'environnement pèse lourd puisqu'elle coûte plus de 10 millions de dirhams (DH) (1, 2 millions de \$ CA) par an, une facture très élevée pour un pays qui se bat pour éradiquer la pauvreté et faire croître son économie (Maghreb Arabe Presse (MAP), 2012).

Les vulnérabilités naturelles auxquelles le Maroc est contraint sont le stress hydrique, la fragilité du couvert végétal, la désertification et la sismicité.

Les données climatiques relevées dans le pays indiquent un réchauffement significatif durant le 20^e siècle, estimé à plus de 1 °C avec une augmentation importante de la fréquence et de l'intensité des événements extrêmes du type sécheresses et inondations. L'estimation du réchauffement probable de la région durant le 21^e siècle est de l'ordre de 1 °C à 5 °C par rapport au 20^e siècle (Agoumi, 2003).

Les précipitations varient de plus de 2 m par an sur les reliefs au nord du pays à moins de 25 mm par an dans les plaines désertiques du sud (MEMEE, 2009). Il y a eu une diminution globale des pluies durant les dernières décennies, variant entre 3 et 30 % selon les régions. Cette réduction peut atteindre les 60 % vers la fin du 21^e siècle par rapport à la période 1961-1990. La durée du nombre de jours consécutifs sans pluie durant la saison pluvieuse (septembre-avril) s'est allongée de 15 jours. La régression des précipitations est plus significative pendant la saison hivernale sur les Hauts-Plateaux de l'Oriental (MEMEE, s.d.b).

D'après le Haut-Commissariat aux Eaux et Forêts et à la Lutte Contre la Désertification (HCEFLCD), les ressources en eau par habitant sont passées de 2500 m³ par habitant en 1980 à 1010 m³ en 2000 pour arriver à seulement 720 m³ actuellement et la nappe phréatique a régressé de 60 mètres sur 24 ans (Mrabi, 2012).

Tout au long du 21^e siècle, le Maroc devra donc faire face à de graves pénuries d'eau si aucune mesure n'est prise dès aujourd'hui.

L'aridité du climat est également une cause de la désertification ce qui met en danger l'ensemble du couvert végétal et augmente la susceptibilité des forêts aux incendies (Organisation des Nations Unies pour l'éducation, la science et la culture (UNESCO), s.d).

Les 15 dernières années ont été marquées aussi par des inondations. Elles sont devenues de plus en plus importantes tant dans leur intensité que dans leur fréquence. Ces inondations entraînent des pertes humaines et des dégâts économiques très importants; à titre d'exemple les inondations de Tétouan (nord du Maroc) en 2000, Mohammedia en 2002, Errachidia en 2006, le Souss en 2009 et 2010 et Casablanca et région en 2010 (MEMEE, s.d.b).

1.3 Situation énergétique du Maroc

La demande énergétique du Maroc a augmenté en moyenne de près de 6 % au cours des dernières années (MEMEE, 2011). En particulier, la demande en électricité n'a jamais été aussi importante, puisqu'elle connaît une hausse de 8 % par an (Aït-Hatrit, 2009). Cette forte demande en énergie est due principalement à la croissance de l'activité économique, à l'industrialisation, à la croissance démographique ainsi qu'à la hausse du niveau de vie. Depuis le second choc pétrolier, le Maroc a commencé à s'intéresser aux ER. Cela s'est manifesté par la création du Centre de Développement des Énergies Renouvelables (CDER) en 1982 (devenu

l'Agence nationale pour le développement des énergies renouvelables et de l'efficacité énergétique en 2010 (ADEREE), établissement public sous la tutelle du MEMEE. Cependant, peu de choses ont été faites, jusqu'en 2009 où de grands projets ont été planifiés dans le cadre de la nouvelle politique énergétique ainsi que du Plan National de Lutte contre le Réchauffement Climatique (PNRC).

Il est à noter que le Maroc est un faible consommateur de pétrole comparativement à la moyenne mondiale. La consommation annuelle par habitant est de 0,52 tonne d'équivalent pétrole (tep), une consommation relativement modeste si on la compare avec la moyenne mondiale (1,7 tep).

1.3.1 Dépendance énergétique au Maroc

Le contexte énergétique national est marqué par une forte dépendance extérieure et un accroissement très important de la demande énergétique. Entre 93 % et 97 % de l'énergie sont importés sous forme de produits pétroliers, de charbon et d'électricité. Seules les énergies hydroélectriques, éoliennes et solaires sont produites localement (MEMEE, 2011a).

Comme il y a 30 ans, la diversité énergétique au Maroc est actuellement très faible. En 1980, la part de la consommation des énergies non renouvelable était de 92 %. En 2010, il n'y a pas eu de grands changements puisque la part de la consommation de ces mêmes énergies était de 87 % (Figure 1.1). Les ER représentaient en 2010 uniquement 7 % de la consommation nationale en énergie primaire.

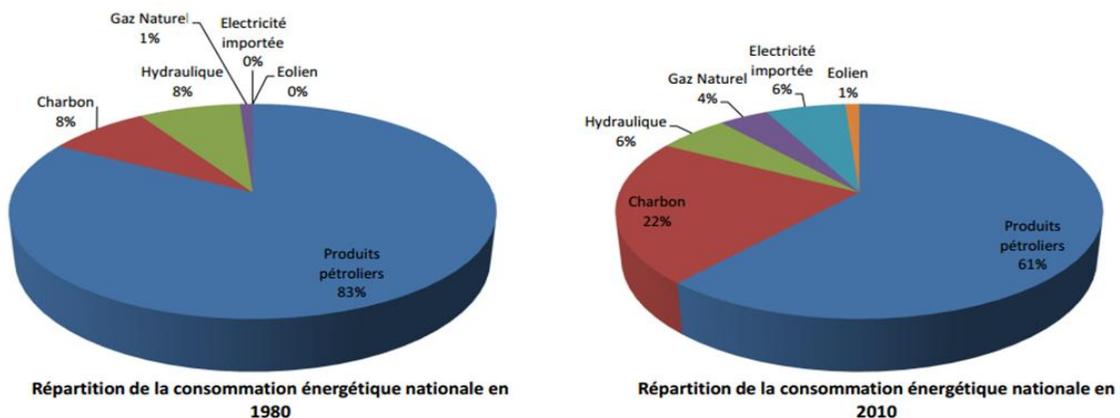


Figure 1.1.1 : Répartition de la consommation énergétique nationale en 1980 et en 2012 (tirée de : Mouline, 2012, p.5).

En raison de la forte hausse des cours du pétrole sur le marché international, la facture énergétique globale du Maroc devient de plus en plus lourde. Cette dernière est passée de 21 milliards de DH (2,5 milliards de \$ CA) en 2003 à 89,8 milliards de DH (10,9 milliards de \$ CA) en 2011, dont 81,4 milliards de DH (9,9 milliards de \$ CA) pour les produits pétroliers. Les 8,4 milliards de DH (1,02 milliard de \$ CA) sont dépensés dans l'importation de l'électricité de l'Espagne. En effet, ces importations servent à combler le déficit de la production électrique nationale et à faire face à la forte croissance de la demande électrique.

À cause des prix très élevés du pétrole, l'État se trouve dans l'obligation de soutenir le marché des produits pétroliers pour ne pas pénaliser le pouvoir d'achat de la population. En 2011, le soutien était de 22,6 milliards de DH (2,7 milliards de \$ CA) contre uniquement 3,4 milliards de DH (414 millions de \$ CA) en 2004 (MEMEE, 2011a). Ce soutien impacte fortement les finances du pays, d'autant que la demande en produits pétroliers ne cesse d'augmenter.

1.3.2 Émission des GES au Maroc

Le défi des PED et des pays émergents est de maintenir la croissance économique tout en réduisant les émissions de GES. Bien que le Maroc reste un pays dont les émissions de GES sont faibles par rapport à la moyenne mondiale; en 2004, la moyenne mondiale était de 4,5 tonnes métriques de CO₂ par habitant contre 2,5 tonnes équivalent CO₂ (t éq CO₂) par habitant pour le Maroc (Banque Mondiale, 2013b). Le pays doit contrôler et prévenir ses émissions de GES, surtout que les émissions ont augmenté de 25 % en 5 ans, passant de 54,6 millions de t éq CO₂ en 1999 à 75 millions de t éq CO₂ en 2004 (MEMEE, s.d.a).

Les causes des changements climatiques résident à 90 % (MEMEE, 2009) dans l'émission des GES provenant des activités humaines. Au Maroc, la consommation des énergies fossiles est la principale cause d'émissions de GES. Afin d'atténuer les émissions de GES au Maroc, plusieurs mesures sont prises par rapport aux différents secteurs générateurs de GES : l'énergie, les transports, l'industrie, les déchets, l'agriculture, la forêt et la construction. Ces mesures sont le résultat d'une stratégie nationale de l'énergie lancée en 2008. Les mesures sont détaillées à l'annexe 1.

Le potentiel global d'atténuation de ces mesures a été évalué à 56,6 millions de t éq CO₂ par an d'ici 2030 (ONU, 2009).

De son côté, le Secrétariat d'État chargé de l'Eau et de l'Environnement contribue à l'application de ces mesures d'atténuation des GES par des mécanismes concrets tels que :

- Promotion du Mécanisme de Développement Propre institué par le Protocole de Kyoto;
- Incitation à la réalisation d'inventaires d'émissions de GES, notamment en vue de la taxation de ces émissions;
- Mise sur pied d'un projet de fiscalité verte pour les équipements électriques économes et pour les travaux d'efficacité énergétique dans les bâtiments existants (MEMEE, 2009).

1.3.3 Potentiel en énergies renouvelables au Maroc

Le Maroc a l'avantage de jouir d'un potentiel particulièrement riche en ER par rapport à d'autres pays, notamment l'énergie éolienne et l'énergie solaire. Sur une échelle mondiale, le Maroc occupe la 9^e position pour le solaire, et la 31^e pour l'éolien (Ener Event, 2013).

Le solaire est très important au Maroc. Il s'agit de la source d'énergie renouvelable la plus importante dans le pays. Le rayonnement solaire incident moyen varie de 4,7 à 5,6 kWh par jour et par m², ce qui représente un ensoleillement compris entre 2 800 heures par an pour les régions les moins favorisées et plus de 3 400 heures par an pour les régions les plus ensoleillées (Feki, 2003), offrant un gisement solaire d'une capacité de 20 000 MW (Société d'Investissement Énergétique du Maroc (SIEM), s.d).

Dans l'éolien, le pays dispose d'un gisement important dans ses zones côtières, qui portent sur 3 500 km avec des vitesses de vent supérieur à 6,5 m/s et allant jusqu'à 11 m/s.

Le potentiel technique a été quantifié à plus de 10 000 MW (SIEM, s.d). Toutefois, ce potentiel est limité principalement par la capacité d'intégration au réseau électrique. Cette limite peut être atténuée par de nouveaux investissements visant à renforcer le réseau électrique, mais les contraintes de maintien de la stabilité du réseau, surtout en période de faible charge, sont une réalité incontournable ce qui donne une ressource exploitable de 6 000 MW (Feki, 2003). Les territoires avec le plus de vent se trouvent au niveau des zones côtières du nord et du sud.

- Tanger et Tétouan avec des vitesses moyennes annuelles de l'ordre de 8 à 11 m/s.
- Dakhla, Laâyoune, Tarfaya, Taza et Essaouira avec des vitesses moyennes annuelles de l'ordre de 7 à 8,5 m/s (CDER, s.d).

En général, l'énergie de biomasse a un fort potentiel. Cependant, il faut utiliser cette ressource avec prudence surtout quand il s'agit de biomasse forestière. En effet, l'énergie de biomasse forestière constitue près du tiers de la consommation énergétique totale du pays entraînant une perte de 30 000 ha de forêt par an (FEKI, 2003). Les ressources forestières pouvant être exploitées sont nombreuses : le sous-bois forestier, les copeaux de bois issus de la filière de l'exploitation du bois et des scieries, les nappes alfatières ainsi que le bois de taille en arboriculture et viticulture.

Les biomasses résiduelles des municipalités, du secteur agricole et de l'industrie représentent un bon potentiel de production d'énergie atteignant les 950 MW (SIEM, s.d). Il s'agit des tiges et des feuilles d'après la récolte de nombreuses cultures telles que les céréales, les légumineuses, etc., et des sous-produits de l'agro-industrie comme, les margines issues des 16 000 moulins traditionnels et de 14 huileries modernes, les sous-produits des sucreries, les graines d'arganier, les algues marines, etc. (Groupe Crédit Agricole du Maroc (GCAM), 2011) Ce potentiel est actuellement peu développé au Maroc, toutefois, il commence à retenir l'attention des acteurs nationaux. La biomasse est devenue, dans la plupart des pays, l'une des composantes primordiales de la politique de promotion des ER. Cependant, la demande croissante de biomasse en tant que source d'ER est un sujet controversé : il concerne les objectifs, parfois opposés, de l'agriculture, du développement rural, de la sécurité alimentaire, de l'environnement, du changement climatique et de l'énergie (Lovera, 2012).

Le Maroc possède un faible potentiel en énergie hydraulique. Ceci est dû en partie à la pénurie d'eau que connaît le pays particulièrement dans les régions du sud. L'hydroélectricité est assurée principalement par les barrages. La puissance hydroélectrique installée est de 1 730 MW. Cette puissance sera développée d'ici 2020 pour passer à 2 700 MW par la construction de nouveaux barrages et de stations de transfert d'énergie par pompage (GCAM, 2011).

2. MILIEU RURAL AU MAROC ET IMPACTS DES ÉNERGIES UTILISÉES

La crise de l'énergie dans le milieu urbain a un sens bien différent de la crise de l'énergie dans le milieu rural. En effet, dans le milieu urbain, lorsqu'on parle de crise de l'énergie, on pense plus au prix du pétrole et du gaz alors que dans le milieu rural, c'est plutôt le manque de ressources énergétiques qui est au centre des préoccupations (Bret, 2007). Il s'agit d'une crise très grave, et ce, pour trois principales raisons :

- Elle touche des besoins vitaux : cuire les aliments et chauffer les habitations;
- Elle concerne des effectifs humains considérables (plus de 40 % de la population vit dans le milieu rural) (HCP, s.d.a);
- Elle a des conséquences importantes sur l'environnement (le couvert végétal et les écosystèmes) et sur la santé (inhalation des fumées).

Ainsi, dans le milieu rural, la problématique et les enjeux liés à l'énergie imposent une réflexion profonde sur les vecteurs de changement qui peuvent améliorer les conditions de vie des populations rurales. Le présent chapitre met en exergue la situation du milieu rural au Maroc en précisant le taux de pauvreté, la situation des femmes, l'état des infrastructures, etc. Par la suite, l'accent est mis sur les ressources énergétiques les plus utilisées et leurs impacts sur la population rurale marocaine pauvre.

2.1 Situation du milieu rural et besoins en énergies

Les disparités entre le milieu urbain et le milieu rural comptent parmi les principales contraintes du développement au Maroc. La moyenne marocaine de l'indice de GINI, en 2012, est de 0,395 (Statistiques mondiales, 2013). Les disparités diffèrent aussi d'une région à l'autre (l'indice de GINI varie de 0,31 à 0,47).

En effet, ce n'est que depuis une dizaine d'années que la lutte contre la pauvreté et la réduction des inégalités de développement entre les milieux urbain et rural ont été placées au centre des préoccupations des pouvoirs publics au Maroc.

Une grande partie des Marocains des zones rurales vivent en dessous du seuil de pauvreté. Ce sont les femmes qui sont les plus touchées par le retard que connaît le monde rural tant sur le

plan de l'accès au savoir que sur celui de l'accès aux services de base (électricité, eau, soins de santé et transports, épanouissement personnel, etc.).

Les communautés rurales les plus pauvres se concentrent particulièrement dans les régions du Gharb-Chrarda-Beni Hssen (4), Doukala-Abda (2), Meknès-Tafilalet (9), Marrakech-Tensift-Al Haouz (8) et Souss-Massa-Draâ (13) (Figure 2.1) (AFEFBSM, 2012).

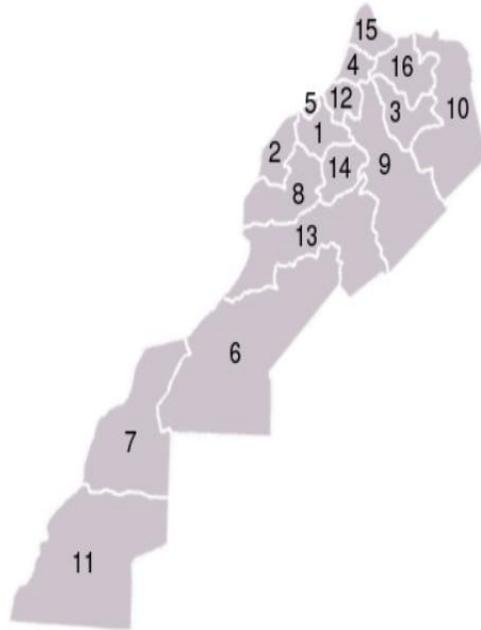


Figure 2.1 : Carte représentant les 16 régions du Maroc (tirée de : Wikimedia Commons, 2011).

D'après le tableau 2.1, ce sont les régions les plus touchées par la pauvreté qui connaissent une forte utilisation des énergies dites « traditionnelles » ainsi qu'un nombre élevé des habitants : plus la population rurale de la région est élevée, plus le taux de pauvreté est élevé, plus l'utilisation des énergies traditionnelles est élevée.

Tableau 2.1 : Taux de pauvreté, de vulnérabilité et indice d'inégalité (Gini) au Maroc par région en 2007 (Compilation d'après : HCP, s.d.e; MEF, 2011 et Fikri Benbrahim *et al.*, 2004).

Région	Taux de pauvreté	Taux de vulnérabilité	Indice de GINI	Population rurale	Population urbaine	Utilisation d'énergie traditionnelle
Régions Sahariennes	4,9	19,6	0,35	232 008	584 992	n.d
Souss-Massa-Draâ	12,1	20,1	0,40	1 843 039	1 270 961	Forte utilisation
Gharb-Chrarda-Beni Hssen	18,5	20,1	0,38	1 079 029	780 971	Forte utilisation
Chaouia-Ouardigha	0,9	20,9	0,31	931 999	724 001	n.d
Marrakech-Tensift-Al Haouz	12,5	18,6	0,42	1 886 287	1 216 713	Forte utilisation
Oriental	8,6	14,5	0,38	734 645	1 183 355	Forte utilisation
Grand Casablanca	3,3	8,1	0,37	305 461	3 325 539	Faible utilisation
Rabat-Salé-Zemmour-Zaër	6,1	11,3	0,46	446 678	1 919 322	Faible utilisation
Doukala-Abda	17,5	22,9	0,40	1 270 004	713 996	n.d
Tadla-Azilal	9,4	19,5	0,34	921 971	529 029	Forte utilisation
Meknès-Tafilalet	12,6	22,6	0,39	939 513	120 2487	Très forte utilisation
Fès-Boulmane	5,2	17,5	0,40	439 316	1 133 684	n.d
Taza-Al Houceima-Taounat	7,35	22,7	0,33	137 0337	436 663	Forte utilisation
Tanger-Tétouan	5,6	15,9	0,47	1 028 079	1 441 921	Très forte utilisation

Vecteur important du développement, l'énergie est indispensable pour améliorer la qualité de vie de la population en général. Une amélioration très considérable a été remarquée, durant les dernières années, dans le milieu rural marocain grâce au Programme d'Électrification Rurale Globale (PERG). Le Maroc est l'un des pays du continent africain où l'électrification rurale est la plus avancée. Cet avancement est observable, et ce, malgré les fortes contraintes géographiques et économiques telles que la dispersion de l'habitat, l'enclavement des régions montagneuses, l'extension du réseau non rentable, etc. Il est à rappeler cependant que l'électricité au Maroc, urbaine et rurale, est basée sur des énergies non renouvelables.

Le PERG a connu une grande réussite; il a permis d'élever le taux d'électrification. Il a également fait passer la moyenne d'électrification du pays de 20 % en 1995 à 96,8 % en 2010 et de 97,4 % en 2011 (Figure 2.2), permettant de couvrir près de 37 623 villages, dont plus de 1,99 million de foyers (MEMEE, 2011). Les personnes n'ayant pas accès à l'électricité ne sont plus qu'environ 351 000. Le PERG a donc contribué à l'amélioration du niveau de confort de la population rurale. Parmi les impacts positifs, on peut citer (La Nouvelle Tribune (LNT), 2012; HCP, 2010) :

- l'amélioration des indicateurs de scolarisation des enfants et le renforcement des services de soins et de santé;
- le ralentissement de 30 % de la fréquence de l'exode rural;
- la création d'activités génératrices de revenus avec l'exploitation de richesses locales ayant permis, entre autres, l'amélioration des conditions de la femme en milieu rural, le développement des activités artisanales, la modernisation de l'agriculture, la petite industrie, les commerces, etc.;
- une meilleure qualité de vie à travers l'acquisition de matériel électroménager, induisant des changements dans les habitudes alimentaires ainsi que l'installation et la modernisation des lieux d'aisance. En l'espace de 11 ans, le taux d'équipement des ménages ruraux a presque doublé pour la télévision (de 42,2 % à 83,5 %), multiplié par dix pour la parabole (de 5,1 % à 52,2 %) et multiplié par neuf pour le réfrigérateur (de 6,5 % à 53,3 %);
- l'accélération d'équipement en systèmes d'adduction en eau potable.

Taux d'électrification rurale

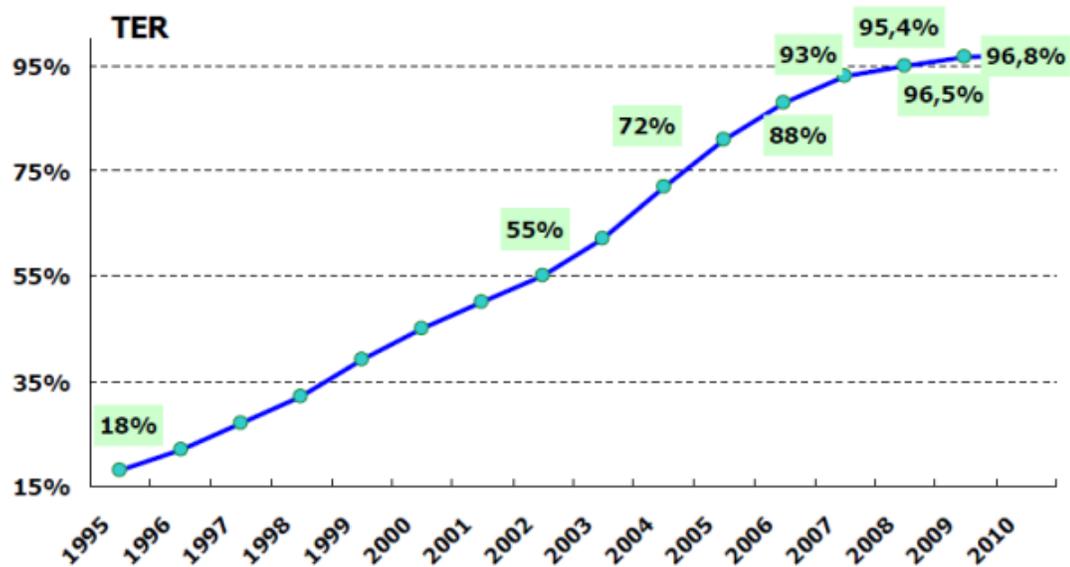


Figure 2.2 : Taux d'électrification rurale au Maroc entre 1995 et 2010 (tirée de : Mouline, 2012, p.8).

Malgré tout l'effort fourni, la situation rurale marocaine quant à la disponibilité de l'énergie reste très critique. Il y a toujours un énorme manque en énergie surtout pour les besoins de chauffage des habitations et de cuisine des ménages. Avec la poussée démographique et les conditions climatiques très rudes en hiver, surtout dans les régions montagneuses, la demande en énergie ne cesse d'augmenter.

Si dans les villes, il y a possibilité d'utiliser le gaz ou l'électricité comme moyen de chauffage, les habitants du milieu rural n'ont ni les moyens financiers, ni les moyens matériaux pour utiliser ces types de chauffage.

« L'électrification rurale est formidable, mais elle apporte l'éclairage, pas de puissance, explique Philippe Leisz, responsable de l'antenne de l'association française Groupe Énergies Renouvelables, Environnement et Solidarités (GERES), au Maroc, la tarification progressive de l'électricité est totalement dissuasive : les habitants de ces villages n'ont pas assez de revenus. » (Chaudier, 2012)

Pour ces gens, la seule ressource pour combattre le froid reste donc le bois. Cette denrée, qui devient de plus en plus rare, reste elle aussi inabordable pour les familles démunies (Mountassir, 2009).

Chaque hiver, des Marocains meurent de froid dans les montagnes de l'Atlas où la température peut atteindre -16°C (Repère médical, 2013). En décembre 2012, cinq jeunes enfants, victimes du froid et du manque d'infrastructures, sont morts à 1 600 mètres d'altitude, au village d'Anfgou. Au cours de l'hiver 2007, plus de 20 enfants sont morts de la même cause, soit l'absence de chauffage, dans le même village (Agence France-Presse (AFP), 2012a; Repère médical, s.d).

La majorité de ces régions montagneuses souffrent de l'isolement et d'un manque d'infrastructures. De plus, la plupart des routes sont impraticables pendant les mois d'hiver. Ainsi la population ne peut même pas avoir accès aux biens de première nécessité. Dans les meilleures conditions, ces biens sont transportés à dos d'âne à travers des routes gelées (TV5 Monde, 2013).

En réponse à cette problématique, le Ministère de la Santé a lancé une campagne visant à fournir une aide médicale et alimentaire pour les régions les plus éloignées et tout cela dans le cadre des efforts déployés pour lutter contre les effets des conditions météorologiques extrêmes et pour améliorer les soins de santé offerts à la population. Cependant, comme le déclare la majorité de la population de ces régions, des couvertures et de l'aide alimentaire ne sont pas suffisantes pour les protéger du froid des hivers à venir (AFP, 2012b).

2.2 Énergies utilisées dans le milieu rural

Au Maroc, l'énergie est un facteur déterminant pour le développement, voire pour la survie des populations rurales (énergie pour la cuisson, pompage de l'eau, chauffage, etc.). Par ailleurs, dans un contexte où la pauvreté reste la règle, la satisfaction des besoins fondamentaux est très souvent limitée par de nombreuses barrières, ce qui décourage le développement local. Deux types d'énergie sont utilisés dans le milieu rural : les énergies conventionnelles et les ER. Les gaz de pétrole liquéfiés (GPL) ainsi que le bois de feu sont cependant les plus utilisés.

2.2.1 Les gaz de pétrole liquéfiés

Les GPL sont des sous-produits obtenus soit à partir du gaz naturel, soit à l'issue du processus de raffinage du pétrole.

Dans l'ensemble du Maroc, ce sont les GPL qui sont les plus utilisés pour les besoins de cuisson et de chauffage. Le gaz butane représente 90 % de la consommation marocaine en GPL. Ce dernier reste une nécessité primaire au pays.

Les GPL représentaient une consommation de deux millions de tonnes par an en 2010, soit 21 % de la consommation des produits pétroliers, occupant ainsi la troisième place après le fioul et le gasoil. Le butane représente à lui seul 18 % de la consommation totale des produits pétroliers contre 6 % seulement en 1980 (Les Afriques, 2011; Berdai, 2007). Il est à noter que l'extension de l'utilisation du butane et le développement de l'infrastructure qui lui est associé, nécessitent un investissement annuel de 500 millions de DH, soit environ 61 millions de \$ CA (1,5 million de nouvelles bouteilles pour renforcer le parc existant de 30 millions de bouteilles de 12 kg et de 3 kg) (Berdai, 2007).

Puisque le butane est considéré comme un produit à caractère social, il bénéficie d'un niveau élevé de subventions étatiques. La subvention par rapport au prix de vente est d'environ 224 % (L'opinion, 2012). Le prix non subventionné de la bouteille de gaz, pour le mois de juin 2012, est d'environ 120 DH (14,65 \$ CA) et le prix subventionné est de 37,56 DH (4,6 \$ CA), ce qui signifie que l'État paye 82,44 DH (10,1 \$ CA) pour chaque bonbonne de 12 kg. Il est à noter que le prix de vente de détail pour les citoyens est de 40 DH (4,9 \$ CA), car il comprend la marge de bénéfice du détaillant, qui est de 2,44 DH (0,3 \$ CA) (Harmach, 2012).

En ce qui concerne le milieu rural, le secteur du GPL connaît une évolution rapide, et ce, dans le cadre de l'énergétisation du monde rural. Ces dernières années, les bouteilles du gaz butane sont mises en vente par les détaillants dans la quasi-totalité des villages et par les grossistes dans les souks hebdomadaires afin d'en assurer la disponibilité à la population (Touzani, 2008).

Le taux de consommation du gaz butane reste encore faible pour deux principales raisons. La première est qu'il n'est pas facile de changer les traditions d'utilisation du bois et la seconde est liée au prix, car malgré les subventions étatiques qui rendent le coût de la bouteille de gaz plus modique, ce prix n'est pas si abordable pour les familles les plus démunies (Leandro Reguillo, 2004). En effet, le seuil de pauvreté rural en 2007 était de 3569 DH (440 \$ CA) par année, soit environ 300 DH (37 \$ CA) par mois, alors que le prix de la bouteille de 12 kg est de 40 DH (4,9 \$ CA) et celui de la bouteille de 3 kg est de 10 DH (1,22 \$ CA) (MEF, 2011).

Si un effort est apporté en matière d'amélioration de la disponibilité des énergies en milieu rural, la butanisation peut être considérée comme une solution intermédiaire, car elle restera à moyen terme limitée par le coût croissant des énergies fossiles. Une amélioration très lente du niveau de vie en milieu rural ainsi qu'un matériel peu sécuritaire devrait découler des efforts mis en place (Réseau International d'Accès aux Énergies Renouvelables (Riaed), 2008). Avant la mise en place du PERG, plusieurs types de combustibles fossiles étaient utilisés dans les demeures rurales non électrifiées surtout pour les besoins d'éclairage. Parmi ces combustibles, on cite le pétrole lampant, le gaz butane, les bougies, etc. (L'Économiste, 1992) Le taux d'utilisation de ces combustibles a largement diminué avec l'électrification.

2.2.2 Le bois de feu

Le bois de feu est la deuxième source d'énergie au Maroc; globalement, elle représente 30 % du bilan énergétique national (Naggar, s.d). Les sources d'énergie traditionnelles (déchets de bois, charbon de bois et de plantes) sont donc largement utilisées, en particulier dans les zones rurales. La consommation totale du bois de feu dans le pays est estimée à 11,3 millions de tonnes, dont 89 % en milieu rural (essentiellement pour les usages de cuisson des plats et du pain, de chauffage de l'eau et des locaux en période hivernale) et 11 % en milieu urbain (notamment pour les hammams, fours et boulangeries) (Touzani, 2008; Moukine Billah, 2012). Notons qu'un four à bois consomme environ 12 kg de bois par jour (Chaudier, 2012).

D'après le HCEFLCD, la moitié du bois consommé (53 % ou 6 millions de tonnes) provient de la forêt. Le reste est fourni par les vergers fruitiers (19 % ou 2,15 millions de tonnes) et des résidus agricoles (28 % ou 3,15 millions de tonnes) (Moukine Billah, 2012). Dans un contexte où la consommation des Marocains est deux fois plus importante que la production du Maroc, l'absence de gestion durable de cette ressource aboutit donc à un déséquilibre entre l'offre et la demande en bois-énergie. En effet, la forêt ne produit que 3 millions de tonnes par an alors que la consommation atteint 6 millions de tonnes. Si on intègre les vergers fruitiers et les résidus agricoles, la consommation totale monte à 11,3 millions de tonnes par an. C'est le prélèvement clandestin ou la filière informelle, matérialisée par les prélèvements directs des populations, soit à titre de droit d'usage, soit sous forme d'enlèvements délictueux qui permet de subvenir aux besoins de la demande (*ibid*).

En raison de cette surconsommation de bois de feu, environ 30 000 à 50 000 ha de forêts disparaissent chaque année (Fritzsche *et al.*, 2011) et cette tendance ne peut que s'aggraver tant que le bois n'aura pas été remplacé par d'autres sources d'énergie en milieu rural. Autre problème, le taux moyen de boisement du pays est de l'ordre de 8 %, ce qui est en deçà du taux optimal (15 à 20 %) nécessaire à l'équilibre écologique et environnemental (Naji, 2010).

Pour remédier à cet état de fait, le HCEFLCD a pris plusieurs mesures que ce soit pour l'offre ou pour la demande. Ainsi, en ce qui concerne l'offre, il y a eu un reboisement de 600 383 ha dont 206 808 ha de reboisement à caractère industriel et énergétique, essentiellement des plantations d'eucalyptus. Le HCEFLCD a aussi procédé à la promotion de la foresterie rurale (boisements villageois, agroforesterie, etc.). Par contre, la plantation d'eucalyptus peut s'avérer quant à elle très problématique. En effet, l'eucalyptus consomme chaque jour son poids en eau, donc plus de 300 litres par jour. Par conséquent, il appauvrit la nappe phréatique ainsi les rivières sont asséchées et les villageois sont privés d'eau potable. On entre alors dans une autre problématique aussi grave que la disponibilité de l'énergie.

Pour ce qui est de la demande, plusieurs actions ont été prises dans le cadre du programme d'utilisation rationnelle du bois de feu. L'objectif de ce Programme mis en place en 2003, par le CDER et le MEMEE, est de préserver les massifs forestiers en intervenant sur la demande de bois de feu en vue de son optimisation (Berdai, 2007). Parmi les principales actions mises en place, on cite :

- l'utilisation rationnelle du bois-énergie par l'introduction de techniques économes en bois en milieu rural (diffusion de fours et de foyers améliorés);
- l'amélioration de l'efficacité énergétique des principaux postes de consommation de bois (chaudières des bains maures, fours de boulangeries, fours de cuisson ménagers...);
- l'introduction des ER en milieu rural (biogaz, solaire, éolien);
- vulgarisation des énergies de substitution au bois-énergie (renforcement de l'utilisation du gaz butane) (Moukine Billah, 2012).

2.3 Impacts de l'utilisation du gaz butane et du bois de feu

Les énergies utilisées dans le milieu rural, principalement le gaz butane et le bois de feu, sont caractérisées par certains impacts économiques, sociaux et environnementaux.

2.3.1 Impacts de l'utilisation du gaz butane

Le gaz butane est une source d'énergie non renouvelable puisqu'il s'agit d'un produit majoritairement issu du pétrole, dont le prix est en croissante augmentation. Au Maroc, l'impact de l'utilisation du gaz butane se fait beaucoup ressentir sur le trésor de l'État, car une subvention est consentie par le royaume depuis plusieurs années pour que la population soit toujours capable d'acheter le gaz. La subvention a atteint 13 milliards DH (1,6 milliard \$ CA) en 2011, ce qui représente plus de 25 % de la charge globale de tous les produits subventionnés (Tantaoui, 2012). Il s'agit bien d'une dépense très lourde qui se répercute sur l'économie nationale à travers une aggravation du déficit commercial.

La consommation du gaz butane ne pèse pas uniquement sur le trésor de l'État, mais aussi sur les revenus de la population. Malgré cette subvention, l'utilisation du gaz de butane reste très onéreuse pour les populations aux revenus limités, particulièrement pour la population rurale pauvre (Riaed, 2008).

Un autre impact négatif de l'utilisation du gaz butane réside dans la nature du système très peu sécuritaire d'approvisionnement des citoyens. Le Maroc ne dispose pas d'un circuit intégré d'approvisionnement en gaz combustible, la distribution en gaz butane est plutôt réalisée par le biais de bouteilles ou de bonbonnes que le citoyen doit chercher lui-même chez l'épicier, principal chaînon entre le conditionneur et le consommateur. Le gaz est un produit à très haut risque, car toute déflagration due à une mauvaise manipulation ou une défaillance de la bouteille peut provoquer de terribles dégâts (Kherrati, 2005). Ainsi, malheureusement, des dizaines de personnes sont victimes chaque année d'une explosion de bouteilles de gaz. La majorité des explosions sont domestiques, mais cela peut arriver aussi dans des écoles, des restaurants, etc. (MAP, 2011; Albayane, 2011).

2.3.2 Impacts de l'utilisation du bois de feu

Malgré le fait que le bois de feu est une source d'ER, l'utilisation non réglementée et sans contrôle de cette dernière peut s'avérer plus dangereuse que l'utilisation des énergies non renouvelables. En effet, la combustion du bois et du charbon de bois n'est pas sans conséquence pour l'environnement et la santé. Il s'agit d'une source importante de pollution atmosphérique. La combustion du bois génère l'émission de plus d'une centaine de contaminants très toxiques

tels que du monoxyde de carbone (CO), des composés organiques volatils (COV), des oxydes d'azote (NOx) et des hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP) (Environnement Canada, 2012). Ces particules très nocives pour la santé provoquent des infections respiratoires, des maladies pulmonaires chroniques, des cancers du poumon et des problèmes de vision. Ce risque pèse surtout sur les femmes et les enfants. Les femmes, car elles s'occupent de la préparation de la nourriture et les jeunes enfants, car ils se trouvent le plus souvent à la maison en compagnie de leur mère (les bébés sont souvent portés sur le dos de leur mère quand elle effectue ses tâches ménagères, y compris l'allumage du four et la préparation des repas) (Bret, 2007). On note aussi qu'en plus de l'émission de fumées nocives pour les utilisatrices et leurs jeunes enfants, les équipements traditionnels (four à pain de type romain, foyer trois pierres, brasero, etc.) se caractérisent par un faible rendement énergétique (5 à 10 %) (Riaed, 2008).

Les femmes sont aussi responsables de la réalisation des coupes et des récoltes de bois. Elles effectuent elles-mêmes le transport du bois sur leur dos ou dans le meilleur des cas à dos de mule ou d'âne. La collecte du bois représente donc une lourde charge physique pour les femmes, vu le poids à transporter et les grandes distances à parcourir (Bret, 2007). Au milieu rural, un ménage consomme une moyenne journalière variant entre 17 kg de bois en zones arides et 51,5 kg en zones montagneuses (Tableau 2.2) (Berdai, 2007), une quantité souvent transportée sur le dos des femmes. Quant à la distance à parcourir pour la récolte du bois, elle est différente d'une région à l'autre ou d'un village à l'autre. La distance peut être inférieure à 5 km dans le cas où les forêts sont à proximité des villages et où le déplacement se fait en général à pied; les femmes et les jeunes filles transportent alors le bois récolté sur leur dos. Entre 5 et 12 km, les paysans les plus aisés payent des gens pour assurer le déplacement en forêt et le ramassage du bois alors que les ménages les plus modestes envoient leurs femmes et leurs filles à pied ou à dos de mule pour la récolte. Finalement, quand la distance est supérieure à 12 km, particulièrement dans le cas des régions arides ou des régions steppiques où règne le froid et où les forêts sont généralement très éloignées des villages, le problème devient de plus en plus épineux pour la population à revenu très faible. La solution est de procéder à l'achat pour pouvoir s'approvisionner en bois; or pour les ménages à faible revenu, les sommes payées pour l'approvisionnement paraissent énormes. La population la plus touchée par le manque de sources d'énergie est la population rurale pauvre qui habite loin des forêts (Benchekroun, s.d).

Tableau 2.2 : Consommation de bois dans 5 zones au Maroc (Compilation d'après : Berdai, 2007 p. 28 et HCP, 2007).

Région	Taux pauvreté	Ville	Taux pauvreté	Consom. kg/foyer/jour	Cuisson pain (%)	Cuisson repas (%)	Chauffage eau (%)	Chauffage habitation (%)
Meknès-Tafilalet	12,6	Ifrane	12,3	51,5	16	11	7	66
Meknès-Tafilalet	12,6	Khénifra	11,0	44,3	20	13	8	59
Tanger-Tétouan	5,6	Chefchaouen	12,7	40,5	18	2	7	73
Taza-Al Hoceima-Taounate	7,35	Taounat	13,2	16	11	5	11	73
Souss-Massa-Drâa	12,1	Taroudant	13,2	17	38	30	19	10

Grâce à sa situation géographique et à la présence des chaînes de montagnes de l'Atlas et du Rif, qui lui confèrent une grande variété bioclimatique, le Maroc comporte une importante diversité bioécologique. La récolte et l'extraction du bois influencent profondément les écosystèmes forestiers, qui sont estimés au nombre de 30 écosystèmes. Les formations forestières boisées couvrent une surface de 5 814 000 ha, incluant des forêts naturelles de feuillus (chêne vert, chêne-liège, chêne tauzin, arganier, caroubier, acacias...) et de résineux (cèdre de l'Atlas, thuya de Berbérie, pin d'Alep, pin maritime, pin noir, genévrier thurifère, genévrier rouge...) (HCEFLCD, 2009). Ce patrimoine vivant est désormais menacé. La forêt marocaine se dégrade et dépérit. Plus de 4000 espèces végétales, dont quelque 500 endémiques, une centaine d'espèces de mammifères, 250 espèces d'oiseaux et 90 espèces de reptiles sont touchées par la déforestation (FAO, 2008; Naji, 2010). Il faut ajouter que dans les montagnes en particulier, les excès de prélèvement sur le couvert végétal ont pour conséquence possible d'intenses érosions ce qui engendre des glissements de terrain. L'ensemble des écosystèmes montagnards se trouve donc fragilisé et le sol en est très appauvri (Benchaabane, s.d).

La déforestation contribue à près de 20 % des émissions globales de GES selon le Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC) (Naji, 2010).

Les impacts de la surexploitation du bois ne s'arrêtent pas là. La déforestation mène à la perte de plusieurs biens et services qu'offre la forêt, ce qui augmente la vulnérabilité des populations face aux changements climatiques (Figure 2.3).

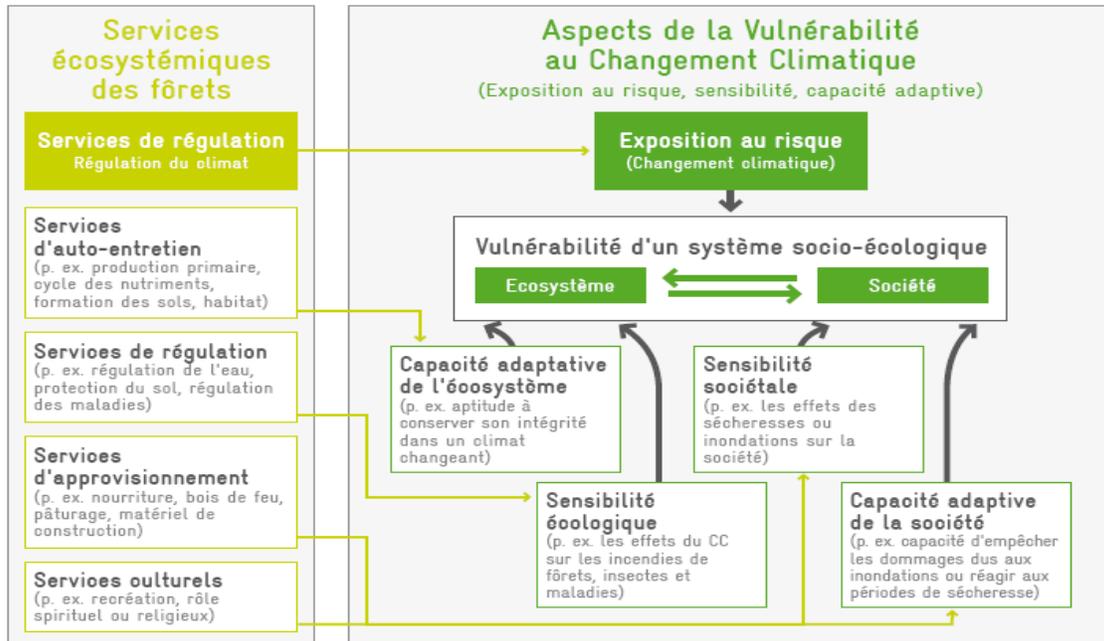


Figure 2.3 : Les écosystèmes forestiers au service du développement et de l'adaptation aux changements climatiques (tirée de : Arib *et al.*, 2012 p.5).

Les politiques d'adaptation du Maroc face aux changements climatiques doivent assurer la préservation de ces forêts et la restauration de forêts dégradées et ce processus sera assuré par la mise en place de solutions immédiates pour les populations pauvres rurales et les populations urbaines dont les besoins de chauffage et de cuisson devront être assurés par les ER.

2.4 Contraintes socio-économiques et culturelles de l'utilisation de l'électricité pour les besoins de cuisson et de chauffage au Maroc

L'option d'assurer la sécurité énergétique de la population marocaine, particulièrement celle de la population rurale pauvre, par l'introduction à la matrice de combustibles fossiles des ER, tel le solaire, l'éolien ou l'hydraulique et le fait qu'au Maroc cette électricité soit déjà fournie et qu'elle n'est pas utilisée pour cuire la nourriture ni pour se chauffer pendant l'hiver. Le bois de feu et le gaz butane représentant toujours les sources d'énergie privilégiées pour ces deux besoins basiques.

Dans les villes, c'est le gaz butane qui est le plus majoritairement utilisé. Le bois de feu et le charbon sont plus utilisés dans les hammams et les fours des quartiers qui assurent quotidiennement la cuisson du pain, le pain aliment de base au Maroc.

Aujourd'hui, dans les magasins d'électroménagers, les types de cuisinières disponibles sont ceux fonctionnant avec le gaz, les cuisinières mixtes et les cuisinières électriques (La vie éco, 2010). Cependant, ce sont les cuisinières à gaz qui sont le plus vendues. Ceci, pour deux principales raisons :

- Le coût :

Le prix des cuisinières à gaz varie entre 1 500 DH et 6 000 DH (184 \$ CA et 734 \$ CA), celui des cuisinières mixtes se situe entre 3 000 DH et 9 000 DH (367 \$ CA et 1100 \$ CA) et celui des cuisinières électriques varie entre 3 000 DH et 5 000 DH (367 \$ CA et 612 \$ CA) (La vie éco, 2010). De plus, le prix du gaz butane subventionné à 224 % par l'État coûte moins cher que l'électricité. Le directeur d'exploitation et des opérations de Théolia, société spécialisée en énergie éolienne, confirme suite à un appel téléphonique qu'au Maroc, un plat cuisiné au gaz coûte beaucoup moins cher qu'un plat cuisiné à l'électricité (Faniar, 2013).

- L'aspect socioculturel :

La nouvelle tendance au Maroc, pour la classe plus aisée, est l'achat de cuisines très modernes toutes équipées dont le coût reste bien évidemment élevé (La vie éco, 2010). Cependant, le choix des fours et des cuisinières reste celui fonctionnant avec le gaz. Pour savoir pourquoi, le mieux aurait été de faire un sondage, mais pour des contraintes de temps et de distance, des forums en ligne marocains ont été visités pour savoir qu'elles sont les principales contraintes socioculturelles qui empêchent l'achat des fours électriques. Par exemple, pour une personne qui demande conseil par rapport à l'achat d'une cuisinière électrique ou au gaz, toutes les personnes en discussion dans le forum lui ont conseillé la cuisinière au gaz. Les principales raisons ressorties sont (anonyme, 2010) :

- Les cuisinières électriques mettent du temps à chauffer et si c'est trop chaud, c'est difficile de baisser la température;
- Les brûleurs à gaz sont simples et efficaces;
- Les plaques à induction des cuisinières électriques abiment rapidement le matériel de cuisine (casserolles, des poêles, des marmites, etc.);
- Un tagine prend plus de trois heures pour cuire sur une cuisinière électrique;

- Les plaques électriques consomment énormément d'énergie, et ça chauffe mal.

À la campagne, les choses sont très différentes notamment pour la classe la plus pauvre. Cette dernière ne va pas penser à utiliser le gaz ou l'électricité, c'est le bois de feu qui est majoritairement utilisé, car il est gratuit (Leandro Reguillo, 2004). En effet, malgré les subventions attribuées au gaz afin de le rendre accessible à la population, ce prix reste élevé pour la population rurale très pauvre, ces derniers vont chercher le bois de feu, une ressource gratuite, mais qui coûte très cher au point de vue du temps, de la perte de biodiversité et les services fournis par les écosystèmes, de l'impact sur la santé et de l'impact sur les changements climatiques.

Avec le programme de butanisation du milieu rural, plusieurs familles commencent à se diriger vers l'utilisation du gaz (Riaed, 2008). Dans ce cas, les moyens ne sont pas disponibles pour acheter une cuisinière. Pour cuisiner, il suffit de fixer un brûleur sur la bouteille de gaz de 3 kg ou, dans le meilleur des cas, il y a l'utilisation d'une petite cuisinière à camping à deux feux (Figure 2.4). Malgré la présence d'une cuisinière à la maison, les habitants continuent tout de même à utiliser le bois de feu, car, dans les douars, chaque demeure a son propre four romain pour faire cuire tous les jours le pain.



Figure 2.4 : Les modes de cuisson les plus utilisés dans le milieu rural (photos prises par Atouk, 2013 et anonyme, 2013b).

Même les familles rurales les plus aisées, qui possèdent un équipement de cuisine moderne, disposent d'un four à bois pour la cuisson du pain. Dans ce cas-ci, ce n'est pas une question de moyens, mais bien une question de goût. Le pain ou les plats cuits sur le bois ou le charbon sont

meilleurs au goût que s'ils sont cuits au gaz. D'ailleurs, même les gens de la ville, quand ils vont en vacances à la campagne, exigent que le pain et les plats soient cuits traditionnellement sur bois ou au charbon.

Dans la campagne comme dans les villes, l'utilisation du bois de feu et du charbon ne peut être bannie complètement surtout par rapport à la cuisson. Il faut préciser que plusieurs plats traditionnels ne peuvent pas être cuits autrement que sur le bois ou le charbon, tel que les méchouis (grillades). Les restaurants les plus populaires du pays sont ceux des méchouis et des tagines qui sont cuits sur le charbon. De la famille la plus riche à la famille la plus pauvre, on retrouve le brasero ou plus connu au Maroc sous le nom du « *Majmar* » une sorte de barbecue traditionnel marocain fait en terre cuite qui sert à faire cuire les tagines, les brochettes et même le thé.

Pour le chauffage, encore une fois, les sources utilisées dans le milieu rural et dans les villes sont différentes. Dans les villes, le client à l'embaras du choix entre le chauffage à gaz, le chauffage soufflant, la cheminée électrique, etc. Cependant, c'est le chauffage à gaz qui est le plus demandé, car il demeure le plus économique, du moins tant que la compensation existera. Ensuite viennent les convecteurs électriques et les climatiseurs réversibles. Ces derniers semblent être, par ailleurs, la solution idéale de par leur double emploi (La vie éco, 2013).

Malgré que le marché note une hausse constante de la demande en chauffage, depuis quelques années, il est peu utilisé au Maroc, soit quelque 50 000 appareils de chauffage vendus chaque année (*ibid*).

En effet, il est certain que c'est le niveau du thermomètre qui détermine la demande : plus il fait froid, mieux les ventes se portent. Mais le principal déterminant reste le coût. Les familles modestes n'ont pas les moyens de se procurer ce bien considéré comme un luxe au Maroc.

Pour le milieu rural, notamment les régions qui connaissent des hivers très rudes, comme sur les montagnes de l'Atlas, le chauffage reste un besoin vital. Dans ces lieux où la population est généralement très pauvre, c'est le bois de feu qui est utilisé (Mountassir, 2009). L'achat et l'installation de chauffage restent très dispendieux pour cette catégorie de population.

3. L'EXPANSION DES ÉNERGIES RENOUVELABLES AU MAROC

Nous avons vu que la dépendance énergétique du pays est estimée à environ 95 %. De plus, l'État est obligé de soutenir le marché des produits pétroliers pour ne pas pénaliser le pouvoir d'achat de ses habitants. Ce soutien impacte encore plus les finances du pays, d'autant que la demande en produits pétroliers ne cesse d'augmenter l'impact sur l'économie nationale est évident, et la caisse de compensation ne pourra pas supporter indéfiniment cette hausse des cours du pétrole. Le déficit de cette caisse est appelé à se creuser davantage s'il n'y a pas adoption d'une nouvelle politique énergétique adéquate et des mesures structurelles et profondes.

Ainsi, ce chapitre vise à définir les démarches et les initiatives entreprises par le royaume pour réduire sa dépendance énergétique et par conséquent pallier le déficit de la balance commerciale.

3.1 Stratégie énergétique nationale, objectifs et orientations

Le secteur énergétique au Maroc occupe une place primordiale, car il s'agit non seulement d'un moteur principal du développement économique, mais aussi d'un facteur important pour le progrès social.

Depuis les années 1990, le Maroc a commencé à adopter certaines réformes pour une meilleure disponibilité et distribution de l'énergie. Tel est le cas de l'adoption de la politique générale de libéralisation et d'ouverture progressives de l'économie marocaine, pour mieux l'intégrer dans le marché international et l'espace euro-méditerranéen. Ainsi, le raffinage et la distribution des produits pétroliers ont été privatisés, la production indépendante de l'électricité a été introduite et la gestion de la distribution de l'électricité et de l'eau a été concédée à des opérateurs privés dans plusieurs grandes villes (MEMEE, 2010a). Cependant, cela reste très insuffisant et ne règle pas le problème de la dépendance énergétique du pays ni allège sa très lourde facture pétrolière.

Pour pallier ce problème, une nouvelle stratégie énergétique fut adoptée en mars 2009.

« ... il faudrait susciter une forte adhésion en faveur de la mise en œuvre de la stratégie d'efficacité énergétique, notamment à travers le développement des énergies renouvelables et propres. Pour ce faire, il importe de poursuivre

l'exploitation optimale de l'énergie éolienne et de généraliser l'implantation des stations y afférentes dans toutes les régions appropriées, sur le Royaume. De même qu'il est nécessaire de donner une forte impulsion au décollage de notre grand projet de production d'énergie solaire, pour lequel nous avons institué une agence spécialisée et affecté des investissements colossaux. Nous appelons donc à l'intensification des efforts pour promouvoir des partenariats fructueux, en vue de la réalisation de ce projet pionnier, d'une envergure internationale... » Discours du Trône du 30 juillet 2010, Roi Mohammed VI (MEMEE, 2010a).

La nouvelle stratégie énergétique nationale vise quatre objectifs fondamentaux (MEMEE, 2011 b) :

- La sécurité d'approvisionnement et la disponibilité de l'énergie;
- L'accès généralisé à l'énergie à des prix raisonnables;
- La maîtrise de la demande;
- La préservation de l'environnement.

Ces objectifs ne peuvent être atteints que par la considération des quatre orientations stratégiques définies par la nouvelle stratégie énergétique (*ibid*) :

- Un mix diversifié et optimisé autour de choix technologiques fiables et compétitifs;
- Une mobilisation des ressources nationales par la montée en puissance des énergies renouvelables (2 GW solaire, 2 GW éolien et 2 GW hydraulique). La part des ER dans la production électrique devrait atteindre 42 % en 2020 (Figure 3.1);
- Une efficacité énergétique érigée en priorité nationale;
- Une intégration régionale à travers le renforcement de l'interconnexion et de la coopération régionale (Mouline, 2012).

EVOLUTION DE LA PUISSANCE INSTALLÉE

en %	2009	2015	2020	Part des EnR ¹
Charbon	29%	35%	27%	
Fuel	27%	19%	10%	
Gaz	11%	8%	21%	
Hydraulique	29%	21%	14%	
Solaire	0%	5%	14%	
Eolien	4%	12%	14%	

42%

Figure 3.1 : Tableau démontrant l'évolution de la puissance installée de différents types d'énergies entre 2009 et 2020 (tirée de : Mouline, 2012, p.19).

La stratégie énergétique nationale se traduit par la mise en œuvre de plans d'action à court, à moyen et à long terme (Benkhadra, 2010).

La vision à court terme (2009-2012) - se caractérise par la réalisation du Plan National des Actions Prioritaires (PNAP) : Équilibre offre/demande électrique. Ce dernier vise le renforcement de la capacité de production électrique et l'amélioration de l'efficacité énergétique.

La vision à moyen terme (2013-2019) - adoption d'un mix énergétique basé sur des technologies robustes et économiques (charbon, montée en puissance des ER et développement du gaz).

Vision à long terme (2020-2030) - développement des options de remplacement des produits pétroliers : électronucléaire, schistes bitumineux, biocarburants, etc.

Il est à signaler que la mise en œuvre de cette stratégie sera réalisée par l'approfondissement des réformes du secteur énergétique par : la rénovation du dispositif législatif et réglementaire, la mise en place d'une nouvelle gouvernance à travers sa réorganisation et l'instauration de règles de transparence et de concurrence pour assurer une meilleure visibilité aux opérateurs et aux consommateurs (MEMEE, 2010a).

Notons que le Maroc possède plusieurs atouts pour le développement des énergies renouvelables. Parmi ces atouts, on peut citer (MEMEE, 2011 b) :

- Potentiel considérable en énergie renouvelable;
- Infrastructure énergétique de transit développée;
- Capacité à réaliser de grands projets;
- Cadre législatif et institutionnel attractif;
- Potentiel important de croissance de la demande.

Le Maroc souhaite donc tirer profit de ces atouts pour que dès 2020, 42 % de la puissance énergétique installée dans le pays soit de source renouvelable.

L'adoption de la nouvelle stratégie énergétique a donné ses premiers fruits. D'après le bilan des réalisations 2009-2011, le Maroc a installé près de 1100 MW depuis 2009, pour un investissement de 12 milliards de DH (1,4 milliard de \$ CA) (Figure 3.2). Le pays a aussi mené des projets de réhabilitation sur 2350 MW, pour un budget de 2,5 milliards de DH (305 millions de \$ CA).

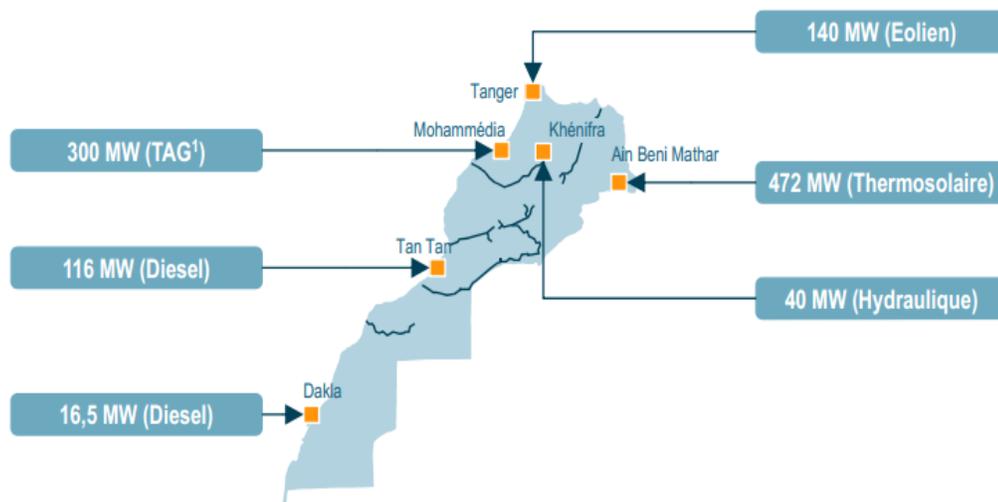


Figure 3.2 : Projets réalisés en 2009-2010 dans le cadre de la nouvelle stratégie énergétique (tirée de : MEMEE, 2011, p.24).

En ce qui a trait à la gestion de la demande, pour faciliter l'équilibre offre/demande sur le court terme, des mesures de rationalisation de l'utilisation de l'énergie ont été mises en œuvre (Tableau 3.1).

Tableau 3.1 : Principales actions relatives au renforcement de la gestion de la demande
(Inspiré de : MEMEE, 2011, p.27).

Actions	Application	Impacts
Lampes basse consommation (LBC)	-4,6 millions de LBC mis en place -10 millions en cours de distribution	- Économie : 172 MW (écrêtement de la pointe) -Économie d'énergie cumulée 591 GWH
Tarif « 20-20 »	Mise en place d'une tarification sociale et incitative de type « 20 - 20 » (Rabais de 20 % en cas de baisse de la consommation de 20 %).	Économie : 1 474 GWH
Batterie de condensateurs	248 Batteries installées (MVAR)	Gain en puissance : 30 MW
Efficacité énergétique	Programme national d'efficacité énergétique : plusieurs actions entreprises avec les départements ministériels (habitat, industrie, transport) et les régions.	Économie escomptée : 12 % en 2020.
TARIF SUPER POINTE	Tarif optionnel pour les industriels THT – HT incitant les clients THT à s'effacer pendant les appels de puissance.	Économie : 76 MW d'effacement pendant la pointe.
GMT+1 (heure d'été)	Passage à GMT +1 Adopté depuis le 1er juin 2008.	Économie : 80 MW d'effacement pendant la pointe.

3.2 Stratégie énergétique nationale, cadre légal et institutionnel

La mise en œuvre de la nouvelle stratégie énergétique s'appuie sur trois axes d'accompagnement d'ordre institutionnel et juridique soit la réglementation et la législation, l'appui financier et les structures de mise en œuvre.

3.2.1 Réglementation et législation

Depuis 2009, un corpus de textes législatifs et réglementaires a été établi pour servir de socle à la mise en œuvre de la nouvelle stratégie énergétique.

Loi 13-09 relative aux énergies renouvelables : La présente loi intervient en vue de développer et d'adapter le secteur des ER aux évolutions technologiques futures et, même d'encourager les initiatives privées. Cette loi instaure un cadre juridique offrant des perspectives de réalisation et d'exploitation d'installations de production d'énergie électrique à partir de sources d'énergies renouvelables par des personnes physiques ou morales, publiques ou privées, en précisant en particulier les principes généraux qu'elles doivent suivre et le régime juridique applicable, y compris pour la commercialisation et l'exportation (MEMEE, 2010c).

Loi 16-09 relative à l'Agence Nationale pour le Développement des Énergies Renouvelables et de l'Efficacité Énergétique (ADEREE) : Selon cette loi, l'ADEREE a pour mission de contribuer à la mise en œuvre de la politique gouvernementale en matière d'ER et d'efficacité énergétique. Pour ce faire, elle doit proposer un plan national et des plans sectoriels et régionaux de développement, réaliser des programmes de développement dans les domaines des ER, de l'efficacité énergétique, ainsi que de la préservation de l'environnement. Elle doit finalement identifier la cartographie des ressources en ER, le potentiel d'efficacité énergétique ainsi que les zones du territoire national destinées à recevoir les projets de production d'énergie électrique à partir des sources éolienne et solaire conformément à la législation en vigueur (MEMEE, 2010d).

Loi 57-09 relative à la création de la « Moroccan Agency for Solar Energy » : La « Moroccan Agency for Solar Energy » (MASEN) a été créée en vertu de la présente loi. L'agence a pour mission l'étude et la conception de projets solaires dans les zones du territoire national aptes à abriter ces projets. La MASEN doit également se charger de la promotion, du placement, du financement et de la réalisation de projets solaires, contribuer au développement de l'expertise, de la recherche et de l'industrie solaire ainsi que piloter et assurer le suivi de la mise en œuvre du programme solaire (MEMEE, 2010e).

Loi 47-09 relative à l'Efficacité Énergétique : Cette loi adoptée le 22 septembre 2011, vise à augmenter l'efficacité énergétique lors de l'utilisation des ressources énergétiques, alléger la pression de l'énergie sur l'économie nationale et à contribuer au DD. Elle prône également la mise en place d'un code de conduite énergétique, le soutien et le développement des chauffe-eaux solaires, la généralisation de l'utilisation des lampes économiques et des équipements appropriés pour l'éclairage public (MAP, 2011).

3.2.2 Appui financier

Pour soutenir la stratégie énergétique nationale, un fonds de 1 milliard de \$ US a été créé. L'appui financier a pour objectifs de renforcer et de préserver les capacités de production à partir des sources énergétiques locales et notamment renouvelables, d'apporter un appui financier aux projets d'efficacité énergétique et de soutenir les entreprises de services énergétiques (MEMEE, 2011b).

3.2.3 Structures de mise en œuvre

Deux organismes ont été créés en 2010 pour faciliter la mise en œuvre de la stratégie énergétique nationale. La Société d'Investissements Énergétiques du Maroc, créée en février 2010 et la MASEN créée en janvier 2010 (MEMEE, 2011b).

3.3 Les ER de la nouvelle stratégie énergétique - Plans et projets

Le Maroc souhaite sécuriser son approvisionnement en misant sur plusieurs sources énergétiques : gaz naturel, charbon, éolien, solaire, hydraulique, etc.

Afin de réaliser cet objectif, plusieurs projets visant la production des ER ont été et sont en cours de développement.

3.3.1 Énergie solaire – projets en cours

Sur Terre, il existe trois grands types d'énergies solaires, soit l'énergie passive, l'énergie photovoltaïque et l'énergie thermodynamique.

- L'énergie passive :

Ce type d'énergie est principalement utilisé pour le chauffage, pour l'éclairage naturel et la climatisation des locaux.

Le fonctionnement de l'énergie passive est très simple. Il suffit que l'énergie lumineuse du soleil pénètre à l'intérieur des pièces par les fenêtres pour qu'elle soit absorbée par les murs, les meubles et les planchers qui vont la rejeter sous forme de chaleur (Darier, 2011).

- L'énergie photovoltaïque :

Selon la définition de l'Observatoire des ER, l'énergie solaire photovoltaïque provient de la conversion de la lumière du soleil en électricité au sein de matériaux semi-conducteurs (cellules photovoltaïques). Ces matériaux photosensibles ont la propriété de libérer leurs électrons sous l'influence d'une énergie extérieure. C'est le seul moyen connu pour convertir directement l'énergie lumineuse produite par le soleil en électricité. Un générateur solaire photovoltaïque est composé de modules photovoltaïques eux-mêmes composés de cellules photovoltaïques connectées entre elles. Les cellules connectées sont encapsulées entre deux lames de verre (ou de verre et de plastique) pour former un module (ou panneau) photovoltaïque.

Le rendement de conversion de l'énergie lumineuse est d'environ 12 % (ceci correspond à l'énergie récupérée en électricité par rapport à l'énergie lumineuse incidente) et les performances d'une installation photovoltaïque dépendent de l'orientation des panneaux solaires et des zones d'ensoleillement. Notons que l'électricité produite à partir de l'énergie solaire photovoltaïque est disponible sous forme d'électricité directe, stockée en batteries (énergie électrique décentralisée) ou encore injectée dans le réseau (Observ'ER, 2007).

- L'énergie thermodynamique :

Alors que pour le photovoltaïque, le rayonnement solaire est directement converti en électricité, l'énergie solaire thermodynamique convertit dans un premier temps le rayonnement solaire en chaleur par la suite fait intervenir un organe de conversion électrique. L'énergie solaire thermodynamique permet donc de produire de l'électricité et d'accumuler l'énergie thermique nécessaire à cette production dans des centrales solaires à concentration pendant plusieurs heures après le coucher du soleil.

Le principe de l'énergie solaire thermodynamique est de concentrer la chaleur du soleil par des miroirs pour chauffer un fluide haute température, ou fluide caloporteur (de 500 °C à 1200 °C), afin de générer de la vapeur par échange thermique pour ensuite produire de l'électricité au moyen d'une turbine.

Le fluide utilisé peut conserver sa chaleur pendant plusieurs heures après le coucher du soleil, ce qui permet de produire de l'électricité en début de soirée, au moment où la consommation est la plus importante.

Le rendement moyen de production d'électricité varie fortement selon la température : pour les plus basses températures, il est de l'ordre de 8 à 10 % et, pour les plus hautes températures, il peut dépasser 30 %. Il s'agit donc d'un système qui fonctionne mieux dans les pays à fort ensoleillement (Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Énergie (ADEME), s.d).

➤ Les principaux projets solaires au Maroc :

Avec 3000 heures d'ensoleillement par an, le solaire constitue le principal potentiel énergétique au Maroc. Ce gisement solaire a été très peu utilisé jusqu'aux dernières années. Comme on peut l'observer dans la figure 3.3, les projets courants dédiés à l'électrification rurale sont très

modestes et n'exploitent pas ce gisement. Par contre, depuis 2010 on peut observer sur cette même carte la localisation des grands projets solaires qui cherchent à profiter de ce potentiel solaire unique qu'offre le Maroc.

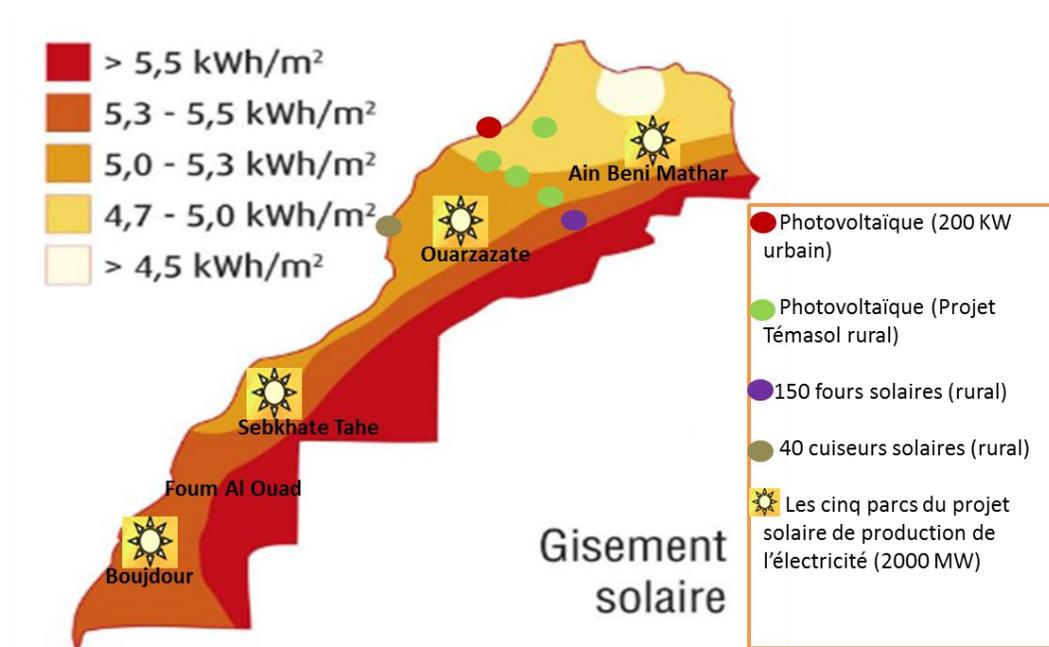


Figure 3.3 : Carte présentant le gisement solaire du Maroc ainsi que les projets solaires les plus importants (inspirée de SIEM, s.d).

Avant 2010, plusieurs petits projets solaires ont été mis en place, notamment dans le cadre du PERG. Parmi ces projets on peut citer (Salon des énergies renouvelables (SER), 2011; Témassol, s.d) :

➤ **Projet solaire photovoltaïque non connecté au réseau :**

Il s'agit de l'électrification de 3163 douars comportant 44 719 foyers par kits solaires individuels dans le cadre du PERG en 2007. Cependant, il est à rappeler que la population rurale marocaine est de 13 437 000 habitants et donc l'installation de kits solaires individuels dans 44 719 foyers ne représente que 0,3 % de la population desservi par le photovoltaïque non connecté au réseau.

➤ **Projet solaire photovoltaïque connecté au réseau :**

Installation Tit Mellil de la centrale constituée de 1024 panneaux solaires d'une puissance totale de l'ordre de 50 kW et inaugurée en 2007. Cette centrale débite l'énergie produite sur le réseau national. Une centrale de 150 kW a été aussi installée à l'aéroport Mohamed V à Casablanca.

➤ **Projet TEMASOL pour l'électrification rurale :**

Il s'agit d'une vente de services énergétiques domestiques basés sur des kits photovoltaïques pour les populations rurales des provinces de Settat, Khouribga, Khénifra et Khemisset. Près de 16 000 ménages sont concernés par ce projet, soit environ 100 000 personnes.

➤ **Distribution de cuiseurs et de fours solaires auprès des populations rurales :**

Des cuiseurs solaires ont été distribués à 40 ménages dans la région d'Essaouira dans le cadre de la protection de l'Arganier.

En 2011, 150 fours solaires ont été distribués aux ménages du village d'Ait Ouffi à proximité de Dades Boulmane dans le but de protéger le Genévrier et d'améliorer les conditions de vie des femmes du village qui partaient quotidiennement pendant la nuit à la recherche du bois.

La mise en place et la réussite de ces projets ont contribué à l'amélioration des conditions de vie de plusieurs ménages marocains. Cependant, la population bénéficiaire ne représente qu'un faible pourcentage de l'ensemble de la population rurale. D'autre part, afin de diminuer sa dépendance énergétique le pays entend utiliser les ressources renouvelables en visant des projets de plus grandes envergures. Le Maroc a donc lancé en novembre 2009 le Plan Solaire marocain (PSM), un programme intégré et volontariste de production d'électricité à partir de l'énergie solaire. Ce programme a pour objectif de fournir une capacité minimale de 2000 MW d'ici l'an 2020. Cet ambitieux projet orchestré par MASEN porte sur la création de cinq parcs d'énergie solaire d'une superficie totale de 10 000 ha (MASEN, s.d). Deux types d'énergie solaire seront installés dans chacun des parcs, soit le solaire photovoltaïque et le solaire thermique (Tableau 3.2). La mise en service de la première centrale (Ouarzazate) est prévue pour l'année 2015 alors que celle de l'ensemble des centrales est prévue pour la fin de 2019. Les cinq parcs se situent dans les villes suivantes.

Tableau 3.2 : Caractéristiques des cinq parcs du projet solaire de production d'électricité
(inspiré de : ONEE, s.d, p. 5-9).

Site	Puissance (MW)	Superficie (ha)	Production (GWh/an)	Rayonnement solaire annuel (KWh/m ² /an)	Date de mise en service
Ouarzazate	500	2500	1150	2635	2015
Tarfaya (Sabkhat Tah)	500	2500	1140	2140	2019
Boujdour	100	500	230	2642	2019
Laâyoune (Foum Al Quad)	500	2500	1150	2628	2019
Aïn Béni Mahtar	400	2000	835	2290	2019

Le projet vise la mise en place, en 2020, d'une capacité de production de 2000 MW, soit 38 % de la puissance installée à la fin 2008 et 14 % de la puissance électrique à l'horizon 2020. Son coût est estimé à 70 milliards DH (8,6 milliards \$ CA) et est supporté par l'État, le Fonds Hassan II pour le développement économique et social, l'Office national de l'eau et de l'électricité (ONEE) et la SIEM (GCAM, 2011).

À terme, ce projet permettra d'économiser en combustible 1 million de tep, soit une économie de 500 à 700 millions \$ US par an, et participera à la préservation de l'environnement par la limitation des émissions de GES (l'émission de 3,7 millions de tonnes de CO₂ par an sera évitée) (ONEE, 2009).

3.3.2 Énergie éolienne – projets en cours

L'énergie éolienne est l'énergie produite par le vent. Cette énergie renouvelable est produite par la force que le vent exerce sur les pales d'une hélice. Cette hélice peut être reliée soit à des systèmes mécaniques, soit à un générateur qui transforme l'énergie mécanique en énergie électrique (Bellini *et al.*, 2012).

Toujours dans le cadre de la nouvelle stratégie énergétique, le Maroc s'engage dans un vaste programme éolien, pour accompagner le développement des ER et de l'efficacité énergétique dans le pays.

Ce programme éolien, dont fait partie le Projet Marocain Intégré de l'Énergie Éolienne (PMIEE), s'étale sur une période de 10 ans pour un investissement total estimé à 31,5 milliards DH (3,85 milliards \$ CA). Le projet permettra au pays de porter la puissance électrique installée d'origine éolienne de 280 MW en 2010 à 2000 MW à l'horizon 2020 (38 % de la puissance installée en 2008), soit le développement de 1720 MW de nouveaux parcs éoliens. Ce grand projet permettra d'économiser annuellement 1,5 million de tep de combustibles, soit 750 millions de \$ US, et éviter l'émission de 5,6 millions de tonnes de CO₂ par année (Agence Marocaine de Développement et des Investissements (AMDI), s.d).

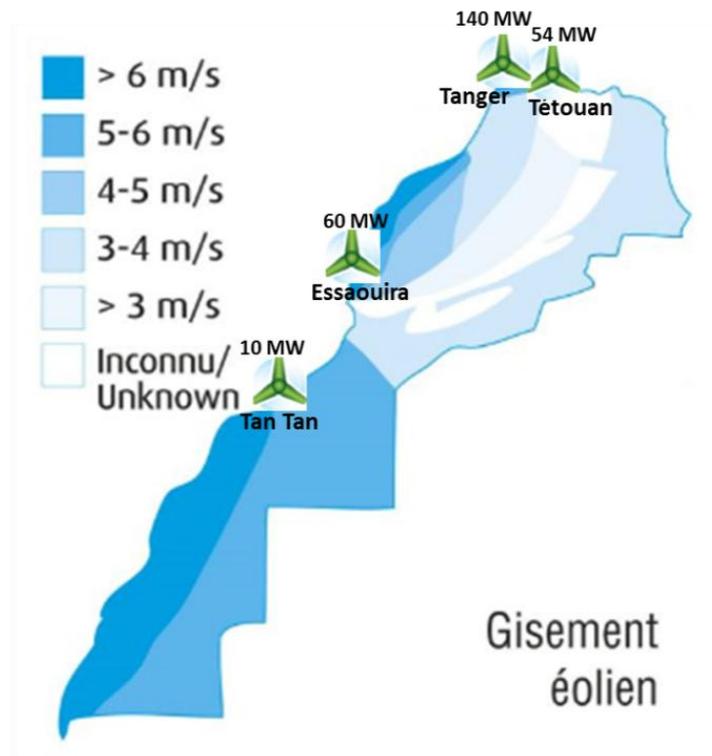


Figure 3.4 : Carte présentant le gisement éolien du Maroc ainsi que les projets éoliens les plus importants (inspirée de SIEM, s.d).

Plusieurs projets éoliens ont déjà été mis en place pendant les dix dernières années. Les plus importants sont (Figure 3.4) :

➤ Parc Koudia El Baida ou Abdelkhalak Torres :

Mis en service en août 2000, le parc Koudia El Baida, à proximité de la ville de Tétouan, est d'une puissance de 54 MW avec une production annuelle de 226 GWh d'électricité.

➤ Parc Dahr Saadane :

Situé à Tanger et mis en production le 28 juin 2010, le Parc éolien de Tanger est d'une puissance de 140 MW.

➤ Projet de dessalement d'eau de mer par énergie éolienne :

L'Office National de l'Eau Potable a construit une station de dessalement de 70 l/s couplée à un parc éolien de 10 MW à Tan-Tan.

➤ Parc d'Essaouira :

Implanté sur le site de Cap Sim à 15 km au sud de la ville d'Essaouira, le parc éolien est d'une puissance installée de 60 MW. Le parc a été mis en service en 2007 et la production annuelle en électricité est de 200 GWh (Mouline, 2007; MEMEE, s.d).

D'autres projets ambitieux sont en cours de développement ou en cours d'étude on cite : 300 MW à Tarfaya, 200 MW à Akhfenir, 50 MW à Bab El Oued, 50 MW à Haouma 120 MW à Jbel Khalladi, 150 MW à Tanger 2, 300 MW à Koudia El Baida 2, 150 MW à Taza, 300 MW à Tiskrad et 100 MW à Boujdour (AMD, s.d).

3.3.3 Énergie hydroélectrique – projets en cours

L'énergie hydraulique est une ER qui utilise les chutes d'eau naturelles (cascades) ou artificielles (barrages hydroélectriques). Les centrales hydrauliques produisent de l'énergie mécanique convertie la plupart du temps en électricité (hydroélectricité).

Malgré qu'elle soit moins médiatisée que l'éolien et le solaire, l'énergie hydroélectrique se trouve aussi une place de choix dans le développement des ER. En effet, comme pour l'éolien et le solaire, 14 % de la production énergétique nationale proviendra de l'énergie hydraulique à l'horizon 2020. La puissance hydroélectrique installée sera portée de 1730 MW en 2008 à 2700 MW en 2020 par la construction de nouveaux barrages et stations de transfert d'énergie par pompage (STEP) (GCAM, 2011).

Afin d'atteindre ce but, plusieurs projets sont en cours de développement dont les plus importants sont : le programme des microcentrales hydrauliques (MCH), la STEP d'Abdelmoumen et le complexe hydroélectrique M'dez El Menzel.

Malgré l'importante infrastructure hydraulique constituée de 128 grands barrages totalisant une capacité de près de 17 milliards de m³ et de plusieurs milliers de forages et de puits captant les eaux souterraines, ce type d'énergie doit être pris avec beaucoup de prudence. Le Maroc est aujourd'hui classé pays à stress hydrique, il est donc menacé par une grave pénurie d'eau. Sous l'effet négatif des changements climatiques sur le régime des précipitations, la moyenne nationale des apports en eau de surface aux sites de barrages a chuté de l'ordre de 20 % entre 1987 et 2007 (Berdai, 2007).

3.3.4 Biomasse – projets en cours

Selon la définition adoptée par la Convention-cadre des Nations Unies sur les changements climatiques, la biomasse est une matière organique non fossile et biodégradable provenant de plantes, d'animaux et de micro-organismes. Ceci inclut également les produits, les sous-produits, les résidus et les déchets de l'agriculture, de la sylviculture et des industries liées au secteur agricole, ainsi que des fractions non fossiles et biodégradables des déchets industriels et municipaux (ADEREE, s.da).

En plus du solaire, de l'éolien et de l'hydraulique, le processus de diversification des ressources énergétiques au Maroc concerne aussi la biomasse. Le Maroc dispose d'un potentiel de biomasse considérable avec un domaine forestier avoisinant les 9 millions ha, une surface agricole de près de 9 000 000 ha et un cheptel avoisinant les 7 millions d'unités de grand bétail. Toutefois, seul le bois est aujourd'hui mobilisé. En général, les ressources de biomasse sont utilisées de manière anarchique : le bois est surexploité et les autres composantes de la biomasse sont sous-estimées (Bar-hout, 2012).

Afin de mieux organiser l'exploitation de la biomasse, la Commission développement durable de la confédération générale des entreprises du Maroc (CGEM) a pour objectif d'identifier le potentiel de biomasse de chacune des régions du Maroc. Jusqu'à présent, deux régions à vocation agricole ont étudié afin de déterminer leur potentiel énergétique de biomasse. Il s'agit de la région du nord ainsi que celle du Souss-Massa-Drâa.

Ces deux régions génèrent respectivement des déchets agricoles de l'ordre de 1,3 million tonnes par an et de 8 198 tonnes par an. La valorisation de ces déchets fait ressortir un potentiel de 417 806 MWh dans la région du nord, soit une économie de 0,33 million de tonnes de pétrole. Par ailleurs, même si le potentiel existe, cela ne veut pas dire qu'il est exploitable. Les coûts ainsi que les rentabilités sont à déterminer (Bar-hout, 2012).

Quelques projets sont en cours de réalisation pour la promotion de l'exploitation de la biomasse comme source énergétique, les plus importants sont (ADEREE, s.d.a; Thiam, 2011) :

- Programme de diffusion du biogaz dans la région du Souss-Massa diffusion des digesteurs agricoles;
- Programme de mise à niveau énergétique des hammams;
- Développements de nouvelles technologies (Algo carburants).

3.4 Modes d'électrification rurale et état du réseau électrique marocain

Au niveau rural, il existe deux types d'électrification. Le mode d'électrification raccordée au réseau et le mode d'électrification hors réseau ou décentralisée. Ce dernier concerne essentiellement les villages caractérisés par des habitations dispersées dont le coût de raccordement au réseau interconnecté est prohibitif.

Selon la base de données de l'ONEE, 150 000 foyers ruraux sont concernés par ce mode d'électrification hors réseau (ONEE, 2013).

Les techniques utilisées pour l'électrification décentralisée sont :

- Les systèmes photovoltaïques;
- Les microcentrales hydrauliques;
- Les groupes électrogènes;
- Les systèmes éoliens;
- Les systèmes hybrides.

Le réseau électrique marocain est en très mauvais état ces dernières années. Il présente des problèmes importants de fonctionnement (saturation, surcharges, augmentation du niveau des pertes, dégradation du niveau de sécurité de la fourniture) qui sont dus principalement à la structure du réseau très haute tension (THT) et haute tension (HT). Compte tenu de cette

situation critique et pour faire face à l'évolution de la demande en énergie électrique, un schéma de renforcement du réseau de transport a été élaboré par l'ONEE. Partant de ce schéma, un programme de développement et de renforcement du réseau, étalé sur six ans (2008-2013) a été préparé (ONEE, 2009). Ce programme permettra d'améliorer l'état du réseau électrique nationale afin d'assurer la fourniture d'électricité dans les conditions de fiabilité et de sécurité requises. Le programme est également conçu pour minimiser les pertes de transport d'énergie des sites de production vers le réseau de distribution. La réduction des pertes d'électricité permettra d'économiser 376 GWh et d'éviter le rejet dans l'atmosphère de 183 000 t éq CO₂ par an (Riaed, 2009).

Le développement du réseau de transport d'électricité et des interconnexions vise également le développement des échanges régionaux d'énergie électrique, le renforcement de la sécurité d'alimentation du pays en électricité et son intégration dans le marché Euro-Maghrébin (Banque Africaine de Développement (BAD), 2011).

4. ANALYSE COMPARATIVE DE TROIS PROJETS D'ÉNERGIES RENOUVELABLES

Comme on a pu le voir dans les chapitres précédents, le Maroc mise actuellement sur deux types d'ER, soit le solaire et l'éolien, vu l'excellent potentiel de ces énergies dans le pays. De plus, compte tenu de sa proximité avec l'Espagne (14 km), le pays possède la seule interconnexion électrique efficace avec l'Union européenne (UE) dans la région (De Arce *et al.*, 2012). Malgré la pénurie d'eau, l'énergie hydraulique occupe une place assez importante : il s'agit de la première ER à laquelle de l'importance a été accordée durant les dernières années avec la mise en place des barrages.

Ce quatrième chapitre cherche à analyser trois projets d'ER. Ces projets porteront sur l'énergie éolienne, l'énergie solaire ainsi que l'énergie hydraulique. Assurer une indépendance énergétique et répondre à la demande nationale croissante en énergie sont deux objectifs très importants; cependant, le développement socio-économique des populations locales ainsi que la réduction des GES sont également cruciaux. En effet, l'application de techniques de production d'ER n'a de sens que si elle s'intègre dans le cadre d'un DD d'une région et qu'elle contribue à l'amélioration des conditions de vie et des revenus des populations locales.

4.1 Sélection des projets

Une attention particulière a été portée au choix des projets qui détermine la pertinence de la présente analyse. Plusieurs recherches ont été effectuées pour sélectionner les projets à analyser. Il a pu ressortir des recherches plusieurs projets d'ER. Cependant, pour faire le choix final approprié qui permettra une analyse qui concorde avec les objectifs de l'essai, certains critères ont été posés. Les trois projets choisis pour l'analyse doivent donc respecter les critères suivants :

- Le projet doit s'inscrire dans le cadre de la nouvelle stratégie énergétique marocaine;
- Le projet doit être mis en place dans ou à proximité d'un milieu rural, afin qu'il participe au développement socio-économique de ce dernier;
- Le projet doit être de grande envergure pour que la diminution de l'importation du pétrole soit significative;
- Les problématiques ciblées doivent être les mêmes pour les trois projets, soit le développement économique et social de la région, incluant l'amélioration du niveau de vie

de la population locale, la participation à la réduction de l'importation des combustibles fossiles pour atténuer le déficit de la balance commerciale et la participation à la réduction des émissions des GES.

Les trois études de cas choisies doivent également intervenir directement ou indirectement dans la réduction de la vulnérabilité des populations locales face aux changements climatiques.

4.2 But d'analyse

Après avoir choisi les trois études de cas à analyser, une description sera faite en faisant ressortir les obstacles de mise en place de chacun. Par la suite, les trois projets vont être analysés en se basant sur une grille d'analyse multicritères. Les résultats de la grille d'analyse seront discutés pour répondre à certaines questions : quel type d'ER semble le plus adapté et le plus profitable pour le pays d'un point de vue économique, social et environnemental? Laquelle de ces techniques de production d'ER semble apporter les meilleures solutions par rapport à l'amélioration du niveau de vie de la population rurale pauvre? Dans quelle mesure les projets peuvent-ils participer à la diminution des GES et à l'atténuation de la vulnérabilité des populations locales face aux changements climatiques, et à quel degré ces mêmes projets peuvent-ils participer à la diminution de l'utilisation du bois de feu et assurer la sécurité énergétique des populations rurales pauvres? Voilà les questions soulevées et auxquelles l'analyse comparative tentera de répondre.

4.3 Premier projet (énergie éolienne) : Parc Éolien Koudia El Baida 2

L'éolien est l'une des filières renouvelables les plus sollicitées à nos jours. Sa croissance, devenue considérable depuis une dizaine d'années, est de 30 % par an en moyenne dans le monde. Selon le Syndicat des ER, l'éolien représente aujourd'hui 2,4 % de la consommation totale d'électricité dans le monde et a attiré un total d'investissements de 47,3 milliards d'euros (64,5 milliards de \$ CA) (Bellini *et al.*, 2012). Le Maroc fait partie des pays où l'éolien connaît une croissance remarquable, notamment dans la région du nord, dont le projet le plus important en termes de puissance et de production est le parc éolien Koudia El Baida.

4.3.1 Description du projet

À proximité de la ville de Tétouan, le parc éolien Koudia El Baida 2 est situé le long d'une crête du même nom qui s'étend sur une dizaine de kilomètres entre les villes de Tanger et Tétouan au sud du détroit de Gibraltar. Il relève des provinces de Fahs Beni Makada et de Tétouan, ainsi que des communes rurales de Taghramt, Allyene, Anjra, Saddina et Mallalienne. Le parc entre dans le cadre du projet marocain de l'énergie éolienne, qui permettra au pays de porter la puissance électrique d'origine éolienne installée de 280 MW en 2010, à 2000 MW à l'horizon 2020 de sorte qu'à cette date, 14 % de l'électricité au Maroc sera assurée par l'énergie éolienne (Département Énergie, Environnement et Changement Climatique (ONEC), s.d).

Le projet éolien Koudia El Baida 2 n'est qu'un développement du parc éolien Koudia El Baida dont l'entrée en service date de septembre 2000. Tout d'abord, le projet consiste en un « *repowering* », le remplacement des turbines installées au départ par d'autres turbines plus puissantes pour doubler la puissance du Parc en passant de 50 MW à 100 MW. Ce développement technologique de la puissance des turbines sera suivi par le lancement d'une extension sur deux tranches de 100 MW chacune. Ces tranches permettront de porter la capacité de production totale du parc à 300 MW, soit six fois la capacité actuelle de Koudia El Baida (Abjiou, 2012).

Le montant de l'investissement est d'environ 755,86 millions de \$ US (ONEC, s.d). Le présent projet sera réalisé dans le cadre de partenariats public-privé (PPP) où l'ONEE s'associe au partenaire français privé Théolia (Massolia, s.d).

En avril 2012, les deux investisseurs, Theolia et l'ONEE détenant respectivement 80 % et 20 % du futur parc éolien ont procédé à l'ouverture des offres techniques relatives à l'appel d'offres pour la première phase du projet (« *repowering* » du parc éolien de Koudia El Baida). Le sous-traitant fournira, installera et assurera la maintenance technique des éoliennes relatives au « *repowering* » à 100 MW (Hafidi, 2012).

La production annuelle totale du parc Koudia El Baida 2 est de l'ordre de 1,356 millions de MWh. Cette énergie sera produite par quelques 150 à 200 aérogénérateurs de catégorie supérieure à 850 kW. Quant à la durée approximative de construction du parc (de l'ouverture du chantier jusqu'à la mise en service, prévue en 2017), elle est d'environ 36 mois (ONEC, s.d).

4.3.2 Obstacles et limites du projet

Le premier obstacle de la mise en place de projets éoliens de grande envergure est de type économique : rien ne peut se faire sans la disponibilité de généreux fonds. Le secteur éolien est un secteur fortement capitalistique; par exemple, une centrale de 100 MW demande une enveloppe de 3 millions d'euros (4,1 millions de \$ CA) pour les études préalables et de 100 millions d'euros (136,5 millions de \$ CA) pour les travaux de réalisation. Ce qui fait obstacle à la volonté des investisseurs, particulièrement les investisseurs nationaux privés (anonyme, 2013a).

Le deuxième type d'obstacles rencontrés par les projets éoliens est les obstacles techniques. Les projets éoliens modernes et de grande puissance sont des projets très récents. D'ailleurs, le projet Koudia El Baida est le premier de sa classe dans tout le continent africain, ce qui cause des soucis technologiques comme l'estimation de production et l'intégration technique dans le réseau.

Il n'y a aucun doute que la région du nord du Maroc dispose d'un excellent potentiel en énergie éolienne. Cependant, il ne faut pas oublier que le vent est de nature intermittente et qu'il a une grande dépendance à l'égard du climat (Lambert, 2003). C'est pour cette raison que la production d'électricité éolienne ne peut être garantie sans aucune coupure. Des fluctuations de puissances électriques au sein des parcs éoliens se produisent pendant des périodes courtes, de l'ordre de quelques secondes, voire de quelques heures, ce qui peut se révéler problématique. C'est pour cette raison que d'autres centrales électriques doivent être en fonction dans le même réseau pour satisfaire la demande en cas de fluctuations dans le vent entraînant une chute de puissance électrique au sein du parc éolien. Pour éviter les fluctuations, le nombre d'aérogénérateurs doit être élevé. En effet plus le nombre d'aérogénérateurs est élevé, plus les chutes de puissance électrique diminuent (*ibid*).

La main-d'œuvre qualifiée peut constituer aussi un grand obstacle puisque l'installation et l'entretien des parcs éoliens demandent une main-d'œuvre très qualifiée, surtout quand il s'agit d'éoliennes modernes à grande puissance. Le système éducatif marocain n'a pas intégré complètement la formation professionnelle dans un contexte où les ruptures technologiques se multiplient et où la population active actuelle n'a reçu qu'une faible formation initiale. Le Maroc est donc en manque de main-d'œuvre technique qualifiée (Bernoussi *et al.*, 2002).

Le choix du lieu de la mise en place du parc éolien est primordial pour la réussite du projet. La ressource de vent est un élément fondamental dans le choix d'un site. Le site doit être suffisamment venté, les vents doivent être réguliers, présents toute l'année et sans turbulences excessives. La possibilité d'insérer des éoliennes dans un paysage déterminé doit être aussi prise en considération. Certaines caractéristiques d'un site naturel peuvent constituer des obstacles majeurs (protection d'espèces vulnérables, présence ou proximité d'un site classé au patrimoine national, éloignement trop important du réseau électrique, etc.). Le site ne doit pas être isolé et difficile d'accès et ne doit pas être à proximité de radars, car les éoliennes peuvent constituer un obstacle à la propagation d'ondes radar (Gaetan *et al.*, s.d).

4.4 Deuxième projet (énergie solaire) : Centrale Solaire de Ouarzazate Phase I

Le solaire est devenu la troisième plus grande ER dans le monde derrière l'hydroélectricité et l'énergie éolienne (Prosun, s.d). Le solaire représente donc pour plusieurs pays une nouvelle opportunité d'atteindre l'indépendance énergétique, surtout pour les pays disposant d'un bon potentiel solaire dont le Maroc fait partie, et plus particulièrement la région du sud. Il s'agit d'un territoire propice au développement de l'énergie solaire.

4.4.1 Description du projet

Le projet de la centrale solaire de Ouarzazate Phase I fait partie du plan solaire marocain élaboré dans le cadre de la stratégie énergétique du Maroc. Il est implanté sur le site de Tamzaghten Izerki, dans la commune rurale de Ghessat. Le site se trouve à environ 10 km de la ville de Ouarzazate sur la route nationale allant vers la ville d'Errachedia.

Le site du complexe de Ouarzazate devra permettre de développer une puissance totale de 500 MW par phases, et la puissance de la première phase est estimée entre 125 et 160 MW s'étalant sur 450 ha (MASEN, 2012). La technologie retenue pour cette première phase est celle dite de la « concentration solaire à collecteurs cylindro-paraboliques » ou la « *Parabolic trough* ». Il s'agit d'une technologie du solaire thermique à concentration (CSP). Ce type de centrale se compose de rangées parallèles de longs miroirs cylindro-paraboliques qui tournent autour d'un axe horizontal pour suivre la course du soleil. L'énergie thermique est absorbée par un tuyau métallique dans lequel circule un fluide caloporteur dont la température atteint en général 400 °C. Ce fluide est ensuite pompé à travers des échangeurs afin de produire de la vapeur

surchauffée qui fait fonctionner la turbine ou le générateur électrique (Quoilin, 2007). La conception de la centrale prévoit un dispositif de stockage de chaleur de 3 heures, pour améliorer son rendement et l'insertion de sa production dans le mix énergétique du pays (BAD, 2012).

Le projet sera réalisé dans le cadre d'un PPP à travers une société de projet. L'actionnariat de la société sera détenu par MASEN (25 %) et le partenaire saoudien privé Acwa Power (75 %), qui s'associeront pour créer la société de projet Solar Project Compagny (SPC). MASEN se chargera de financer l'ensemble des travaux préliminaires d'aménagement du site (BAD, 2012). De son côté, le promoteur privé Acwa Power se chargera des activités de construction et d'installation des infrastructures énergétiques, du soutien à l'exploitation et à l'administration et de la gestion du projet (Padmanathan, 2012). Le coût global du projet est estimé à plus de 1 million d'euros (1,37 million de \$ CA). La durée d'exploitation des ouvrages du projet a été fixée à 25 ans et la période de construction retenue pour ce projet est de 3 ans (2012-2015).

4.4.2 Obstacles et limites du projet

Deux types d'obstacles se dressent face à la mise en place du projet solaire de Ouarzazate, soit les obstacles économiques et les obstacles techniques.

En effet, dans les conditions actuelles du marché, les coûts du projet sont particulièrement élevés. La technologie CSP est au premier stade de développement et reste prohibitive au regard des autres sources de production d'électricité. Un autre obstacle économique doit être pris en compte, à savoir le paiement en devises de la majorité du lourd investissement de départ ainsi que, pendant l'exploitation, le paiement en devises des dividendes dus au partenaire privé. Ce qui va nuire à l'amélioration de la balance des paiements du Maroc.

Concernant les risques techniques, le premier risque est lié au fait qu'il n'existe aucun complexe solaire de module unique ayant cette taille dans le monde. Les échanges d'expérience ne peuvent être faits, car tous les projets de ce type et de cette taille sont toujours en cours, ce qui constitue un obstacle si des problèmes techniques se manifestent lors de la réalisation.

Comme pour l'éolien, la main-d'œuvre qualifiée peut également constituer un obstacle, l'installation et l'entretien du Parc solaire demandant une main-d'œuvre très qualifiée, surtout qu'il s'agit d'un projet moderne à grande envergure (Bernoussi *et al.*, 2002).

4.5 Troisième projet (énergie hydraulique) : Complexe hydraulique M'dez El Menzel

L'énergie hydraulique est le deuxième type d'énergie utilisé pour la production de l'électricité au Maroc avec un taux de 8,5 %, bien loin derrière les combustibles fossiles, dont le taux est de 88,4 % (Observ'ER, 2012). Plusieurs projets hydroélectriques ont été mis en place au Maroc, et 1740 MW ont déjà été installés.

4.5.1 Description du projet

Le complexe hydroélectrique M'dez El Menzel fait partie du programme hydraulique qui, comme le parc de Ouarzazate et le parc Koudia El Baida, entre dans le cadre de la stratégie nationale de diversification des sources d'approvisionnement en énergie électrique et de promotion des ER. Le complexe est situé dans le Haut Sebou, à environ 35 km au sud-est de la ville de Séfrou. L'emprise de l'ensemble des ouvrages de ce complexe appartient à la Province de Séfrou et aux communes rurales d'Adrej pour les aménagements du M'dez et aux communes rurales des Ouled M'Koudou et M'Tarnagha pour les aménagements d'El Menzel.

Le complexe M'dez El Menzel, qui comprend les deux chutes du M'dez et El Menzel, constitue la pièce maîtresse de l'aménagement du Haut Sebou avec une puissance totale de 170 MW. Le complexe permettra, en plus de la production de l'électricité, d'améliorer la régularisation des eaux du Haut Sebou pour le développement de l'irrigation dans le bassin.

Il est prévu de commencer les travaux en mars 2014, pour une mise en service prévue vers septembre 2017 (Bahjou, 2013). La réalisation des usines hydroélectriques et des galeries d'amenées sera prise en charge par l'ONEE avec un coût estimé à 2100 millions de DH (256 millions de \$ CA) (BAD, 2012).

4.5.2 Obstacles et risques du projet

Encore une fois, le manque d'argent constitue un obstacle pour la réalisation du projet. Cependant, il est à préciser que son retour d'investissement est très rapide par rapport aux autres types d'énergie (ONEC, s.d).

La sécheresse que connaît le Maroc est aussi considérée comme un obstacle majeur à la réalisation de ce type de projet. Cette sécheresse commence à beaucoup affecter le volume de

production de la filière hydroélectrique. En conséquence, la production hydroélectrique est en recul régulier : elle est passée de 3,7 TWh en 2010 à 2,2 TWh en 2011 (Observ'ER, 2012).

De plus, le Maroc est menacé d'une pénurie d'eau à l'horizon 2025. Dans les années 70, les disponibilités en eau à la consommation par habitant étaient de 1 700 m³, aujourd'hui, cette consommation en eau a chuté à 720 m³ par habitant (Alifriqui, 2013).

Le projet se situe dans des reliefs accidentés avec des risques d'érosion souvent assez forts et des mouvements de terre importants à mettre en œuvre à la fois pour les installations électriques et pour l'ouverture des voies d'accessibilité. Un faible risque sismique est également présent (ONEC, s.d).

4.6 Présentation de la grille d'analyse

L'analyse et la comparaison des trois types de projets d'ER seront réalisées à l'aide d'une grille d'analyse. La grille d'analyse choisie est sous forme de tableau multicritère divisé en quatre volets, soit le volet environnemental, économique, social et de gouvernance. Ainsi, la présente grille permettra d'analyser chacun des projets sous l'angle des quatre sphères du DD.

Les quatre sphères du DD vont être pondérées en fonction de leur importance relative. Un total de 100 % leur sera distribué. Le but de cet essai étant principalement de définir l'impact de la mise en place de tels projets sur la population rurale pauvre et sur l'économie nationale et l'indépendance énergétique, la sphère sociale et économique se verront attribué la plus haute pondération soit 35 % chacune. Puisque les projets sont également à caractère environnemental, le volet environnemental aura une pondération de 20 %. Finalement, le volet gouvernance se verra attribuer la plus faible pondération, soit 10 % en raison que les projets se passent dans le même contexte politique (Tableau 4.1).

Chaque volet du DD, contiendra plusieurs critères, qui à leur tour auront différentes cotes. La cotation se situe entre 0 et 4. La signification de la cotation est comme suit :

- L'attribution d'un 0 représente que le sous-critère ne s'applique pas au projet.
- L'attribution d'un 1 représente que le sous-critère est défavorable.
- L'attribution d'un 2 représente que le sous-critère est peu favorable.
- L'attribution d'un 3 représente que le sous-critère est favorable.

- L'attribution d'un 4 représente que le sous-critère est très favorable.

Une méthode de calcul sera utilisée afin de tenir compte de la pondération et de la cote attribuée pour chacun des volets et des critères. Une somme est réalisée pour l'ensemble des critères d'un même volet. Le total sera divisé par le nombre de critères pour obtenir une note sur 4, cette note qui sera à son tour divisée par 4 pour obtenir une note sur 1. La note sur 1 sera multipliée par la pondération du volet approprié pour avoir un sous-total. Chaque projet aura donc quatre sous totaux qui seront additionnés à la fin de la grille. Le total pour chaque projet représente une note sur 100 points. Le projet qui obtient la note la plus élevée est le projet le plus approprié pour répondre aux objectifs de l'étude.

Tableau 4.1 : Analyse comparative des trois projets d'ER.

		Projets								
Sphère		Éolien			Solaire (CSP)			Hydraulique		
Sphère	Critères	Poids	Cote	Total	Poids	Cote	Total	Poids	Cote	Total
	Environnementale	Émission de GES	20 %	4	19/20	20 %	4	15/20	20 %	4
Qualité de l'air		4		4						
Qualité du sol		4		2			4			
Qualité de l'eau		4		3			4			
Quantité d'eau utilisée		4		1			1			
Atteinte à la biodiversité		3		4			1			
Fin de vie/déconstruction		4		3			4			
Sous-total (sur 1)		0,95		0,75			0,78			
Sociale	Diminution de l'utilisation du bois de feu	35 %	0	22/35	35 %	0	24/35	35 %	0	24/35
	Amélioration du niveau de vie des populations locales		3			3			3	
	Atteinte à la santé du personnel et des populations locales		3			2			4	
	Destruction des demeures et acquisition de terrain		2			4			2	
	Amélioration des conditions de vie de la femme et sa participation au développement socio-économique		2			2			2	
	Sous-total (sur 1)		0,63			0,69			0,69	
	Économique		Création de l'emploi			35 %			3	
Expansion de la petite entreprise commerciale		3	3	3						
Coût de production		3	1	4						
Développement de la recherche et la formation professionnelle		3	3	3						
Réduction de l'achat des carburants fossiles		4	2	4						
Sous-total (sur 1)		0,8	0,6	0,9						
Gouvernance		Pouvoir de décision des collectivités locales	10 %	1	2,5/10		10 %	1	3,1/10	10 %
	Type de gestion du projet	1		1		4				
	Consultation publique	2		3		2				
	Décentralisation du réseau	0		0		0				
	Sous-total (sur 1)	0,25		0,31		0,43				
Grand total		71,5/100			63,1/100			74,8/100		

N. B. Les critères ayant une cote de 0 ne rentrent pas dans le calcul.

4.7 Analyse et discussion

D'après les résultats de la grille d'analyse, on peut voir que le projet hydraulique a eu le meilleur score, avec une note de 74,8/100. Il est suivi par le projet éolien (71,5/100) et le projet solaire (63,1/100). On remarque que la différence des points entre le projet hydraulique et éolien est très faible, alors que le projet solaire a reçu environ 10 points de moins que les deux autres projets. Ceci est en grande partie dû à sa faible note dans le volet économique.

Globalement, les impacts environnementaux, sociaux et économiques des trois projets sont positifs; les trois projets sont durables et méritent tous une attention particulière.

Un tableau synthèse montrant les impacts des trois projets sur les quatre sphères du DD est mis en annexe (Annexe 2). La présente section présente en détail l'analyse des quatre sphères du DD pour les trois projets.

4.7.1 Analyse de la sphère environnementale

En général, les trois projets présentent des impacts environnementaux plus positifs que négatifs.

Selon la grille d'analyse utilisée, le projet du parc éolien a été mieux coté dans la sphère environnementale que les projets solaire et hydraulique. Cependant, la différence n'est pas très significative puisque les notes sont assez proches.

Le principal intérêt environnemental de la mise en place des ER est la diminution des GES et la limitation de la pollution atmosphérique.

➤ Émission des GES et qualité de l'air :

Quelle que soit l'origine de l'électricité verte (éolienne, solaire ou hydraulique), il n'y a ni émissions de GES ni émissions de molécules toxiques tels le dioxyde de soufre, les particules fines ou tout autre type de polluant de l'air ou de l'eau (Gaetan *et al.*, 2008). C'est plus au moment de la construction et du démantèlement à la fin de vie qu'il y a émission de GES (De Arce *et al.*, 2012 ; Bellini *et al.*, 2012). Selon un rapport de 2011 du GIEC, la quantité de GES émise sur toute la durée de vie d'une centrale éolienne, solaire ou hydraulique est très faible comparativement à celle émise par des centrales fonctionnant avec les énergies fossiles

(pétrole, entre 722 et 907 grammes de CO₂ par kWh; charbon, entre 877 et 1130 grammes de CO₂ par kWh) (Annexe 3) (Bellini *et al.*, 2012).

Pour une éolienne, la quantité de GES émise sur toute sa durée de vie rapportée à la production effective en kWh est comprise entre 8 et 20 grammes de CO₂ par kWh produit (*ibid*). D'après le directeur d'exploitation et des opérations de Théolia, le projet éolien Koudia El Baida permettra d'éviter l'émission de 700 kg CO₂ éq pour chaque MWh produit (Faniar, 2013).

Pour un parc solaire thermique, la quantité de GES émise sur toute sa durée de vie, toujours rapportée à la production effective en kWh, est comprise entre 14 et 32 grammes de CO₂ par kWh produit. Ce premier parc solaire d'Ouarzazate permettra d'éviter ainsi 240 000 t éq CO₂ par an, durant une période de 25 ans (BAD, 2012).

Quant à l'énergie hydraulique, elle est l'énergie qui émet le moins de GES par rapport à tous les autres types d'énergie. La quantité de GES émise sur toute la durée de vie d'une centrale hydroélectrique, rapportée à la production effective en kWh, est comprise entre 3 et 7 grammes de CO₂ par kWh produit (Bellini *et al.*, 2012).

Les trois projets vont donc contribuer de manière significative à l'atténuation du changement climatique en diminuant le taux de croissance de l'empreinte carbone du Maroc. Dans la grille d'analyse utilisée, ils ont tous eu une cote de 4.

➤ Qualité du sol :

Pour le complexe hydraulique et le parc éolien, les seuls impacts prévisibles sur la qualité du sol sont l'imperméabilisation, le tassement et l'érosion, et ce, durant la phase de construction. Les impacts sont nuls en phase exploitation (ONEE, 2013; ONEC, s.d). Ainsi, les deux projets ont eu une cote de 4.

Le parc solaire, quant à lui, exposera le sol à la contamination, particulièrement en phase d'exploitation du projet. Le risque principal de contamination des sols durant la phase de l'exploitation se résume aux fuites et déversements du fluide caloporteur, très toxique (MASEN, 2012). Pour cela, le projet a eu une cote de 2.

➤ Qualité de l'eau et quantité d'eau utilisée :

Pour ce qui est des conséquences du projet éolien sur les eaux superficielles et souterraines, aucun impact majeur n'est prévu (ONEC, s.d). Quant à la quantité d'eau utilisée, elle ne pose pas de problèmes puisque les projets éoliens en général sont de faibles consommateurs d'eau durant la phase de chantier et la consommation est nulle en phase d'exploitation.

Dans le cas du parc solaire, la technologie CSP mise en place consomme beaucoup d'eau (1,5 à 2 millions m³/an) et ce, dans le cas du procédé de refroidissement humide (MASSEN, 2012). La grande superficie couverte par les miroirs va sans aucun doute perturber l'écoulement des eaux superficielles, notamment en période de pluies. Dans les pires cas, les fuites du fluide caloporteur peuvent atteindre les eaux souterraines.

Du côté du complexe hydraulique, les travaux ne prévoient pas de fortes modifications structurelles du réseau hydrographique existant et aucune atteinte à la qualité de l'eau n'est prévue (ONEE, 2013). Quant à la quantité d'eau utilisée, elle est, comme l'indique son nom, la base du fonctionnement du projet.

Ainsi, des cotes de 4 ont été attribuées aux projets hydraulique et éolien pour la qualité de l'eau et une cote de 3 a été attribuée au projet solaire, principalement en raison du risque d'atteinte des eaux souterraines par le fluide caloporteur. Pour les quantités d'eau utilisées, une cote de 1 a été attribuée aux projets hydraulique et solaire et une cote de 4 au projet éolien.

➤ Atteinte à la biodiversité :

Le parc éolien de Koudia El Baida peut avoir des impacts négatifs considérables sur la faune terrestre, l'avifaune et la flore. Le milieu naturel dans cette zone est caractérisé par le passage des oiseaux migrateurs; l'avifaune représente donc un enjeu majeur (ONEC, s.d). Les éoliennes constituent un obstacle mortel pour les oiseaux, ce qui peut nuire à leur migration. En effet, le fonctionnement du parc éolien peut provoquer des collisions mortelles pour des oiseaux et des chauves-souris (collision directe ou effet de « barodépression »). Cela peut s'avérer très fréquent puisque la région est caractérisée par une présence importante en avifaune (*ibid*).

Pour la centrale solaire, aucun impact important n'est prévu sur la faune et la flore. La région est caractérisée par une faible diversité biologique et le site est situé sur un plateau rocheux, à la

frontière des montagnes du Haut Atlas, alors que la diversité biologique de la faune et de la flore est concentrée le long des oueds qui traversent les plateaux du nord vers le sud. De plus, peu d'espèces endémiques et aucune espèce menacée ou en voie de disparition y ont été observées (BAD, 2012).

En ce qui concerne le complexe hydraulique, la flore et la végétation locale seront totalement détruites lors de la réalisation des travaux. Il est à préciser que la région abrite de plusieurs espèces indigènes d'avifaune et de faune (ONEE, 2013).

Des cotes de 3, 4 et 1 ont été attribuées respectivement aux projets, éolien, solaire et hydraulique.

➤ Fin de vie et destruction :

La durée de vie du parc éolien est d'environ dix ans. En général, les éoliennes ayant atteint la fin de leur vie utile sont démantelées, recyclées puis vendues pour être utilisées dans d'autres projets à plus faible puissance (Faniar, 2013).

La durée de vie du parc solaire est d'environ 25 ans. Malgré qu'à la fin de vie de la centrale, les installations sont recyclées et les déchets traités, ces derniers, très toxiques, peuvent présenter certains risques pour l'environnement et la santé du personnel (ONEE, 2006).

Finalement, la durée de vie du complexe hydraulique est très longue, environ une centaine d'années (ONEC, s.d).

Ainsi, les projets ont eu respectivement des cotes de 4, 3, 4.

4.7.2 Analyse de la sphère sociale

Dans l'ensemble, les impacts sociaux des trois projets sur la population locale sont positifs. Cependant, les impacts sociaux ne vont pas au-delà des populations locales, mis à part l'augmentation de la disponibilité électrique servant à subvenir aux besoins de toute la population marocaine.

➤ Diminution de l'utilisation du bois de feux :

Pour ce critère, la cote pour les trois projets est de 0. Le critère ne s'applique pas. Avec le PERG, rappelons-le, plus de 97 % du milieu rural est déjà électrifié. Le bois de feu n'est plus utilisé pour les besoins d'éclairage, mais pour les besoins de cuisson et de chauffage, particulièrement par la population rurale pauvre.

Malgré la mise en place de ces projets d'énergies vertes, les modes de cuissons et de chauffage les plus utilisés restent le bois de feu pour la population rurale très pauvre et le gaz butane pour l'autre partie de la population marocaine.

➤ Participation à l'amélioration du niveau de vie des populations locales :

Les trois projets permettront de conforter le développement socio-économique et de contribuer au développement des régions abritant ces projets. Ainsi, le niveau de vie des populations locales va s'améliorer. Les trois projets ont eu une cote de 3.

Ceci se justifie par l'amélioration des infrastructures, notamment la construction des routes, qui va sortir les villages, et particulièrement les douars, de leur isolement. Il est à noter que le réseau routier dans les zones rurales constitue une contrainte majeure au développement de ces régions. Les routes goudronnées faciliteront le déplacement des habitants des douars. L'approvisionnement à partir du souk hebdomadaire sera plus facile, même durant les temps de pluies, où les routes sont généralement impraticables, la terre réduite en boue. Se rendre au village, à l'école ou au dispensaire sera aussi plus facile. Le très mauvais état des routes actuelles empêche même parfois les enfants d'aller à l'école.

Les régions où les projets sont situés verront également diminuer leur taux de chômage, car les projets sont créateurs directs ou indirects d'emplois, majoritairement temporaires. Les régions connaîtront le développement des petits commerces : café, petites épiceries, etc. Un effet global de ralentissement de l'exode rural, le développement de l'éclairage public et l'amélioration des conditions sécuritaires peuvent être réalisés (ONEC, s.d). On peut donc voir que les projets contribuent à l'amélioration des conditions de vie et au désenclavement des populations locales. Cependant, cela reste insuffisant et plusieurs efforts supplémentaires doivent être fournis, notamment dans le domaine de la santé, de l'éducation et du divertissement.

- Amélioration des conditions de vie de la femme et sa participation au développement socio-économique :

On estime que de tels projets impliqueront la participation de la femme rurale. La participation de la femme sera particulièrement marquée par son travail dans les nouveaux petits commerces : cuisine dans les petits restaurants, dans l'artisanat rural. Ce dernier secteur emploie déjà une partie non négligeable de la population rurale, notamment les femmes (ONEE, 2013).

Le projet solaire, par exemple, servira d'appui à des initiatives de développement local. Le montant payé par MASEN pour l'acquisition du terrain servira à financer les projets de développement local, ce qui permettra de réduire le taux de chômage et d'augmenter le pouvoir d'achat des populations. Parmi les principaux buts des initiatives de développement local, on compte la participation de la femme dans le développement socio-économique de la région (BAD, 2012). Cependant, reste la problématique du taux de participation de la femme. Ce dernier sera sans aucun doute beaucoup plus faible que celui de l'homme, et ceci est dû à deux principales raisons. Tout d'abord, les emplois créés dans lesquels les femmes peuvent travailler seront limités (cuisine et artisanat). Ensuite vient le facteur socioculturel : le principal rôle de la femme est de s'occuper de son foyer et de ses enfants, donc plusieurs familles pourraient empêcher la femme de travailler.

En ce qui a trait à l'amélioration des conditions de vie de la femme, aucun changement significatif ne sera perçu. Les projets n'ont pas pour objectif d'assurer les besoins énergétiques de la cuisson et du chauffage, donc les femmes et les jeunes filles, notamment les plus pauvres d'entre elles, seront toujours contraintes à la lourde tâche quotidienne de la collecte du bois, qui dure plusieurs heures. Elles doivent également subir, ainsi que leurs jeunes enfants, la pollution de l'air intérieur lors de la combustion du bois (Groupe Énergies Renouvelables, Environnement et Solidarité (GERES), s.d).

Pour ce critère, une cote de 2 a été attribuée aux trois projets.

- Atteinte à la santé des populations locales :

Le parc éolien est responsable d'une pollution sonore qui peut déranger, surtout la population établie dans un rayon de 300 mètres de la turbine la plus proche. Le bruit peut provoquer des

troubles du sommeil et une perte auditive, et peut également nuire au système vestibulaire, ce qui affecte l'équilibre, l'orientation et le mouvement (Leung et Yang, 2012).

Pour le projet solaire, aucun risque de santé majeur n'est identifié pour la population locale. Cependant, le transport et la manipulation de 380 000 litres de fluide caloporteur présenteront des risques d'accident sur les routes, avec des risques inhérents pour la santé du personnel chargé des manipulations (ONEE, 2006).

Aucun risque de santé n'est prévu pour le projet hydraulique.

Les cotes sont respectivement de 3, 2 et 4 pour les trois projets.

➤ Destruction des habitations et acquisition de terrain :

L'implantation des parcs éoliens nécessite l'acquisition de terrains et le déplacement des habitations situées sur les sites d'implantation, mais également dans un rayon 100 m du site afin de limiter la gêne liée au bruit engendré (ONEC, s.d).

Pour le complexe hydraulique M'dez El Menzel, les perturbations sont majeures. Quelques habitants vont être expropriés, un douar d'environ dix habitations sera totalement détruit et certaines personnes vont perdre l'usage de leurs terrains (ONEE, 2013).

Les populations déplacées dans le cadre des deux projets seront indemnisées selon la réglementation en vigueur au Maroc. Néanmoins, ces familles subiront une grande perturbation (déménagement, nouvelle construction, recherches de nouvelles terres à cultiver, etc.). Ainsi, les deux projets ont eu une cote de 2 pour ce critère.

Quant au projet solaire, il ne nécessite ni destruction d'habitat, ni déplacement de la population (ONEC, s.d). Le site du projet est situé sur un terrain qui n'avait pas de vocation d'habitation pour la population locale. Il a donc eu une cote de 4 pour ce critère.

4.7.3 Analyse de la sphère économique

D'après les résultats de la grille d'analyse, les sous-totaux de la sphère économique sont relativement élevés. Cela signifie que les projets ont des avantages économiques importants.

➤ Création de l'emploi :

Pour les trois projets, des emplois directs et indirects, temporaires et permanents, sont générés.

La phase de construction pourra faire appel aux entreprises locales pour les travaux de fondations et de débroussaillage, créant ainsi des emplois directs temporaires. Les emplois directs, liés notamment à la construction des éoliennes, sont estimés à 14 emplois/MW, soit un total de 4 200 emplois (ONEC, s.d).

Quant aux emplois directs créés par le projet solaire, ils sont estimés à près de 1200 emplois sur site pendant la phase de mise en œuvre du projet et près de 60 emplois permanents pendant la phase d'exploitation (MASEN, 2012).

Les chantiers du projet hydraulique engendreront quant à eux une activité correspondant à 500 000 hommes/jour (ONEE, 2013). Des emplois permanents seront également créés lors de la phase d'exploitation (ONEC, s.d).

On peut voir que les trois types d'ER sont de bons générateurs d'emploi. Cependant, selon une étude espagnole comparant les impacts économiques des projets éoliens, photovoltaïques et thermiques utilisant la technologie CSP, c'est l'éolien qui est le plus générateur d'emploi. Par exemple, en 2040 au Maroc, la CSP génèrera 292 891 emplois alors que l'éolien génèrera 421 355 emplois pour une même puissance installée, à condition d'exporter 20 % de chacune de ces énergies (De Arce *et al.*, 2012).

Ainsi, une cote de 3 est attribuée pour chacun des projets éolien et solaire, et une cote de 3 est attribuée au projet hydraulique.

➤ L'expansion de la petite entreprise commerciale :

Les projets permettront aussi l'expansion de certains petits commerces dans la région de mise en place des projets. Comme on a pu le voir lors de l'analyse de la sphère sociale, de petits commerces verront le jour dans les milieux ruraux à proximité des projets pour répondre à la demande des travailleurs. Il s'agira notamment de petits restaurants, de cafés, de petites épiceries, de hammams, de téléboutiques, etc. Une cote de 3 est attribuée à tous les projets pour ce critère.

➤ Coût de production :

Pour le coût de production, les cotes sont différentes selon les projets. En effet, d'après les données de l'ONEE, le coût de production moyen de l'énergie éolienne au Maroc est de 0,5 DH par kWh (0,06 \$ CA) alors que le coût de production moyen pour l'électricité issue de l'énergie hydraulique est uniquement de 0,2 DH par kWh (0,02 \$ CA) (El Bayed, 2013). Ce sont des coûts beaucoup moins élevés que ceux de l'énergie produite par combustibles fossiles dont le prix moyen est de 0,7 DH par kWh (0,09 \$ CA) (*ibid*). Malheureusement le prix du kWh de l'électricité produite par la technique CSP est indisponible, malgré l'effort fourni pour obtenir directement l'information en effectuant plusieurs appels téléphoniques à MASEN. Pour donner une cote au projet solaire, on s'est basée sur le coût de production moyen aux États-Unis, qui est de 0,14 \$ CA (environ 1,17 DH) par kWh (Gallego, 2011). Un coût qui est cher comparativement à l'éolien et l'hydraulique, mais on estime qu'au Maroc, le coût de production doit être moins élevé, vu les coûts plus faibles de la main-d'œuvre et de la matière première. C'est pour cette raison que l'éolien a eu une cote de 3, l'hydraulique une cote de 4 et le solaire CSP une cote de 1.

Selon De Arce *et al.*, les coûts de production de l'électricité par l'énergie éolienne sont beaucoup moins élevés que les coûts de production de l'électricité par la technologie CSP. Pour chaque MW installé, en 2010 jusqu'en 2015, le prix est estimé à 5 316 euros (7258 \$ CA) pour la CSP contre 894 euros (1220 \$ CA) pour l'éolien.

➤ Développement de la recherche et de la formation professionnelle :

De tels grands projets aideront sans aucun doute au développement de la recherche et de la formation professionnelle. Actuellement, il y a un grand manque d'expertise et de main-d'œuvre qualifiée. L'importation de ces des travailleurs et des matériaux coute énormément cher à l'État. Or, qui dit filière spécialisée, dit développement de formations dans les ER, création d'instituts de recherche et partenariats avec les établissements d'enseignement marocains et étrangers.

Ainsi, en même temps que le parc solaire, un centre de recherche verra le jour. En outre, des séminaires et des ateliers de formation spécifiques sont prévus pour le renforcement des capacités du personnel de MASEN (BAD, 2012).

Toujours dans le cadre du développement de la recherche et de la formation professionnelle, un projet pilote devrait voir le jour entre l'Institut de recherche en énergie solaire et en énergies nouvelles (IRESEN), SNC-Lavalin, leader mondial dans l'ingénierie et la construction, Mithras Energies Maroc, et TPE, spécialiste californien des turbines et cycles de puissance personnalisés à fluide de travail organique. Ce projet consistera en un partenariat intégré autour de la technologie CSP au Maroc (Chambre de Commerce Suisse au Maroc (CCSM), 2012).

Dans le cadre universitaire, un partenariat dans le domaine des industries énergétiques est en cours d'élaboration entre l'Université internationale de Rabat et l'Université Roi Abdelaziz pour les sciences et la technologie à Djeddah en Arabie Saoudite (MAP, 2013a). L'Université Hassan 1^{er} de Settat organise quant à elle du 1^{er} au 5 juillet 2013 une première Université internationale d'été en énergies renouvelables (UEI-EnR). Cette Université est destinée aux étudiants, aux jeunes chercheurs, aux doctorants et aux postdoctorants. Elle vise à répondre aux nouveaux besoins liés à la formation et à la recherche au service du développement des ER, et à permettre un échange entre le monde industriel et le milieu universitaire (Université Hassan 1^{er} (Uh1), 2013).

Il est à noter que l'ADEREE, fournit des efforts considérables pour le développement de la recherche et de la formation professionnelle dans le domaine des énergies vertes. En 1996, l'ADEREE a mis en place un Centre de Formation Spécialisé destiné à la formation des cadres et des techniciens sur les principales technologies des ER et de l'efficacité énergétique (ADEREE, s.d.b). Récemment, en 2013, l'ADEREE a mis en place une structure technologique de prestation de services nommée « *Green Platform* » dédiée à la planification, la conception et la gestion de la formation, à l'adaptation des nouvelles technologies en termes d'ER et d'efficacité énergétique, et finalement à la réalisation de tests sur les équipements et à leur raffinement et leur labélisation (ADEREE, s.d.c). Dans le cadre de la « *Green platform* », l'ADEREE a organisé du 05 au 13 juin 2013 une formation de formateurs dans le domaine des chauffe-eau solaires collectifs (ADEREE, s.d.d).

Une cote de 3 est attribuée aux trois projets pour le présent critère.

- Réduction de l'achat des carburants fossiles :

Pour la réduction de l'achat des carburants fossiles, les projets éolien et hydraulique ont eu une cote de 4 alors que le projet solaire CSP a eu une cote de 2 uniquement. La raison en est que ce dernier n'est pas purement solaire; il s'agit d'un projet à cycle combiné gaz/solaire avec une forte utilisation du gaz par rapport au solaire (Tableau 4.2).

Location	Capacity installed (MW)	Mix sources (MW)	Land surface (ha)	Annual production GW h/y
Ain Beni Mathar	400	20 CSP ^a 380 Gas	2000	835
Ouarzazate	500	25 CSP ^b 475 Gas	2500	1150
Foum al Ouid	500	25 CSP ^b 475 Gas	2500	1150
Boujdour	100	5 CSP ^b 95 Gas	500	230
Sebkhat Tah	500	25 CSP ^b 475 Gas	2500	1040

Figure 4.1 : Paramètres de base des cinq parcs solaires du plan solaire marocain (tirée de De Arce *et al.*, 2012, p. 339).

4.7.4 Analyse de la sphère de gouvernance

Les trois projets se placent dans un même contexte politique. En effet, ils entrent tous dans le cadre de la nouvelle stratégie énergétique marocaine. Cependant, certains critères devront être analysés.

- Pouvoir de décision des collectivités locales :

La mise en place des trois projets étudiés est issue d'une volonté royale et gouvernementale. L'implication des collectivités locales dans les trois projets est très faible. Leur implication est représentée par l'exigence d'un rapport annuel relatif à l'incidence de l'installation et de l'exploitation des projets sur l'occupation du site et sur les caractéristiques essentielles du milieu environnant (MEMEE, 2010c). Ces dernières années, quelques rares régions et communes,

conscientes de l'importance de contribuer à la politique énergétique et climatique du royaume, ont pris l'initiative de lancer des politiques territoriales durables (Villes Vertes, Éco-villes, Villes Nouvelles Durables, etc.). Or, ces initiatives relèvent, pour la grande majorité, d'efforts volontaristes de certains élus locaux (ADEREE, 2012). Afin que ces initiatives s'inscrivent dans une véritable politique territoriale et qu'elles bénéficient d'un appui institutionnel et méthodologique ainsi que du renforcement des capacités locales, l'ADEREE a lancé, en mars 2012 « *Jiha Tinou* », une nouvelle stratégie territoriale en matière d'ER et d'efficacité énergétique s'étalant sur la période 2012-2020 (*ibid*). Cette stratégie soutient également un effort de déconcentration. « *Jiha Tinou* » prévoit un accompagnement stratégique des collectivités locales à trois niveaux (*ibid*) :

- La gouvernance locale (accompagnement des décideurs politiques locaux) en matière de développement énergétique territorial;
- Le transfert du savoir-faire (renforcement des capacités institutionnelles et personnelles) relatif aux technologies d'ER et d'efficacité énergétique;
- L'accès à l'information, à la communication, à l'orientation et à la sensibilisation des élus, des agents techniques, des opérateurs privés, de la société civile et des citoyens.

Les trois projets ont obtenu une note de 1 pour ce critère.

➤ Type de gestion du projet :

Comme il a déjà été mentionné, le projet solaire ainsi que le projet éolien entrent dans le cadre d'un PPP. Le schéma institutionnel retenu pour le projet éolien prévoit une prise de participation minoritaire de l'ONEE dans l'actionnariat de la Société de Projet tout en gardant son statut d'acheteur de l'électricité produite à travers un contrat d'achat d'électricité. On observe la même situation pour le projet solaire de Ouarzazate, où MASEN détient 25 % uniquement des actions.

Ce sont donc les partenaires privés qui profiteront le plus des gains économiques. Pour le projet hydraulique, il sera réalisé entièrement par l'ONEE (ONEE, 2013), tous les gains seront alors transmis à l'État. C'est pour cette raison que les projets solaire et éolien ont eu une cote de 1 et le projet hydraulique a eu une cote de 4.

Le type de gestion du projet aura donc des impacts économiques très importants et peut jouer soit en faveur ou en défaveur de l'État. Ce point mérite à ce titre une attention particulière.

Ce sont les partenaires privés, soit Théolia et Acwa Power, qui généreront d'énormes gains économiques comparativement aux parties publiques, ONEE et MASEN. L'importation des investisseurs étrangers est principalement due au manque d'expertise dans le domaine, que le pays doit penser sérieusement à développer.

Si on prend l'exemple du parc solaire de Ouarzazate, l'importation du savoir de l'extérieur va rendre le projet déficitaire. Ce dernier est détenu à 75 % par la société saoudienne Acwa Power.

Par définition, le projet générera un retour sur investissement attrayant pour le partenaire privé, puisque ce dernier a fixé les paramètres de sa soumission pour que le projet lui soit rentable. Du point de vue de MASEN, la mise en œuvre du projet fait apparaître un déficit financier net sur l'ensemble de la période d'exploitation de 25 ans (BAD, 2012). Ce déficit provient de la différence entre le prix qui sera payé par l'ONEE à MASEN d'une part, et d'autre part, le prix que MASEN paiera au développeur privé. Le déficit sera couvert par le gouvernement du Maroc, qui s'engage à garantir la viabilité financière de MASEN et l'équilibre financier du projet pendant toute la durée d'exploitation (*ibid*). Bien que le projet soit déficitaire, les impacts socio-économiques de ce dernier sur le pays sont très importants, ce qui va compenser le déficit financier.

Afin de voir l'impact majeur que peut avoir la réduction de l'importation des investissements étrangers sur la génération des gains économique pour l'État, des scénarios de simulation de la mise en place de projets d'ER au Maroc ont été faits par une étude espagnole. Pour observer les différents effets sur l'économie marocaine au cours des 30 prochaines années, sept scénarios de simulation sont discutés (Tableau 4.3).

Comme on le voit dans le tableau 4.3, chacun de ces différents scénarios résulte d'une combinaison de deux hypothèses fondamentales (A et B) :

Tableau 4.2 : Définition des quatre scénarios de simulation (traduction libre de : De Arce *et al.*, 2012, p. 341).

		Réduction progressive de la dépendance à l'importation de l'expertise	
		Non	Oui
Exportation de l'électricité verte	Non	Scénario 1 (Base)	Scénario 2
	20 % de la production électrique verte	Scénario 3	Scénario 4

A) La réduction progressive de la dépendance des importations de l'expertise et des investissements en ER au fil des ans : Deux possibilités sont simulées : (i) le maintien de la dépendance actuelle sur les investissements et les marchandises importées (scénarios 1 et 3) ou (ii) une réduction progressive des importations pouvant donner une indépendance allant jusqu'à la moitié du niveau actuel (scénarios 2 et 4).

B) L'exportation du surplus d'énergie vers l'Europe dans le futur : Dans ce cas, deux possibilités sont encore simulées : (i) aucune exportation d'électricité (scénarios 1 et 2) ou (ii) exportation de 20 % de la production d'électricité pour trois types de technologies, soit CSP, photovoltaïque et éolienne (scénarios 3 et 4).

Tableau 4.3 : Impact sur la valeur ajoutée en % du PIB et de l'emploi à la fin de 2040 pour les différents scénarios de simulation (traduction libre de : De Arce *et al.*, 2012, p.342).

		Réduction progressive de la dépendance à l'importation de l'expertise	
		Non	Oui
Exportation de l'électricité verte	Non	+ 1,21 % PIB +269 252 emplois	+ 1,83 % PIB 468 255 emplois
	20 % de la production électrique verte	+ 1,45 % PIB 323 102 emplois	+ 1,99 % PIB 499 009 emplois

Les résultats obtenus pour les différents scénarios (Tableau 4.4) peuvent être comparés aux résultats de référence pour le scénario 1 (pas d'exportations d'énergie et aucune réduction de la dépendance aux importations). La comparaison entre 1, 2, 3 et 4 nous permet de déterminer l'effet de la réduction de la dépendance aux importations.

Dans le scénario de base 1, la valeur annuelle ajoutée sur l'économie marocaine résultant de l'installation des ER commence à environ 0,18 % du PIB en 2010 et atteint 1,21 % en 2040. L'impact correspondant sur l'emploi serait d'environ 36 000 nouveaux emplois en 2010 et environ 269 000 à la fin de la période de prévision.

Il semble logique de considérer que le résultat optimal pour les autorités marocaines est celui décrit dans le scénario 4, où un surplus de 20 % est exporté et, en même temps, la dépendance sur l'expertise et les investissements importés nécessaires à la construction des centrales énergétiques est réduite progressivement. La valeur ajoutée dans ce cas est de 1,99 % du PIB et le nombre d'emplois créés serait d'environ 499 000 emplois. Cependant, ce scénario ne peut être optimal que si la demande intérieure a été totalement satisfaite afin de ne pas pénaliser le citoyen marocain.

Les scénarios 2 et 3 sont des situations intermédiaires qui nous permettent d'isoler l'impact de la réduction de la dépendance aux importations des avantages de l'exportation du surplus en électricité pour voir quel facteur est le plus avantageux. Pour le scénario 3, en 2040, l'impact à valeur ajoutée sera d'environ 1,45 % du PIB (contre 1,21 % dans le scénario de référence 1) et le nombre d'emplois créés serait d'environ 323 000.

Par ailleurs, la réduction de la dépendance à l'importation du savoir (scénario 2) augmente l'impact à valeur ajoutée à 1,83 % et crée 468 255 emplois en 2040.

On peut donc constater l'importance de détenir l'expertise dans le domaine des ER, car c'est ce facteur qui permettra une réalisation des projets plus avantageuse pour l'économie nationale, un facteur déterminant.

➤ Consultations publiques :

En ce qui concerne le processus de consultation publique, ce dernier sera mis en place pour chacun des trois projets avec les différentes parties prenantes. Pour le projet éolien et hydraulique, la consultation vise essentiellement la réalisation de l'Étude d'Impact Environnementale (EIE) et d'un plan de réinstallation des populations ainsi qu'une réunion d'information du public rassemblant les différentes parties prenantes. Pour le projet solaire, en plus de ce qui a été vu pour les deux autres projets, une consultation locale pour l'étude socio-économique a été réalisée en décembre 2010 et une enquête publique pour l'Étude d'Impact

Environnementale et Sociale (EIES) a eu lieu du 12 septembre au 2 octobre 2011 (BAD, 2012). Cette enquête vise à entrer directement en contact avec les citoyens de la région. Ainsi, on peut voir que la participation citoyenne pour la mise en place des projets éolien et hydraulique est très faible, voire inexistante, contrairement au projet solaire, qui a fait l'objet d'une enquête auprès des citoyens.

Il est également à noter que selon la loi 13-09 Article 20 relative aux ER, le titulaire d'une autorisation définitive doit, chaque année, adresser aux collectivités locales concernées un rapport relatif à l'incidence de l'installation et de son exploitation sur l'occupation du site et sur les caractéristiques essentielles du milieu environnant (MEMEE, 2010c).

Pour cet aspect, les cotes sont de 2 pour l'hydraulique et l'éolien et de 3 pour le solaire.

➤ Décentralisation du réseau :

Les projets seront tous raccordés au réseau d'électrification national, géré par l'ONEE. Les trois projets ne concernent pas l'électrification décentralisée. Des cotes de 0 leur ont été accordées. Il est à noter également que c'est l'ONEE qui s'occupe de la gestion du réseau électrique, de la distribution et de la vente.

4.8 Constats

Les trois projets présentent des avantages socio-économiques (Faniar, 2013) permettant à certains villages de ne plus être isolés.

Les projets vont donc sans aucun doute contribuer à réduire progressivement les déséquilibres de développement régional et à favoriser l'inclusion sociale des populations rurales locales.

Les effets environnementaux positifs sont constatés surtout par rapport aux émissions des GES, qui seront énormes, des millions de t éq CO₂ seront évitées chaque année grâce aux trois projets. Concernant les autres facteurs environnementaux, aucune perturbation sévère n'est remarquée. La qualité de l'eau et du sol ne va pas être très touchée. L'atteinte à la biodiversité n'est pas énorme comparativement à des centrales fonctionnant avec des combustibles fossiles. Au sujet du développement économique du pays, les projets vont y participer positivement. La création de plusieurs emplois, qui va de pair avec la diminution du taux de chômage. La diminution de l'importation des combustibles fossiles très coûteux et l'amélioration du PIB sont

évidentes. Malgré les coûts élevés de l'installation de ces types de projets, ils restent des projets rentables. Après l'installation, peu de frais sont encourus, car l'énergie est gratuite et les frais de maintenance restent faibles (De Arce *et al.*, 2012) alors que pour les centrales conventionnelles, l'achat des combustibles fossiles, dont le prix est d'ailleurs en constante augmentation, se fait constamment pour le fonctionnement de la centrale. Bref, les avantages économiques sont très attrayants à long terme, surtout s'il y a indépendance de l'importation de l'expertise.

Cependant, les projets n'assurent pas la sécurité énergétique des populations rurales pauvres. Comme on a pu le voir, les projets ne contribuent nullement à la diminution de l'utilisation du bois de feu, car au Maroc, l'électricité est utilisée principalement pour l'éclairage et ne sert pas à la cuisson et au chauffage. Il est à noter que l'utilisation du bois de feu est très liée au facteur de la vulnérabilité des populations face aux changements climatiques. Il est certain que la diminution des GES aura un impact positif sur l'atténuation de la vulnérabilité des populations face aux changements climatiques, mais cela reste insuffisant, car l'un des facteurs principaux de cette vulnérabilité est la déforestation. La déforestation ne peut être arrêtée tant que les populations rurales utilisent le bois de feu, et ses conséquences de la sont désastreuses pour le pays. Elle provoque la désertification, qui empêche la reconstitution du couvert végétal, et elle peut être considérée comme la forme ultime de la dégradation des terres, ce qui conduit à la diminution de la disponibilité des ressources en eau (Fikri Benbrahim *et al.*, 2004). Or, les paysans vivent principalement du secteur agricole, dont la base est la disponibilité de l'eau. Si la déforestation n'est pas arrêtée, même avec la mise en place de projets d'ER, la vulnérabilité face aux changements climatiques ne sera pas atténuée.

D'après les résultats de la grille d'analyse, les trois projets ont des répercussions socio-économiques et environnementales positives. Les projets sont donc durables, et ainsi, on peut en déduire que le pays est sur la bonne voie en adoptant la stratégie du mix énergétique favorisant les ER. Il est à noter que, malgré que ce soit le projet hydraulique qui a eu la meilleure note comparativement au projet solaire et au projet éolien lors de l'analyse, ce dernier ne peut être considéré comme un projet ayant de l'avenir au Maroc. Comme on a pu le voir auparavant, la ressource de l'eau devient de plus en plus rare dans le pays, les énergies qui ont de l'avenir au Maroc sont donc plus l'énergie solaire et éolienne. Ce sont ces énergies sur lesquelles le Maroc doit le plus se concentrer.

5. RECOMMANDATIONS

Bien que la production de l'électricité à partir des ER ait certains impacts environnementaux et socioéconomiques positifs, plusieurs autres facteurs doivent être considérés pour arrêter la déforestation et assurer la sécurité énergétique des populations rurales pauvres. Ainsi, des pistes et des interventions prioritaires sont présentées pour non seulement arrêter la déforestation et, par conséquent, atténuer la vulnérabilité face aux changements climatiques, mais aussi afin de diminuer l'importation du gaz butane, qui participe grandement au déficit de la balance commerciale et aux changements climatiques.

5.1 **Faire une étude économique approfondie pour le transfert des subventions dédiées au gaz à la production d'électricité verte dans le but d'améliorer les conditions de vie des populations pauvres et d'éliminer la déforestation**

Le gaz, produit très utilisé au Maroc dans les domaines industriel, agricole et surtout domestique pour les besoins de cuisson et de chauffage, bénéficie d'une subvention de 224 %. Chaque année, l'État débourse plusieurs milliards de dirhams de la caisse de compensation pour que le produit réponde au pouvoir d'achat du citoyen marocain. Les subventions dédiées aux gaz butane étaient de 13,1 milliards de DH en 2011 (Conseil de la Concurrence, 2012) et de 15,8 milliards de DH en 2012, représentant ainsi, 1,9 % du PIB (MAP, 2013b). Or, avec le prix croissant de ce produit, la caisse de compensation ne peut plus suivre l'évolution du prix du gaz. C'est pour cela que le gouvernement marocain prépare depuis plusieurs mois déjà un projet de loi pour réguler ou réformer le rôle de la caisse de compensation (*ibid*). Concrètement, cela veut dire une baisse des subventions aux produits de base qui ne touche pas uniquement le gaz, mais aussi d'autres produits de première nécessité tels que les céréales, le sucre et les carburants.

Pour contrecarrer ce déficit, la solution miracle serait donc de bannir l'utilisation du gaz butane et de le remplacer par d'autres technologies renouvelables utilisant des ressources énergétiques gratuites, ou autrement dit, de transférer les subventions consacrées au gaz butane à la production d'électricité à partir d'ER. Afin de savoir si le transfert des subventions est avantageux ou désavantageux pour le pays, il faut tout d'abord faire une étude économique et sociale très approfondie. Il est important d'étudier l'impact du transfert de subvention sur les groupes les plus démunis de la société. La faisabilité du transfert des subventions doit également être étudiée, tout en considérant les impacts à court, moyen et long terme.

Comme on a pu le voir précédemment, le coût des investissements dans les projets de production d'électricité à partir des ER à grande puissance est très élevé. Cependant, le coût lié à la maintenance est peu élevé. De plus il n'y a aucune nécessité d'achat de ressources puisqu'elles sont gratuites. Dans l'étude, il faut considérer plusieurs facteurs qui peuvent jouer en faveur du pays à long terme, comme la création de l'emploi, la diminution des GES, l'exportation des connaissances et de l'expertise vers d'autres pays (par exemple, le Maroc peut devenir un leader du continent africain dans le domaine de la production électrique verte) ainsi que l'exportation de l'électricité vers l'Europe. Cette exportation peut être très avantageuse pour l'économie du pays à condition que la demande intérieure soit totalement satisfaite afin de ne pas pénaliser le citoyen marocain. En effet, l'UE compte, petit à petit, arrêter le nucléaire et s'est fixé comme objectif d'augmenter sa part des ER à 20 % en 2020. En France par exemple, un particulier peut vendre au réseau l'énergie solaire produite chez lui, au prix de 0,58 euro (0,79 \$ CA) le kW, alors que le coût réel d'un kW est d'environ 0,1 euro (0,14 \$ CA). La compagnie électrique quant à elle le revendra au client à environ 0,8 euro (1,1 \$ CA). Les Européens sont donc prêts à payer cher pour une énergie verte. Le Maroc pourrait donc profiter de cette opportunité (CCSM, 2012).

5.2 Décentralisation du réseau électrique par la mise en place de panneaux et de microcentrales photovoltaïque dans les villages se situant dans des zones à forte déforestation

En raison de la surconsommation du bois de feu, particulièrement par les ménages ruraux, environ 30 000 à 50 000 ha de forêts disparaissent chaque année (Fritzsche *et al.*, 2011), et cette tendance ne peut que s'aggraver tant que le bois n'aura pas été remplacé par d'autres sources d'énergie en milieu rural. On rappelle que le bois de feu est utilisé pour la cuisine et pour le chauffage en hiver.

La problématique de la sécurité énergétique au Maroc, particulièrement dans le milieu rural, ne concerne donc pas l'éclairage, mais la cuisson et le chauffage, ce qui favorise la déforestation.

Pour pallier ce phénomène, la solution serait de décentraliser le réseau électrique dans les villages et les douars situés dans des zones à fortes déforestations. La décentralisation se fera par la mise en place de panneaux solaires photovoltaïques ou, encore mieux, par l'installation de systèmes plus collectifs tels que des microcentrales photovoltaïques. Ainsi, les besoins

d'éclairage, mais aussi les besoins de cuisson et même de chauffage dans les régions connaissant des basses températures pendant l'hiver seront assurés.

L'installation de panneaux et de microcentrales photovoltaïques ne sera pas chose nouvelle au Maroc. En effet, ces installations ont déjà été effectuées dans plusieurs villages par la société Témasol dans le cadre du PERG, et même dans certaines villes par Isofotón Maroc dans le cadre du PERG et dans le cadre du programme « *Chourouk* » et ce, dans le but de promouvoir d'un côté les ER et de l'autre de réduire la facture d'électricité et ainsi d'assurer un développement socio-économique du milieu rural et urbain (El Arch, 2008). Il est à noter qu'un bon nombre de villages où les installations solaires sont déjà mises en place par Témasol et Isofotón se situent dans des zones à forte déforestation.

Cependant, la problématique reste liée au coût des installations. La majorité des foyers qui utilisent le bois de feu l'utilisent parce qu'il est gratuit et parce qu'ils n'ont pas assez de moyens pour payer la bouteille de gaz. Donc, ils n'auront pas assez de moyens pour payer les frais d'installation et les plus démunis d'entre eux auront même du mal à payer les redevances mensuelles. À titre d'exemple, dans le cadre du PERG, la société Témasol offre 4 services pour l'éclairage à partir de kits photovoltaïques. Voici les frais auxquels devront s'ajouter les frais mensuels de l'électricité utilisée pour la cuisson (Témasol, s.d).

- Service 1 : pour 4 lampes et une prise 12V 50Wc
Raccordement : 700 DH (85,61 \$ CA)
Redevance mensuelle : 65 DH (8 \$ CA)
- Service 2 : pour 6 lampes et une prise 12V 75Wc
Raccordement : 1 800 DH (220 \$ CA)
Redevance mensuelle : 96 DH (12 \$ CA)
- Service 3 : pour 8 lampes et une prise 12V 100 Wc
Raccordement : 3 100 DH (379 \$ CA)
Redevance mensuelle : 129 DH (16 \$ CA)

Il est à noter que Témasol bénéficie d'un appui financier de l'ONEE sous forme de subvention d'équipement (9 millions de \$ CA, soit 551 \$ CA par client) (*ibid*).

La solution serait donc de créer un programme entrant dans la lutte contre la déforestation, la désertification et les changements climatiques sans oublier d'assurer la sécurité énergétique des populations rurales pauvres. Une collaboration entre l'ONEE et le HCEFLCD doit donc être réalisée. Le programme doit bénéficier d'un appui financier national et international pour assurer la gratuité des installations et l'adaptation des frais mensuels aux moyens des ménages pour garantir l'utilisation de l'électricité solaire pour la cuisson. L'appui financier national peut être apporté par la SIE, l'ONEE, etc. L'appui international peut quant à lui être apporté à titre d'exemple par la banque allemande KfW, les Fonds Français pour l'Environnement Mondial (FFEM).

Le programme traitera en priorité les régions connaissant une forte déforestation et ensuite se dirigera vers les autres régions à la situation moins urgente.

Les microcentrales photovoltaïques sont donc la solution idéale pour assurer la sécurité énergétique des populations pauvres et diminuer la déforestation, et ceci à moindre coût. Ces microcentrales pourront même servir à l'alimentation des pompes pour l'agriculture et l'irrigation. De plus, leur installation est rapide et peu complexe. Il faut compter moins d'un jour pour installer une microcentrale photovoltaïque lorsque tout le matériel est livré (anonyme, s.d.b).

5.3 Créer plus de partenariats avec les centres de recherches et les universités étrangères dans le cadre du développement de l'expertise dans le domaine des ER : cas de l'Université de Sherbrooke

Des efforts considérables sont fournis par les institutions marocaines, notamment l'ADEREE, pour le développement de la recherche et de la formation des cadres dans le domaine des ER. On a pu voir lors de l'analyse que la diminution de l'importation de l'expertise aura des impacts économiques très positifs. De plus avec le développement de l'expertise, le pays pourra non seulement limiter les importations, mais aussi exporter son expertise vers d'autres pays, ce qui va générer des retombées économiques très importantes. Pour cela, les efforts doivent être poursuivis et intensifiés. Plusieurs partenariats ont été créés avec des universités et des centres de recherches pour la formation d'une main-d'œuvre qualifiée ainsi que pour le développement de nouvelles technologies. Un partenariat pourra être créé avec l'Université de Sherbrooke. En effet, l'Université de Sherbrooke dispose de l'un des plus importants centres de recherche

universitaires au monde dans le domaine de la photovoltaïque concentrée : le Centre collaboratif canadien sur la photovoltaïque concentrée (4CPV). Ce dernier compte parmi ses partenaires principaux l'Université d'Ottawa et le groupe PROMES du CNRS, en France (Renaud, 2013). Une collaboration avec le 4CPV est jugée très intéressante, surtout que la technique de la photovoltaïque concentrée est la technologie photovoltaïque la plus rentable pour les régions très ensoleillées comme le Maroc (*Ibid*). De plus, 4CPV offre aux étudiants des cycles supérieurs des possibilités de recherche exceptionnelles qui mettent à profit plusieurs compétences dans le domaine du génie.

CONCLUSION

La grosse facture pétrolière et les énormes sommes dédiées aux subventions des combustibles fossiles ont poussé le Maroc à changer sa politique énergétique en adoptant une nouvelle stratégie de mix énergétique favorisant la mise en place des ER, notamment l'énergie solaire, l'énergie éolienne et l'énergie hydraulique. Le Royaume du Maroc est devenu donc très conscient de tous les avantages économiques et environnementaux que peut générer le développement de l'intégration des ER.

Le présent essai constitue non seulement une réflexion économique et environnementale, mais également une réflexion sociale par rapport à la mise en place des ER. L'atteinte des objectifs de l'essai a été réalisée grâce à plusieurs recherches sur la situation énergétique au Maroc en général et sur la situation énergétique du milieu rural pauvre en particulier ainsi que grâce à une analyse de la mise en place de trois projets d'ER (éolien, solaire et hydraulique). Cette analyse a pu démontrer que la mise en place de projets d'ER contribue à réduire progressivement les déséquilibres de développement régional et à favoriser l'inclusion sociale des populations rurales locales en permettant à ces dernières de ne plus être isolées. Les effets environnementaux sont très positifs, surtout par rapport à la réduction des GES. Une pollution égale à des millions de t éq CO₂ sera évitée chaque année grâce aux trois projets. Les avantages économiques sont très attrayants comparativement à ceux des centrales utilisant les combustibles fossiles, et ce, malgré les coûts exorbitants liés à l'installation.

Cependant, les projets ne contribuent nullement à la diminution de l'utilisation du bois de feu et donc n'assurent pas la sécurité énergétique des populations rurales pauvres. Ainsi, le pays sera toujours exposé à la déforestation, qui a pour grave conséquence, à part la perte de biodiversité, la diminution de la disponibilité des ressources en eau, et par conséquent l'accroissement de la vulnérabilité de la population face aux changements climatiques. Les conditions de vie de la femme rurale pauvre ne vont pas s'améliorer non plus, puisqu'elle doit toujours subir la lourde tâche quotidienne de la collecte du bois et l'inhalation des fumées toxiques dues à sa combustion.

L'évaluation des objectifs de l'essai était positive et les résultats ont été atteints. Cependant, certaines limites s'imposent à cette analyse et méritent d'être mentionnées. La limite de temps attribuée à la recherche et l'analyse a pu en influencer l'exhaustivité. Plusieurs informations

sont indisponibles et il existe un grand manque en études scientifiques traitant le cas du Maroc, aussi des données qualitatives ont été utilisées à certains moments dans l'analyse au lieu de données quantitatives, malgré que ces dernières aient été favorisées. La fiabilité des résultats aurait été accrue en multipliant le nombre de projets étudiés; d'ailleurs un aspect très important n'a pas figuré dans l'analyse, le solaire photovoltaïque. Cet aspect n'a pas été étudié, car jusqu'à présent, aucun projet photovoltaïque de grande envergure n'est en cours de réalisation ou en fonctionnement. Les projets de ce type mis en place sont plutôt de petits projets entrant dans le cadre du PERG. Ensuite viennent les limites liées à la difficulté de contacter des personnes se trouvant au Maroc afin d'obtenir de l'information : plusieurs tentatives de contact des experts dans le domaine des ER au Maroc ont été vaines, que ce soit par courriel ou par téléphone.

Malgré ces limites, les résultats ont tout de même permis de discerner les problématiques et les pistes d'amélioration. Ainsi, au chapitre 5, certaines recommandations ont été données afin d'arrêter la déforestation et d'assurer la sécurité énergétique des populations rurales pauvres.

Les pistes d'intervention ont également porté sur le développement de l'expertise dans le domaine des ER pour un meilleur rendement économique. Finalement, une recommandation concerne le transfert des énormes subventions dédiées au gaz butane vers les ER est esquissée. Le gaz butane, qui est le principal combustible utilisé au Maroc pour la cuisson et le chauffage.

En conclusion, on peut dire que le Maroc est sur la bonne voie avec son orientation vers les ER et son adoption de la nouvelle stratégie du mix énergétique. Cependant, plusieurs efforts doivent encore être fournis pour le développement social et humain, notamment dans les régions rurales. Assurer la sécurité énergétique des populations rurales défavorisées et diminuer leur vulnérabilité face aux changements climatiques doivent être une priorité pour le pays.

LISTE DES RÉFÉRENCES

- Abjiou, A. (2012). Parc éolien de Tanger : theolia et l'one s'intéressent à koudia al baidé. *L'économiste*, 19/04,
- Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Energie (ADEME) (s.d). Energies et matières renouvelables: Solaire thermodynamique. *In* Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Energie. *Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Energie*. <http://www2.ademe.fr/servlet/KBaseShow?sort=-1&cid=96&m=3&catid=25243> (Page consultée le 15/05 2013).
- Agence France-Press (AFP) (2012a). Un bébé meurt de froid dans les montagnes de l'Atlas. Au fait, 2012,
- Agence France-Press (AFP) (2012b). Isolation and hardship hit Morocco's mountain Berbers. *In* AFP. Agence France-Press. <http://www.afp.com/en/news/topstories/isolation-and-hardship-hit-moroccos-mountain-berbers/> (Page consultée le 01/04 2013). Agence Marocaine de Développement des Investissements (AMDI) (s.d). Energie Eolienne. *In* AMDI. *Invest In Morocco*. <http://www.invest.gov.ma/?Id=67&lang=fr&RefCat=3&Ref=146> (Page consultée le 25/02 2013).
- Agence nationale pour le Développement des Énergies Renouvelables et de l'Efficacité Énergétique (ADEREE) (2012). Stratégie territoriale de l'Aderee en matière d'énergies renouvelables et d'efficacité énergétique. *In* ADEREE. <http://www.aderee.ma/images/Text%20Pic/JihaTinou/Docs/Appel-a-candidaturesJIHATINOUPdf> (Page consultée le 15/05 2013).
- Agence nationale pour le Développement des Énergies Renouvelables et de l'Efficacité Énergétique (ADEREE) (s.d.a). Biomasse. *In* ADEREE. *ADEREE*. <http://www.aderee.ma/index.php/fr/expertise/energies-renouvelables/biomasse> (Page consultée le 11/05 2013).
- Agence nationale pour le développement des Énergies Renouvelables et de l'Efficacité Énergétique (ADEREE) (s.d.b). Formation Spécialisée. *In* ADEREE. *Aderee*. <http://www.aderee.ma/index.php/fr/services/formation-specialisee> (Page consultée le 15/06 2013).
- Agence nationale pour le développement des Énergies Renouvelables et de l'Efficacité Énergétique (ADEREE) (s.d.c). GREEN PLATFORM : Une plateforme technologique intégrée. *In* ADEREE. *Aderee*. <http://www.aderee.ma/index.php/fr/expertise/programmes-integrees/green-platform-une-plateforme-technologique-integree> (Page consultée le 15/05 2013).
- Agence nationale pour le Développement des Énergies Renouvelables et de l'Efficacité Énergétique (ADEREE) (s.d.d). organise, du 05 au 13 juin 2013 au niveau de sa GREEN PLATFORM de Marrakech, une formation de formateurs dans le domaine des chauffe-eau solaires collectifs. *In* ADEREE. *Aderee*. <http://www.aderee.ma/index.php/fr/espace->

presse/294-laderee-organise-du-05-au-13-juin-2013-au-niveau-de-sa-green-platform-de-marrakech-une-formation-de-formateurs-dans-le-domaine-des-chauffe-eau-solaires-collectifs (Page consultée le 15/05 2013).

Agoumi, A. (2003). Vulnérabilité des pays du Maghreb face aux changements climatiques Besoin réel et urgent d'une stratégie d'adaptation et de moyens pour sa mise en œuvre. *PERSPECTIVES DES CHANGEMENTS DU CLIMAT, Questions et Analyses de Pays en voie de développement et de Pays à Économies en Transition*, p. 11.

Aït-Hatrit, S. (2009). Le Maroc doit réduire sa dépendance pétrolière. *Jeune Afrique*,

Akesbi, N. (2011). Analyse de la situation économique au Maroc en 2011. *In* *Moroccans For Change. Moroccans For Change*. <http://moroccansforchange.com/2011/05/30/analyse-de-la-situation-economique-au-maroc-en-2011-par-najib-akesbi/> (Page consultée le 03/07 2013).

Albayan (2011). Explosion au café «la Villa» à Fès : 14 blessés dont une femme grièvement. *albayane*, 09/09,

Alifriqui, A. (2013). Expert : Le Maroc risque une dangereuse pénurie d'eau en 2025. *In* *Lemag. Lemag*. http://www.lemag.ma/Expert-Le-Maroc-risque-une-dangereuse-penurie-d-eau-en-2025_a67753.html (Page consultée le 15/03 2013).

Anonyme (2010). *Question cuisinière électrique!* Courrier électronique à bladi, adresse destinataire : <http://www.bladi.net/forum/239412-question-cuisiniere-electrique/>

Anonyme (2013a). Un parc éolien privé à Tétouan ? *In* *Challenge. Challenge*. <http://www.challenge.ma/un-parc-eolien-prive-a-tetouan-9650/> (Page consultée le 20/04 2013).

Anonyme (2013b). *In* *Price Minister. Price Minister*. <http://www.priceminister.com/offer/buy/60468539/EDEN---Rechaud-Camping-gaz-2-feux-Cuisson.html> (Page consultée le 17/04 2013).

Anonyme (s.d.a). Le Maroc. *In* *NETBT MAROC. fiche du Maroc*. <http://maroc.marocain.biz/fiche-du-maroc-chiffres-et-indices/> (Page consultée le 04/03 2013).

Anonyme (s.d.b). Micro centrale solaire. *In* *Volt in Motion. Volt in Motion*. <http://www.voltinmotion.com/fr/produits-de-volt-in-motion/micro-centrales-solaires.html> (Page consultée le 26/05 2013).

Arib, F., Liagre, L. et Hergarten, M. (2012). *Les ecosystemes forestiers au service du développement et de l'adaptation au changement climatique* Maroc, Silva Mediterranea-CPMF,

Association en faveur des écoliers et familles berbères du sud-est du Maroc (AFEFBSM) (2012). La situation des zones rurales au Maroc : Observations et actions de l'Unicef. *In* *Association*

- en faveur des écoliers et familles berbères du sud-est du Maroc (AFEFBSM). *Écoliers berberes*. <http://www.ecoliers-berberes.info/rural%20unicef.htm> (Page consultée le 05/04 2013).
- Bahjou, I. (05/06/2013). *Informations complémentaires sur le projet hydrique M'dez el menzel*. Courriel électronique à Sara Atouk, adresse destinataire : bahjou@onee.ma
- Banque Africaine de Développement (BAD) (2012). *PROJET : Centrale solaire d'Ouarzazate – Phase I* (Rapport d'évaluation de projet). Maroc, Banque Africaine de Développement,
- Banque Mondiale (BM) (2011). Maroc : Projet de routes rurales. *In* Banque Mondiale. *Banque Mondiale*.
<http://web.worldbank.org/WBSITE/EXTERNAL/ACCUEILEXTN/PAYSEXTN/MENAINFRENCHEXT/0,,contentMDK:23175480~pagePK:146736~piPK:226340~theSitePK:488784,00.html>
 (Page consultée le 05/04 2013).
- Banque Mondiale (BM) (2013). Émissions de CO2 (tonnes métriques par habitant). *In* Banque Mondiale. *La Banque Mondiale*.
<http://donnees.banquemondiale.org/indicateur/EN.ATM.CO2E.PC?display=graph> (Page consultée le 02/04 2013).
- Banque Mondiale (BM) (2013a). Données: Sources d'eau potable améliorées (% de la population ayant accès). *In* Banque Mondiale. *Banque Mondiale*.
<http://donnees.banquemondiale.org/indicateur/SH.H2O.SAFE.ZS> (Page consultée le 05/06 2013).
- Bayahya, N. (2011). L'Amazighe, langue officielle du Maroc : du symbole à la réalité. *L'économiste*, 09/21,
- Bellini, R., Labussière, O. et Nadai, A. (2012). L'attrait écologique du vent. *La Recherche*, vol. 466, p. 73.
- Benchaabane, A. Impact de l'exploitation du prélèvement du bois de feu sur l'érosion du sol en haute montagne (cas du haut atlas de Marrakech, Maroc). *Laboratoire d'écologie végétale*,
- Benckroun, F. (1987). La consommation de bois de feu au Maroc : Les cas du Gharb et du moyen-atlas. *Forêt méditerranéenne*, vol. 9, n° 2, p. 143-150.
- Benkhadra, A. (2010). Énergie au Maroc atouts et opportunités. *In* Énergie Maroc. *Énergie Maroc*. <http://maroc2011.energie-ren.com/uploads/sfSympalBossMediaPlugin/document/9d9bbb102a4abd845b4f364bbc473b33d1bf4547.pdf> (Page consultée le 13/04 2013).
- Berdai, M. (2007). Énergie et développement durable en méditerranée. *Étude nationale Maroc*, p. 1.

- Bernoussi, F., Hidane, A. et Tourkmani, M. (2002). *Diagnostic de l'attractivité du Maroc pour les Investissements Directs Etrangers* (Gouvernemental). Maroc, Direction de la Politique Économique Générale (DPEG),
- Centre de Développement des Énergies Renouvelable(CDER) (s.d). *ELECTRICITE DE PUISSANCE* Maroc, Centre de Développement des Énergies Renouvelable,
- Centre International de conférences et d'expositions (CICE) (2011). *L'avenir des énergies est en méditerranée !* (Dossier de press). Maroc, Salon des énergies renouvelables,
- Chambre de Commerce Suisse au Maroc (CCSM) (2012). Énergies renouvelables : Les défis du Plan solaire marocain. *Suisse éco*, vol. 17, p. 18-22.
- Chaudier, J. (2012). Maroc : La pauvreté est la véritable cause de la déforestation Environnement. *In* Yabiladi. *Yabiladi*.
<http://www.yabiladi.com/articles/details/14396/maroc-pauvrete-veritable-cause-deforestation.html> (Page consultée le 15/04 2013).
- Conseil de la concurrence (2012). *Étude sur les produits subventionnés dans le cadre du système de compensation* (Gouvernemental). Maroc, Conseil de la concurrence, 1 p.
- Darier, E. (2011). L'énergie solaire passive. *In* Green Peace. *Green Peace*.
<http://www.greenpeace.org/canada/fr/Blog/lnergie-solaire-passive/blog/36927/> (Page consultée le 21/05 2013).
- De Arce, R., Mahia, R., Medina, E. et Escribano, G. (2012). A simulation of the economic impact of renewable energy development in Morocco. *Energy Policy*, vol. 46, n° 0301-4215, p. 335-345.
- Direction des Études et des Prévisions Financières (DEPF) (2007). *Développements récents sur le marché pétrolier mondial, quelles incidences sur le Maroc?* (Gouvernemental). Maroc, Ministère des finances et de la privatisation, 18 p.
- El Arch, H. (2008). Juan Garcia Montes, directeur général d'Isofoton Maroc : «On planche sur des systèmes de connexion au réseau urbain». *In* Maghress. *Maghress*.
<http://www.maghress.com/fr/challenge/3168> (Page consultée le 25/05 2013).
- El Bayed, A. (14/06). *Coûts de production de l'électricité provenant de différents type d'énergie au maroc*. Courrier électronique à Sara Atouk, adresse destinataire : elbayed@onee.ma
- EneR Event (2013). Le Maroc possède un fort potentiel en énergies renouvelables. *In* fairtrade-messe.de. *EneR Event*. http://www.ener-event.com/ener_salon_ht.html (Page consultée le 14/05 2013).
- Environnement Canada (EN) (2012). Chauffage au bois résidentiel. *In* Gouvernement of Canada. *Gouvernement of Canada*. <https://www.ec.gc.ca/residentiel-residential/default.asp?lang=fr&n=E9FE1750-1> (Page consultée le 17/04 2013).

- Faniar, Y. (2013). Communication orale. *Informations sur le projet Koudia El Baida 2*, 15/06,
- Feki, M. (2003). *Les énergies renouvelables au Maroc*, Ambassade de France au Maroc. Mission Économique,
- Fikri Benbrahim, K., Ismaili, M., Fikri Benbrahim, S. et Tribak, A. (2004). Problèmes de dégradation de l'environnement par la désertification et la déforestation : impact du phénomène au Maroc. *SCIENCE ET CHANGEMENTS PLANÉTAIRES / SÉCHERESSE*, vol. 15, n° 4,
- Fritzsche, K., Zejli, D. et Tänzler, D. (2011). The relevance of global energy governance for Arab countries: The case of Morocco. *elsevier, Energy Policy*, vol. 39, n° 8, p. 4497-4506.
- Gaetan, L., Victor, D. et Reini, W. (s.d). Avantages et inconvénients. *In tpe-de-eolienne. tpe-de-eolienne*. <http://tpe-de-eolienne.e-monsite.com/pages/iii-avantages-et-inconvenients/> (Page consultée le 14/05 2013).
- Gallego, B. (2011). L'énergie solaire par concentration. *In Notre Planete. Notre Planete*. http://www.notre-planete.info/actualites/actu_2705_energie_solaire_concentration.php (Page consultée le 10/02 2013).
- Groupe Credit Agricole du Maroc (GCAM) (2011). Les énergies renouvelables au Maroc. *In Fellah Trade. Fellah Trade*. <http://www.fellah-trade.com/fr/developpement-durable/energies-renouvelables-maroc> (Page consultée le 21/02 2013).
- Groupe Énergies Renouvelables, Environnement et Solidarité GERES (s.d). Gestion durable de la biomasse et diffusion d'équipements énergétiques performants. *In Ministère de l'écologie, du développement durable et de l'énergie. Ministère de l'écologie, du développement durable et de l'énergie*. http://www.developpement-durable.gouv.fr/IMG/pdf/Fiche_partenariat_Poweo_Macif_GERES-2.pdf (Page consultée le 13/05 2013).
- Guinebault, A. (2013). Le défi de l'accès universel à l'énergie durable. *In GERES. Groupe Énergies Renouvelables, Environnement et Solidarité (GERES)*. <http://www.geres.eu/medias-cp/232-cp-annee-2012> (Page consultée le 14/05 2013).
- Hafidi, M. (2012). Theolia avance sur Koudia Al Baida. *Le soir échos*, 12/11,
- Harmach., A. (2012). Bonbonnes de gaz. *In Aujourd'hui Le Maroc. Aujourd'hui Le Maroc*. <http://www.aujourd'hui.ma/maroc-actualite/actualite/bonbonnes-de-gaz-96128.html> (Page consultée le 22/04 2013).
- Haut-Commissariat au Plan (HCP) (2009). Indices de pauvreté, vulnérabilité et inégalité selon la région 1985-2007. *In Haut-Commissariat au Plan (HCP). Haut-Commissariat au Plan*. http://www.hcp.ma/Indices-de-pauvrete-vulnerabilite-et-inegalite-selon-la-region-1985-2007_a661.html (Page consultée le 29/02 2013).

- Haut-Commissariat au Plan (HCP) (2009). L'économie nationale en 2012 et 2013. *In* Centre National de Documentation. *Haut-Commissariat au Plan*. http://www.hcp.ma/L-economie-nationale-en-2012-et-2013_a1029.html (Page consultée le 03/04 2013).
- Haut-Commissariat au Plan (HCP) (2009). Taux de pauvreté par milieu de résidence. *In* Centre National de Documentation. *Haut-Commissariat au Plan*. http://www.hcp.ma/Taux-de-pauvrete-par-milieu-de-residence_a170.html (Page consultée le 03/05 2013).
- Haut-Commissariat au Plan (HCP) (2010). *Indicateurs sociaux au Maroc 2010* (Gouvernemental). Maroc, Haut-Commissariat au Plan, 238 p.
- Haut-Commissariat au Plan (HCP) (s.d.a). Population du Maroc par année civile (en milliers et au milieu de l'année) par milieu de résidence : 1960 - 2050. *In* Centre National de Documentation. *Haut-Commissariat au Plan*. http://www.hcp.ma/Population-du-Maroc-par-annee-civile-en-milliers-et-au-milieu-de-l-annee-par-milieu-de-residence-1960-2050_a677.html (Page consultée le 05/04 2013).
- Haut-Commissariat aux Eaux et Forêts et à la Lutte Contre la Désertification (HCEFLCD) (2009). Forêts En Chiffres. *In* (HCEFLCD). *Haut-Commissariat aux Eaux et Forêts et à la Lutte Contre la Désertification*. <http://www.eauxetforets.gov.ma/fr/text.aspx?id=1035&uid=53> (Page consultée le 28/05 2013).
- Kherrati, B. (2005). Consommation. Éditorial: Butane. *L'économiste*, 17/11,
- La Nouvelle Tribune (LNT) (2012). L'ONE et la cohésion sociale : L'électrification rurale est passée de 18 % à 98 % entre 1995 et 2012. *In* Quantum Technologies. *La Nouvelle Tribune.com*. <http://www.lnt.ma/economie/l%E2%80%99one-et-la-cohesion-sociale-l%E2%80%99electrification-rurale-est-passee-de-18-a-98-entre-1995-et-2012-50444.html> (Page consultée le 17/04 2013).
- La vie éco (2010). La cuisine aménagée et équipée clés en main de plus en plus prisée par les Marocains. *La Vieéco*,
- La vie éco (2012). Le patron d'Acwa Power dit tout sur le projet de la centrale solaire de Ouarzazate. *In* La vie éco. *La vie éco*. <http://www.lavieeco.com/news/economie/le-patron-d-acwa-power-dit-tout-sur-le-projet-de-la-centrale-solaire-de-ouarzazate-23529.html> (Page consultée le 10/02 2013).
- La vie éco (2013). Chauffage : plus de 50 000 appareils vendus chaque année. *La Vieéco*,
- Lambert, B. (2003). Le Parc Etolien de Koudia Al Baida : prémisse d'un Eldorado marocain ? *In* État de la planète. *État de la planète*. http://www.carpediem-design.ch/planete/articles/no_7/2_albaida.htm (Page consultée le 14/03 2013).
- Leandro Reguillo, M.A. (2004). *LES ÉNERGIES RENOUVELABLES AU MAROC : Le rôle du CDER dans leur développement* (Rapport de stage). Maroc, Centre de Développement des Énergies Renouvelables au Maroc (CDER),

- L'économiste (1992). Électrification rurale : le programme national entre dans sa dernière phase. *L'économiste*, 17/09,
- Les Afriques (2011). Maroc : un nouveau terminal de stockage de gaz butane à Jorf Lasfar. *Les Afriques*,
- Leung, D. et Yang, Y. (2012). Wind energy development and its environmental impact: A review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, vol. 16, n° 1, p. 1031-1039.
- Lhioreau, F. (2007). *Pourquoi développer les énergies renouvelables* APERe asbl, 5 p.
- Loi portant création de la Société «Moroccan Agency For Solar Energy»*, MEMEE, 57-09.
- Loi relative à l'Agence nationale pour le développement des énergies renouvelables et de l'efficacité énergétique*, MEMEE, 16-09.
- Loi relative aux énergies renouvelables*, MEMEE, 13-09.
- L'opinion (2012). Les subventions au gasoil, fuels et gaz butane respectivement de 50 %, 60 % et 224% du prix de vente. *L'opinion*, 2012,
- Lovera, S. (2012). Impacts of Large-scale and/or Industrial Bioenergy Use on Indigenous Peoples, Women and Local Communities. *In Global Forest Coalition, Impacts of Large-scale and/or Industrial Bioenergy Use on Indigenous Peoples, Women and Local Communities* DOHA, 13/06.
- Maghreb Arabe Press (MAP) (2012). Energies renouvelables : le Maroc mise sur un avenir écologique. *Au fait*, 23/01/2012,
- Maghreb Arabe Press (MAP) (2013). Lancement des travaux de réalisation de la première centrale du complexe solaire intégré d'Ouarzazate. *In Anonyme. Maroc*. <http://www.maroc.ma/fr/actualites/lancement-des-travaux-de-r%C3%A9alisation-de-la-premi%C3%A8re-centrale-du-complexe-solaire-int%C3%A9gr%C3%A9> (Page consultée le 14/06 2012).
- Maghreb Arabe Press (MAP) (2013). Maroc: Explosion accidentelle d'une bonbonne de gaz à Fès. *In allAfrica. allAfrica*. <http://fr.allafrica.com/stories/201108261059.html> (Page consultée le 29/02 2013).
- Maghreb Arabe Press (MAP) (2013b). Chef du Gouvernement : La réforme du système de compensation se fera de manière progressive. *In Gouvernement Marocain. MARoc*. <http://www.maroc.ma/fr/actualites/caisse-de-compensation-vers-un-allegement-des-frais-de-la-compensation-pour-lannee-2013> (Page consultée le 26/05 2013).
- Massolia (2012). Annonce des 6 soumissionnaires retenus pour le Projet Eolien Intégré. *In Massolia. Massolia*. <http://www.massolia.com/energie-2/annonce-des-6-soumissionnaires-retenus-pour-le-projet-eolien-integre/> (Page consultée le 24/02 2013).

- Ministère de l'Économie et des Finances (MEF) (2011). *Tableau de bord social* (Gouvernemental). Maroc, Direction des Etudes et des Prévisions Financières,
- Ministère de l'Économie et des Finances (MEF) (2012). *Projet de loi de finance pour l'année budgétaire 2013* (Gouvernemental). Maroc, Ministère de l'Économie et des Finances (MEF), 152 p.
- Ministère de l'Énergie, de l'eau, des Mines et de l'Environnement (MEMEE) (2009). *Plan national de lutte contre le réchauffement climatique* (Gouvernemental). Maroc, Ministère de l'Énergie, de l'eau, des Mines et de l'Environnement,
- Ministère de l'Énergie, de l'eau, des Mines et de l'Environnement (MEMEE) (2010a). *LA nouvelle stratégie énergétique nationale* (Gouvernemental). Maroc, MEMEE, 1 p.
- Ministère de l'Énergie, de l'eau, des Mines et de l'Environnement (MEMEE) (2011a). *Les caractéristiques du secteur énergétique 2011* (Gouvernemental). Maroc, Direction de l'Observation et de la Programmation, 1 p.
- Ministère de l'Énergie, de l'eau, des Mines et de l'Environnement (MEMEE) (2011b). *Stratégie énergétique: Bilan d'étape Mai 2011* (Gouvernemental). Maroc, MEMEE,
- Ministère de l'Énergie, de l'eau, des Mines et de l'Environnement (MEMEE) (s.d). Les Energies Renouvelables Au Maroc. In MEMEE. *Ministère de l'Énergie, de l'eau, des Mines et de l'Environnement*. http://www.mem.gov.ma/revue_presse/questPDF/Energies-renouvelables.pdf (Page consultée le 09/04 2013).
- Ministère de l'Énergie, de l'eau, des Mines et de l'Environnement (MEMEE) (s.d.a). Chapitre II : Atténuation des émissions des GES. In Ministère de l'Énergie, de l'eau, des Mines et de l'Environnement. *Ministère de l'Énergie, de l'eau, des Mines et de l'Environnement*. http://www.minenv.gov.ma/PDFs/CLIMAT/attenuation_emissions.pdf (Page consultée le 15/04 2013).
- Ministère de l'Énergie, de l'eau, des Mines et de l'Environnement (MEMEE) (s.d.b). Chapitre I : Les changements climatiques au Maroc. In Ministère de l'Énergie, de l'eau, des Mines et de l'Environnement. *Ministère de l'Énergie, de l'eau, des Mines et de l'Environnement*. http://www.minenv.gov.ma/PDFs/CLIMAT/changements_climatiques.pdf (Page consultée le 05/04 2013).
- Moroccan Agency for Solar Energy (MASEN) (2012). *Etude d'impact environnemental du plan de développement du site du complexe énergetique solaire de Ouarzazate* Maroc, Masen, i p.
- Moroccan Agency for Solar Energy (MASEN) (s.d). ENERGIESOLAIRE : Une Ambition Nationale. In Fondation Partager le Savoir. *Fondation Partager le Savoir*. http://www.partager-le-savoir.org/template/fs/MerMorte/presentations_mer_morte/Bakkoury.pdf (Page consultée le 13/04 2013).

- Moukine Billah, Z. (2012). Bois de feu : la consommation des Marocains est deux fois plus importante que la production. *La Vieéco*,
- Mouline, M.-. (2012). LA SECURITE ENERGETIQUE DU MAROC : ETAT DES LIEUX ET PERSPECTIVES. In Institut Royal des Études Stratégiques, *LA SECURITE ENERGETIQUE DU MAROC : ETAT DES LIEUX ET PERSPECTIVES* (p. 1-29), PÉKIN, 06/03/2012. Maroc, Institut Royal des Études Stratégiques (IRES).
- Mouline, S. (2007). L'énergie éolienne au Maroc : Historique et nouvelles opportunités. In DPH. *dialogues, propositions, histoires pour une citoyenneté mondiale*. <http://base.d-ph.info/fr/fiches/dph/fiche-dph-7431.html> (Page consultée le 25/05 2013).
- Mountassir, K. (s.d). Vague de froid : La montagne grelotte et s'inquiète. In Maghress. *Maghress*. <http://www.maghress.com/fr/liberation/7332> (Page consultée le 28/03 2013).
- Mrabi, M. (2012). SÉRIEUSES MENACES DE STRESS HYDRIQUE. *L'économiste*, 11/15,
- Naji, A. (2010). Les écosystèmes forestiers au Maroc fragilisés. . *L'opinion*, 20/03,
- Observ'ER (2007). Le solaire photovoltaïque. In Observ'ER. *Observ'ER*. http://www.energies-renouvelables.org/solaire_photovoltaique.asp (Page consultée le 13/02 2013).
- Observ'ER (2012). La production d'électricité d'origine renouvelable dans le monde : Collection chiffres et statistiques. In *energies-renouvelables. energies-renouvelables*. <http://www.energies-renouvelables.org/observ-er/html/inventaire/Fr/introduction.asp> (Page consultée le 01/04 2013).
- Office National de l'Électricité et de l'Eau potable (ONEE) (2006). *Étude d'impact sur l'environnement de la centrale thermo-solaire de Ain Beni Mathar* Final édition, Maroc, ONE, i p.
- Office National de l'Électricité et de l'Eau potable (ONEE) (2009). Projet intégré de production électrique solaire. In Office National de l'Électricité et de l'Eau potable. *Office National de l'Électricité et de l'Eau potable*. http://www.one.org.ma/fr/doc/pres/Expose_ONE_francais2009.pdf (Page consultée le 14/04 2013).
- Office National de l'Électricité et de l'Eau potable (ONEE) (2013). *Étude d'impact sur l'environnement du projet du complexe hydroélectrique de M'dez El Menzel* (Gouvernemental). Rapport provisoire édition, Maroc, ONE,
- Organisation des nations unies (ONU) (2009). Le Maroc Présente son « Plan Climat » à Copenhague. In Organisation des nations unies. *Système Des Nations Unies au Maroc*. <http://www.un.org.ma/spip.php?article776> (Page consultée le 20/05 2013).
- Organisation des nations unies (ONU) (s.d). L'énergie et le développement durable. In Organisation des nations unies. *Organisation des nations unies*.

<http://www.un.org/fr/events/sustainableenergyforall/background.shtml> (Page consultée le 03/04 2013).

Outmani, A. (s.d). MAROC : LUTTE CONTRE LA PAUVRETE ET IMPLEMENTATION DE L'INDH. *In* Europe Maroc. *europemaroc*.
<http://www.europemaroc.com/files/Partie%20%20%20INDH.pdf> (Page consultée le 05/05 2013).

Population mondiale (2013). La population mondiale. *In* La population mondiale. *La population mondiale*. <http://www.populationmondiale.com/#sthash.O9pJ7wTk.2aqPqYAx.dpbs> (Page consultée le 06/04 2013).

Programme des Nations Unies pour le Développement (PNUD) (2013). Indicateurs internationaux de développement humain. *In* PNUD. *PNUD*.
<http://hdr.undp.org/fr/statistiques/> (Page consultée le 15/04 2013).

Programme des Nations Unies pour l'environnement (PNUE) (2012). Green Economy and Trade Opportunities. *In* PNUE. *PNUE*.
<http://www.unep.org/greeneconomy/Portals/88/documents/GEI%20Highlights/Renewable%20Energy-GE&T.pdf> (Page consultée le 22/04 2013).

ProSun (s.d). L'énergie solaire : en Europe et dans le monde. *In* Eu ProSun. *Eu ProSun*.
<http://www.prosun.org/fr/energie-solaire-europeenne-durable/energie-solaire--en-europe-et-dans-le-monde.html> (Page consultée le 15/03 2013).

Quoilin, . (2007). Les Centrales Solaires à Concentration. *In* Lemort, V. *Thermodynamics Laboratory*.
http://www.labohtap.ulg.ac.be/staff/squoilin/files/centrales_solaires_SQ070925.pdf (Page consultée le 27/05 2013).

Renaud, R. (2013). Le Québec à l'avant-garde des technologies solaires les plus performantes. *In* Université de Sherbrooke. *Université de Sherbrooke*.
<http://www.usherbrooke.ca/medias/nouvelles/recherche/recherche-details/article/22020/> (Page consultée le 01/06 2013).

Repère Médical (RM) (2013). Le froid tue à Anfou. *In* ADK Media. *Repère Médical*.
<http://www.repere-medical.com/article-115.html> (Page consultée le 20/05 2013).

Réseau International d'Accès aux Énergies Renouvelables (RIAED) (2008). *Etude microfinance et énergie: Comment concilier efficacité énergétique et microfinance au Maroc ?* RIAED,

Salon des Énergies Renouvelables (SER) (2011). *L'avenir des énergies est en méditerranée !* (Dossier de press). Maroc, Salon des énergies renouvelables,

Secrétariat Général du Gouvernement (2011). Royaume du Maroc. La constitution, Dahir 1-11-91.

Société d'Investissement Énergétique du Maroc (SIEM) (s.d). Potentiel Maroc. In SIEM. *Société d'Investissement Énergétique du Maroc*. <http://www.siem.ma/index.php/fr/potentiel-maroc> (Page consultée le 14/04 2013).

Statistiques mondiales (2013). Royaume du Maroc: Statistiques. In Statistiques mondiales. *Statistiques mondiales*. <http://www.statistiques-mondiales.com/maroc.htm> (Page consultée le 02/02 2013).

Tantaoui, Y. (2012). Gaz butane, l'équation explosive. *Les ECO*, 20/06,

Temasol (s.d). Au Maroc, grâce à l'énergie solaire, les foyers les plus isolés accèdent au confort de l'électricité. In Environmentalists For Nuclear Energy. *Environmentalists For Nuclear Energy*. http://www.ecolo.org/documents/documents_in_french/Solar-Temasol-Maroc-03-05.pdf (Page consultée le 15/06 2013).

Thiam, B. (2011). La biomasse : une troisième filière pour le Maroc. In Club France Maroc. *Club France Maroc*. <http://www.clubfrancemaroc.com/index.php/Les-grands-sujets/Energies-renouvelables/La-biomasse-une-troisieme-filiere-pour-le-Maroc> (Page consultée le 15/04 2013).

Touzani, A. (2008). *Les services énergétiques en milieu rural Maroc*, CDER,

TV5 Monde (2013). Maroc : l'épreuve hivernale des habitants du Haut-Atlas. In Daily Motion. *Daily Motion*. http://www.dailymotion.com/video/xxm4zm_maroc-l-epreuve-hivernale-des-habitants-du-haut-atlas_news#.UdHONPlhVdd (Page consultée le 28/03 2013).

Université Hassan 1 (2013). La première université d'été internationale pour jeunes chercheurs en énergies renouvelables. In Université Hassan 1. *Université Hassan 1*. <http://www.uh1.ac.ma/UEI-EnR> (Page consultée le 22/05 2013).

Wikimedia Commons (2011). File:Marokko-regions-nr.png. In wikimédia Commons. *wikimédia Commons*. <https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Marokko-regions-nr.png> (Page consultée le 24/05 2013).

ANNEXE 1 : Mesures d'atténuation des GES entreprises par le pays sur différents secteurs.

Tableau 1 : Mesures d'atténuation des GES au niveau de la production de l'énergie au Maroc
(tiré de MEMEE, 2009, p. 14).

	Mesure	Echéances	potentiel d'atténuation kteCO2/an
Production d'énergie	Installation de Micro-centrales hydroélectriques de capacité unitaire 3 MW et totale 300 MW	lancement 2009 100 centrales d'ici 2030	714,86
	Installation de Centrales hydroélectriques pour 74MW (Tanafnit El Borj-40MW et Tilouguit-34MW)	lancement 2009 - démarrage 2013	316,47
	Développement de l'énergie solaire de puissance pour 2000 MW sur 5 sites	Mises en service sur 2015- 2020	3700
	Promotion du solaire thermique : 40000 m2/an	440000m2 de chauffe eau solaire en 2012, 1700000 m2 en 2020	231,71
	Développement du Parc éolien national pour 5 000 MW (programme Energipro)	1000MW en 2012, 5000MW d'ici 2030	17 571,94
	Installation de Centrales à cycle combiné d'un total de 1027 MW	Tahaddart en service en 2005 - Ain Beni Mathar prévu en 2009 - Guercif d'ici 2015	4 767,00
	Amélioration de l'efficacité des centrales électriques par optimisation du plan de maintenance	2009 - 2011	à évaluer
	Utilisation des technologies de charbon propre pour les centrales de Jorf Lasfar et Safi	lancé dans les études de ces centrales	à évaluer
	Projet d'importation de gaz naturel	lancement en 2010 - objectif 20% de gaz naturel dans la consommation nationale en 2020	6 420,77
	Projet de Centrale nucléaire pour 1 300 MW	lancement 2013 - démarrage 2020	9 729,38

Tableau 2 : Mesures d'atténuation des GES au niveau de la consommation de l'énergie au Maroc (tiré de MEMEE, 2009, p. 15).

	Mesure	Echéances	potentiel d'atténuation kteCO2/an
Consommation d'énergie	Optimisation de l'éclairage public	lancé en 2008	à évaluer
	Adoption de l'heure d'été sur 6 mois	Essai sur 2 à 3 mois en 2008 et 2009, pour une économie de 80 MW en 2009	0,213
	Campagnes de sensibilisation pour les économies d'énergie et pour les équipements économes	lancé en 2009	à évaluer
	Distribution de 22,7 millions de Lampes à basse consommation (LBC) pour les Ménages et le Tertiaire d'ici à 2012	2008 - 2012	489,38
	Labellisation écologique des appareils domestiques (en particulier : réfrigérateurs et climatiseurs)	à lancer	778,5
	Amélioration des systèmes de comptage et de facturation de l'énergie	à lancer	à évaluer
	Obligation pour les vendeurs d'énergie de faire réaliser des économies d'énergie, par les certificats d'énergie	à lancer	à évaluer

Tableau 3 : Mesures d'atténuation des GES au niveau du transport au Maroc (tiré de MEMEE, 2009, p. 16).

	Mesure	Echéances	Entité pilote	potentiel d'atténuation kteCO2/an
Types de transport	Introduction des normes EURO sur les émissions de polluants des véhicules neufs et labellisation des véhicules neufs	2010 - 2012	MIC- MET- MEF	à évaluer
	Renforcement du contrôle technique des véhicules en circulation par les Centres de visite technique	2008 - 2012	MET	53,88
	Renouvellement du parc des véhicules de transport routier de marchandises et des taxis, moyennant une prime de renouvellement des véhicules	2008 - 2010	MET MI	501,12
	Promotion et développement du transport ferroviaire, par la réalisation de la desserte TGV Tanger-Casablanca et l'Electrification Fès-Oujda	à l'étude	ONCF-MET	à évaluer
	Projets de développement de transport urbain : Réseau Express Régional de Casablanca	2009 - 2014	ONCF-MET	880,08
	Mise en service du Tramway de Rabat	2010	MI Agence pour l'Aménagement de la Vallée du Bouregreg	118,86
	Amélioration des flottes de véhicules des Administrations, pour promouvoir un Etat exemplaire	à lancer	Tous Ministères	53,1
	Développement de l'usage de la bicyclette en ville	à lancer	MI délégation générale aux collectivités locales	à évaluer

Tableau 4 : Mesures d'atténuation des GES au niveau de l'industrie au Maroc (tiré de MEMEE, 2009, p. 18, 19).

	Mesure	Echéances	potentiel d'atténuation kteCO2/an
consommation d'énergie	Office Chérifien des Phosphates - Mise en place de système de récupération d'énergie sur 4 sites de l'OCP	projeté pour 2009	342,66
	Cellulose du Maroc - Substitution de la biomasse – bois au fioul n°2	projeté pour 2012	16,98
	Offices Régionaux de Mise en Valeur Agricole - Energie éolienne : Parc de 20 MW	2013	54,98
	Ciments du Maroc - Energie éolienne : Parc de 20 MW	projeté pour 2011-2012	54,98
	Lafarge Maroc - Energie éolienne : Parc de 10MW réalisé, étude d'extension à 32MW	projeté pour 2011-2012	87,97
	Office National de l'Eau Potable- Energie éolienne pour dessalement de l'eau de mer : 10 MW	démarrage 2011	17,02
	Office National des Chemins de Fer – Energie éolienne pour l'alimentation électrique	2011	137,46
	Office National des aéroports – Energie éolienne pour l'alimentation électrique	2010-2015	27,49
	Office Chérifien des Phosphates - Pipeline de phosphate entre Khouribga et les ports de Safi et Jorf Lasfar	démarrage 2012	973,91
	Développement de l'efficacité énergétique dans l'industrie, par partenariats avec le Centre de développement des Energies Renouvelables	lancé en 2009	580,82
	Réalisation d'Audits énergétiques dans l'industrie	lancé en 2009	à évaluer
Contrôle des performances énergétiques des grands projets industriels	à lancer	à évaluer	
Mesures d'incitation par le Département de l'Environnement auprès des industriels, pour récupérer et valoriser la chaleur émise par les procédés industriels	à lancer	à évaluer	

Tableau 5 : Mesures d'atténuation des GES au niveau des déchets au Maroc (tiré de MEMEE, 2009, p. 19).

Mesure	Echéances	potentiel d'atténuation kteCO2/an
Réhabilitation des décharges non-contrôlées et Valorisation des émanations de méthane de ces décharges, selon le Plan National des déchets ménagers PNDM	2008-2023	284,56
Valorisation des émanations de méthane des décharges contrôlées, selon le PNDM	2008-2023	3 507,17
Valorisation des émanations de gaz à effet de serre provenant des stations de traitement des eaux usées, selon le Plan National d'assainissement liquide PNA	traitement de 80% et 90% des eaux usées, respectivement d'ici à 2020 et 2030	335,95

Tableau 6 : Mesures d'atténuation des GES au niveau agricole (tiré de MEMEE, 2009, p. 20).

Mesure	Echéances	potentiel d'atténuation kteCO2/an
Renforcement du programme de reboisement oléicole par le Plan National Oleicole	500000 ha sur 2011 - 2019	109,44
Amélioration du rendement des terres agricoles	2010	2 025,00
Récupération du méthane du fumier et valorisation des déjections animales en combustible alternatif, pour 10% du cheptel en 5 ans	2010	16,73
Certification pour l'environnement des exploitations agricoles	à lancer	à évaluer
Amélioration des performances énergétiques des matériels agricoles	à lancer	à évaluer
Traitement des margines issues de la trituration des olives	2012	0,71

Tableau 7 : Mesures d'atténuation des GES au niveau forestier (tiré de MEMEE, 2009, p. 20).

Mesure	Echéances	potentiel d'atténuation kteCO2/an
Reforestation - reboisement selon le Plan Directeur de Reboisement (PDR) adopté en 1994, qui réalise le reboisement de 50 000 ha/an jusqu'en 2013, et qui réalisera le reboisement de 1 million d'hectares à l'horizon 2030	2030	208,94
Mise en place d'une fiscalité verte pour le reboisement	à lancer	4 kteCO2/an pour 1000 ha
Protection de la forêt vis-à-vis des incendies par la mise en oeuvre du Plan Directeur de Prévention et de Lutte Contre les Incendies (PDCI) adopté en 2003	permanent	à évaluer
Promotion de l'industrie du bois	à lancer	à évaluer

ANNEXE 2 : Tableau synthèse des impacts des trois projets d'ER sur les quatre sphères du DD

	Aspect	Type de projets		
		ÉOLIENNE	SOLAIRE	HYDRAULIQUE
Environnemental	Émission de GES	- 700 kg CO ₂ éq pour chaque MWh produite évité	- 240 000 t éq CO ₂ par an évités	- Quantité élevée évitée
	Qualité de l'air	- Aucune émission de polluants atmosphériques durant la phase de production - Faible émission de polluants atmosphériques durant la phase de travaux	- Aucune émission de polluants atmosphériques durant la phase de production - Faible émission de polluants atmosphériques durant la phase de travaux	- Aucune émission de polluants atmosphériques durant la phase de production - Faible émission de polluants atmosphériques durant la phase de travaux
	Qualité du sol	- Imperméabilisation et érosion durant l'installation	- Pollution accidentel des sols durant la production	- Imperméabilisation et érosion durant l'installation
	Qualité de l'eau	- Aucun impact majeur soulevé	- Faible risque sur les eaux souterraines	- Aucun impact majeur soulevé
	Quantité d'eau utilisée	- Très faible	- Très élevée	- Très élevée
	Biodiversité	- Risque de collision de l'avifaune avec les éoliennes - Destruction de la flore durant les travaux	- Aucun impact majeur	- La flore et la végétation locale seront totalement détruites lors de l'emprise des travaux.
	Fin de vie/déconstruction	- Recyclage des éoliennes	- Recyclage du matériel utilisé et traitement des déchets	- Très longue durée de vie du projet
Sociale	Santé	- Trouble du sommeil et perte auditive	- Risque d'explosion et d'intoxication du personnel	- Aucun risque n'est observé
	Qualité de vie des populations locales	- Développement des infrastructures (routes, éclairage public, etc.) - Diminution du taux de chômage - Ralentissement de l'exode rural	- Développement des infrastructures (routes, éclairage public, etc.)	- Développement des infrastructures (routes, éclairage public, etc.)
	Changement de l'affectation du foncier	- Destruction des habitations	- Aucun impact n'est soulevé	- Destruction des habitations et acquisition de terrain
	Utilisation du bois de feux	- Aucun effet	- Aucun effet	- Aucun effet

Économique	Création de l'emploi	- 14 emplois/MW soit un total de 4 200 emplois entre emplois temporaires et permanents	- 1260 emplois entre emplois temporaires et permanents	- 500 000 emplois entre emplois temporaires et permanents
	Expansion de la petite entreprise commerciale	- Création de petits commerces	- Création de petits commerces	- Création de petits commerces
	Coût de production	0,5 centime de DH par kWh (0,06 \$)	1,17 DH par kWh (0,17 \$)	0,2 centime de DH par kWh (0,02 \$)
	Développement de la recherche et la formation professionnelle	- Développement de la formation professionnelle - Maintien de séminaires et des ateliers de formation spécifiques - Mise en place du <i>Green Platform</i> par l'ADEREE	- Centre de recherche - Partenariats avec centres de recherches étrangers -Partenariats universitaires - Développement de la formation professionnelle - Mise en place du <i>Green Platform</i> par l'ADEREE	- Développement de la formation professionnelle - Mise en place du <i>Green Platform</i> par l'ADEREE
	Réduction de l'achat des carburants fossiles	- Impact positif	- Impact moyen	- Impact positif
Gouvernance	Pouvoir de décision des collectivités locales	-Très faible	-Très faible	-Très faible
	Type de gestion du projet	- 20 % ONEE; 80 % Théolia	- 25 % MASEN; 75 % Acwa Power	- 100 % ONEE
	Consultation publique	- Réalisation de l'EESS -Communications de rapport annuel aux collectivités locales	- Réalisation de l'EIES -Réalisation d'une enquête auprès des citoyens locaux -Communications de rapport annuel aux collectivités locales	- Réalisation de l'EESS -Communications de rapport annuel aux collectivités locales
	Décentralisation du réseau	- Raccordé au réseau national	- Raccordé au réseau national	- Raccordé au réseau national

ANNEXE 3 : Émissions de GES par type d'énergie (CO₂ éq/kWh) (tirée de Bellini *et al.*, 2012, p. 73)

ÉMISSIONS DE GAZ À EFFET DE SERRE PAR TYPE D'ÉNERGIE (G CO ₂ EQ/KWH)								
Valeur		Mini	1 ^{er} quartile	2 ^e quartile	3 ^e quartile	Maxi	PSC min	PSC Max
Biocarburant		-633	360	18	37	75	-1368	-594
Énergie solaire	PV	5	29	46	80	217		
	CES	7	14	22	32	89		
Géothermique		6	20	45	57	79		
Hydraulique		0	3	4	7	43		
Océanique		2	6	8	9	23		
Éolienne		2	8	12	20	81		
Nucléaire		1	8	16	45	220		
Gaz naturel		290	422	469	548	930	65	245
Pétrole		510	722	840	907	1170		
Charbon		675	877	1001	1130	1689	98	396

PV = Photovoltaïque, CES = Concentrateur d'énergie solaire, PSC = Piégeage et stockage du carbone