

**UNIVERSITE MOULOUD MAMMARI DE TIZI-OUZOU
FACULTE DES SCIENCES ECONOMIQUES, COMMERCIALES ET
DES SCIENCES DE GESTION
DEPARTEMENT SCIENCES ECONOMIQUES**



Mémoire de fin de cycle

Mémoire en vue de l'obtention du Diplôme de Master en Sciences Economiques

Spécialité : Economie de Développement

Thème

L'importance des énergies renouvelables dans l'agriculture saharienne en Algérie

Présenté par :
MADANI Lynda
MOUMOU Sadia

Encadré par :
Mr SAHALI Nourredine

Membre de jury :

Président : HAMMACHE Mohand, M.A.(A) , UMMTO

Examineur : SAHNOUNE Mohand, M.A.(A), UMMTO

Rapporteur : SAHALI Nourredine, M.A.(A) , UMMTO

Promotion 2019

Remerciements

Nous tenons d'abord à exprimer toute notre reconnaissance à Monsieur, SAHALI NOURREDINE qui a été pour nous le directeur de ce travail. Sans ses conseils, ses idées et son soutien bienveillant, nous ne serons sans doute jamais parvenues à achever ce mémoire.

Nous remercions aussi tous nos enseignants de ce Master.

Toute notre gratitude va à ceux qui nous ont apporté, durant toute notre recherche, les orientations indispensables pour l'avancée de ce mémoire. Nous remercions à cet effet, tous les responsables des établissements en lien avec ce thème, qui ont accepté de nous recevoir et de mettre à notre disposition les informations relatives à ce sujet.

Enfin, nous remercions tous les membres du jury qui vont nous honorer de leurs présences afin d'évaluer notre travail.

Dédicace

*Je dédie ce travail à :
A mes parents, à mes frères et sœurs
et à tous mes amis (es).*

Lynda

Dédicace

Je dédie ce travail à :

*A mes parents, à mes frères et sœurs
et à tous mes amis (es).*

✍ Sadia



Liste des abréviations

Abréviations	Signification
AIER	Institut Algérien des Energies Renouvelables et de L'efficacitéEnergétique
ALNAFT	Agence Nationale pour la Valorisation des Ressources en Hydrocarbures Algériennes
APRUE	Agence de Promotion et de Rationalisation de L'utilisationde Energie
ARH	Agence deRégulation des Hydrocarbures
AWEA	Association Européenne de l'Energie Eolienne
CDER	Centre de Développement des Energies Renouvelables
CDRAS	Commissariat au Développement de l'agriculture des Régions Sahariennes
CES	Chouffe - Eau Solaire
CREDEG	Centre de Recherche et Développement de L'électricité et du Gaz
CREG	Commission deRégulation de L'électricité et du Gaz
CSP	ConcentratedSolar Power
ENR	Energie Renouvelables
EREC	Conseil Européen des Energies Renouvelables
FNME	Fonds National pour la Maitrise de L'énergie
GN	Gaz Naturel
GNL	Gaz Naturel Liquéfié
GW	Gigawatt
GWH	Gigawattheurs
HCDS	Haut Commissariat au Développement de la Steppe
IGH	L'irradiationSolaire Annuelle Globale Horizontale
KWH	Kilowattheure
MTEP	Millions de Tonne Equivalent National
MW	Mégawatt
NEAL	New EnerjyAlgeria
ONID	Office National D'irrigation et de Drainage
ONS	Office National Des Statistiques
OPEP	L'organisation desPays Exportateurs de Pétrole
PV	Photovoltaïque
SPE	Sonelgaz de Production D'électricité
TEP	Tonne D'équivalent Pétrole
UDTS	Unité de Développement de la Technologie du Silicium
UE	Union Européen

Sommaire

Introduction général.....	01
Chapitre I : Aperçu sur les énergies renouvelables	
Introduction	04
Section 1 : Définition et types des énergies renouvelables.....	04
Section 2 : Les énergies renouvelables et le développement durable	15
Conclusion	22
Chapitre II : Les énergies renouvelables en Algérie	
Introduction	23
Section 1 :Programme Algérien des énergies renouvelables et de l'efficacité énergétique	23
Section 2 : Le développement des énergies renouvelables en Algérie	36
Conclusion	43
Chapitre III : Les énergies renouvelables et l'agriculture saharienne	
Introduction	44
Section 1 : Contexte géographique et l'évolution de l'agriculture saharienne et potentialités naturelles du milieu saharien	45
Section 2 : Les contraintes de l'agriculture saharienne et les énergies renouvelables comme solution	56
Conclusion	64
Chapitre IV : Les réalisations des énergies renouvelables dans le domaine de l'agriculture saharienne	
Introduction	65
Section 1 : Réalisation d'un projet pilote dans le Sahara algérien	66
Section 2 : Le projet en cour de réalisation	76
Conclusion	80
Conclusion général	81

La consommation mondiale énergétique augmente malheureusement au détriment de l'environnement qui nous entoure, d'une part, et non renouvelable d'autre part. En effet, les énergies fossiles (*charbon, pétrole, gaz naturel*) sont utilisées de manière abusive. Ces énergies sont polluantes et limitées. Aujourd'hui la communauté scientifique reconnaît la responsabilité dramatique sur les équilibres physiques, sociaux économiques et politique de notre planète.

C'est pour cela, le Monde commence à prendre conscience de l'importance des énergies renouvelables, qui sont devenues une priorité pour l'avenir, car ces dernières sont des sources qui se renouvèlent assez rapidement pour être considérée comme inépuisable à l'échelle du temps humain. Dans le cadre du développement durable et face aux doubles enjeux planétaires posés par l'épuisement prochain des ressources énergétiques fossiles et les problèmes posés vis à vis du respect de l'environnement, de fortes incitations poussent au développement des énergies renouvelables, pour assurer la sécurité énergétique et le développement économique et social des populations.

Les énergies renouvelables sont impératives pour un pays comme l'Algérie, qui dispose d'un climat favorable pour le développement et l'agrandissement de ce secteur surtout dans la production de d'électricité. L'Algérie dispose d'un potentiel en énergie renouvelable parmi les plus importants au monde surtout en énergie solaire, pour cela l'Algérie amorce une dynamique d'énergie verte en lançant un programme ambitieux de développement des énergie renouvelables et d'efficacité énergétique pour objectif d'utilisation d'un mix énergétique et pour préserver les ressources fossiles et pour assurer un savoir énergétique durable et garder un environnement sain et améliorer les différents équipements dans les différents secteurs d'activités en particulier dans le secteur agricole et précisément dans le Sahara algérien.

A cet effet, l'apport des énergies renouvelables dans le domaine agricole peut être un moyen majeur pour le développement social et économique des régions rurales et sahariennes. Comme la plupart des pays en développement, les régions sahariennes de l'Algérie, qui couvrent plus de 86% de sa superficie, sont affectées très considérablement par l'indisponibilité des sources énergétiques pour leur développement, en particulier les habitants éloignés du centre urbain.

Par ailleurs ce vaste territoire donne l'espoir pour le secteur agricole pour devenir le secteur le plus important en Algérie et cela malgré plusieurs contraintes rencontrées dans plusieurs secteurs.

Vu la superficie du Sahara Algérien et les potentialités énergétiques que recèle l'Algérie, nous allons essayer dans notre travail de recherche de répondre à la problématique suivante :

Comment les énergies renouvelables contribuer au développement de l'agriculture Saharienne ?

Il découle de notre problématique centrale les questionnements suivants :

- A quel point les énergies renouvelables sont importantes pour l'économie algérien ?
- Quelles sont les réalisations enregistrées dans ce domaine ?
- Afin de répondre à notre problématique centrale, nous avons supposé les hypothèses de recherche suivantes.

Hypothèse 01 : Les autorités publiques encadrent et encouragent la transition énergétique en l'Algérie.

Hypothèse 02 : Les énergies renouvelables sont une alternative pour l'agriculture saharienne.

Hypothèse 03 : Les énergies renouvelables contribuent, d'une part, à l'amélioration de la qualité des cultures et, d'autre part, à l'amélioration de la balance commerciale à travers les exportations.

▪ **Objectif de la recherche**

L'objectif de notre travail de recherche consiste à mettre en avant l'importance des énergies renouvelables dans l'agriculture saharienne et définir comment elles peuvent contribuer au développement économique à partir de l'agriculture saharienne.

▪ **Choix de thème**

Une thématique de recherche similaire intéressante car :

- Un sujet d'actualité ;
- Un thème qui traite directement le développement économique ;
- Observation d'un manque d'information au sein de l'université Mouloud MAMMARI.

▪ **La démarche méthodologique**

Dans le but de traiter notre problématique, nous nous sommes basés sur la méthodologie de recherche suivante :

- Une recherche documentaire en faisant recours à des ouvrages, des articles, des travaux universitaires (*thèses ; mémoire ; rapport de stage*), internet ;
- Collecte d'information auprès des institutions publiques : Ministère de l'Environnement et des Energies Renouvelables, Ministère de l'Agriculture et du Développement Rural, Ministère des Ressources en Eau, l'Office National d'Irrigation et de Drainage, Commissariat au Développement de l'agriculture des Régions sahariennes et le Centre de Développement des Energies Renouvelables.

Nous avons partagé notre travail en quatre chapitres, chacun se compose de deux sections :

- Dans le premier chapitre nous avançons un aperçu sur les énergies renouvelables ;
- Le deuxième chapitre nous l'avons consacré aux énergies renouvelables en Algérie ;
- Le troisième chapitre mettra l'accent sur les énergies renouvelables et l'agriculture saharienne ;
- Le quatrième chapitre est réservé aux réalisations des énergies renouvelables dans le domaine de l'agriculture saharienne.

Chapitre I : Aperçu sur les énergies renouvelables

Introduction

L'avenir de la planète dépend de notre façon de nous chauffer, de nous éclairer, de produire. Les énergies renouvelables sont importantes car les énergies fossiles seront bientôt épuisées sur terre alors que les énergies renouvelables sont inépuisables et en plus elles préservent l'environnement.

Les énergies renouvelables sont une réalité quotidienne au service du développement socioéconomique et de l'environnement. Demain, elles vont assurer inéluctablement la relève des hydrocarbures et le développement durable sans aucun danger pour la santé et sans pollution pour l'environnement. Ce sont les énergies de l'avenir. Aujourd'hui, elles sont sous-exploitées par rapport à leur potentiel. Ainsi, les énergies renouvelables couvrent seulement 20% de la consommation mondiale d'électricité, leur utilisation présente de nombreux avantages, cela aide à lutter contre l'effet de serre, en réduisant notamment les rejets de gaz carbonique dans l'atmosphère ; cela participe de plus à une gestion intelligente des ressources locales et à la création d'emplois.

Dans ce chapitre, nous allons d'abord définir ce que c'est que l'énergie renouvelable, puis citer ses différents types, ensuite ses avantages et inconvénients, enfin nous allons aborder son importance dans le développement économique et durable.

Section 01 : Définition et types des énergies renouvelables

La protection de l'environnement est devenue une préoccupation majeure. De nombreuses voies de recherches se sont donc, orientées vers l'utilisation des énergies renouvelables.

Tout type d'énergie pouvant être produit à partir d'une ressource naturelle qui ne diminue pas du fait de son utilisation est dit « renouvelable ». Dans cette section nous allons d'abord définir ce que c'est les énergies renouvelables ensuite, montrer ses types.

I-Définition de l'Energie Renouvelable

1-Définition de l'Energie

Grandeur caractérisant un système physique, gardant la même valeur au cours de toutes les transformations internes du système (*loi de conservation*) et exprimant sa capacité à modifier l'état d'autres systèmes avec lesquels il entre en interaction (*unité SI le joule*).

L'énergie est une base essentielle pour le développement social et économique. La mesure de l'énergie se fait à travers ses effets et ses variations. L'unité utilisée par les

Chapitre I : Aperçu sur les énergies renouvelables

physiciens pour mesurer l'énergie est le Joule (J), les économistes utilisent plutôt la Tonne d'équivalent pétrole (TEP), en électricité on utilise le Kilowatt/heure (KWH).¹

2- Définition des Energies renouvelables

- Une énergie renouvelable est une énergie qui n'est pas épuisable par l'exploitation humaine car elle se renouvelle rapidement.²
- Les énergies renouvelables désignent des sources qui se renouvellent et ne s'épuiseront donc jamais à l'échelle du temps humain ! Les sources non renouvelables sont les énergies fossiles comme le pétrole, le charbon et le gaz dont les gisements limités peuvent être épuisés. Les sources renouvelables sont l'énergie solaire, éolienne, hydraulique, géothermique, marine et la biomasse.³
- Les énergies renouvelables sont des sources d'énergies dont le renouvellement naturel est assez rapide pour qu'elles puissent être considérées comme inépuisables à l'échelle du temps humain.⁴

II- Les différents types d'énergies renouvelables

Il existe plusieurs types d'énergies renouvelables dans le monde qui peuvent faire face à l'épuisement des ressources fossiles. Elles sont comme suit.

1-Energie hydraulique

L'énergie hydraulique est un vecteur énergétique de l'avenir, elle est formée par les mouvements de l'eau sous toutes ses formes (*chute, cours d'eau, courant marin, marée, vague*). L'énergie hydraulique est issue du cycle de l'eau continuellement reproduit grâce au rayonnement solaire. Il s'agit donc bien d'une énergie renouvelable. Elle est également appelée hydroélectricité qui est la source d'énergie renouvelable la plus exploitée car elle représente 19% de la production mondiale d'électricité.

1-1- Hydrolienne

Une hydrolienne est une turbine sous-marine qui utilise l'énergie cinétique des courants marins ou de cours d'eau comme une éolienne utilise l'énergie cinétique de l'air. Cette énergie est transformée en énergie mécanique qui elle est transformée en énergie électrique.⁵

¹ KOUDA S, polycopié du cours du module « Energie et environnement » Université KASDI Marbah M'sila, Faculté de technologie, Département d'électronique, 2017, p.01.

² RAHMINE N. et IHADADENE R, Energie renouvelable, Avril 2008, Algérie, page bleu, p.35.

³<http://www.2020.energy.eu.fr>, 20/07/2019 consulté le 20/07/2019 à 17h50.

⁴<http://www.l'etudiant.fr> consulté le 20/07/2019 à 20h15.

⁵ SADI M. A et HAMLAT. Z, « L'impact des énergies renouvelables sur le réseau électrique Ouest Algérie 220KV », Mémoire de fin d'étude, Université de MOLAY Tahar de Saida, Faculté de Technologie, 2014, p05.

Chapitre I : Aperçu sur les énergies renouvelables

Figure1 : Les hydroliennes



Source : Centre de Développement des Energies Renouvelables(CDER)

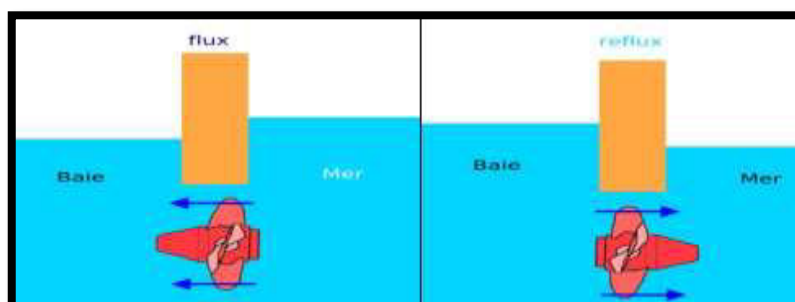
1-2 -Marémotrice

L'énergie marémotrice est l'énergie récupérée par le va et vient des masses d'eau lors des marées montantes et descendantes.⁶

Il existe deux grands principes d'utilisation de l'énergie : l'énergie cinétique ou l'énergie potentielle de l'eau :

- Energie cinétique : Dans ce cas c'est l'énergie des courants marins engendrés par les marées qui va être récupérée à l'aide d'hydrolienne ;
- Energie potentielle : Les variations du niveau de la mer engendrées par les marées vont être transformées en énergie .C'est le cas de l'usine marémotrice de la Rance. ⁷

Figure2 : Fonctionnement des hydroliennes



Source :Centre de Développement des Energie Renouvelables

1-3 Barrage hydraulique

Barrage hydraulique appelé aussi centrale hydraulique est utilisé comme source d'énergie renouvelable produisant l'électricité à partir du retient d'eau qui coule, créant ainsi une retenue. Ensuite, on canalise l'eau qui va s'écouler vers un mécanisme de production d'énergie. Le débit est contrôlé par des vannes.

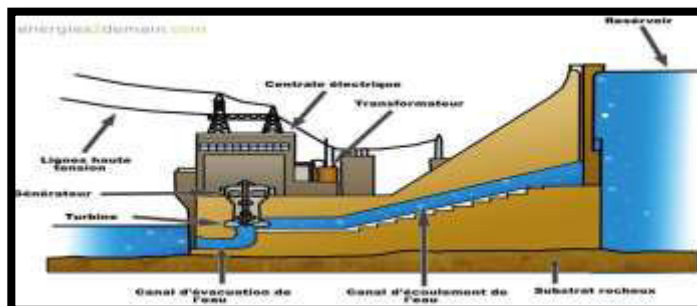
⁶<http://www.moodle.insa.lyon.fr> consulté le 25/08/2019 à 15h36.

⁷ KABANSHI E, « Etude et conception d'un système de régulation automatique de la fréquence et de la tension de sortie d'une hydrolienne », Université de Lubumbashi, 2017 ,p.119.

Chapitre I : Aperçu sur les énergies renouvelables

A la sortie de la conduite, l'eau est projetée sur une turbine. Cette dernière est couplée à un alternateur, qui va alors transformer l'énergie mécanique de l'eau en énergie électrique.⁸

Figure 3 : Fonctionnement d'une centrale hydraulique



Source : Centre de Développement des Energies Renouvelables (CDER)

2-Energie éolienne

L'énergie éolienne est une énergie renouvelable idéale. Il s'agit d'une forme d'énergie indéfiniment durable et propre, elle ne nécessite aucun carburant, elle ne crée pas de gaz à effet de serre.⁹

Cette énergie est produite par la force exercée par le vent sur les pales d'une hélice. Cette hélice est montée sur un arbre qui doit être relié soit à des systèmes mécaniques qui servent à moulinier le grain ou à pomper de l'eau, soit à un générateur qui transforme l'énergie mécanique en énergie électrique.

Les éoliennes sont une forme très ancienne d'exploitation du vent. Une éolienne est un dispositif pour extraire de l'énergie cinétique du vent en la transformant en énergie mécanique ou en énergie électrique. En enlevant une certaine partie de son énergie cinétique, le vent doit ralentir mais cette masse d'air qui traverse le disque du rotor sera affecté.¹⁰

Figure4 : Les éoliennes



Source : Centre de Développement des Energies Renouvelables (CDER)

⁸Roger GINOCHIO, « L'énergies hydrauliques », L'AVOISIER TEC et DOC, 2^{ème} édition, paris.2013.

⁹NADJAH.M, KHECHAN.M, LAICHE.L, OUKSEL.T, et MAHFOUDI.. C, « Etude de L'hélice d'une éolienne de 5 k.w. » Revue des énergies renouvelables CISM'08 Oum El Bouaghi, 2008, p.257.

¹⁰ CHADEL. M, « Dimension d'un système de pompage d'eau potable pour les sites de Tlemcen et Adrar », Mémoire de fin d'étude, Université de Tlemcen,, 2012, p 95.

Chapitre I : Aperçu sur les énergies renouvelables

3-Energie solaire

Energie produite à partir de la conservation du rayonnement solaire, c'est une énergie renouvelable. C'est également une source d'énergie intermittente (*pas d'énergie solaire la nuit*). L'énergie solaire, peut être convertie en chaleur ou en électricité. C'est l'énergie projetée par le soleil par son rayonnement, directement ou de manière diffuse à travers l'atmosphère. Et qui existe sous plusieurs types :

3-1-Energie solaire photovoltaïque

L'énergie photovoltaïque est obtenue directement à partir des rayonnements du soleil. Les modules photovoltaïques composés des cellules photovoltaïques à base de silicium ont la capacité de transformer les photons en électrons. La conversion photovoltaïque se produit dans des matériaux semi-conducteurs. L'énergie sous forme de courant continu est ainsi directement utilisable.¹¹

Figure5 : Panneaux solaires



Source : Centre de Développement des Energies Renouvelables (CDER)

3-2 -Energie solaire thermique

Le principe consiste à capter le rayonnement solaire et à le stocker dans le cas des systèmes passifs (*véranda, serre, façade vitrée*) ou, s'il s'agit de système actif, à redistribuer cette énergie par le biais d'un fluide caloporteur qui peut être de l'eau, un liquide antigel ou même de l'air. Cette énergie trouve de nombreuses applications :

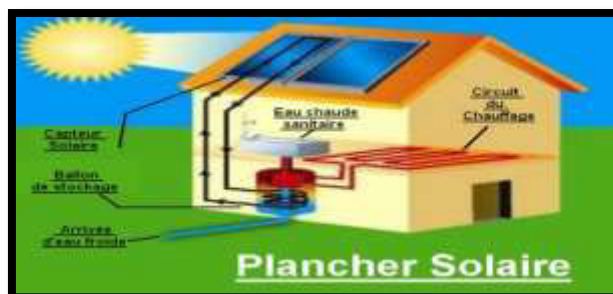
- La production d'eau chaude ;
- Le chauffage des maisons ;
- Le chauffage de l'eau des piscines ;
- Le séchage des récoltes ;
- La réfrigération par absorption pour les bâtiments ;
- La production de très haute température.

¹¹ Dr BELAIDI LALOUNI S, « Cours Energie photovoltaïque », Université de Bejaia, Faculté de technologie, Département de génie électrique, 2015, p.08.

Chapitre I : Aperçu sur les énergies renouvelables

Ce guide présente les trois premières applications qui concernent la production d'eau chaude (*collective ou individuelle*), le chauffage des habitations et le chauffage de l'eau des piscines. Ces trois applications sont celles qui ont le potentiel de développement le plus important.¹²

Figure6 : Fonctionnement du stockage d'énergie solaire



Source : Centre de Développement des Energies Renouvelables (CDER)

3-2-1 -Chauffe-eau solaire

L'énergie solaire est principalement utilisée pour le chauffage de l'eau sanitaire et le chauffage de bâtiments. Et son principe de fonctionnement :

Le rayonnement solaire est reçu par un absorbeur qui, à son tour, chauffe soit un fluide caloporteur soit l'eau directement.

Un vitrage est placé devant l'absorbeur, ainsi le rayonnement est < capturé > : en d'autres termes, c'est l'effet de serre.¹³

Figure7 : Chauffe-eau solaire



Source : Centre de Développement des Energies Renouvelables (CDER)

3-2-2-Le capteur parabolique

Le capteur parabolique obéit aux mêmes lois physiques que ce qu'il est convenu d'appeler paraboles, (*en fait des paraboloïdes*) et qui sont des antennes paraboliques destinées à recevoir et à concentrer les ondes électromagnétiques émises par les satellites de

¹²<http://www.landes.fr> consulté le 23/08/2019 à 19h56.

¹³ SADI. MOHAMMD, L, ET HAMLAT. Z, « *l'impact des énergies renouvelables sur le réseau électrique ouest Algérie 220KV* », Mémoire de fin d'étude, Université de MOLAY Tahar de Saida, Faculté de technologie, 2014,p09.

Chapitre I : Aperçu sur les énergies renouvelables

communication en un point appelé foyer, et qui ont l'avantage obligatoire d'être géostationnaires et de ne nécessiter qu'un seul alignement définitif.

Dans le cas d'une capture parabolique solaire, le problème est la nécessité d'orienter ce capteur vers le soleil dans sa course. Un asservissement électronique est alors nécessaire et des dispositifs idoines existent. Le (très) gros avantage est la température énorme qui est atteinte par un tel capteur.

La réflexion vers le foyer sera d'autant plus efficace que le miroir qui tapisse le capteur sur sa face ensoleillée sera de bonne qualité. Pour prendre un exemple, les résultats seront plus probants avec de vrais miroirs qu'avec des feuilles d'aluminium.

Un bricoleur averti peut sans trop de problèmes construire une « *cocotte solaire ou autocuiseur solaire* » sur une parabole.¹⁴

Figure 8 : Capteur parabolique



Source : Centre de Développement des Energies Renouvelables (CDER)

3-2-3-Le capteur cylindro-parabolique

Il s'agit de la technologie la plus utilisée dans les grandes centrales solaires thermodynamiques de production d'électricité. Le miroir concentrateur est un cylindre de section parabolique et ne compte qu'une seule direction de courbure. La concentration a lieu sur la ligne où est placé le récepteur tubulaire dans lequel circule le fluide caloporteur.

Le champ solaire est la partie réceptrice de l'installation : la radiation solaire y est transformée en énergie thermique. Le champ solaire est l'ensemble des capteurs solaires connectés en série pour former de longues files qui à leur tour sont connectées en parallèle. Le facteur de concentration pour un capteur cylindro-parabolique est de l'ordre 80.

Les collecteurs (*capteurs*) cylindro-paraboliques sont de longs miroirs (*composés de verre pauvre en fer recouvert d'une pellicule d'argent en sa partie inférieure et d'un enduit*

¹⁴ QUOILIN.S, « *Les centrales solaires à concentration, Université de Liège* », Faculté des sciences appliquées, Mai 2007, p.89.

Chapitre I : Aperçu sur les énergies renouvelables

spécial de production) cylindriques qui concentrent les rayons sur une ligne (tube absorbant) et qui permet d'élever sa température jusqu'à 500°C.¹⁵

Figure9 : Capteur cylindro-parabolique



Source : Centre de Développement des Energies Renouvelable (CDER)

4-Energie de la biomasse

La biomasse est une énergie dérivée de l'énergie solaire grâce à la photosynthèse des végétaux. Elle a longtemps été la principale source d'énergie de la société. La biomasse se présente sous forme gazeuse (biogaz), liquide (*agro-carburants*) ou solide (bois). Elle est exploitée pour la production de chaleur, d'électricité, de carburants pour les transports. L'électricité issue de la biomasse est principalement produite en Amérique et en Europe de l'Ouest. Les agro-carburants sont depuis longtemps utilisés au Brésil et aux États-Unis, premiers producteurs d'éthanol.¹⁶

Figure 10 : Energie de la biomasse



Source : Centre de Développement des Energies Renouvelables(CDER)

Les principales provenances de la biomasse sont :

- La forêt ;
- L'agriculture ;
- Les milieux marins et aquatiques ;

¹⁵.BETTACHE.H, « *Amélioration des cylindroparabolique* », Mémoire de fin d'étude, Faculté de technologie, Bejaia, 2013, p.19.

¹⁶Damien ALAIN, « *La biomasse énergies* » édition, DUNOD, 2^{ème}, 2013, p.05.

Chapitre I : Aperçu sur les énergies renouvelables

- Les haies, les parcs et les jardins (*déchets verts*) ;
- Les industries et activités humaines ayant traité de la matière d'origine vivante, y compris du bois (*industries agro-alimentaires, papetières, de transformation du bois, etc.*) et générant des co-produits, des déchets organiques (*notamment les boues de stations d'épuration ou les sous-produits animaux*) ou des effluents d'élevages.

La biomasse provient de l'énergie solaire par photosynthèse. Deux sources principales peuvent être utilisées :

- Les déchets organiques provenant de la consommation domestique, de l'industrie ou de l'agriculture ;
- Les plantes énergétiques dédiées (*agricoles ou forestières*) pour produire de l'énergie.

Le terme de la biomasse comprend trois familles principales.¹⁷

4-1-Bois énergie

Le bois est sans doute la source d'énergie la plus intéressante dans la problématique des énergies renouvelables. Tout le monde a en tête les dégâts provoqués par la déforestation dans les régions tropicales. Le bois constitue donc une source d'énergie renouvelable et relativement propre. Sans entrer dans un débat de spécialistes, un petit rappel s'impose : en brûlant (*ou en pourrissant sur le sol*), un arbre rejette dans l'atmosphère le gaz carbonique qu'il avait absorbé en grandissant, ni plus ni moins. Dans un pays qui pratique la sylviculture et replante au minimum autant d'arbres qu'il en coupe, le bilan écologique est donc neutre.¹⁸

4-2 -Les biocarburants

Un biocarburant est un carburant produit à partir des matériaux organiques.

Il existe principalement deux grandes catégories de biocarburants qui sont la suivante :

- **Bioéthanol** : il s'agit en fait d'un alcool produit par fermentation des sucres contenus soit dans des plantes riches en sucre (*betteraves, topinambours, cannes à sucre*) soit dans les plantes riches en amidon (*pommes de terre, céréales*), soit dans des plantes ligneuses (*bois, paille*) l'éthanol améliore l'indice d'octane du moteur, c'est à dire son pouvoir détonant. On pourrait craindre une moindre puissance, mais celle-ci est compensée par l'augmentation du rendement du moteur.¹⁹

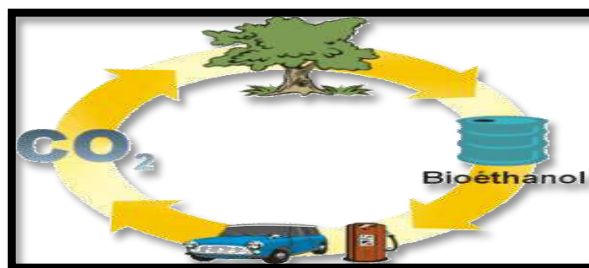
¹⁷<http://www.enf.fr> consulté le 18/09/2019 à 13h15.

¹⁸<https://www.bioethanolcarburant.com> consulté le 26/09/2019 à 23h04.

¹⁹SADI MOHAMD.A, HAMLAT. Z, « impact des énergies renouvelables sur le réseau électrique ouest Algérie »,Mémoire de master, Université Tahar Moulay de Saida Faculté de technologie,2014.

Chapitre I : Aperçu sur les énergies renouvelables

Figure 11 : La source du bioéthanol



Source :Centre de Développement des Energies Renouvelables (CDER)

- **Le biodiesel** : sont extraits des oléagineux colza, tourne-sol, soja les esters d'huile obtenu peuvent alors être mélangés au gazole.

4-3-Biogaz ou Méthanisation

La méthanisation est un procédé biologique de transformation de la matière organique en biogaz, par l'action de bactéries en absence d'oxygène : nous parlons de « digestion anaérobie » où nous utilisons des matières premières :

- Déchets organiques de communes : les poubelles des ménages ;
- Déchets organiques industriels : agro-alimentaires, abattoirs. ;
- Déchets agricoles : lisier, fumier et les résidus de récolte ;
- Sous-produits de processus industriel : glycérine.²⁰

Figure 12 : source du biogaz



Source :Centre de Développement des Energies Renouvelables (CDER)

5-Energie Géothermique

Cette énergie thermique récupérée à partir de la vapeur liquide ou de roches chaudes stockées dans les couches profondes de la terre, elle sert principalement à produire de l'électricité au moyen d'une turbine.²¹

²⁰ NAPOLEAN .C, « les instruments de soutien aux ressources renouvelables sont-ils adaptés pour lutter contre le changement climatique » POLLUTION ATMOSPHERIQUE N°223-JUILLET-DECEMBRE 2014, p2.

²¹<http://www.hydroquebec.com> consulté le 20/09/2019 à 12 :36

Figure 13 : Roches chaudes



Source : Centre de Développement des Energies Renouvelables(CDER)

5-1 Les sources de l'énergie géothermique

- Réservoirs de l'eau chaude : elle peut être utilisée soit pour le chauffage, soit pour la production d'électricité.
- Réservoir de vapeur si l'eau de gisement est particulièrement vaporisée, elle pourra être récupérée sous la forme de vapeur sèche directement utilisable pour faire tourner les turbines des centrales électriques.
- Réservoirs de roches chaudes sèches, ils constituent une réserve de chaleur très importante, Des progrès restent nécessaires avant d'exploiter ce type de gisement qui représente la majeure partie du potentiel géothermique mondiale.²²

5-2 Les types d'énergie géothermique

5-2-1 La Géothermie à haute et moyenne énergie

Les ressources géothermales de haute et moyenne énergies sont exploitées toutes les deux pour produire de l'électricité. Mais les températures sont différentes, ainsi que les techniques employées, pour la géothermie haute énergie qui exploite des gisements de vapeur sèche ou humide (*mélange eau et vapeur*) à des températures allant de 200 à 350°C. Ces gisements sont situés à des profondeurs de 1000 à 3000 m dans des zones volcaniques ou de frontières de plaques. Par contre, la géothermie moyenne exploite des gisements d'eau chaude sous pression dont la température est comprise entre 90 et 180°C.²³

5-2-2 La Géothermie à basse énergie

La géothermie à basse énergie se caractérise par une température comprise entre 30 et 100°C. Elle se rencontre dans des bassins sédimentaires de grande dimension, à une profondeur moyenne de 1000 à 2500 m, qui permet de couvrir une large gamme d'usage : alimenter des systèmes de chauffage de rafraîchissement ou d'eau chaude sanitaire soit de

²² ATMANIA. H, mémoire de magister « la stratégie d'implantation des énergies en Algérie cas de la photovoltaïque », université d'ORAN Mohamed ben Ahmed 2015, p 52

²³ KHERBACHE. F, « la contribution à l'étude et dimensionnement d'une installation à base d'énergie géothermique pour la production d'énergie électrique », Mémoire de master, Université ABOU-BELKAIRE de Tlemcen faculté des sciences Département de physique 2015, p.21.

Chapitre I : Aperçu sur les énergies renouvelables

maisons individuelles d'immeubles, d'équipements collectifs, d'exploitation agricole comme chauffage urbain, chauffage de serre (*Profondeur 200 à 300m*).

5-2-3 La Géothermie à très basse énergie

La géothermie de très basse énergie est utilisée dans de petites installations, qui peuvent être mises en place au niveau d'un quartier ou d'une maison individuelle.

Section 2 : Les énergies renouvelables et le développement durable

Les énergies renouvelables ont des avantages surtout pour l'environnement mais qui a aussi des inconvénients et des obstacles qui ralentissent leurs installations et leurs utilisations.

Les énergies renouvelables jouent un rôle très important dans le développement durable. Dans cette section, nous essayerons d'expliquer comment les énergies renouvelables sont bénéfiques pour l'environnement par ses avantages et comment peuvent-elles influencer sur leurs installations via leurs inconvénients, et juste après nous soulignerons l'impact de cette dernière sur le développement économique et durable.

1 - Les avantages des énergies renouvelables

De nos jours, nous utilisons des énergies polluantes qui vont disparaître dans un futur proche comme le pétrole et le gaz. Il est donc nécessaire de développer davantage les énergies renouvelables pour continuer à nous éclairer, nous chauffer, faire fonctionner les différents moteurs. Les avantages des énergies renouvelables sont nombreux, car ces dernières sont en général propres, sûres et surtout, elles existent en quantité illimitée.

En les utilisant beaucoup, on retrouverait une stabilité climatique, économique, environnementale et sociale surtout en développant de grandes centrales thermiques. La sûreté est l'un des avantages principaux, car il existe de très faibles risques d'accident. Elles génèrent également peu de déchets qui sont parfois recyclables.

La décentralisation des énergies renouvelables est aussi un facteur positif très important pour émanciper certains territoires et le développement local. Le marché du travail concernant ces énergies représente presque un million deux cent mille emplois surtout dans le photovoltaïque, l'éolien et la biomasse. Ces énergies respectent l'environnement pendant leur fabrication, leur fonctionnement et lors de leur fin de vie, au moment de leur démantèlement.

De manière générale, les énergies renouvelables sont plus propres que les énergies fossiles actuellement exploitées dans le monde entier.

Chapitre I : Aperçu sur les énergies renouvelables

Elles sont plus écologiques, disponibles en masse autour du globe et sont « gratuites » une fois les installations de production rentabilisées.²⁴

Cette vision produite par les énergies renouvelables est séduisante a priori, mais elle masque de nombreux inconvénients

2-Les inconvénients des énergies renouvelables

Comme pour chaque chose, les ENR ont également leurs petits défauts. On notera en priorité un coût relativement important à l'achat des installations dont la rentabilité peut se faire attendre des années. De plus, la plupart de ces énergies vertes sont sujettes aux caprices de Dame nature. En effet, des journées sans vent ou sans grande luminosité peuvent contrarier fortement la production de l'éolien et du solaire. Reprenons en détails les trois sources précédemment citées :

L'énergie solaire a beaucoup d'avantages mais elle a aussi des inconvénients, comme le fait qu'il n'y a pas de lumière la nuit, elle a besoin de beaucoup d'espace, le placement peut modifier l'énergie prise dans les panneaux et les panneaux sont fragiles. Elles produisent uniquement de la lumière mais aussi pour chauffer l'eau avec les panneaux solaires thermiques.

L'énergie hydraulique, est une énergie qui coûte cher, avec de grands barrages et elle perturbe aussi l'environnement écologique. Elle produit uniquement de l'électricité. L'énergie éolienne, comme toutes les énergies renouvelables, a aussi ses défauts, elle a un impact sur l'aspect visuel des paysages, une éolienne coûte aussi cher que les barrages, dans les centrales hydrauliques. Elle a aussi un impact sur les migrations des oiseaux. Les éoliennes produisent uniquement de l'électricité.

L'énergie géothermique, a effectivement une pollution, mais non toxique. . Mais il faut beaucoup d'effort pour répartir les sources d'énergies qu'elles procurent. Les usines géothermiques, ont une installation très coûteuse. La géothermie produit elle aussi de l'électricité. L'énergie biomasse, à l'instar de l'énergie géothermique, a pour défaut de ne pas pouvoir être exploitée de manière intensive au risque d'épuiser trop rapidement les ressources naturelles.

Pour conclure, toutes les énergies renouvelables, coûtent cher, mais procurent beaucoup de bien à l'être humain, au quotidien.

²⁴ SOLENN.S, « Avantages et inconvénients des énergies décarbonnées, Solutions pour les combiner efficacement Concours sauvons le climat », 2015, p.04.

Chapitre I : Aperçu sur les énergies renouvelables

Les gouvernements ont du mal à accepter le prix de ces énergies. C'est pour ça que les énergies fossiles sont encore utilisées en masse, car elles produisent plus d'énergie, même si elles s'épuisent de plus en plus vite.²⁵

3 - Obstacles à l'utilisation des énergies renouvelables

La fabrication et le déploiement de l'utilisation d'énergie nouvelle et renouvelable dans les pays en développement en général et le monde arabe en particulier fait face aux obstacles financiers et institutionnels.

3-1-Obstacle économique

Ces obstacles se concentrent sur les prix gonflés des projets et le manque de mécanismes de financement. En plus, l'investissement dans ces projets représente un danger économique et pourtant ces énergies sont propres pour l'environnement. Des banques et quelques sources de financement n'encouragent pas les prêts et les investissements sur les nouveaux projets des énergies renouvelables comparativement aux prêts et investissements sur les énergies fossiles (*pétrole, gaz...*).

En plus, les résultats de l'investissement sur ces projets d'énergie renouvelable ne sont pas toujours satisfaisants. Et les investissements sur les énergies renouvelables ne sont pas vraiment attirants sur le plan économique, en comparant avec d'autres domaines d'investissement. Les gouvernements peuvent encourager l'investissement dans le domaine des énergies renouvelables par le biais de :²⁶

- Mettre au point des stratégies écologiques comme réduction des taxes sur la production de l'énergie via des sources renouvelables et non nocives pour l'environnement et mettre des taxes et des amendes sur les sources les plus polluantes ;
- Fournir une aide et un soutien financier et assurer les prêts pour les projets qui incitent à l'utilisation des énergies renouvelables ;
- Mettre et développer les normes et les législations concernant les énergies renouvelables sous le concept de : "Tous les partenaires sont concernés " ;
- Revoir les tarifications des produits pétroliers et les relier avec la qualité du carburant.

²⁵ Dr BELAID. S, « Cours Energie Solaire Photovoltaïque », Département de Génie Electrique, Université de Bejaia, 2015, p.07.

²⁶Voir Conférence des Nations Unies sur le Commerce et le Développement (CNUCED), Surmonter les obstacles à la production d'électricité décentralisée aux fins du développement durable, N°57, Novembre 2017.

Chapitre I : Aperçu sur les énergies renouvelables

- Présenter les détails des projets proposés contenant la description des procédures et les mécanismes et le programme à suivre et déterminer les exigences techniques et technologiques et estimer la valeur totale des investissements et des dispositions.²⁷

3-2- Les contraintes structurelles et institutionnelles

La production et l'utilisation de la technologie avancée dans la production de l'énergie (*l'énergie solaire, éolienne, et les biocarburants*) exige de grands efforts d'un grand nombre de partenaires, y compris la fabrication et les utilisations exécutif et les systèmes : législatif, exécutif et les autorités en relation (*ministères de l'énergie, des transports, de l'environnement, des finances et de la recherche scientifique*). Ils doivent spécifier les rôles et les plans de mise en œuvre ainsi que le développement d'un système de gestion intégré de la coordination entre les parties afin de parvenir à produire de l'énergie à partir des énergies renouvelables.

4-Énergies renouvelables au service du développement durable

Les énergies renouvelables jouent un rôle essentiel dans le fonctionnement de l'économie d'un pays, comme elles peuvent permettre l'amélioration des conditions de vie de la population et la croissance économique ou le facteur économique du développement durable. Tout développement est inéluctablement corrélé à la consommation d'énergie, cette dernière, en croissance régulière, est une source de pollution considérable de l'environnement. L'enjeu est donc de voir comment concilier progrès économique et social sans mettre en péril l'équilibre naturel de la planète ? Tout développement doit se faire en étant économiquement efficace, socialement équitable et écologiquement tolérable.

Plusieurs questions fondamentales sont posées : Comment donner un minimum de richesse à ces centaines de millions d'affamés et à ces 1.6 milliard d'individus à travers le monde qui n'ont pas accès au réseau électrique et à l'eau potable au moment où la terre semble déjà asphyxiée par le prélèvement effréné de ses ressources naturelles ? Comment léguer une Terre en bonne santé aux futures générations ? C'est pour répondre à toutes ces questions qu'est né le concept de développement durable, concept défini par la commission Brundtland en 1987 (*commission des nations unies sur l'environnement présidée par Mme Gran Hall Brundtland première ministre de Danemark.*). Le développement durable est défini comme étant un développement qui répond au besoin du présent sans compromettre la capacité des générations futures à répondre aux leurs.

²⁷ WILLIAME.R : « *Evaluation des obstacles et des possibilités connexes à l'énergie renouvelable, Initiative prise par la Commission de coopération environnementale de l'Amérique du Nord* » Article 13, Mai 2002, p.12.

Chapitre I : Aperçu sur les énergies renouvelables

A cet effet et suite à la prise de conscience des risques des changements climatiques et à la fragilité de notre écosystème, le développement des énergies renouvelables est devenu impératif devant les problèmes énergétiques du 21^{ème} siècle. Convaincu de la nécessité d'un développement durable et de la diversification du bouquet énergétique.²⁸

4-1- Développement économique

4-1-1- Bénéfices pour le monde rural

L'exploitation des énergies renouvelables peut contribuer au développement des régions rurales en injectant des sources de revenus précieuses et durables.

A cet égard, elles peuvent être un élément de cohésion et de développement dans les régions défavorisées en contribuant à élever les niveaux de vie et les revenus dans ces régions, notamment :

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

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

4-1-2- Création d'emplois et lutte contre le chômage

Les énergies renouvelables constituent une source d'emplois importante dans la mesure où leur utilisation entrainera automatiquement le développement d'activités économiques nouvelles dans les divers secteurs économiques (*primaire, secondaire, tertiaire*) et permettra de développer des branches existantes et de créer des branches nouvelles. A noter que la qualité et le type des emplois générés varient en fonction des caractéristiques de chaque technologie considérée.

²⁸ BOUGHALI..S, BECHKI..D, MENNOUCHE..D, « *Opportunités et challenges de la promotion des énergies renouvelables en Algérie* », Université KASDI Merbah Ouargla, 2014, p.55.

Chapitre I : Aperçu sur les énergies renouvelables

Pour la biomasse, l'emploi se concentre dans la production et la collecte des matières premières. Les systèmes photovoltaïques et d'eau chaude solaire ont surtout besoin de personnel pour l'installation, l'exploitation et l'entretien.

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

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

En France, ce secteur est porteur pour l'emploi. Selon le Syndicat des Energies Renouvelables en 2010, le nombre d'emplois dans l'ensemble des filières se montait à 76 500. Ainsi, les créations de postes diffèrent d'une filière à l'autre.²⁹

4-2- Développement social

Il s'agit d'un processus visant à permettre

4-2-1- Désenclavement et amélioration de la qualité de vie de la population

A l'instar d'autres aspects de développement, les projets d'exploitation d'énergies renouvelables peuvent contribuer à améliorer le niveau de vie et servir de catalyseur pour d'autres projets à l'échelle locale. Tout projet a un impact. En règle générale, les énergies renouvelables améliorent l'image d'un territoire, c'est particulièrement le cas des projets ayant une dimension sociale, en permettant l'accès généralisé à l'électricité et par conséquent aux services sociaux (*éducation, hospitalisation,...*).

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

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

²⁹<http://Revue.imist.ma/?journal=REMFO&page=about> consulté le 19/08/2019 à 12h38.

Chapitre I : Aperçu sur les énergies renouvelables

D'un autre cote, l'alimentation d'un village en électricité contribue à son désenclavement.

Autrement dit, le courant électrique peut servir à un hôpital, une école, éclairage public, etc. Comme il peut même sauver la vie à plusieurs personnes puisque des appareils ne fonctionnent qu'à l'aide dudit courant.

4-2-2- Lutte contre la pauvreté et l'exclusion sociale

L'accès à l'énergie durable est aujourd'hui considéré comme un facteur clé pour le développement durable et oriente vers la réduction de la pauvreté. A cet égard, près de 1,6 milliard de personnes dans les pays en développement n'ont pas accès à l'électricité, dont 85% vivent dans des régions rurales. La lumière électrique, les moyens de communication modernes et l'accès aux nouveaux medias améliorent les possibilités de formation ; faire la cuisine et se chauffer avec des combustibles modernes ou avec l'électricité est moins dommageable pour la santé et réduit la charge de travail des femmes et des enfants surtout.

Tous ces exemples montrent bien que l'énergie moderne peut améliorer considérablement les conditions d'existence dans les régions rurales et contribuer à la limitation de l'exode rural. L'accès aux services énergétiques modernes est un outil essentiel pour améliorer les compétences des pauvres et des défavorisés, ainsi que pour promouvoir l'égalité. D'aucuns estiment même que l'accès à l'énergie durable doit être formulé en tant que droit fondamental de l'être humain.

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

4-2-3- Autres impacts sociaux

L'espoir d'une vie meilleure : Les citoyens peuvent voir leur vie s'éclairer d'une lumière nouvelle grâce à l'électricité, par l'introduction de l'éclairage, la télévision, le réfrigérateur, les postes de soudure, les petits moulins et aussi le pompage de l'eau, l'éclairage public, les services téléphoniques.³⁰

³⁰ ZOURI. H, ELMASSAOUDI. H, « *Energies renouvelables et développement durables* », REMFO (Revue D'Etude en Management et Finances d'Organisation), N 08, Mars 2014, p.p.13.14.

Chapitre I : Aperçu sur les énergies renouvelables

Conclusion

Les énergies renouvelables ont un attrait certain lorsqu'on considère qu'elles peuvent fournir de l'électricité, écologiquement et à bon marché, aux populations isolées des localités qui n'ont en effet pas les moyens de se relier à un réseau, mais elles peuvent tirer profit des techniques qui ont été mises au point pour domestiquer les sources naturelles et de chaleur.

Etant donné que 3 milliards de personnes n'ont pas d'électricité, il ne fait aucun doute que les énergies renouvelables peuvent jouer un rôle clé et concourir au développement économique des régions pauvres.

Pour cela, il est fortement indispensable de s'intéresser à ce type d'énergie durable en développant les technologies nécessaires pour une bonne exploitation de celle-ci, afin d'arriver à un rendement efficace. La contribution des énergies renouvelables nous permet d'une part, de garder un environnement propre et sain, et d'autre part, d'assurer la protection de la biodiversité. Et on peut dire que les énergies renouvelables représentent une grande partie de notre avenir énergétique, elles permettent un développement futur et une solution à nos problèmes énergétiques et environnementaux.

ChapitreII :Les énergies renouvelables en Algérie

Introduction

En Algérie, le pouvoir public commencent à intégrer les énergies renouvelables comme nouvelle sources d'énergies, à côté des énergies conventionnelle, l'objectif est d'aller vers un mix énergétique national permettront la préservation des ressource fossile, la diversification des filières de production de l'électricité mais aussi maitre en phase l'économie nationale avec la dynamique mondiale de développement durable.

A cet effet L'Algérie amorce une dynamique d'énergie verte en lançant un programme ambitieux de développent des énergies renouvelables et d'efficacité énergétique. Cette vision du gouvernement algérien s'appuie sur une stratégie axée sur la mise en valeur des ressources inépuisables comme le solaire et leur utilisation pour la diversifier la source d'énergies et préparer l'Algérie de demain.

Dans ce deuxième chapitre nous allons donner une vision sur le programme algérienne des énergies renouvelables, en commençant par la situation énergétique en Algérie puis l'alternative trouvée par le gouvernement pour faire face au problème de l'énergie .Puis nous montrerons comment 'l'Etat algérien envisage de développer le domaine des énergies renouvelables.

Section 01 :Programme algérienne des énergies renouvelables et de l'efficacité énergétique

L'Algérie s'engage avec détermination sur la voie des énergies renouvelables afin d'apporter des solutions globales et durables aux défis environnementaux et aux problématiques de préservation des ressources énergétiques d'origine fossile. C'est ce que nous allons citer dans cette section.

1-Etat des lieux de la situation énergétique en Algérie

En Algérie, Les hydrocarbures occupent une place très importante dans le développement économique du pays. L'accroissement de la rente pétrolière suite à l'augmentation conjointe des volumes produits et du cours des hydrocarbures, a permis une croissance moyenne du PIB de4% par an entre 2001 et 2007. Avec des hypothèses de taux de croissance économique de 3%, et un taux de croissance démographique de 1,6 % par an, pour la période 2007- 2030, le taux de croissance de la demande énergétique serait compris entre 2,8 % et 4, 3 % par an pour la période de projection ; Le marché algérien absorberait en énergie primaire, 61,5 Millions de tonnes équivalent pétrole (Mtep) en 2020 et 91,54 Mtep en 2030 contre 52 Mtep en 2020 et 66,45 Mtep en 2030, du scénario faible.

Chapitre II : Les énergies renouvelables en Algérie

Le Gaz Naturel, avec un taux de croissance annuel moyen de la consommation de 4,7 % (*scénario Fort*) et 3 % (*scénario faible*) entre 2007 et 2030, prendra des parts de marché au pétrole, qui verra tomber sa part de la consommation totale d'énergie primaire, Mesurée par le ratio réserves/production.

L'espérance de vie des réserves en Algérie est d'environ 35ans ; à partir de 2008. Sur cette période, le tiers des réserves sera destiné pour couvrir les besoins du marché domestique, le reste soit les 2/ 3 sera destiné à l'exportation. La production de pétrole évoluera d'une moyenne de 2 % par an jusqu'en 2015 pour atteindre le plateau de production, ensuite elle déclinera d'une moyenne de 5,6% par an jusqu'en 2020 puis de 7 % jusqu'à la fin de période de projection.

Concernant le Gaz, l'Algérie augmentera de 30% sa capacité de production de Gaz Naturel Liquéfié. Cependant, les exportations vont croître de 2 % par an jusqu'au 2015, puis atteindre le plafond de 1092,5 Milliards de barils équivalent pétrole, pour ensuite décliner de 1,3 % par an.¹

La croissance des exportations liquides sera portée par les exportations du pétrole brut cependant selon les estimations, le quota de l'OPEP pour les exportations algériennes atteint 1,70 mb/j en 2015. Ces travaux de prospective ont, ainsi, pour vocation d'éclairer la décision publique, alors que les choix à opérer mettent en jeu des ressources considérables. Les investissements à réaliser en matière énergétique sont d'une grande ampleur financière et technique.

Du pétrole et du gaz il y'en aura encore pour de nombreuses années dans notre pays, même en suivant les scénarios les plus pessimistes. Les ressources sont considérables, mais rien ne saurait garantir quelles seront exploitées assez rapidement pour faire face au niveau de la demande prévue dans les différents scénarios. Aussi, les incertitudes sur les sources d'approvisionnement nécessaire pour répondre à la demande croissante, ainsi que sur le coût de production de ce pétrole et sur son prix à la consommation, sont très élevés.

Pour s'assurer de disposer d'approvisionnement énergétiques suffisants, une action du gouvernement s'impose pour réduire la consommation en incitant les entreprises, les ménages et les automobilistes à changer leur mode de consommation afin d'améliorer l'efficacité énergétique, par la mise en place d'incitations financières voire même des

¹ Office nationale des statistiques(ONS) 2007.

Chapitre II : Les énergies renouvelables en Algérie

cadres.²Réglementaires appropriés ; à titre d'exemple la suppression des subventions des prix locaux pourrait grandement contribuer à la diminution de la consommation domestique.³

Au temps actuel, le pétrole et le gaz sont deux sources énergétiques vitales pour l'économie de notre pays, la prospérité future dépend du secteur des hydrocarbures : assurer des approvisionnements énergétiques suffisants pour répondre à la croissance de la demande, avec des prix raisonnables, reste le défi majeur pour notre pays. Aujourd'hui l'économie algérienne est totalement dépendante du pétrole et du gaz, mais il est encore temps d'emprunter une nouvelle trajectoire, en développant des énergies alternatives.

Les statistiques sur les énergies fossiles algériennes sont en baisse (ONS, 2007), car ils sont non renouvelables. L'accélération du rythme d'épuisement des ressources fossiles doit trouver des compensations valables à long terme pour assurer la relève de l'après pétrole. La durée des réserves pétrolières étant estimée à 30ans environ, l'Algérie a décidé d'adopter des mesures nécessaires en vue d'assurer son indépendance énergétique future. Une politique qui consiste à économiser le pétrole et ses dérivés :

- En maintenant le niveau de la production pétrolière ;
- En déployant ses efforts en matière de développement des énergies nouvelles essentiellement dans le solaire.⁴

2- Les énergies renouvelables comme alternative

Actuellement notre pays va vers une transition énergétique pour un développement durable, et vise à augmenter la production dans d'autres énergies tels que les énergies renouvelables, telle que l'électricité, et d'autres énergies qui sont généralement liés au soleil, notre pays doit créer des stratégies à long terme pour préserver les combustibles fossiles et pour éviter l'effet du gaz à effet de serre qui est lié au réchauffement climatique et éviter aussi d'autres problèmes qui sont liés aux pollutions de l'environnement et développer d'autres énergies qui sont alternatives tel que l'électricité et d'autres énergies renouvelable (*énergie solaire principalement dans le sud de l'Algérie*).

La production et la consommation accrue d'énergies fossiles permet le rejet de méthane et la déforestation, ce qui favorisent l'augmentation des gaz à effet de serre, causant ainsi une hausse de la température. Les changements climatiques sont souvent à l'origine des catastrophes naturelles.

²Voir la nouvelle revue de presse, « *L'avenir énergétique en Algérie* », Avril 2013, n°16, p.04.

³<http://www.algerie360.com> consulté le 18/09/2019 à 18h34.

⁴ Office National des Statistiques(ONS) 2007.

Chapitre II : Les énergies renouvelables en Algérie

Depuis 2004 les pouvoirs publics ont pris de nombreuses mesures et compris l'enjeu de nouvelles alternatives énergétiques (*éoliennes, panneaux photovoltaïques, ...*), l'Algérie essaye de transformer la stratégie énergétique, de faire réduire la part des combustibles fossiles sur le long terme, la conversion du modèle de consommation énergétique actuel rendra problématique l'équilibre offre/demande pour cette source d'énergie qui ne cesse d'être souhaitée par la demande interne et le marché international.

Les niveaux des nécessités internes de l'Algérie en gaz naturel devraient atteindre 45 milliards de m³ en 2020 avant de s'établir à 55 milliards dix ans plus tard. Cette évolution de la demande interne sera accompagnée par des volumes énormes à exporter et dont la rente sera nécessaire pour changer l'économie nationale. La consommation d'électricité devrait augmenter, et se situer sur la même période entre 75 à 80 TWH (*Térawatts heure*) en 2020 et entre 130 et 150 TWH en 2030 et 67 projets de centrales solaires photovoltaïques, solaires thermiques et éoliennes hybridées avec du gaz naturel ou du diesel prodigué, le nouveau programme vise une vingtaine de wilayas du Sud, des Hauts plateaux et aussi aux Nord du pays (*énergie Eolienne*). La capacité installée globale de ces projets sera de 2.357 MW à l'horizon 2020. Le soleil est la source de ces énergies renouvelables.⁵

3- Programme national des énergies renouvelables

L'Algérie a mis en place un plan national d'énergie renouvelable en février 2011, révisé en mai 2015 à l'horizon 2030, mettant plus particulièrement l'accent sur le développement du solaire PV et de l'éolien. Le nouveau plan prévoit un objectif de 22 GW (*27% de la production électrique totale et 37% de la capacité totale installée*) à atteindre à l'horizon 2030 (*4500 MW à atteindre à l'horizon 2020*) pour le marché local. Un objectif immédiat de plus de 4500 MW doit être installé à l'horizon 2020.

La promotion des énergies renouvelables en Algérie ne date pas d'aujourd'hui, mais bien avant, pendant la période coloniale, à titre d'exemple on cite :

- En 1942 à l'institut national d'agronomie d'El Harrach (Alger) : un groupe de chercheur a installé un digesteur anaérobie pour la production de biogaz pour alimenter les cuisines et les laboratoires de l'institut ;
- En 1953 à Adrar les services de l'hydraulique ont installé une éolienne de 25CV pour irriguer un périmètre agricole. C'était l'une des trois éoliennes existantes à travers le monde (*Allemagne, Argentine et Algérie*) ;
- En 1954 à Bouzareah, Alger construction du plus puissant four solaire du monde ;

⁵<http://www.portail.CDER.dz> consulté le 04/10/2019 à 14h18.

Chapitre II : Les énergies renouvelables en Algérie

- Cyril Gomella a installé des distillateurs solaires de type serre pour dessaler les eaux saumâtres de Biskra, El Oued et Touggourt.⁶

Ce programme des énergies renouvelables prévoit l'installation d'une puissance totale d'environ : 2600MW en 2020, 6900MW en 2025 et 12000MW à l'horizon 2030.

La ratification du protocole de Kyoto (*accord international, bâti sur la convention-cadre des nations unies sur les changements climatiques, met en place des objectifs et des délais pour réduire les émissions de gaz à effet de serre*) et la loi sur la promotion des énergies renouvelables dans le cadre du développement durable sont venues confirmer la volonté politique algérienne et l'engagement de notre pays pour l'exploitation de ces ressources naturelles renouvelables et non polluantes.

Un programme national ambitieux de développement de ces énergies propres a été tracé pour la période 2011-2030, afin de produire à l'horizon 2030, 40% de la consommation nationale d'électricité à partir des énergies solaires et éoliennes. Ces ambitieux projets d'énergies renouvelables seront menés en trois étapes :

- **2011-2013** : réalisation des projets pilotes pour tester les différentes technologies disponibles ;
- **2014-2015** : début du déploiement du programme ;
- **2016-2030** : déploiement à grande échelle.⁷

La synthèse de ce programme par type de filière de production, se présente comme suit :

3-1- Energie solaire

L'Algérie est en effet l'un des plus importants gisements d'énergie solaire au monde avec une durée d'insolation de 2.000 à 3.900 heures par an, et une irradiation journalière de 3.000 à 6.000 Wh/M², soit l'équivalent de 10 fois la consommation mondiale.

3-1-1- Energie solaire photovoltaïque

A l'égard de ces statistiques particulièrement favorables au développement de l'énergie photovoltaïque, le gouvernement algérien avait décidé de lancer dès l'année 2011, un programme à long terme d'énergie renouvelable de 22.000 MW destiné à la production d'électricité qui se faisait jusqu'alors à base d'énormes quantités du gaz. Le programme en question prévoyait la mise en place à l'horizon 2030, d'une capacité de production d'électricité de 12.000 MW exclusivement destinée au marché intérieur.

⁶ BOUGHALI.S, BECHKI.D, MENNOUCHE.H, BOUGUETIA.H et BOUCHEKIMA.B, « *Opportunités et challenges de la promotion des énergies renouvelables en Algérie* », Mémoire de fin d'étude, Faculté des sciences et de la matière, Université kasdiMarbah Ouargla, Laboratoire des énergies nouvelles et renouvelles dans les zones arides, Mai 2012, p.57.

⁷Voir programme des énergies renouvelables et de l'efficacité énergétique, Document élaboré par Ministère de l'énergie et des mines, Mars 2011, p.09.

Chapitre II : Les énergies renouvelables en Algérie

Tout un éventail d'énergies renouvelables parmi lesquels 7.200 MW en thermo solaire, 2.800 MW en photovoltaïque, et 2.000 en éolien devaient en être issus. Une tranche supplémentaire de 10.000 MW était même prévue pour être exportée vers la Tunisie et le Maroc. L'objectif ouvertement affiché était d'économiser au maximum le gaz naturel en grande partie destiné à l'exportation. Mais comme le lancement de ce programme a pris du retard et que les technologies solaires avaient entre temps beaucoup évolué, le gouvernement algérien a décidé en février 2015 de modifier de façon importante le programme initial. La capacité de production envisagée est certes restée la même avec de 22.000 MW, mais elle est entièrement destinée à la production d'électricité avec 10.575 MW en photovoltaïque.⁸

3-1-2- L'énergie solaire thermique

L'énergie solaire thermique est la transformation de rayonnement solaire en énergie thermique. Cette transformation peut être utilisée directement ou indirectement, en utilisant la chaleur transmise par rayonnement plutôt que le rayonnement lui-même, ces modes de transformation de l'énergie se distinguent des autres formes d'énergie comme les cellules photovoltaïques.

L'Algérie entend mettre en valeur son potentiel solaire, l'un des plus importants au monde, en lançant des projets importants en solaire thermique.

Deux projets de central thermique à concentration avec stockage d'une puissance totale d'environ 150 MW ont été lancés sur la période 2011/2013. Ces projets sont ajoutés à la centrale hybride de HassiR'Mel d'une puissance de 250 MW dont 25 MW en solaire.

Sur la période 2016/2020, quatre centrales solaires thermiques avec stockage d'une puissance totale d'environ 1 200 MW devraient être mises en service. Le programme de la phase 2021/2030 prévoit l'installation de 500 MW par an jusqu'au 2023, puis 600 MW par an jusqu'au 2030.⁹

3-2-2- Energie éolienne

Suite à la révision du programme national en 2015, la part de l'énergie éolienne a été rehaussée de 2000 MW à 5010 MW et occupe désormais la seconde place derrière le photovoltaïque, loin devant les autres filières. L'importance accordée à l'éolien est certainement due à l'amélioration considérable des coûts moyens du kilowatt/heure (kWh) qui sont, après ceux de la géothermie, les plus bas du renouvelable.

⁸<http://www.energy.gov.dz>, consulté le 19/10/2019 à 15h20.

⁹ATMANIA.H, *Op.cit*, p.75.

Chapitre II : Les énergies renouvelables en Algérie

Le programme des énergies renouvelables algérien prévoit dans un premier temps, sur la période 2015/2020 : 1 010 MW dont 10 MW de la ferme éolienne de Kabertène en service (Adrar).

Période 2021/2030 : 4 000 MW, soit un total cumulé de 5010 MW.¹⁰

Tableau 1 : Répartition des Energies Renouvelables par filières et par phase (en MW)

	1 ^{ère} phase 2015-2020	2 ^{ème} phase 2021-2030	Total
Photovoltaïque	3000	10575	13575
Eolien	1010	4000	5010
CSP	-	2000	2000
Cogénération	150	250	400
Biomasse	360	640	1000
Géothermie	05	10	15
TOTAL	4525	17475	22000

Source : Salon International des Energies Renouvelables, des Energies Propres et du Développement Durable.

4- Programme national de l'efficacité énergétique

L'efficacité énergétique est une urgence en Algérie surtout avec l'augmentation de la demande intérieure en énergie et la baisse des prix des matières premières sur les marchés mondiaux. Cette dernière décennie, la demande en énergie a augmenté dans tous les secteurs d'activités du pays avec un taux de croissance de 6%. Et cela est dû principalement à l'amélioration du niveau de vie des citoyens, l'augmentation du nombre de logements, et le rebondissement économique engendré par la réalisation de plusieurs projets structurels importants et dans tous les secteurs.

Le programme d'efficacité énergétique obéit à la volonté de l'Algérie à favoriser une utilisation plus responsable de l'énergie et d'exploiter toutes les voies pour préserver les ressources et systématiser la communication utile et optimale.¹¹

En Algérie et à l'exemple d'autres pays, l'efficacité énergétique permet d'économiser des fonds qui, traditionnellement, sont affectés à d'autres dépenses énergétiques. Pour le gouvernement algérien de l'Énergie, le programme national de l'efficacité énergétique permettra de dégager une économie de pas moins de 42 milliards de dollars. Le gouvernement a tracé un programme ambitieux dont l'objectif est de réaliser l'économie de l'énergie qui atteindra 92 millions de tonne d'équivalent de pétrole à l'horizon 2030, ce qui permettra

¹⁰ CHOUMANE. A, BOUKHARI O, « L'énergie éolienne en Algérie potentiel et réalisation, Colloque scientifique international sur les stratégies des énergies renouvelables dans le développement durable » Université de Blida p.06.

¹¹ KERAMANE A, « L'efficacité énergétique et les énergies renouvelables », IPAMED, N°8, Mars 2010, p.02.

Chapitre II : Les énergies renouvelables en Algérie

l'économie de 42 milliards de dollars, à travers la réduction de 9% de la consommation de l'énergie, résultant de l'exécution du programme national de l'efficacité énergétique.

Les retombées économiques et sociales de l'intégration de la dimension efficacité énergétique dans les différents secteurs d'activité sont multiples. Cette intégration permet d'améliorer le cadre de vie du citoyen mais constitue, également, une réponse appropriée au défi de conservation de l'énergie avec ses implications bénéfiques sur l'économie nationale, en termes de création d'emploi et de richesses, en plus de la préservation de l'environnement.¹²

Le programme se focalise sur les secteurs de consommation qui ont un impact significatif sur la demande d'énergie. Il s'agit principalement du bâtiment du transport et de l'industrie.

4-1- Pour le secteur du bâtiment

▪ Isolation thermique bâtiments

En Algérie, le secteur du bâtiment est le secteur le plus énergivore. Sa consommation représente plus de 42% la consommation finale. Les actions de maîtrise de l'énergie proposées pour ce secteur portent notamment sur l'introduction de l'isolation thermique des bâtiments qui permettront de réduire d'environ 40% de la consommation d'énergie liée au chauffage et à la climatisation des logements.

▪ Le développement des chauffages-eau solaire.

Concernant l'usage (*individuel et collectif*) de l'eau chaude sanitaire, la priorité accordée par les pouvoirs publics, par ce programme, est la substitution du chauffage de l'eau par les moyens classiques par le chauffage solaire, à ce titre, des efforts considérables seront fournis, en vue de favoriser la pénétration massive des chauffe-eau solaire avec une attention particulière pour leur fabrication locale à l'horizon 2030.

▪ Généralisation de l'utilisation des lampes à basse consommation d'énergie

L'objectif assigné à la stratégie d'action est l'interdiction graduelle de la commercialisation des lampes à incandescence (lampes classiques couramment utilisées par le marché national à l'horizon 2020). En parallèle, il est prévu la mise sur le marché de quelques millions des lampes à basse consommation.

▪ Introduction de la performance énergétique dans l'éclairage public

Le poste éclairage public est l'un des postes les plus énergivores du patrimoine des collectivités locales.

¹² BOUBOU. N, « *Eau, environnement et énergies renouvelables : vers une gestion intégrée de l'eau en Algérie* », en sciences de gestion, Thèse de doctorat, Université Abou bakr Belkaid de Tlemcen, 2015, p.175.

Chapitre II : Les énergies renouvelables en Algérie

Le programme de maîtrise de l'énergie dédié aux collectivités locales consiste à substituer la totalité des lampes à mercure (énergétivores) par des lampes à sodium économiques. Globalement, c'est plus de 30 millions de TEP qui seront économisées, d'ici 2030.¹³

4-2-Pour le secteur des transports

Le programme vise à promouvoir les carburants les plus disponibles et les moins polluants, en l'occurrence, le GPL et le GN : l'objectif étant d'enrichir la structure de l'offre des carburants et de contribuer à réduire la part du gasoil, en plus des retombées bénéfiques sur la santé et l'environnement. Ceci se traduirait par une économie, à l'horizon 2030, de plus de 15 millions de TEP.

4-3-Pour le secteur de l'industrie

Le programme vise à amener les industriels à plus de sobriété dans leurs consommations énergétiques. En effet, l'industrie représente un enjeu pour la maîtrise de l'énergie du fait que sa consommation énergétique est appelée à s'accroître à la faveur de la relance de ce secteur. Pour ce secteur, c'est plus de 34 millions de TEP qui seront économisées.

En résumé, la concrétisation sur le terrain du programme national d'efficacité énergétique permettra de réduire graduellement la croissance de la demande énergétique. Ainsi, les économies d'énergie cumulées engrangées seraient de l'ordre de 93 millions de TEP, dont 63 millions de TEP à l'horizon 2030 et le reste au-delà de cet horizon. C'est dire toute l'importance que revêt ce programme d'économie d'énergie qui implique la concrétisation d'un certain nombre de mesures, notamment, l'implication des parties concernées dont l'industrie publique et privée et l'adaptation du cadre juridique régissant l'efficacité énergétique.

Afin de concrétiser cette politique énergétique du renouvelable ainsi que celle de l'efficacité, Énergétique à l'horizon 2030 dans le cadre du développement durable il faut impérativement que les pouvoirs publics décident de :

- Sensibiliser et informer le public sur les enjeux énergétiques en lançant une réflexion ou un débat national avec des couvertures médiatiques (*presse, radio, télévision*) et au sein des écoles, Universités, mosquées, associations, partis politiques, etc. ;
- Aligner les prix de l'électricité, carburant et eau à leur véritable prix de revient et cela d'une façon progressive, afin que les citoyens fassent plus attention et les préservent ;

¹³ KHARCHI. R, « l'efficacité énergétique dans le bâtiment, bulletin des énergies renouvelables », n°28, 2013, p .08.

Chapitre II : Les énergies renouvelables en Algérie

- Aujourd'hui on arrive à payer la différence entre le prix réel et le prix subventionné grâce à la manne pétrolière, peut être que dans un proche avenir on ne pourra plus le faire ;
- Obliger les édifices publics (Ministères, hôpitaux, universités...) à utiliser des chauffe-eaux solaires pour le chauffage des eaux sanitaires. L'utilisation du photovoltaïque pour l'éclairage Public ;
- Exiger un audit énergétique préalable à la construction des nouveaux et grands bâtiments (audit sur plan) ;
- Promouvoir la cogénération dans les secteurs industriels et tertiaires ;
- Améliorer les plans directeurs de transport pour les grandes villes (Alger, Oran, Constantine ;
- Annaba, Ouargla, Bechar...) en utilisant des carburants propres ou moins polluant (gaz, Hydrogène, pile à combustible, etc.) ;
- Bannir de l'esprit des décideurs que l'énergie renouvelable est réservé uniquement aux sites isolés dans le sud, en lançant des installations concrètes au niveau du nord du pays ;
- Mobiliser les efforts de recherche et développement pour la maîtrise et l'optimisation des procédés de conversion, de transformation et de stockage de ces énergies ;
- Développer un savoir faire allant de l'étude jusqu'à la réalisation des installations sur site ; en associant les chercheurs algériens et en leur facilitant l'accès aux installations existantes et Opérationnelles comme c'est le cas de la centrale hybride solaire de Hassi-R'mel, car l'aspect des ressources humaines est capitale ;
- Associer la diaspora algérienne travaillant dans le domaine du renouvelable en les invitant à nous faire part de leurs expériences dans le domaine ;
- Subventionner les énergies renouvelables au détriment des énergies classiques ; afin de booster leur développement ;
- Favoriser la coopération de partenaire étranger, en particulier, d'origine algérienne ;
- Faire participer les universités et les centres de recherche dans la prise de décision ;
- Créer des filières de formation en énergie renouvelable dans le domaine de la formation professionnelle.¹⁴

¹⁴ MICHAUT .S, « la cogénération : efficacité énergétique et utilisation rationnelle des ressources en gaz naturel de l'Algérie », Bulletin des énergies renouvelables 2013, n°26, p.21.

5 - Le développement des capacités industrielles

Pour accompagner et réussir le programme des énergies renouvelables, l'Algérie envisage de renforcer le tissu industriel pour être à l'avant-garde des mutations positives, aussi bien sur les plans industriels et techniques que sur les plans de l'ingénierie et de la recherche. L'Algérie est également déterminée à investir dans tous les segments créateurs de valeur et à les développer localement.¹⁵

5-1- Solaire photovoltaïque

Sur la période 2014-2020, l'objectif est d'atteindre un taux d'intégration des capacités algériennes de 80%. Pour ce faire, il est prévu la construction d'une usine de fabrication de silicium. Par ailleurs, il est attendu qu'un réseau de sous-traitance national soit mis en place pour la fabrication des onduleurs, des batteries, des transformateurs, des câbles et ces autres équipements entrant dans la construction d'une centrale photovoltaïque.

L'Algérie devrait disposer également, sur la même période, de capacité de conception, de réalisation capable d'atteindre un taux d'intégration de l'ordre de 60% par des entreprises algérienne. Il est également prévu la réalisation d'un centre d'homologation des équipements destinés aux installations des énergies renouvelables.

Sur la période2021-2030, l'objectif est d'atteindre un taux d'intégration supérieur à 80%. C'est pourquoi, la capacité de production des modules photovoltaïques devrait être étendue pour atteindre les 200MWC/an. Cette période serait marquée par le développement d'un réseau de sous-traitance nationale pour la fabrication des équipements nécessaires à la construction d'une centrale photovoltaïque. Elle devrait également être marquée par la maîtrise totale des activités d'engineering, de construction des centrales et des unités de dessalement des eaux saumâtres. Il est prévu au courant de cette même période d'exporter non seulement l'électricité produite à partir des renouvelables mais aussi le savoir-faire et les équipements entrant dans la production d'électricité à partir des énergies renouvelables.

5-2- Solaire thermique

Sur la période 2014-2020, il est prévu un taux d'intégration de 50% à travers la mise en œuvre des trois projets majeurs qui seront menés en parallèle à des actions de renforcement des capacités d'engineering :

- Construction d'une usine de fabrication de miroirs ;
- Construction d'usines de fabrication d'équipements de fluide caloporteur et de stockage d'énergie ;

¹⁵<http://www.algerie.eco.com> consulté le 23/10/2019 à 17h38.

Chapitre II : Les énergies renouvelables en Algérie

- Construction d'une usine pour la fabrication des équipements du bloc de puissance ;
- Développement de l'activité de l'engineering et capacité de conception, procurèrent et réalisation.

Sur la période 2021-2030, le taux d'intégration devrait être supérieur à concrétisation des projets suivants

- Extension de la capacité de fabrication des miroirs ;
- Extension de la capacité de fabrication des équipements de fluides caloporteurs et de stockage d'énergie ;
- Extension de la capacité de fabrication des équipements du bloc de puissance ;
- Conception, procurèrent et réalisation de centrales par des moyens propres.

5-3- Eolien

A l'horizon 2030, il est prévu de lancer les études pour la mise en place de l'industrie éolienne. Sur la période 2014-2020, objectif est de parvenir à un taux d'intégration de 50%. Cette période sera marquée par les actions suivantes :

- Construction d'une usine de fabrication de mâts et de rotors d'éoliennes ;
- Création d'un réseau de sous-traitance nationale pour la fabrication des équipements de nacelle ;
- Montée en compétence de l'activité engineering et capacité de conception procurèrent et réalisation capable d'atteindre un taux d'intégration d'au moins 50% par des entreprises algérienne.

Le taux d'intégration devrait être supérieur à 80% sur la période 2021-2030, grâce à l'extension des capacités de fabrications des mats et des rotors d'éolienne et le développement d'un réseau de sous-traitance nationale pour la fabrication des équipements de la nacelle. Il est prévu aussi la conception, le procurèrent et la réalisation d'éolienne par des moyens propres ainsi que la maîtrise des activités d'engineering, de procurèrent et de construction de centrales et d'unités de dessalement des eaux saumâtres.¹⁶

6-Cadre juridique des énergies renouvelables

Consciente de l'intérêt grandissant des énergies renouvelables et de leurs enjeux l'Algérie a intégré leur développement dans sa politique énergétique par l'adoption d'un cadre juridique favorable à leur promotion et à la réalisation d'infrastructure y afférentes.

Un certain nombre de textes et décrets ont été adoptés pour encadrer le domaine des énergies renouvelables ; Il s'agit essentiellement de :

¹⁶ ATMANIA.H, *Opcit* ,p.80.

Chapitre II : Les énergies renouvelables en Algérie

6-1- Les textes de loi relatifs aux programmes des énergies renouvelables

- Loi n° 02-01 du 05 février 2002 modifiée et complétée, relative à l'électricité et à la distribution du gaz par canalisation :

Cette loi a permis la création de la Commission de Régulation de l'Electricité et du Gaz (CREG) qui est un organisme indépendant doté de la personnalité morale et de l'autonomie financière, chargé de veiller au fonctionnement concurrentiel et transparent du marché de l'électricité et de la distribution du gaz par canalisations dans l'intérêt des consommateurs et celui des opérateurs.
- Loi n° 04-09 du 14 août 2004 relative à la promotion des énergies renouvelables dans le cadre du développement durable . Cette loi a permis la création de deux agences :
 - ALNAFT a pour rôle de promouvoir les investissements dans l'amont pétrolier. Elle se doit de gérer les banques de données, délivrer les autorisations de prospection, procéder aux appels d'offres, effectuer leur évaluation et attribuer les périmètres de recherche et d'exploitation ;
 - L'Agence de Régulation des Hydrocarbures, (ARH) est chargée notamment d'élaborer et de veiller au respect de la réglementation en matière de tarification du transport par canalisation et de stockage, ainsi qu'en matière d'hygiène, sécurité industrielle et de protection de l'environnement.
- Loi n° 09-09 du 30 décembre 2009 portant loi de finances pour 2010, notamment son article 64 portant créations du fond national pour les Energies renouvelables et la cogénération ;
- Loi n° 11-11 du 18 juillet 2011 portant loi de finances complémentaire pour 2011, notamment son article 40 modifiant l'article 63 de la loi n° 09-09;
- Loi n° 14-10 du 30 décembre 2014 portant loi de finances pour 2015, notamment son article 108 qui prévoit la fusion des deux Fonds spéciaux « Le Fonds national pour la maîtrise de l'énergie et le Fonds national pour les Energies renouvelables et la cogénération.¹⁷

6-2 - Les décrets relatifs aux programmes des énergies renouvelables

- Décret exécutif n° 13-218 du 18 juin 2013 fixant les conditions d'octroi des primes au titre des coûts de diversification de la production d'électricité ;¹⁸
- Décret exécutif n° 15-69 du 11 février 2015 fixant les modalités de certification de l'origine de l'énergie renouvelable et de l'usage de ces certificats ;

¹⁷<http://www.energy.gov.dz> consulté le 19/10/2019 à 14h10.

¹⁸Voir le journal officiel de la république algérienne N°31.

Chapitre II : Les énergies renouvelables en Algérie

- Décret exécutif n° 15-319 du 13 décembre 2015 fixant les modalités de fonctionnement du compte d'affectation spéciale n° 302-131 intitulé « *Fonds national pour la maîtrise de l'énergie et pour les énergies renouvelables et de la cogénération* ». ¹⁹

Section 02 : Le développement des énergies renouvelables en Algérie

L'Algérie par sa situation géographique, bénéficie des conditions favorables à l'utilisation des énergies renouvelables. Elle est probablement le pays Africain et Méditerranéen disposant du potentiel d'énergie renouvelable le plus important à l'échelle régionale, de même que les capacités les plus appropriées au développement et à l'exploitation de ce potentiel. Un potentiel énergétique lié à plusieurs types de sources. Par ailleurs, dans cette section nous allons évoquer les différentes potentialités des énergies renouvelables en Algérie parmi :

1- Les potentiel des énergies renouvelables en Algérie

1-1- Le potentiel solaire

L'Algérie possède un gisement solaire parmi les gisements plus élevés dans le monde. Les possibilités de l'énergie solaire en Algérie est assis sur trois parties : Désert, les hauts plateaux et le Sahel, nous trouvons la zone désertique occupe la scène avec une durée moyenne du rayonnement solaire d'une valeur de 3500 h/an et sa valeur est de 2650 Kwh/M2/an, puis les hauts plateaux avec 3000 h/an et sa valeur est de 1900 Kwh/M2/an, et en dernier le Sahel avec 2650 h/an et sa valeur est de 1700 Kwh/M2/an.

Tableau 2 : Tableau représentatif du potentiel solaire en Algérie par région

Régions	Régions côtière	Hauts plateaux	Sahara
Superficie(%)	4	10	86
Durée moyenne d'ensoleillement (heures/an)	2650	3000	3500
Energie moyenne Reçue(Kwh/m ² /an)	1700	1900	2650

Source : Centre de Développement des Energies renouvelables(CDER)

Ce potentiel peut constituer un facteur important de développement durable dans cette région s'il est exploité de manière économique ou rationnelle.

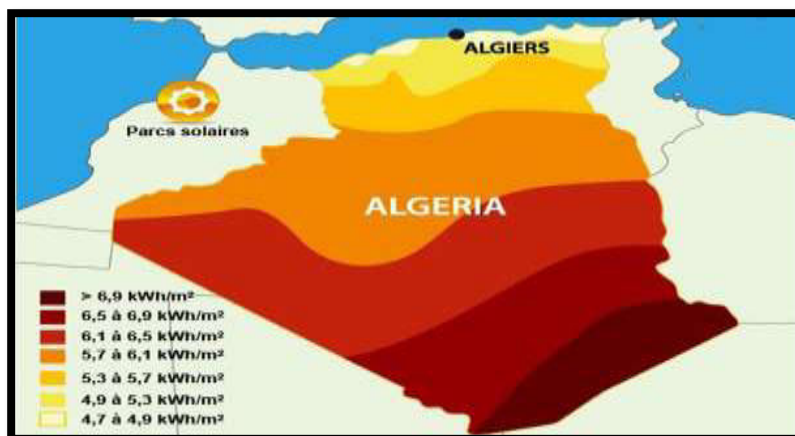
¹⁹<http://www.energy.gov.dz> consulté le 21/10/2019 à 22h05.

Chapitre II : Les énergies renouvelables en Algérie

Le volet de l'énergie solaire le plus utilisé dans notre pays est le solaire photovoltaïque mais les autres volets solaires thermiques et thermodynamiques restent toujours au stade d'expérience. L'Algérie possède le potentiel pour devenir le premier producteur mondial d'électricité à base d'énergie solaire desservant l'Europe et l'Afrique.

L'Algérie, forte d'un potentiel solaire thermique du Sahara, équivaut à 10 fois la consommation globale mondiale, gagnerait à exploiter cet avantage comparatif pour devenir un grand producteur mondial, non pas de gaz mais d'électricité.²⁰

Figure 14 : Carte représentatif des variations de l'ensoleillement en Algérie



Source : Centre de Développement des Energies Renouvelables (CDER).

A travers cette carte géographique représentative des variations de l'ensoleillement en Algérie en remarquant une répartition hétérogène sachant que la répartition majeure au sud par rapport au nord, prenant le cas de l'Europe, l'irradiation solaire annuelle globale horizontale (IGH) varie de 800 kWh/m² à environ 1.800 kWh/m² seulement.

Par ailleurs, l'Algérie est déjà la première productrice de gaz naturel et possède la 2^{ème} réserve de gaz en Afrique, derrière le Nigeria, sa "clé du futur" serait, l'association du soleil et du gaz afin de produire de l'électricité.

L'autre motif qui devrait encourager le pays à aller en avant dans le développement de la production électrique à partir de l'énergie solaire, est l'augmentation continue de la consommation électrique mondiale.

L'électricité représentait en effet 18% de la consommation mondiale d'énergie en 2013, devant le gaz naturel (15%).

²⁰ BENTOUBA. S, «Les énergies renouvelables dans le cadre du développement durables en Algérie wilaya du grand Sud exemple», Mémoire de fin d'étude, Universitaire de Bechar-Algérie, 2007, p.183.

Chapitre II : Les énergies renouvelables en Algérie

1-2- Potentiel éolien

L'Algérie dispose également d'un potentiel éolien qui n'est pas des moindres, sachant que 21 zones ont été identifiées, comme étant des régions à fort potentiel, pour une vitesse de vent allant de 5 à 9 m/s (à 150 m d'altitude) réparties sur sud-ouest la région des oasis, le sud-est et des régions à moindre potentiel au nord-ouest et le nord-est du pays.

Figure 15 : Carte géographique représentative de potentiel éolien en Algérie



Source : Centre de Développements des Energies Renouvelables (CDER)

Nous pouvons remarquer d'après cette carte géographique représentative de potentiel éolien en Algérie que l'énergie cinétique du vent constitue une ressource énergétique inépuisable mais fluctuante. Pour toute installation d'une éolienne dans un endroit, il faut d'abord une étude des caractéristiques du site considéré.

En l'Algérie, la ressource éolienne varie beaucoup d'un endroit à un autre. Ceci est principalement dû à une topographie et un climat très diversifié. En effet, notre vaste pays se subdivise en deux grandes zones géographiques distinctes. Le nord méditerranéen est caractérisé par un littoral de 1200 km et un relief montagneux, représenté par deux chaînes de l'atlas tellien et l'atlas saharien. Entre elles, s'intercalent des plaines et les hauts plateaux de climat continental. Le sud, quant à lui, se caractérise par un climat saharien.

Le sud algérien est caractérisé par des vitesses plus élevées que le nord, plus particulièrement le sud-ouest avec des vitesses supérieures à 4 m/s et qui dépassent la valeur de 6 m/s dans la région d'Adrar. Concernant le nord, il est remarquable que la vitesse moyenne est peu élevée.

Nous notons cependant, l'existence de microclimats sur les sites côtiers de Oran, Bejaia et Annaba, sur les hauts plateaux de Tiaret et El Kheiter ainsi que dans la région délimitée par Bejaia au nord et Biskra au sud.²¹

²¹ RAHMOUNI.S, BOUGHALI. S, « Méthodologie d'aide à la décision pour le choix des sites de projets d'énergie renouvelables en Algérie » Mémoire de fin d'étude, Université KASDI Merbahd'Ouargla, 2017, p.17.

Chapitre II : Les énergies renouvelables en Algérie

1-3- Potentiel hydraulique

L'Algérie possède plusieurs barrages et une cote de 1200 kilomètres à travers son territoire, mais ils sont mal exploités au niveau de la production énergétique, le gouvernement a décidé de fermer à terme les centrales hydroélectriques du pays et de consacrer les deux barrages produisant de l'électricité, en l'occurrence le Barrage d'IghilEmda à Kherrata (Bejaia) et celui d'Erraguen à Jijel, à l'irrigation et à l'alimentation de la population en eau potable.

Cette décision a été motivée par le fait que le niveau de la production des centrales hydroélectriques reste *«insignifiant»*, en contribuant très peu au bilan énergétique de l'Algérie, en que la production de la filière hydraulique ne représente que 389,4 GWh des 28950 GWh produit par SPE, la filiale de production d'électricité de Sonelgaz, tandis que l'essentiel de la production électrique, soit 28560 GWh, est assurée par le gaz.

Le secteur hydraulique possède 103 sites de barrage qui sont recensés. Plus de 50 barrages sont actuellement en exploitation. Les quantités globales tombent sur le territoire algérien sont importantes et estimées à 65 millions de m³, mais finalement profitent peu au pays : concentration sur des espaces limités, fortes évaporation, évacuation rapide vers la mer.

Schématiquement, les ressources de surface décroissent du nord au sud. On évolue actuellement les ressources utiles et renouvelables de l'ordre de 25 milliard de m³, dont environ 2/3 pour les ressources en surface, 103 sites de barrages sont actuellement en exploitation.²²

1-4- Le potentiel géothermique

L'Algérie étant le plus grand pays d'Afrique en superficie, elle dispose forcément d'un important potentiel en nappes albiennes (80 % du territoire algérien). La géothermie reste néanmoins sous exploitée en Algérie.

La région d'étude est située dans le Sahara algérien. Les forages pétroliers et hydrauliques qui traversent le territoire saharien indiquent bien que dans certaines régions, les eaux sont très chaudes, ces constatations nous permettent de considérer le Sahara algérien comme favorable à la production de l'énergie géothermique. En plus des nombreuses sources thermales dans le Nord du pays, il existe dans le Sud algérien et plus exactement dans le Sahara septentrional, une importante réserve en eau thermique qui est la nappe du continental intercalaire. Dans la région d'étude, l'aquifère du continental intercalaire représente sous forme d'une nappe artésienne, et elle constitue la plus grande réserve d'eau souterraine dans

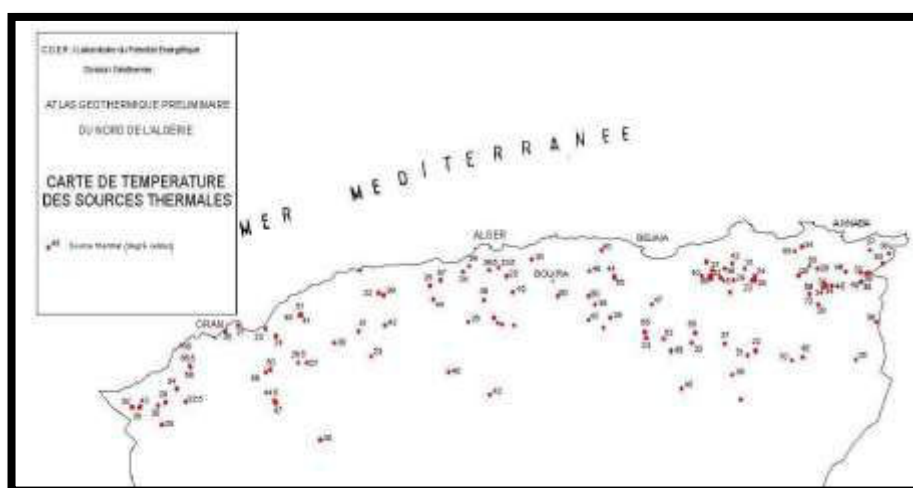
²² RABEHLI.M., « Contribution des énergies renouvelables dans le développement durable », Mémoire pour l'obtention d'un diplôme d'ingénieur d'affaire, Paris Graduateschool of Managment, juillet 2009, p.05.

Chapitre II : Les énergies renouvelables en Algérie

le Sahara algérien. Cette nappe est surmontée par celle du complexe terminal qui se présente sous forme d'une nappe Libre. Plus de 200 sources d'eau chaude ont été répertoriées dans le nord-est et le nord-ouest de l'Algérie. Environ 33% d'entre elles ont des températures supérieures à 45°, la plus chaude étant située à Biskra (118°). Plus au sud, délimité par Biskra au nord, In Salah au sud et Adrar à l'ouest, la nappe albiennaise constitue une zone de plusieurs milliers de km, caractérisée par une eau à température moyenne de 57°.

L'ensemble du débit d'exploitation des sources et de cette nappe représente une puissance estimée à 700MW/an.²³

Figure 16 : Carte représentative de température des sources thermales



Source : Centre de Développement des Energies Renouvelables(CDER)

En plus des nombreuses sources thermales dans le Nord du pays, il existe dans le Sud algérien et plus exactement dans le Sahara septentrional, une importante réserve en eau thermale qui est la nappe du continental intercalaire qui pourrait être exploitée. (*Dans son ensemble un gradient géothermique moyen de l'ordre de 4°C/100 m, le domaine du chauffage des serres serait très recommandé dans cette région*).

1-5- Le potentiel de la biomasse

L'Algérie possède un potentiel considérable de la biomasse en l'occurrence, la biomasse signifie une énergie tirée de la matière organique d'origine végétale, ou animale qui, au moyen de divers procédés, est transformée notamment en électricité parmi :

1-5-1-Potentiel de la forêt

En Algérie, les zones forestières couvrent environ 250 millions d'hectares, soit moins de 10 % de la surface total du pays .Ce potentiel est estimé à 37 dont environ 10 % pourraient être récupérés.

²³Dr. BOUBOU- BOUZIANI.N « *potentiel et développement des énergies renouvelable en Algérie* », Maitre de conférence. Ecole Nationale de Polytechnique d'Oron,2016, p.130.

Chapitre II : Les énergies renouvelables en Algérie

1-5-2- Potentiels énergétiques des déchets urbains et agricoles

La valorisation des déchets organiques et principalement des déjections pour la production du biogaz pourrait être considérée comme une solution économique, décentralisée et écologique avec une autonomie énergétique qui permettra un développement durable des zones rurales. Cinq millions de tonnes de déchets urbains et agricoles ne sont pas recyclés. Ce potentiel représente un gisement de l'ordre de 1.33 millions de Tep/an.²⁴

2-Recherches et développement dans le domaine des énergies renouvelables en Algérie

L'Algérie favorise la recherche pour faire du programme des énergies renouvelables un véritable catalyseur du développement d'une industrie nationale qui valorisera les différentes potentialités algériennes (*humaines, matérielles, scientifiques etc.*). Le rôle de la recherche est d'autant plus crucial qu'elle constitue un élément primordial dans l'acquisition de cette technologie, le développement des savoirs et l'amélioration des performances énergétiques. Pour l'Algérie, accélérer l'acquisition et le recours aux technologies essentielles notamment en matière de photovoltaïque et de solaire thermique.

L'Algérie encourage également la coopération avec les centres de recherches en vue de développer les technologies et les procédés innovants en matière d'efficacité énergétique et d'énergie renouvelable. Les universités, les centres de recherches, les entreprises et les différents acteurs du programme des énergies renouvelables collaborent pour sa mise en œuvre et interviennent sur les différentes étapes de la chaîne d'innovation.

Ils valorisent ainsi d'avantage les atouts dont dispose le pays. En effet, le développement à grande échelle des énergies renouvelables et la prise en charge de la problématique de l'efficacité énergétique exigent un encadrement de qualité en ressources humaines à la hauteur des objectifs et des ambitions du programme des énergies renouvelables.

Outre les centres de recherches affiliés aux entreprises comme le Centre de Recherche et Développement de l'Électricité et du Gaz (CREDEG), filiale du groupe SONELGAZ, le secteur de l'énergie et des mines compte une agence de promotion et de rationalisation de l'utilisation de l'énergie (APRUE) et une société spécialisée dans le développement des énergies nouvelles et renouvelables (NEAL). Ces organismes coopèrent avec des centres de recherche scientifique parmi lesquels figurent le (CDER) et (l'UDTS).

Le Centre de Développement des Énergies Renouvelables (CDER) est chargé d'élaborer et de mettre en œuvre les programmes de recherches et de développement

²⁴ RABEHI.M.A, *Op.cit*, p.55.

Chapitre II : Les énergies renouvelables en Algérie

scientifique et technologique, des systèmes énergétiques exploitent l'énergie solaire et éolienne, géothermique et l'énergie de la biomasse.

L'unité de Développement de la Technologie du Silicium, (L'UDTS) est pour mission de mener des actions de recherches scientifiques, d'innovation technologique, de valorisation et de formation post graduate dans les domaines des sciences et des technologies des matériaux et dispositifs à semi-conducteurs pour les applications dans plusieurs domaines : photovoltaïque, photonique, stockage de l'énergie, etc. (L'UDTS) contribue activement, en collaboration avec plusieurs universités algériennes au développement de savoir-faire technologique et en produits nécessaires à l'essor économique et social.

Le gouvernement algérien a créé également un institut algérien des énergies renouvelables et de l'efficacité énergétique (AIER) qui jouera un rôle fondamental dans les efforts de formation que déploie le pays permettent ainsi d'assurer de manière qualitative le développement des énergies renouvelables en Algérie. Les formations dispensées par cet institut couvrent notamment les domaines d'engineering, de sûreté et de sécurité, d'audit énergétique et de management des projets.²⁵

La coopération scientifique étant considérée comme une part essentielle pour le développement de toutes les activités de recherches, l'Algérie encouragera les échanges entre les entreprises et les différents centres de recherches à travers le monde, notamment les réseaux spécialisés dans les énergies renouvelables.

Le soutien à la recherche et développement dans le domaine d'énergie renouvelable est une priorité nationale et un choix stratégique à même de lever les verrous technologiques et de développer de nouvelles solutions énergétiques à la fois fiables et propres et à des coûts abordables, à travers le développement technologique, la maturité des technologies, la compétitivité des technologies et le déploiement à grande échelle d'énergie renouvelable.

- Ce soutien doit émaner à la fois des pouvoirs publics mais également des entreprises privées.
- C'est grâce à plus de 40 ans d'efforts d'innovation que les prix de génération d'électricité à partir de l'éolien et du solaire photovoltaïque sont devenus de plus en plus compétitifs dans plusieurs régions du monde.²⁶

²⁵Chahddine .B, « modernisation de la formation sur les énergies renouvelables », Université de Tlemcen le quotidien El Wotan, mercredi, 15 janvier 2014, p.55.

²⁶<http://www.cder.dz> consulté le 28/10/2019 à 19h48.

ChapitreII :Les énergies renouvelables en Algérie

Conclusion

L'Algérie recèle d'énormes potentialités en tous types d'énergies renouvelables. les pouvoirs publics s'intéresser d'avantage à valoriser ces ressources naturelles et alternatives, qui permettent de répondre aux différentes préoccupations qui sont en étroite relation avec cette ressource vitale qu'est l'énergie électrique dont une bonne partie de ses besoins futurs pourrait se distinguer à travers cette alternative.

A cet effet Le gouvernement algérien affirmé son engagement dans le développement des énergies renouvelables à travers le lancement d'un programme du développementdes énergies renouvelables et d'efficacité énergétique, Donc les énergies renouvelables deviennent au cœur de préoccupation de l'Algérie.

Ce constat est devenu aujourd'hui une réalité à travers les plans de formations programmés et les différents projets réalisés dans les différents secteurs d'activité dans le cadre de promouvoir l'économie verte et le développement durable. Toutes ces actions expriment la volonté de l'Etat algérien d'investir dans ce nouveau créneau surtout que le pays dispose d'un potentiel en énergie renouvelable parmi les plus importants au monde.

Chapitre III : Les énergies renouvelables et l'agriculture saharienne en Algérie

Introduction

Le Sahara algérien couvre 2 millions de Km², un espace caractérisé par son immensité avec un désert parmi les plus importants du monde et aussi des oasis dont la production de dattier continue à assurer un minimum garanti pour les exploitations et aussi participer à l'amélioration de l'économie nationale.

Le territoire vaste et diversifié de l'Algérie est la clé de voûte du secteur agricole. Ce dernier peut constituer une alternative au secteur des hydrocarbures dont l'économie algérienne est fortement dépendante. Les exploitations agricoles établies en Algérie profitent du vaste territoire. Néanmoins, la difficulté de raccorder les zones enclavées en énergie électrique, notamment le sud, pénalise l'agriculteur par le manque de moyen de pompage de l'eau souterraine pour l'irrigation. Pour faire, les agriculteurs recourent généralement à l'utilisation du gasoil en vue de palier à l'absence de réseaux d'électrification au niveau des zones éparses.

Toutefois, ce procédé exige un coût financier élevé au même titre que le recours à l'électricité, ainsi l'utilisation des énergies renouvelables s'avère nécessaire. Sachant que l'Algérie dispose d'un énorme potentiel en énergie renouvelable, précisément l'énergie solaire, cela sera doublement bénéfique du fait qu'elle va non seulement contribuer à faire baisser les coûts élevés mais aussi à assurer une autonomie énergétique pour les exploitations agricoles.

L'agriculture saharienne et l'énergie renouvelable sont des secteurs prioritaires que l'Algérie considère comme stratégiques pour l'économie nationale, faute d'une forte croissance démographique et de l'exigüité des surfaces agricoles viables, la production agricole au nord de l'Algérie n'arrive plus à satisfaire les besoins alimentaires de la population. Ces dernières années, une bonne partie de la production agricole, notamment les produits maraîchers : pomme de terre, tomate, légumes en général est issue des régions de sud telles que *Biskra*, *El Oued* et *Ghardaïa*. En effet, ces régions connaissent actuellement une dynamique en termes de production. Tout cela fera l'objet de discussion dans ce chapitre.

Chapitre III : Les énergies renouvelables et l'agriculture saharienne en Algérie

Section 01 : Contexte géographique et l'évolution de l'agriculture saharienne et potentialités naturelles du milieu saharien

Sur une surface de 2 381 741 km² dont les 4/5 constituent les régions sahariennes, l'Algérie se caractérise par une étendue territoriale où les différents reliefs et climat sont présents par des ressources naturelles et des potentialités énormes (*agricoles, hydrocarbures, énergétique...*). Dans ce contexte nous allons d'abord délimiter la zone géographique des régions sahariennes, ensuite nous allons voir l'évolution de l'agriculture saharienne.

1-Délimitation géographique des régions sahariennes

L'espace saharien se situe au sud de l'Atlas saharien aux frontières méridionales sur une superficie plus 2 millions Km² qui regroupe 09 wilayas. Ce vaste territoire qui n'est pas varié, reste marqué par les grandes distances séparant les agglomérations et chefs-lieux de Wilaya. C'est en fait, l'une des caractéristiques type de ces espaces.

La wilaya formant ce vaste ensemble et disposant donc d'un espace considérable qui correspond 4/5^{ème} di territoire national et d'un cordant frontalier plus 5 000 Km, recèlent en leur sein 14 régions naturelles agro écologiquement distincte.

Diverses formes d'organisations sociales et structurelles, ont vu le jour à travers l'émergence de nombreuses localités, connues aujourd'hui sous le nom d'oasis dans le nombre s'élève à 273. L'activité phoenicicole prédomine dans ces localités et apparaît comme étant le support de tout le système qui est en place malgré les différences notables que l'on peut y relever d'une région naturelle à une autre.¹

Sur le plan du relief quatre zones peuvent être distinguée, à savoir :

1-1- Le Bas Sahara

La région du Bas-Sahara se présente comme une vaste cuvette ayant la forme d'un synclinal ouvert vers le Nord avec une partie très faible et des terrains plats.

Le Bas Sahara se confond presque avec le bassin versant théorique du chott Melrhir, soit environ 700 000 Km.² Il est limité au Nord par l'Atlas saharien, à l'Ouest par la dorsale M'Zab, au Sud par les plateaux du Tademaït et du Tinghert, à l'Est par le revers du Dahartunisien-libyen.²

Ses bordures, des hauteurs modestes, s'inclinent en pente douce vers la partie déprimée matérialisée par l'axe SSWNNE des Oueds Mya et Righ. Vers le Nord au contraire,

¹ ZENKHRI.S, « *L'agriculture saharienne : Du système oasien traditionnel à l'établissement d'une conception d'économie de marché et de développement durable* » Thèse de doctorat, Université ABDELHAMID BENBADIS, Mostaganem, Département d'agronomie, 2017, p.31.

² YAEL.K, « *Dynamique et mutations territoriales du Sahara algérien* », Thèse doctorat, Université de Franche-comité, 2007, p.30.

Chapitre III : Les énergies renouvelables et l'agriculture saharienne en Algérie

dressée au-dessus d'une dépression longitudinale occupée par des chotts dont le fond est inférieur au niveau de la mer, une haute barrière composée des Monts des Ouled Nail, de l'Aurès et des Nememcha en constitue la limite.

Le Bas-Sahara est caractérisé par la présence de dépressions formant des Oasis ou est cultivé principalement le palmier dattier. La couverture pédologique au Sahara présente une grande hétérogénéité et elle se compose de sols minéraux bruts, sols peu évolués, sols halomorphe et sols hydro-morphe. Le sol est caractérisé par une texture sableuse à sablo-limoneuse avec un fort degré de salinité et un taux faible de matière organique. Il est caractérisé également par la présence de nappes phréatiques proche de la surface.³

1-2-La dorsale du M'Zab

La dorsale du M'Zab dite aussi vallée du M'Zab est située à 600 Km de la capitale d'Alger considérée comme l'une des grandes oasis du Sahara algérien.⁴

La vallée du M'Zab fait partie de la wilaya de Ghardaïa, située au centre du bassin du Sahara septentrional, la largeur de la vallée varie entre 1 et 205 Km, sa profondeur atteint 50 mètres environ, la surface totale de la vallée est de 4000 hectares. L'ensemble des cinq Ksour historiques (*El Atteuf, Bounoura, Melika, Ghardaïa, Beni Izguen*) totalise une surface d'environ 67 hectares.

L'agriculture représente la principale activité dans la vallée, dont l'occupation du sol est répartie en trois catégories

- La phoeniculture (agriculture de palmier) ;
- Les arbres fruitiers ;
- La culture maraîchère.

Le secteur agricole est caractérisé par un système d'exploitation agricole ancien de palmeraie et un nouveau de mise en valeur. Le système oasisien de l'ancienne palmeraie couvrant 3 146 hectares, est caractérisé par une forte densité de plantation de palmier âgés irrigation traditionnelle séguias, exploitations mal structurées et fortement morcelées, de 0,5 à 1.5 ha, sont complantés en étages de palmiers dattiers, d'arbres fruitiers, de culture maraîchage et fourrages en intercalaire.⁵

³ KOUL, N, « *Atlas Des Zones Humides du Bas Sahara (Algérie)* » Centre De Recherche Scientifique et Technique Sur Les Zones Arides, Station Milieu Biophysique Oued Righ, Touggourt, 2018, p .11.

⁴ OULED SIDI AMOR T, « *Vulnérabilité à la pollution des eaux de la nappe superficielle de la vallée du M'zab* » Mémoire de fin, Université de Kasdi Marbah, Ouargla, Département des sciences de la Terre et de l'Univers, 2016, p.02.

⁵ BENSABAHA.H, BENSABAHA.L, MANSOUR..A « *Réflexion pour préserver l'environnement (cas de la vallée du M'zab Algérie)* » Mémoire de fin d'étude, Faculté des Sciences de la terre, Oran, p .04.

Chapitre III : Les énergies renouvelables et l'agriculture saharienne en Algérie

Le système agricole de mise en valeur est de deux types :

- Une mise en valeur péri-oasienne de petite surface de taille moyenne de 2 à 10 ha, basée sur l'extension des anciennes palmeraies selon un système oasien amélioré, caractérisé par une irrigation localisée, une densité optimale, un alignement régulier et une exploitation structurée;
- Une mise en valeur d'entreprise de structure foncière importante de taille pouvant atteindre jusqu'à 500 ha. Elle mobilisant d'importants investissements et basée sur l'exploitation exclusive des eaux souterraines profondes.⁶

1-3- Les deux grandes zones dunaires (ergs)

Situé l'une à l'ouest, le grand erg oriental, et l'autre à l'est, le grand erg occidental. Elles occupent presque la moitié du Sahara algérien, c'est une zone presque totalement désertique.

▪ Le Grand Erg Oriental

Il s'étend sur 192.000 Km² en Algérie et en partie en Tunisie, il est deux fois plus grand que l'erg occidental. Il est bordé au Nord par les chotts Melrhiret Al Jarid à - 12 m, et au Sud par la hamada du Tinrhert, à 379 m à Hassi Bel Guebbour. L'erg est donc en position de contre pente par rapport au vent alizé, vent le plus efficace.

Le Grand Erg Oriental possède trois familles de dunes :

- Les sifs et nappages sableux forment le quart NO de l'erg et la partie septentrionale bordant les chotts. Il existe des nappages sableux minces plus à l'Ouest et au Nord que les limites d'ergelles que nous les avons choisies ;
- Les chaînes barkhaniques et transverses s'étendent au NE et longent la bordure orientale de l'erg. Elles deviennent chaînes transverses vers l'intérieur de l'erg.⁷

▪ Le grand erg occidental

Le grand erg occidental est un océan de dunes qui dépasse souvent les 100 m de hauteur et dont la plus élevée culmine à 670 m au-dessus du niveau de la mer, le grand erg occidental se situe au sud-ouest de l'Atlas saharien, au nord du plateau de Tademaït et à l'est de l'oued Saoura. C'est dans ce vaste espace dunaire que se déploient les plus belles oasis comme Igli, Taghitet Beni-Abbes dans la région de la Saoura ou Timimoune dans le Gourara.

⁶ KOUZRIT D, « *L'eau et l'espace agraire dans la vallée du M'zab* » Mémoire de fin d'étude, Faculté de science de la nature et de la vie, Ouargla, 2017, p.23.

⁷ MAINGUET. M, JACQUINET. C « *Le Grand Erg Occidental et le Grand Erg Oriental* ». Classification des dunes balance sédimentaire et dynamique d'ensemble. In: Travaux de l'Institut Géographique de Reims, n°59-60, 1984. Le vent. Mécanisme d'érosion, de dégradation, de désertification. Notion d'échelle, de budget sédimentaire, de vulnérabilité des Paysages, p.38.

Chapitre III : Les énergies renouvelables et l'agriculture saharienne en Algérie

Il devient plus massif avec des dunes plus serrées et plus hautes le long de la Saoura, atteignant les 500 m par endroit.⁸

1-4- Les vallées ou dépressions du sud-ouest (Saoura, Touat, Gourara et Tidikelt)

Qui constituent la deuxième zone de peuplement et d'activité agricole du Sahara. Ils couvrent un cinquième du Sahara algérien et près d'un sixième du territoire national, soit, selon leurs limites administratives, 436 272 Km.² Cette zone qui occupe la quasi-totalité du sud-ouest du Sahara algérien s'étale jusqu'aux confins de l'Erg Oriental à l'est, couvre en grande partie l'Erg Occidental au nord et s'ouvre sur un immense reg au sud, le Tanezrouft.

Entourant le Tademaït au nord-ouest, à l'ouest et au sud ou prolongeant la longue dépression de la Saoura, ces chapelets d'oasis jalonnent d'anciennes voies caravanières transsahariennes qui faisaient la liaison entre la Méditerranée et l'Afrique subsaharienne.⁹

2- Les potentialités naturelles dans la région saharienne

Par sa situation géographique et sa grande superficie, le Sahara algérien dispose d'un énorme potentiel en eau souterraine et en énergie solaire.

2-1- Ressources en eau

Les ressources en eau du Sahara algérien se trouvent dans deux grands complexes à savoir, le continental intercalaire et le complexe terminal.

▪ Continental intercalaire

L'aquifère de ce continental intercalaire se présente sous forme d'une nappe artésienne. Elle constitue la plus grande réserve d'eau souterraine dans le Sahara algérien.

Ce complexe se caractérise par :

- Le cartésianisme est élevé au centre et maximum dans la région de l'Oued Righ ;
- L'aquifère est de plus en plus profond vers le Nord-est, où le toit de la nappe se trouve à 1500 à 2000 m. Vers la périphérie, la nappe est ascendante peu profonde, à température moyenne ;
- La nappe affleure dans les régions d'Adrar et d'In Salah. Les eaux sont chaudes au Nord-est du bassin (*la température moyenne est de 60°C*). L'alimentation est faible, environ 268M³/an, grâce aux épandages des oueds descendants de l'Atlas Saharien et à l'infiltration des pluies dans le grand erg occidental. En plus des foggaras et des forages qui sont les exutoires artificiels de la nappe albienne, les eaux s'écoulent principalement vers le Sud et l'Ouest de la nappe où se trouvent les zones évaporatoires du Touat du

⁸ SELKHI.Ch, « Contribution à l'étude phytoécologique du pourtour de l'erg occidental », Faculté des sciences, Département Biologie, Université d'Oran, 2012, p 03.

⁹ OTMANE. T, « Mise en valeur agricole et dynamique rurales dans le Touat, le Gourara et le Tidikelt (Sahara algérien) » Thèse de doctorat, Université d'Oran, 2010, p.27.

Chapitre III : Les énergies renouvelables et l'agriculture saharienne en Algérie

Gourara et du Tidikelt. Une autre direction d'écoulement se fait vers le Nord-est, zone côtière tunisienne, à travers les failles Géologiques d'El Hamma et de Médenine.

▪ **Complexe terminal**

Cette nappe a été désignée sous le nom de complexe terminal, car elle est contenue dans les divers horizons perméables du crétacé supérieur et du tertiaire, essentiellement : le sénonien supérieur carbonaté, l'éocène inférieur carbonaté, le mio-pliocène sableux. Ces couches aquifères sont en plus ou moins en étroite relation, elles ont été groupées en un seul réservoir qui intègre également les formations carbonatées du turonien dans les zones de bordures.

Dans le bassin occidental, la nappe du complexe terminal étant en liaison directe sous une grande partie de l'erg avec celle du continental intercalaire a été intégrée à celle-ci. Dans le bassin oriental par contre, les deux systèmes aquifères sont nettement distincts.

La nappe du complexe terminal s'étend sur une superficie de l'ordre de 350.000 km².

Et ce complexe se caractérise par :

- Faible profondeur 100 à 400 m.
- L'alimentation est faible de l'ordre de 583 Mm³/an. Elle s'effectue par infiltration du ruissellement de l'Atlas Saharien et par infiltration directe des pluies dans le grand erg oriental qui repose directement sur les terrains perméables du complexe terminal.¹⁰

Le potentiel des eaux souterraines exploitables disponibles a été estimé à 123 unités hydrogéologiques différentes par l'Agence Nationale des Ressources Hydrauliques (ANRH). Le potentiel exploitable d'eau souterraine total disponible est estimé à environ 2,7 milliards de m³ dans la région nord de l'Atlas et à 5 milliards de m³ dans la région du sud du Sahara. Certains aquifères situés en aval des barrages sont privés de recharge.¹¹

2-2-Le potentiel solaire

Le Sahara algérien constitue l'un des plus importants gisements solaires au monde. Avec un ciel clair, quasiment sans nébulosité, le Sahara est le domaine du soleil. La durée d'insolation, de l'ordre de 3 500 heures/an est la plus importante au monde. Elle est toujours supérieure à 8 heures/jours à l'exception de l'extrême sud où elle descend jusqu'à 6 heures/jour durant l'été. Pendant l'été, elle peut atteindre jusqu'à plus de 12 heures/jour au centre du Sahara. De par sa position géographique, la durée d'insolation journalière ne présente pas d'importants écarts entre les différents mois de l'année, comme c'est le cas des

¹⁰ OUALI.S, KHELLAF.A et BADDARI.K., « *Etude des ressources géothermiques du sud algérien* », Université M'Hamed Bouguerra, Boumer des, 2007, p.410 - 411.

¹¹ <http://earthwise.bgs.ac.uk> consulté le 18/09/2019 à 17h45.

Chapitre III : Les énergies renouvelables et l'agriculture saharienne en Algérie

viles du nord du pays. Ceci permet une disponibilité égale durant toute l'année. L'irradiation solaire reçue par an est de l'ordre de 2650 kWh/m. La puissance reçue par jour est toujours supérieure à 5 kWh/m² et peut atteindre facilement les 7 kWh/m². La région d'Adrar est particulièrement ensoleillée et présente le plus grand potentiel de tout le pays. Si toute cette énergie est mise en valeur, cela constituerait une source d'énergie très importante et un revenu inestimable.¹²

3- L'évolution de l'agriculture saharienne entre 2000 et 2017

Nous allons consacrer ce point à l'analyse de l'évolution de l'agriculture saharienne, en se basant sur trois filières essentielles. Ces filières sont : l'arboriculture dont la phoeniciculture, le maraichage sous serre ainsi que la pomme de terre.

3-1- L'arboriculture au Sahara : une évolution dans la surface plantée et diversification dans la filière

L'évolution des superficies consacrées à l'arboriculture au niveau des wilayas de sud entre 2000 et 2017 est retracée dans les tableaux 1 et 2 ci-après.

Tableau 3 : La situation de la superficie occupée par l'arboriculture au niveau du Sahara en 2000

WILAYA	Oliviers		Palmiers Dattiers		Agrumes		Figuiers		Noyaux/ Pépins		Superficie Totale	
	ha	%	ha	%	Ha	%	ha	%	Ha	%	Ha	%
ADRAR	0	0	19 150	100	0	0	0	0,0	0	0,0	19 150	100
BISKRA	146	0,6	24 244	96,4	50	0,2	0	0,0	702	2,8	25 142	100
BECHAR	2	0	4 680	97,7	16	0,3	0	0,0	90	1,9	4 788	100
TAMANRASSET	0	0	2 480	93,9	0	0	15	0,6	146	5,5	2 641	100
OUARGLA	0	0	16 717	100	0	0	0	0,0	0	0,0	16 717	100
ILLIZI	2	0,3	609	81	53	7,1	21	2,8	65	8,7	750	100
TINDOUF	0	0	126	100	0	0	0	0,0	0	0,0	126	100
EL-OUED	12	0	26 057	97,8	52	0,2	20	0,1	508	1,9	26 649	100
GHARDAIA	0	0	5 650	89	345	5,4	49	0,8	303	4,8	6 347	100
TOTAL	168 080	35,8	101 820	21,7	46 010	9,8	36 000	7,7	118 090	25,1	470 000	100

Source : Communication de Mr SAHALI Nouredine et SAHNOUNE Mohand, 2019 France 2 série B, année 2000.

Les statistiques qui se trouvent dans le tableau 3, montrent que la superficie totale plantée par les différentes filières arboricoles, au début du millénaire, occupe une superficie de 470 000 HA à l'échelle nationale.

¹² BOUDRISE..R et. Khellaf. A, « Estimation de la Production de l'Hydrogène Solaire au Sud Algérien » Centre de Développement des Energies Renouvelables, 2003, p.74.

Chapitre III : Les énergies renouvelables et l'agriculture saharienne en Algérie

En termes d'importance, avec une superficie de 168 080 ha l'oléiculture occupe la première place correspondant à près de 36% de superficie totale, suivie en deuxième place par des espèces à noyaux et pépins avec 118 090 ha. Ces dernières représentent 25% de la superficie arboricole. En troisième place vient la phoeniciculture (*culture des dattes*) avec 101 820 ha correspondant à près de 22% de la superficie totale.

La phoeniciculture prédomine l'arboriculture saharienne, elle occupe plus de 99 713 ha ce qui représente plus de 97% de la surface totale arboricole (de l'ordre de 102 310 ha). Les espèces noyaux et pépins viennent en deuxième position avec seulement 1 814 ha représentant moins de 2% de la surface arboricole.

La répartition de la surface phoenicicole au sein de la zone étudiée n'est pas homogène. Nous constatons que quatre wilayas en l'occurrence, *El oued* avec 26%, *Biskra* avec 24%, *Adrar* avec 19% et *Ouargla* avec 17% détiennent plus de 86% de l'ensemble des palmiers dattiers. Alors que *Ghardaïa* et *Bechar* ne détiennent respectivement que 6% et 5%

Tableau 4 : Superficie occupée par les plantations en 2017

Wilaya	Oliviers		Palmiers dattiers		Agrumes		Figuers		Noyaux pepins		Superficie total	
	Ha	%	Ha	%	Ha	%	Ha	%	Ha	%	Ha	%
ADRAR	0	0	28327	100	0	0	0	0	0	0	28327	100
BISKRA	4329	8.5	43317	84.6	76	0.1	464	0.9	3019	5.9	51206	100
BECHAR	1345	8.5	13918	87.8	44	0.3	58	0.4	496	3.1	15861	100
TAMANRASSET	0	0	6753	94	35	0.5	30	0.4	363	5.1	7181	100
OUARGLA	1229	5.2	22142	93.5	39	0.2	1	0	280	1.2	23691	100
ILIZI	135	8.5	1254	77	134	8.2	21	1.3	83	5.1	1627	100
TINDOUF	129	22.3	434	75.1	0	0	10	1.7	5	0.9	578	100
EL-OUED	3100	7.5	37440	90.5	25	0.1	0	0	819	2	41384	100
GHARDAIA	1753	11.4	11139	72.4	1167	7.6	220	1.4	1100	7.2	15379	100
TOTAL	432959	45.9	167643	17.7	68 678	7.2	40932	4.3	231917	24.6	942130	100

Source : Etablie par nous-même d'après les statistiques du ministère de l'agriculture, série B, année 2017

Après plusieurs années d'efforts d'investissements, nous constatons d'après le tableau 4, une importante évolution dans la surface agricole arboricole et dans la structure des espèces arboricole cultivées.

La surface arboricole globale a enregistré une augmentation de 472 130 ha par rapport à l'année 2000, soit près de 100 % d'évolution. La surface dédiée à la culture d'oliviers occupe toujours la première position avec 432 959 ha avec presque 46% de la surface globale, suivie des espèces à noyaux et pépins avec 231 917 ha et enfin des palmiers dattiers avec 167 643 ha.

Chapitre III : Les énergies renouvelables et l'agriculture saharienne en Algérie

Au niveau de la zone d'étude la surface arboricole a connu une augmentation importante, puisqu'elle a atteint 185 234 ha. La phoeniciculture a enregistré une augmentation de 65 823 ha, soit une évolution de 66%.

Cependant, la place de la phoeniciculture enregistre une régression dans le total de la surface arboricole puisqu'elle ne représente que 88,9% du total arboricole. Cela est dû à l'introduction d'autres filières arboricoles, notamment les espèces à noyaux et pépins au niveau de la wilaya de *Biskra* et la plantation des oliviers dans les wilayas d'*El oued*, *Bechar*, *Biskra* et *Ghardaïa*. Au total, la filière oléiculture enregistre une évolution très importante et s'étale désormais sur une superficie de 12 020ha, soit 7% de la surface arboricole. Les espèces à noyaux et pépins, à leurs tours, ont connu la plantation de 6165 ha.

3-2- Evolution des cultures maraichères sous serre

Les cultures maraichères constituent l'un des segments de l'agriculture saharienne qui a connu, visiblement, une forte évolution sur la période de comparaison (2000-2017). Les données chiffrées ci-après nous permettront de voir cela avec plus concrètement.

Tableau 5 La production des cultures maraichères sous serre plasticulture au sud, en 2000

WILAYA	TOMATES		PIMENTS		POIVRONS		TOTAL	
	Superficie (ha)	Production (Qx)	Superficie (ha)	Production (Qx)	Superficie (ha)	Production (Qx)	Superficie (ha)	Production (Qx)
ADRAR	9,50	5 620	11,95	3 060	5,20	1 330	40,00	13 960
BISKRA	689,24	510 040	437,84	168 560	201,98	90 490	1 370,46	801 820
OUARGLA	9,00	5 620	8,00	2 850	4,00	1 230	103,00	21 300
ILLIZI	0,58	350	0,18	60	0,14	40	1,21	580
EL-OUED	35,38	22 730	12,82	3 860	5,10	1 970	56,22	28 940
GHARDAIA	4,78	3 350	1,82	910	1,50	780	8,21	5 080
TOTAL	1 737,11	1 266 560	778,08	276 750	883,37	325 330	4 349,70	2 224 660
Rendement (Qx/ha)		729,1	355,7		368,3		511,5	

Source : Communication Mr SAHALI Nourredine et SAHNOUNE Mohand 2019 France 2, série B, année 2000.

Selon le tableau 5, la surface agricole consacrée en 2000 pour la culture maraichère au niveau national est de l'ordre de 4 349 ha. Cette superficie est répartie notamment entre la culture des tomates (1737 ha), poivrons (883 ha) et piments (778 ha). Sur le plan de la production une quantité de 2.224.660 Qx est récoltée. Celle-ci se répartie comme suit : 1 266 560 Qx de tomates, 325 330 Qx de poivrons et 276 750 Qx de piments.

Chapitre III : Les énergies renouvelables et l'agriculture saharienne en Algérie

Le Sahara n'a pas connu de résultats probants en ce qui concerne la superficie plantée ou bien les productions récoltées. Cependant, constat ne s'applique pas sur la wilaya de *Biskra* qui a consacré 1 370 ha pour les cultures maraichères sous serre, c'est-à-dire 30% de la superficie nationale consacrée à cette culture et elle a produit 1/3 de la production maraichère totale.

Tableau 6 : Superficie occupées par les cultures maraichères sous serre plasticulture en 2017

Wilaya	TOMATES			PIMENTS		
	superficie (ha)	production (Qx)	Rendement (Qx/ha)	superficie (ha)	production (Qx)	Rendement (Qx/ha)
ADRAR	7,01	3850	549,2	21,03	6090	289,6
BISKRA	2117,00	3163060	1494,1	1120	990730	884,6
BECHAR	0,84	550	654,8	0,12	24	200,0
TAMANRASSAT	5,88	2202	374,5	1,98	630	318,2
OUARGLA	10,20	9318	913,5	12,50	3894	311,5
ILLIZI	1,82	524	288,0	0,40	72	180,3
TINDOUF	3,96	3564	900,0	0,48	240	500,0
EL-OUED	70,00	70000	1000,0	90,00	45000	500,0
GHARDAIA	2,81	1186	422,1	2,08	792	380,8
TOTAL	4479,90	5445375	1215,5	1940,10	1525327	786,2

Wilaya	POIVRONS			TOTAL		
	superficie (ha)	production (Qx)	Rendement (Qx/ha)	superficie (ha)	production (Qx)	Rendement (Qx/ha)
ADRAR	7,00	2800	400,0	35,04	12740	1238,8
BISKRA	778,00	621500	798,8	4015,00	4775290	3177,5
BECHAR	0,20	50	250,0	1,16	624	1104,8
TAMANRASSAT	1,02	267	261,3	8,88	3099	954,0
OUARGLA	5,00	2960	592,0	27,70	16172	1817,0
ILLIZI	0,30	63	208,3	2,52	659	676,6
TINDOUF	1,44	720	500,0	5,88	4524	1900,0
EL-OUED	50,00	25000	500,0	210,00	140000	2000,0
GHARDAIA	1,11	482	434,2	6,00	2460	1237,1
TOTAL	2226,77	1587275	712,8	15826,88	12056865	761,8

Source : établie par nous-même d'après les statistiques du ministère de l'agriculture, série B, année 2017.

Nous avons remarqué que la situation a fortement évolué en faveur de ces cultures maraichères en 2017. Cette évolution concerne la superficie plantée ainsi que la production réalisée. En termes de superficie plantée une progression de plus 200% est réalisée,

Chapitre III : Les énergies renouvelables et l'agriculture saharienne en Algérie

puisque'elle est de l'ordre de 15 826,88 ha et en terme de production une quantité de 12 056865 Qx ce qui constitue une progression de plus 370%.

La wilaya de Biskra devenue, actuellement, un pôle de production des cultures maraichères, elle a enregistré des résultats très importants sur le plan de l'extension des superficies plantées ainsi que sur le plan de l'amélioration des rendements à l'hectare. A cet effet, la superficie plantée est de l'ordre de 4015 ha ce qui représente 25% de la superficie totale des produits maraichers sous serre en Algérie. Par ailleurs, la production de Biskra est de l'ordre de 4 775 290 Qx ce qui représente plus de 39% de la production globale. Enfin, les rendements moyens à l'hectare réalisés pour les tomates, poivrons et les piments sont supérieurs à la moyenne nationale. A titre d'exemple, les rendements des tomates est de près de 1494 Qx/h alors que la moyenne nationale est de 761 Qx/ha.

Les facteurs qui sont à l'origine de ces réalisations importantes pour les productions maraichères au niveau national, mais surtout dans la wilaya de *Biskra* sont multiples.

Le premier facteur réside dans le caractère spéculatif de ces cultures à forte valeur ajoutée, d'autant plus que cela a coïncidé avec l'amélioration du pouvoir d'achat des citoyens qui a connu, de son côté, une nette amélioration, durant la même période.

Le second facteur est lié à l'encouragement des agriculteurs pour investir dans ce créneau via l'octroi de subventions dans le cadre de la politique agricole. Le troisième facteur, est inhérent à la valeur intrinsèque des différents produits maraichers. La qualité de ces produits a permis leur commercialisation à l'international, même si la quantité exportée chaque année n'est pas très importante.

3-3- La pomme de terre : exemple de la dynamique agraire saharienne

La pomme de terre constitue un produit de large consommation en Algérie. Jusqu'à une date récente, la wilaya d'*Ain Defla* (au nord) de part la fertilité de ses terres, était pionnières dans la culture de ce produit. Au début de l'année 2000, la superficie consacrée à la production de la pomme de terre est de 72 690 ha dont seulement 1495 ha relevant du Sahara (2%). Au total une quantité de 12 076 900 Qx est produite durant l'année 2000 dont moins de 500 000 Qx (3%) sont produites au Sahara.

Chapitre III : Les énergies renouvelables et l'agriculture saharienne en Algérie

Tableau 7 : Superficie occupées par la culture de pomme de terre en 2000

WILAYA	Primeurs		Saison		Arrière-saison		Total	
	Superficie (ha)	production (qx)	superficie (ha)	production (qx)	Superficie (ha)	production (qx)	superficie (ha)	production (qx)
ADRAR	290	29 780	10	900	0	0	300	30 680
BISKRA	21	1 540	32	4 800	152	31 160	205	37 500
BECHAR	0	0	12	1 345	13	2 550	25	3 895
TAMANRASSET	0	0	67	15 070	0	0	67	15 070
OUARGLA	0	0	0	0	35	4 160	35	4 160
EL-OUED	20	3 370	220	40 630	582	87 380	822	131 380
GHARDAIA	32	5 920	0	0	0	0	32	5 920
TOTAL	3 480	475 920	45 590	8 027 450	23 620	3 573 530	72 690	12 076 900
Rendement National (Q x/ha)		136,8		176,1		151,3		166,1

Source : Communication de Mr SAHALI Nourredine et SAHNOUNE Mohand, 2019, France2, série B, année 2000.

Tableau 8 : La culture de pomme de terre dans les principales wilayas productrices au sud en 2017

Wilaya	PRIMURS			SAISON		
	Superficie (ha)	production (Qx)	Rendement (Qx/ha)	Superficie (ha)	production (Qx)	Rendement (Qx/ha)
BISKRA	0	0	0	100	20900	209
OUARGLA	6	1325	230,4	128	37387	293,1
EL –OUED	0	0	0	11000	3850000	350
GHARDAIA	14	4200	300	0	0	0
TOTAL	4488	1 069254	238,24	80037	26371756	329,49

Wilaya	ARRIERE SAISON			TOTAL		
	Superficie (ha)	production (Qx)	Rendement (Qx/ha)	Superficie (ha)	production (Qx)	Rendement (Qx/ha)
BISKRA	120	26500	220,8	220	47400	429,8
OUARGLA	1462	446522	305,5	1596	485234	829
EL –OUED	24000	7680000	320	35000	11530000	670
GHARDAIA	150	39900	266	164	44100	566
TOTAL	64298	18623014	289,63	148822	46064024	309,524

Source : établie par nous-même d'après les statistiques du ministère de l'agriculture, série B, année 2017.

En 2017, la culture de la pomme de terre a fortement évolué. La superficie qui lui a été réservée a plus que doublée puisqu'elle a atteint 148 822 ha au niveau national. Au Sahara, la wilaya d'El oued a enregistré une forte extension de la superficie cultivée, avec 1 596 ha consacrée à la plantation de la pomme de terre, ce qui représente plus de 1/5 de la superficie totale consacrée à cette culture.

Chapitre III : Les énergies renouvelables et l'agriculture saharienne en Algérie

De même pour les quantités produites, une quantité de 46 064 024Qx est récolté à l'échelle nationale. Cela signifie que la production a presque quadruplé entre 2000 et 2017. La wilaya d'El oued seule a produit presque 11 530000Qx ce qui représente près de ¼ de la production globale en 2017 et l'équivalent de 91% la production totale en 2000.

Cette évolution au niveau de la wilaya d'El oued s'explique par plusieurs raisons. La première raison est liée à la volonté des pouvoirs publics de développer cette filière, considérée comme filière stratégique. Ceci par la mise en place d'une politique favorisant, d'une part, l'investissement et d'autre part le stockage et la commercialisation par le biais du dispositif SYRPALAC (*systeme de régulation des produits à large consommation*). La deuxième raison est liée aux rendements élevés à l'hectare 829Qx/h enregistré, alors que la moyenne nationale n'est que de 309Qx/h.

Section 02 : Les contraintes de l'agriculture saharienne et les énergies renouvelables comme alternative

L'agriculture dans le Sahara algérien a connu un développement considérable. Toutefois, des contraintes réduisant sa productivité persistent encore, néanmoins, il y a des solutions pour centrer ces difficultés sont envisageable. Dans cette section nous allons présenter les différentes contraintes que rencontre l'agriculture saharienne, puis préciserons comment les énergies renouvelables contribuent-elles à améliorer la productivité et à faciliter le travail aux agriculteurs.

1-Les contraintes et les problèmes de l'agriculture saharienne

L'agriculture saharienne rencontre plusieurs problèmes et ces contraintes on les classifie comme suit :

1-1-Les contraintes naturelles

Ce sont les contraintes liées à la qualité de la terre qui n'est pas riche en matières organiques, à l'accentuation des phénomènes de salinisation, au déficit hydrique avec en plus du rabattement des nappes, à l'enclavement de certaines Oasis, à l'érosion génétique (*déperditions de cultivars*) et à la fréquence et l'intensité des vents qui entraînent des ensablements. De même, les insuffisances de moyens, constitue un autre handicap qui empêche le développement de l'agriculture saharienne.

Chapitre III : Les énergies renouvelables et l'agriculture saharienne en Algérie

1-2-Les Contraintes climatiques

Quand on vient pour citer le Sahara la première chose qui vient à l'esprit c'est la sécheresse, et bien oui le climat saharien se caractérise par l'humidité, et la haute température pendant la journée qui peut atteindre les 50° et une basse température pendant la nuit qui peut descendre jusqu'à 0°. Le taux de pluviométrie est globalement insuffisant et pratiquement nul en été, les pluies sont inégalement réparties dans le temps et dans l'espace.

1-3-Les Contraintes liés aux ressources en eau

C'est vrai que le Sahara algérien possède un fort potentiel en eau souterraine mais ça demande vraiment d'énormes moyens pour le faire sortir parce qu'il se trouve à une très grande profondeur. , il est difficile pour le pompage manuel et qui pose d'énormes difficultés aux agriculteurs et l'exploitation des ressources hydriques souterraines est l'unique source d'irrigation au niveau de ces régions.

1-4-Les contraintes liées à l'instabilité du foncier

Le foncier agricole fait face au problème de morcellement des terres. . A titre d'exemple, des études menées sur la palmeraie d'El Ksar de Ouargla ont fait ressortir que 53,33 % des exploitations sont dans l'indivision¹³ et la taille moyenne de l'exploitation est de 0.31 ha. Sur un total de 125 579 exploitations pour les neuf wilayas du Sud, 41 629 exploitations ont une superficie inférieure à 0,5 hectares et 65 907 exploitations (soit 52%) ont une superficie inférieure à 1 hectare.¹⁴

Le patrimoine foncier agricole en Algérie a connu à travers l'histoire une succession de différentes législations : droit coutumier, droit musulman, différentes politiques agraires. Le passage d'un régime à un autre n'étant pas toujours bien réussi, il s'en est suivi une situation bien complexe, avec parfois la superposition de différents statuts juridiques et le développement de pratiques informelles aggravant la confusion en matière de foncier agricole.¹⁵

1-5-Les contraintes liées à l'insuffisance de la formation agricole

En Algérie, la stratégie de l'état vis-à-vis de la formation agricole cherche principalement à fournir des cadres de contrôle plutôt que des cadres pour la production.

¹³ BOUZIDE. K. « *La question du foncier agricole dans la palmeraie d'El Ksar de Ouargla* » Mémoire d'ingénieur en agronomie saharienne , Université KasdiMerba ,Ouargla.2006,p.69.

¹⁴ IDDER. T, « *Contribution à l'étude des principaux facteurs de dégradation de l'oasis du ksar d'Ouargla* » Mémoire d'ingénieur en agronomie saharienne .Université KasdiMerbah, Ouargla. 2005, P.79.

¹⁵ TERRANTI .S, « *La privatisation du foncier agricole en Algérie, plus de dix ans de débats silencieux* »,2003,p.06.

Chapitre III : Les énergies renouvelables et l'agriculture saharienne en Algérie

1-6-Les contraintes liées aux techniques de vulgarisation

Les techniques de vulgarisation proposées sont parfois inadaptées aux besoins réels des agriculteurs parce qu'elles n'ont pas été conçues à partir de ces besoins réels. Elles ne tiennent pas compte des moyens et des possibilités limitées du pays et ne prennent pas en considération les savoir-faire traditionnels, qui peuvent être identifiés et améliorés.¹⁶

1-7-Les contraintes énergétiques

Le problème de l'énergie est un véritable handicap pour l'agriculture saharienne, en effet l'électricité n'est pas disponible pour couvrir l'ensemble de l'espace agricole, ce qui empêche les agriculteurs de pomper l'eau souterraine qui permettra d'irriguer toutes formes de plantations, chose qui se répercute sur la productivité agricole.

La solution trouvée pour résoudre ce problème est d'utiliser les moteurs de pompage qui fonctionnent par le gasoil, mais on remarque que la hausse des prix du pétrole dans ces deux dernières années empêche les agriculteurs de l'utiliser, alors ils se retrouvent encore une fois de plus face aux problèmes énergétiques, parce que le coût élevé de l'énergie soit gasoil ou électricité ne fait qu'augmenter les coûts de revient, ce qui pose un problème face à la rentabilité des exploitations agricoles.

En plus de ce problème d'énergies, les agriculteurs se trouvent face à un autre problème c'est le problème de pollution parce que l'utilisation des pompes mécanisées pour le soulèvement de l'eau à une grande profondeur ce qui nécessite un volume important de carburant causant ainsi les rejets de gaz dans l'atmosphère et accroissent ainsi le niveau de pollution des eaux souterraines et du sol par le carburant et le lubrifiant.

Par ailleurs la solution se trouve dans les énergies renouvelables étant donné que le Sahara est submergé par ces énergies. Et c'est ce que nous allons aborder dans cette sous-section.

2-Les énergies renouvelables comme solution pour l'agriculture saharienne

L'Algérie recèle d'énormes potentialités en tous types d'énergies renouvelables. Les pouvoirs publics devront s'intéresser davantage à valoriser ces ressources naturelles et alternatives, qui permettent de répondre aux différentes préoccupations qui sont en étroite relation avec cette ressource vitale qu'est l'énergie électrique dont une bonne partie de ses besoins futurs pourrait se distinguer à travers cette alternative.

¹⁶BEKHOUCHE-GUENDOUZ .N,« *Evaluation de la Durabilité des Exploitations Bovines Laitières des Bassins de la Mitidja et d'Annaba* » Mémoire de fin d'étude, Ecole Nationale Supérieure Agronomique d'Alger, 2011, p.64.

Chapitre III : Les énergies renouvelables et l'agriculture saharienne en Algérie

L'agriculture est l'une des plus importants secteurs consommateurs d'énergie qui peut servir d'outil de développement social et économique dans les régions sahariennes. Il est difficile voire impossibles de mettre en place un réseau d'électricité dans tout le Sahara. Vu la superficie du Sahara qui couvre 86% de la surface du territoire national, compte tenu de son éloignement, le problème de l'énergie est un vrai défi à surmonter surtout que l'agriculture saharienne est influencée par le manque d'énergie. C'est pour cela que les énergies renouvelables (*énergie solaire, éolien, géothermique*) constituent une bonne alternative pour l'agriculture saharienne essentiellement pour le pompage de l'eau destiné pour l'irrigation.

Le développement de l'agriculture élargie à sa dimension rurale ne peut également avoir lieu en l'absence de la mobilisation de cette ressource qui est une composante essentielle autant que l'eau et les voies de communication. Pour les régions sahariennes, le recours à cette alternative se justifie par :

- Les différentes sources d'énergies renouvelables adaptables à ces zones et leur importance ;
- Les coûts onéreux liés à la mobilisation de l'énergie par les moyens habituels ;
- L'immensité des espaces à couvrir, leur diversité et leur vocation ;
- L'éloignement des espaces potentiel des chefs lieux de communes et leur éparpillement concernés.

2-1-Energie solaire

Compte tenue de l'étendue du territoire saharien et du caractère épars des terres qui devront être exploitées pour l'agriculture, il n'y a pas de solution énergétique que de recourir à l'énergie solaire dont le potentiel est extrêmement important. En raison de l'immensité des terres et leur éloignement du réseau électrique les besoins de l'énergie ne peuvent être satisfaites que par l'utilisation de l'énergie solaire, est de plus en plus utilisée au Sahara algérien où l'ensoleillement est abondant et régulier. Elle est recueillie grâce à des cellules photovoltaïques qui transforment l'énergie lumineuse du soleil en courant électrique grâce au matériau semi-conducteur qu'elle contient : la majorité des cellules sont actuellement à base de silicium cristallin. L'assemblage en série de ces cellules permet de constituer un module photovoltaïque, qu'on appelle un panneau solaire, qui produit un courant continu. De l'énergie solaire dans le domaine de l'agriculture sont très nombreuses, qu'il s'agisse du pompage de l'eau.¹⁷

¹⁷ « *Energie renouvelables utilisées en agriculture, Centre technique de coopération agricole et rurale* », Pays-Bas, 2008, p 20.

Chapitre III : Les énergies renouvelables et l'agriculture saharienne en Algérie

Les besoins relatifs à l'approvisionnement en eau domestique, l'irrigation des récoltes et l'abreuvement du bétail augmente en fonction de la croissance de la population. En l'absence des eaux de surface, les nappes aquifères situées dans le sous-sol semblent être la seule alternative à ce dilemme mais en raison de leur profondeur, il est difficile pour le pompage manuel et animale de l'extraire.

Le pompage solaire veut dire alimenter une pompe hydraulique en énergie solaire pour pouvoir extraire l'eau du puits (*voir figure 17*), est à signaler que cette technique est utilisée pour assurer les besoins en eau pour l'irrigation dans les zones arides, le pompage solaire photovoltaïque permet aussi de procéder à une irrigation moins coûteuse.

Cette alternative permet donc de remplacer les pompes alimentées en combustibles fossiles par des pompes solaires, Les systèmes de pompage PV dont les avantages sont énormes, fiabilité, rentabilité à long terme, mobilité, fonctionnement simple etc., peuvent offrir une solution appropriée pour l'approvisionnement en eau devant satisfaire la consommation humaine, animale dans les sites éloignés des régions arides et pour l'irrigation des terres agricoles.

Dans les sites éloignés, cette solution est le meilleur moyen pour un développement plus rapide de l'agriculture dans les régions sahariennes, ce qui, certainement, va épargner au agriculteur, le temps et la hausse des coûts d'exploitation, réapprovisionnement et transport du carburant. D'autant plus que le soleil est une source d'énergie stable et naturelle.

En effet, l'énergie solaire PV est parfaitement adaptée au développement de l'irrigation des petites exploitations ainsi que pour la consommation et de renforcer la sécurité alimentaire en donnant aux petits exploitants l'opportunité de s'adonner aux activités agricoles sur toute l'année, qui conduise à l'amélioration des marchés contribuera à accroître les opportunités de générer des revenus, induisant de ce fait la croissance et l'emploi, le développement de marché contribuera sensiblement à stimuler la croissance de production agricole dans ces localités.

Par ailleurs, cette technologie est utilisée pour améliorer les conditions socio-économiques des bénéficiaires, en augmentant la production à haute valeur ajoutée et en développant les échanges commerciaux.¹⁸

En ce qui concerne l'irrigation à l'aide de pompes solaires :

- 169 unités ont été installées pour une puissance cumulée de 194.5 kwc ;
- Acquisition d'équipement utilisant l'énergie solaire : 4696 unités ;

¹⁸ BOUZIDI.B « *Le l'eau par énergie solaire photovoltaïque : Vecteur pour le développement des régions sahariennes* », p.15.

Chapitre III : Les énergies renouvelables et l'agriculture saharienne en Algérie

- Alimentation en énergie électrique (kit solaire) : 508 unités ;
- Alimentation en énergie électrique solaire et éolienne : 136 unités ;
- Equipement des puits d'eau en énergie solaire : 193 unités.¹⁹

Figure 17 : Image représentative d'une installation d'une pompe solaire



Source : Centre de Développement des Energies Renouvelables (CDER)

2-2-L'énergie éolienne

L'une des énergies renouvelables les plus prometteuses. L'utilisation du vent à des fins multiples est très ancienne comme l'atteste la présence de moulins à vent sur la plupart des continents depuis des temps immémoriaux. Aujourd'hui ces moulins sont remplacés par des éoliennes. L'application de l'énergie éolienne en agriculture est surtout utilisée pour le pompage de l'eau.²⁰

Le potentiel énergétique éolien utilisable de la partie ouest des Hauts Plateaux algériens est estimé en considérant deux sites représentatifs, à savoir : Tiaret et El Bayadh.

Figure 18 : Image représentative d'une éolienne pour le pompage de l'eau



Source : Centre de Développement des Energies Renouvelables (CDER)

¹⁹ Centre de Développement des Energies Renouvelables (CDER)

²⁰ SEMMACHE.H, BOUNOUA.A, BOUSIERE.R, BENRAMDANE.N, « Développement des performances des systèmes énergétiques dans la production éolienne » Mémoire de fin étude, Laboratoire Signaux Système, Département Electronique, Université Djilali Liabbès, Sidi Bel Abbés, p. 261.

Chapitre III : Les énergies renouvelables et l'agriculture saharienne en Algérie

2-3-L'énergie géothermique

Cette énergie utilisée dans plusieurs pays dans le domaine de l'agriculture pour chauffer les serres agricoles. Au sud de l'Algérie les puits d'eau chaude qui étaient destinés pour l'irrigation, les forages hydrauliques qui traversent le territoire saharien indiquent bien que certaines régions les eaux sont très chaudes comme Biskra, In Salah et Adrar ces régions nous permettent de considérer que le Sahara algérien est favorable à la production de l'énergie géothermique qui constitue une source d'énergie appréciable pour le chauffage des serres.

En effet, c'est une contribution assez modeste pour l'énergie géothermique dans le développement du secteur agricole. Le chauffage des serres agricoles constitue l'usage le plus répandu de l'énergie géothermique en agriculture. Il existe toute une gamme de techniques de chauffage par fluide à basse température qui peuvent s'adapter aux besoins des différentes espèces de plantes, aux conditions climatiques, aux types de serres ainsi qu'aux caractéristiques de la saumure géothermale.

Par ailleurs, Le système consiste à faire passer les eaux chaudes dans des gaines en plastique à l'intérieur des serres et ces gaines sont placées en parallèle avec les lignes de plantation et les eaux sont conduites directement dans des bassins pour se refroidir à fin de les utiliser pour l'irrigation. Cette technique pourrait constituer comme une très bonne solution pour la production des fruits et légumes hors saison en termes de quantité et de qualité et c'est une opportunité pour les agriculteurs de travailler toute l'année. (*réduction du chômage*).²¹

Figure 19 : Image représentative de l'agriculture dans les serres



Source : Ministère de l'Agriculture et de Développement Rural(MADR)

²¹ BOUCHEKIMA.B et BABI.y, « Utilisation de l'énergie géothermique pour le chauffage des serres agricoles au Sud algérien », Institut de chimie industrielle, Centre universitaire de Ouargla,2001,p.41.

Chapitre III : Les énergies renouvelables et l'agriculture saharienne en Algérie

Le CDARS a mis au point une politique qui vise à promouvoir ces ressources naturelles et illustre parfaitement les types d'énergie à développer ainsi que les espaces concernés que nous allons citer dans ce tableau qui suit :

Tableau 09 : Représentatif des différentes énergies renouvelables utilisées dans l'agriculture dans quelques régions sahariennes

Intitulé de l'opération	Actions	Lieux
Grand travaux 10000 ha	Equipement des puits ; -19 Eoliennes	Tamanrasset, Adrar, Tindouf
Réaménagement des oasis du Tidikelt	Equipement des puits ; -03 Eoliennes -02 Panneaux solaires	In-Salah Foggaret Ezzoua In-Ghar
Amélioration des conditions d'élevage dans les parcours Sahariens	Equipements des puits ; -04 Eoliennes -08 Panneaux solaires -08 Aérogénérateurs	Parcours sahariens
Etude et aménagement de la palmeraie de Moghrar wilaya de Naama	Equipement de chambre de captage de l'Oued Moghrar par pompage solaire.	Moghrar wilaya de Naama
Préservation des ressources naturelles et développement oasisien dans les zones sud de la wilaya de Khenchela	Equipement des puits 10 panneaux solaires hybrides (solaire/éolien).	Djellib commune de Bachar wilaya de Khenchela
1) Réaménagement du patrimoine phoenicicole sur 1350 ha.	Equipement énergie renouvelable (23 U) Equipement éolienne (03 U)	Les oasis du sud
2) Revivification des espaces présahariens.	Kit solaire pour équipement puits (10 U) Kit solaire pour ménage (06 U)	Espaces présahariens

Source : Bilan énergie renouvelable CDRAS 2017

Nous pouvons remarquer d'après les données présentées dans le tableau ci-dessus que l'énergie solaire est la plus utilisée dans l'agriculture saharienne. La promotion et l'extension de l'usage des techniques de l'énergie solaire dans l'irrigation, l'abreuvement du cheptel et l'acquisition des kits solaires pour l'agriculture à travers les zones éloignées des wilayas sahariennes constituent une opportunité de développement de l'économie locale.

Et l'utilisation de cette énergie pour l'agriculture saharienne induit les impacts suivants :

- Valorisation d'une énergie durable et renouvelable ;
- Amélioration des conditions des agriculteurs ;
- Préservation de la source hydrique ;
- Gestion facile ;

Chapitre III : Les énergies renouvelables et l'agriculture saharienne en Algérie

- Rentable pour le bénéficiaire (*pas de facture de consommation*) ;
- Valorisation d'un potentiel nature.

Conclusion

Comme nous l'avons démontré dans ce présent chapitre, vu les limites que présente l'utilisation de l'énergie classique dans le domaine de l'agriculture dans les régions sahariennes, l'Algérie est appelée à trouver d'autres sources d'énergies moins coûteuses et faciles à mettre en œuvre. Le recours à l'utilisation des énergies renouvelables sont très importantes pour l'agriculture saharienne, elles représentent une solution pour faire face au besoin en énergie dans ces régions. Ce qui contribue à l'amélioration de la productivité de l'agriculture (quantité et qualité), elles présentent un meilleur moyen pour un développement rapide de l'agriculture saharienne, elles vont épargner le temps et les coûts très élevés des énergies aux agriculteurs.

La production de l'électricité à partir des énergies renouvelables permet de pomper l'eau, celle-ci sera utilisée dans l'irrigation des différentes exploitations agricoles. Des mesures d'incitations et d'encouragement sont prévues par la loi relative à la maîtrise de l'énergie. Ces énergies sont un moyen de réconfort pour les agriculteurs étant donné qu'elles sont durables et renouvelables.

Par ailleurs cela qui a poussé le gouvernement à s'intéresser à ces énergies et d'encourager les investissements dans l'agriculture saharienne.

ChapitreIV : Les réalisations des énergies renouvelables dans le domaine de l'agriculture saharienne

Introduction

Comme on l'a déjà cité dans les deux chapitres précédents, l'Algérie est submergée de ressources naturelles renouvelables qui peuvent contribuer positivement au développement du pays en général et le secteur agricole en particulier. Il est admis que le sud algérien recèle de grandes potentialités en énergies renouvelables telles que l'énergie solaire, éolienne et géothermique qui peuvent aussi contribuer au développement social et économique de cette région surtout en ce qui concerne l'agriculture, et peuvent constituer une solution efficace aux différents problèmes énergétiques rencontrés par les agriculteurs de la région.

Plusieurs projets ont été proposés et mis en essai dans le Sahara algérien surtout dans la wilaya d'Ouargla.

Après avoir effectué des recherches au niveau de trois ministères :Ministère de l'Environnement et des Energies Renouvelables, Ministère de l'Agriculture et du Développement Rural et le Ministère des Ressources en Eau et communiquer le Commissariat du développement de l'Agriculture des Régions Sahariennes à Ouargla et après avoir visiter le Centre de Développement des Energies Renouvelables , nous avons collecter des informations au sujet de quelques projets ,ceux qui sont réalisés ,quelques un ils sont en cours de réalisation et d'autre sont en cours d'essai. La plupart de ces projets sont quasi-expérimentales et non réalisables et la concrétisation de ces potentialités énergétiques est timide néanmoins le peu de choses qui sont réalisés c'est une chose qui va vraiment apporter un plus. Après avoir présenté le cas théorique des énergies renouvelables en Algérie nous allons se focaliser sur les réalisations effectuées dans ce domaine.

ChapitreIV : Les réalisations des énergies renouvelables dans le domaine de l'agriculture saharienne

Section 01 Réalisation d'un projet pilote dans le Sahara algérien

Les énergies renouvelables constituent une solution de substitution. Elles peuvent provenir du soleil, du vent, de la chaleur de la terre, A la différence des énergies fossiles, les énergies renouvelables sont des énergies à ressources illimitées et à différentes filières technologiques. Dans cette section on va s'intéresser à un projet réalisé à base d'énergie géothermique dans la région d'Ouargla.

1-Définir la zone d'étude (Ouargla)

La wilaya d'Ouargla, représente un large territoire de 163 230 km², se positionne idéalement au centre de la région programme Sud/Est. Elle occupe la frange la plus au centre du Sahara dont elle constitue l'un des plus importants maillons. La wilaya est située dans la partie sud du pays. Elle est limitée :

- Au Nord, par les wilayas de Djelfa, Biskra et El Oued ;
- Au Sud, par Illizi et Tamanrasset ;
- A l'Est, par la Tunisie ;
- A l'Ouest, par Ghardaïa.

Figure 20 Carte géographique représentative de la région d'Ouargla



Source : Agence National de Développement de l'Investissement (ANDI) 2013

La wilaya d'Ouargla compte actuellement 21 communes regroupées en 10 Daïras selon la répartition suivante :

ChapitreIV : Les réalisations des énergies renouvelables dans le domaine de l'agriculture saharienne

Tableau10 :Tableau significatif des communes et Daïra dont compose la wilaya d'Ouargla

Daïra	Commune
OUARGLA	Ouargla, Rouissat
N'GOUSSA	N'goussa
SIDI KHOULED	Sidi Khouiled, Ain Beida, Hassi Ben Abdellah
HASSI MESSAOUD	Hassi Messaoud
EL BORMA	El Borma
EL HADJIRA	El Hadjira, Al Alia
TEMACINE	Temacine, Blidet, Amor
TOUGGOURT	Touggourt, Nezzla, Tebesbest, Zaouia El Abidia
MEGGARINE	Meggarine, Sidi Slimane
TAIBET	Taibet, Bennaceur, M'Nagueur

Source : Agence National de Développement de l'Investissement (ANDI) 2013

Le climat de Ouargla aride, désertique et sec .Ainsi que la température est l'un des facteurs les plus important à étudier .Les températures moyennes à travers la wilaya sont de 40.7° (max) en été et de 5.3° en hiver sachant que la température moyenne de minima correspond à la période hivernale. La température des maxima au début de la période des chaleurs (*périodes sèches*) qui est généralement le mois de Mars.

Les répartitions des pluies est spécifiée par l'irrégularité .La pluviométrie moyenne calculée est très faible elle ne dépasse pas 15.5 mm. Les vents sont généralement faibles et modérés avec un cycle très long durant l'année. Les vents dominants de directions Sud et Sud-ouest.¹

2- Les potentialités économiques

La wilaya d'Ouargla recèle des potentialités très importantes reparties sur les secteurs suivants :

2-1-Secteur de l'Agriculture

De vocation agro-pastorale dans une zone saharienne, la wilaya d'Ouargla enregistre un développement spectaculaire de cette activité et notamment la phoeniciculture et la céréaliculture sous pivot grâce à son climat et à la mobilisation de la ressource hydrique. La superficie agricole totale s'élève à 4 877 393 ha, soit 29,9 % de la superficie totale de la wilaya.

¹ Agence National de Développement de l'Investissement (ANDI) 2013.

ChapitreIV : Les réalisations des énergies renouvelables dans le domaine de l'agriculture saharienne

2-2- Secteur de l'énergie

Le bassin de Hassi Messaoud a une superficie de l'ordre de 1500 km² et la production annuelle dépasse les 20 millions de tonnes de pétrole.

3- Projet pilote

Réalisation d'un complexe pilote utilisant la Géothermie dans la production agricole à haute valeur ajoutée, Touggourt (*w.Ouargla*).

Après le rapprochement du Ministère de l'Agriculture et de Développement Rural et de l'ONID, nous avons réussi à avoir des informations en ce qui concerne les réalisations en matière d'énergie renouvelable dans le domaine de l'agriculture. D'après les informations qu'on a collectées nous avons trouvé que plusieurs projets ne sont pas centralisés et les projets qui existent sont des essais par des centres de recherches telles que le CDER. On a pu avoir des informations sur un projet pilote dans ce domaine.

3-1- Présentation du projet

Ce projet est situé à Oued Righ, dans la Daïra de Touggourt Wilaya de Ouargla à 165 au nord d'Ouargla. Ce projet important est le fruit d'un partenariat qui a réuni l'ONID à deux entreprises espagnols, à savoir le groupe Tragsa et la société Elcantara Système dont le coût du projet s'est élevé à 1 352.096.815,72 DA. Son commencement était en 2010 qui est encours de fonctionnement jusqu'à nos jours.

Ce complexe est le premier du genre en Algérie qui consiste à utiliser la géothermie dans l'agriculture. Ce projet s'est étalé sur une superficie globale de 250 ha, dont 40ha de serre multi-chapelles pour objectif la conception, l'exécution de la mise en marche d'une exploitation agricole. Le complexe avait, dans une première phase, à produire diverses variétés agricoles, dont la tomate cerise et le piment notamment, par l'introduction de la géothermie à partir du forage profond muni de l'eau chaude de 50° à 80°. Il vise la production, dans sa phase de plein régime, de différents légumes, notamment hors saison, dont une importante quantité pourrait être exportée vers l'extérieur. L'utilisation de l'eau chaude, dont la teneur en sel oscille de 2,5 à 3,5 grammes/litre, devra également servir à chauffer les serres en période d'hiver, lorsque les températures seront plus bas.

Le projet s'est disposé de quatre serres multi-chapelle pour culture hydroponique d'une superficie chacune de 2,5 ha soit une superficie totale de 10 ha .Chaque serre de 2,5 ha est équipée d'une armoire électrique de contrôle et de commande dotée d'un système programmable qui exécute automatiquement les processus de mise en marche et arrêt.

Chapitre IV : Les réalisations des énergies renouvelables dans le domaine de l'agriculture saharienne

Figure 21: Image représentative de la serre multi chapelle



Source : Office National de l'Irrigation et du Drainage(ONID)

Figure 22 : Photo d'une armoire électrique de contrôle et de commande



Source : Office National de l'Irrigation et du Drainage(ONID)

Ce projet est disposé d'un bloc de déminéralisation d'une capacité de 750 m³/jour utilisant la technologie de l'Osmose inverse qui comprend :

- Système de filtration physique (*filtre à sable*) ;
- Système de prétraitement chimique ;
- Unité de pompage haute pression pour alimenter les tubes à membrane ;
- Instruments de contrôle (*pressions, débits...*).

Ce bloc est conçu conformément aux caractéristiques analytiques de la température de la source, permet de refroidir et d'adoucir l'eau, deux bassins de stockage d'une capacité de 10.000 m³ pour chacun à partir de ces bassins qu'ils ont alimenté la tête du pompage de toutes les installations de Fert- irrigation du projet en vue d'assurer un système d'irrigation approprié à chaque culture.

ChapitreIV : Les réalisations des énergies renouvelables dans le domaine de l'agriculture saharienne

Figure23 : Photo représentative de bloc de déminéralisation



Source :Office National de l'Irrigation et du Drainage(ONID)

Figure24 : Photo d'un bassin de 10 000 m³



Source : Office National de l'Irrigation et du Drainage(ONID).

3-2- Les techniques utilisées dans le projet

En effet la réussite de ce projet pilote repose sur trois techniques très utilisées sont :

3-2-1-La technique de la pépinière

Une pépinière d'une superficie d'un hectare, d'une capacité de production supérieure à 20.000.000 plantes/an, dotée d'une chambre de germination, et l'objectif de celle-ci, c'est de produire des plantes de haute qualité en passant par une chambre de germination, une pépinière de développement équipée de système automatique par micro-aspersion contrôle le climat ,protège contre les nuisibles et installation pour traitement phytosanitaire.

Chapitre IV : Les réalisations des énergies renouvelables dans le domaine de l'agriculture saharienne

Figure 25 : Photo d'une pépinière à Ouargla



Source : Office National de l'Irrigation et du Drainage(ONID)

3-2-2-La culture hydroponique

C'est une nouvelle technique préconisée dans ce projet et cette technique consiste à planter sur des supports en plateaux dans les quels seront placé le substrat de plusieurs plantes.

Figure 26 : Culture hydroponique de plusieurs plantes



Source : Office National de l'Irrigation et du Drainage(ONID)

3-2-3-Centrale de manipulation

C'est agro-industrie pour manipuler, traiter, stocker et commercialiser le produit agricole qui provient des 40 ha d'une capacité de production de plus de 25.000 tonnes/an bien sur elle est conforme avec les critères sanitaires les plus exigeantes de l'Union Européenne qui est équipée de :

- Une ligne de nettoyage à sec ;
- Une ligne de nettoyage humide ;
- 03 chambres de conditionnement ;
- Une cartonneuse pour emballage.

ChapitreIV : Les réalisations des énergies renouvelables dans le domaine de l'agriculture saharienne

Figure27 : Centrale de manipulation



Source : Office National de l'Irrigation et du Drainage(ONID)

3-3-Impact du projet

Ce projet a apporté beaucoup de résultats positifs à savoir :

3-3-1-Impact économique

- Gestion rationnelle de la ressource d'eau par le recours aux techniques d'irrigation moderne ;
- Exploitation de l'énergie renouvelable (*géothermie*) ;
- Le coût énergétique est quasi-nul ;
- Intensification de la production qui contribuera à combler le déficit accusé par le marché local ;
- Le rendement de la production s'est multiplié par 5 voire par 6 ;
- Contribution à la réduction de la facture alimentaire d'importation ;
- Exportation de la production ;
- Orientation des investisseurs vers ce type de projets ;
- Redynamisation de l'activité de stockage et de transport pour les jeunes de la région ;
- Modernisation de l'agriculture saharienne ;
- Création d'emploi : création de 500 emplois ;
- Sédentarisation des populations et réduction de l'exode rural.

Chapitre IV : Les réalisations des énergies renouvelables dans le domaine de l'agriculture saharienne

Tableau 11: Tableau représentatif du rendement de production et le nombre d'emploi sur les trois phases

Phase	1	2	3	Total
Investissement	1.Serre multi chapelle 10 ha 2.Pépinière d'un hectare 3.Centrale de manipulation	1- serre multi-chapelle 20 ha.	1-Serre multi chapelle 10 ha. 2- 200 ha de culture plein champ y compris centrale de traitement.	240 ha
Production minimum cumulée de serres	2.500 T	7.500T	10.000 T	
Création d'emploi direct	100	200	200	500

Source : Ministère de l'Agriculture et du Développement Rural (MADR)

Nous avons remarqué dans ce tableau une production importante. Dans la première phase du projet la production était de 2 500 T qui a créé 100 postes d'emplois, et dans la deuxième phase elle s'est augmentée jusqu'à arriver à 7 500 T qui a créé 200 postes d'emplois et dans la troisième phase la production s'est multipliée jusqu'à atteindre les 10 000T et création de 200 postes d'emplois. Ce qui engendre une progression croissante, cela signifie que la croissance de production engendre une croissance dans l'emploi. En effet, cette croissance est justifiée par :

1. L'irrigation se fait par l'utilisation des eaux géothermiques ;
2. La température adéquate et modérée pour les cultures maraichères ainsi que l'utilisation des serres, ont contribué positivement pour la création des postes d'emplois dans ce secteur.

Tableau12 : Tableau représentatif de quantité de courgette exportée et vendue localement pendant la période 2017/2018

Produit	Quantité exportée	Quantité vendue	Total
Courgette verte (gloria)	40 tonne	400 tonne	440 tonne

Source : Ministère de l'Agriculture et du Développement Rural (MADR)

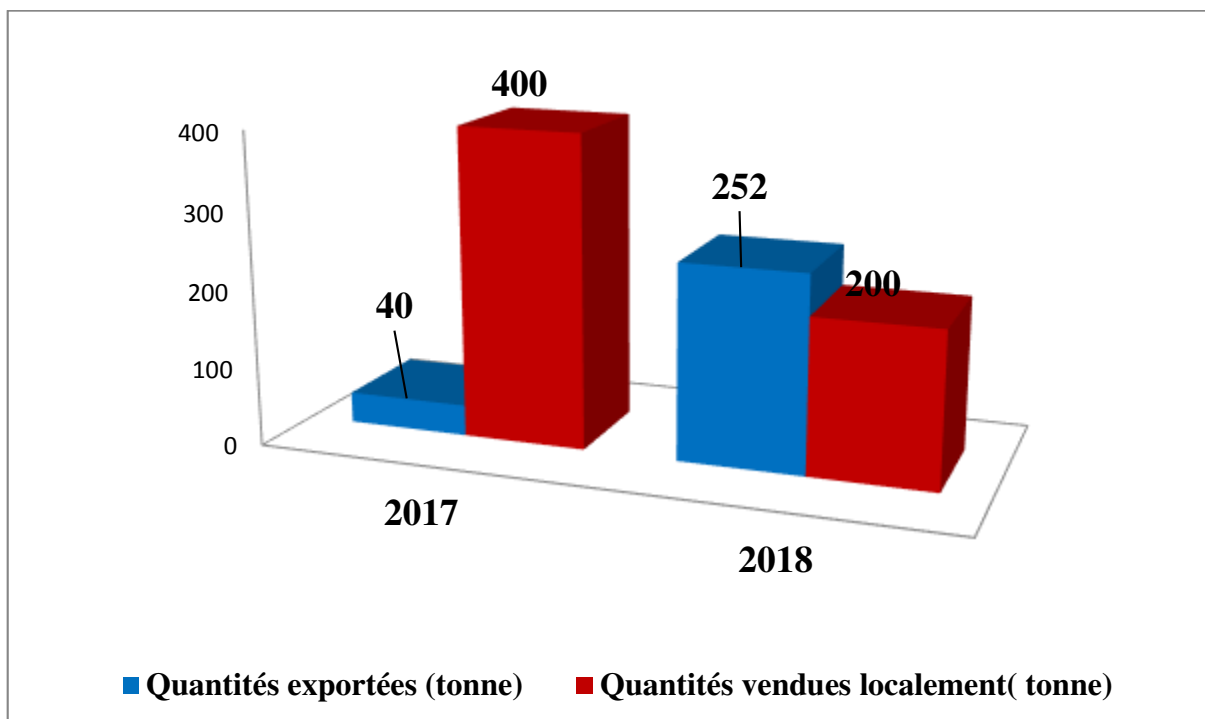
Tableau 13 : Tableau représentatif de quantité de courgette exportée et vendue localement pendant la période 2018/2019

Produit	Quantité exportée	Quantité vendue	Total
Courgette verte (gloria)	252 tonne	200 tonne	452 tonne

Source : Ministère de l'Agriculture et du Développement Rural (MADR)

Chapitre IV : Les réalisations des énergies renouvelables dans le domaine de l'agriculture saharienne

Figure 28 : Graphe comparatif des quantités exportées et vendus localement



Source : Etablie par nous même à partir des données du tableau

D'après le graphe comparatif de la quantité exportée et vendue, nous avons constaté que les quantités exportées enregistrent une augmentation remarquable, cette augmentation est due à la convention signée avec l'entreprise espagnole ELCANTARA SYSTEMES et le groupe TARAGZA, tandis que les quantités vendues localement ont baissé. Cette baisse est enregistré par rapport à la flambé des prix de cette production sur le marché local.

La spécificité de cette race de courgette est résumée en sa taille ainsi que sa dimension (belle et grande), sa taille varie entre 18 et 23cm. Cette race de légume nommé gloria par les biologistes espagnols est le premier légume sorti du complexe. Cette courgette qui est presque parfaite qui est récoltée du désert algérien a pris la direction vers l'Espagne et le Royaume-Uni en Février 2018.

Il faut savoir que ce projet est un concentré de technologie qui a permis en un temps record, sans gaspillage d'énergie, de récolter des légumes bio et des légumes de bonnes qualités. Le plus grand aspect économique c'est que la repousse de la plante ne dure pas trop longtemps, dès que les biologistes ont une commande, ils plantent la graine et au bout de 10 à 15 jours ils peuvent récolter le produit planté, ils peuvent exporter tous les sept à dix jours plus de 25 tonnes, ce qui est vraiment remarquable par rapport à la récolte traditionnelle ou les

ChapitreIV : Les réalisations des énergies renouvelables dans le domaine de l'agriculture saharienne

agriculteurs attendent plusieurs jours pour récolter un produit. Ce projet a rapporté plusieurs centaines de millions d'euros à l'Algérie du fait que la plupart de sa production est destinée à l'exportation.

Figure29 : Image représentative de la courgette verte de race Gloria



Source : Ministère de l'Agriculture et du Développement Rural (MADR)

3-3-2-Impact environnemental

Ce projet a aussi des impacts sur l'environnement qu'on site :

- Valorisation de la qualité gustative des produits due au chauffage et au programme de fer irrigation adapté ;
- Réduction du risque de contamination du sol et de la nappe d'eau par la culture hors sol ;
- Utilisation raisonnée des pesticides et des produits phytosanitaires.

Pour conclure, on peut dire que ce projet est vraiment un succès pour l'économie algérienne qui peut contribuer au développement de l'agriculture saharienne et peut remplacer l'agriculture traditionnelle qui consomme beaucoup d'énergie et prend beaucoup de temps pour récolter. Grâce à ce projet les biologistes ou les agriculteurs peuvent assurer une bonne qualité du produit implanté et surtout en grande quantité pour peu de temps. On peut dire que c'est un moyen de modernisation de l'activité agricole au niveau d'Ouargla.

Chapitre IV : Les réalisations des énergies renouvelables dans le domaine de l'agriculture saharienne

Section 2 : Le projet en cour de réalisation

Ces projets en cours de réalisation consistent en l'utilisation des énergies renouvelables dans des zones sahariennes.

1- Intitulé du projet

La promotion de l'utilisation des énergies renouvelables pour l'amélioration des conditions de vie dans les régions sahariennes. Ce projet se localise dans plusieurs wilaya : Ouargla, Tindouf, Bechar, Tamanrasset, Illizi, Biskra, , Ghardaïa, El Oued, Adrar,.

La durée du projet s'étalera sur 3 ans : 2019-2023 sous la gestion de Commissariat au Développement de l'Agriculture des Régions Sahariennes (C.D.A.R.S), dont le montant d'un milliards, cinq cents quarante-huit millions Dinars Algériens (1 548 000 000 DA) qui lui a été attribué.

Ils ont choisi ces régions parce qu'elles sont trop loin du réseau électrique public, l'objectif réel c'est d'essayer de faire fixer les nomades et de les rendre citoyens en leur donnant tout dans leur milieu de vie soit dans l'agriculture, soit dans leurs maisons en leur procurant de l'énergie à domicile.

Tableau 14: Tableau représentatif de l'évaluation financière du projet

Désignation	Zone	Quantité	Prix unitaire(DA)	Prix total(DA)
Kit solaire pour ménages (unité)	Illizi	100	1 000 000	
	Tamanrasset	100		
	Adrar	100		
	Bechar	100		
	Tindouf	100		
	Ouargla	100		
	El Oued	100		
	Total	700		
Equipement des puits par pompage en énergie solaire (unité)	Illizi	30	2 000 000	
	Tamanrasset	30		
	Adrar	30		
	Bechar	30		
	Tindouf	30		
	Ouargla	30		
	El Oued	30		
	Ghardaïa	30		
	Biskra	30		
	Total	270		
Réfection et réalisation des puits et bassin d'abreuvement	Puits	4000 ml	50 000	200 000 000
	Bassin	270 U	400 000	108 000 000
	Total	/	/	308 000 000
Total général				1 548 000 000

Source : Commissariat au Développement de l'Agriculture des Régions Sahariennes (C.D.A.R.S)

Chapitre IV : Les réalisations des énergies renouvelables dans le domaine de l'agriculture saharienne

Dans ce tableau désignant l'évaluation financière du projet, nous remarquons que 700 kits solaires sont attribués pour ménage pour un montant global de 700 000 000 DA distribué sur 7 wilayas. Tandis que 270 pompes solaire pour le pompage des puits pour un total global de 540 000 000 DA distribué sur 9 wilaya et 308 000 000 DA réservé pour la réfection et la réalisation des puits et bassin destiné pour l'abreuvement du cheptel .

2-Objectif du projet

Ce projet a pour objectif :

- La promotion et l'extension de l'usage des techniques de l'énergie renouvelable dans l'irrigation ;
- L'abreuvement de cheptel et l'acquisition des Kits solaire pour ménages à travers les zones éloignés des wilayas sahariennes constituent une opportunité de développement de l'économie local ;
- L'électrification de ces régions éloignées disant perdues dans le désert apportera un changement dans leur mode de vie, il y aura une création d'activité en maintenant l'activité agricole et surtout que l'Etat algérien va bénéficier en terme d'investissement dans ces régions.

Ces énergies renouvelables sont utilisées :

- Comme support idéal pour l'émancipation socio-économique des zones reculées et enclavées ;
- Pour la valorisation des espaces de parcours et l'amélioration des conditions d'élevage ;
- Pour revivifier la fonction des palmeraies marginales et autres espèces arboricoles dans les espaces sahariens ;
- Pour l'électrification des ksour : cas de la wilaya d'Adrar et de Tamanrasset.

3-Bilan de réalisation du projet

Ils ont déjà réussi à réaliser quelques installations au niveau d'Illizi et de Tamanrasset.

L'équipe a achevé avec succès l'opération portant acquisition :

- Installation et mise en service des kits solaires pour 29 foyers pour les nomades pour un cout de 8 487 715,86 DA pour une puissance de 14,5 KWc ;
- Installation de 26 pompes solaires pour des puits d'eau potable dans le Parc National Tassili N'Ajjer dans la Wilaya d'Illizi et le Parc National de l'Ahaggar dans la Wilaya de Tamanrasset pour un coût de 39 437 819,20 DA pour une puissance de 40 KWc. Et ces pompes solaires sont dotées d'un générateur photovoltaïque permettant un débit d'eau journalier de 15 m³. Pour l'électrification des foyers, le kit solaire est constitué de

Chapitre IV : Les réalisations des énergies renouvelables dans le domaine de l'agriculture saharienne

panneaux solaires photovoltaïques et de batteries de stockage pour une autonomie de 3 jours ;

- Installation de 08 aérogénérateurs pour un coût de 7 605 000.00 DA pour une puissance de 12 KWc ;
- Soit un total de puissance cumulée de 100,5 MWc avec la mobilisation en eau de 1220 m³ par jour et pour un total de 55 530 535,06 DA dépensé.

Le village en question se dénomme Torset, il est situé au Parc National du Tassili, wilaya de Illizi, dans une Latitude 32°N, 1°E, à six heures de Djanet. Il est limité par la frontière Libyenne, dont l'altitude est de 1400 mètres environ. Ces habitants ont vécu plus de 80 ans sans électricité.

L'Office du Parc National du Tassili (OPNT) a pour objet de veiller à la protection et à la mise en valeur d'un patrimoine naturel et culturel incomparable. Il a été classé patrimoine mondial en 1982 par l'UNESCO, réserve de l'homme et la biosphère par le réseau MAB (*Man and the Biosphere*), en 1986.

Cependant, cela a pour objectif d'asseoir durablement le cadre de vie des citoyens du Torset dans leur espaces de vie, tant en matière de sécurité des lieux et comforts sans toucher à leurs traditions et aussi pour que les villageois veillent sur des monuments naturels et des sites dont la conservation ou la préservation présente, au point de vue artistique, historique, scientifique, légendaire, un intérêt général que cette avidité s'inscrit.

Toutes ces réalisations étaient bien sûr avec la participation des villageois dans les travaux, ils étaient tellement motivés que le projet avançait rapidement. Ce qui est intéressant dans ce projet c'est que le gouvernement algérien n'a pas besoin de centraliser et de relier ces régions au réseau électrique du nord qui demande un grand investissement et beaucoup d'efforts. Mais à travers ces kits solaires chaque maison a son propre générateur et il n'y a pas de facturation pour les villageois et facile à manipuler.

Figure 30 : image montrent la participation des villageois dans les travaux d'installation des Kits solaires



Source : Commissariat au Développement de l'Agriculture des Régions Sahariennes

ChapitreIV : Les réalisations des énergies renouvelables dans le domaine de l'agriculture saharienne

L'équipe a envisagé qu'avant la fin de l'année 2022 il faut que 450 foyers soit doté de kits solaire soit 225 KWc et équipement de 196 puits d'eau en pompes solaires soit 294 KWc pour un total de puissance cumulée de 519 KWc.

Ce projet constitue une continuité du programme de préservation de la biodiversité et des actions visant à permette aux nomades vivant dans ces parcs classés comme patrimoine mondial de l'humanité et réserve de l'homme et la biosphère l'accès à une sources d'énergie solaire, propre et durable ainsi qu'à ses services pour qu'eux-mêmes participent à l'effort de préservation de la biodiversité.

Figure31 : image d'une maison équipée d'un kit solaire



Source : Commissariat au Développement de l'Agriculture des Régions Sahariennes

Figure 32: Image d'une pompe solaire



Source : Commissariat au Développement de l'Agriculture des Régions Sahariennes

ChapitreIV : Les réalisations des énergies renouvelables dans le domaine de l'agriculture saharienne

Conclusion

Dans ce troisième chapitre, nous avons essayé d'illustrer quelques projets ou l'utilisation de quelques énergies renouvelables était nécessaire.

Le premier projet qui était un projet pilote et le premier du genre en Algérie. Par le biais de ce dernier nous avons conclu que les énergies renouvelables sont une bonne alternative et une bonne solution pour l'agriculture saharienne. Cette conclusion se voit par tous les impacts positifs soit sociaux, soit environnemental et surtout économique.

On peut dire que ce projet est vraiment une nécessité pour l'Algérie. L'utilisation de cette énergie renouvelables qui est la géothermie a non seulement permit la modernisation de l'agriculture saharienne, mais aussi a contribué, d'une part, à l'amélioration de la qualité des cultures et d'autre part, à l'amélioration de la balance commerciale à travers les exportations. Alors les énergies renouvelables contribuent au développement local du pays.

Le deuxième projet qui est l'électrification des zones arides et éloignées via des kits solaires. Ce projet a permis d'améliorer les conditions de vie des nomades et de les sédentariser en leur procurant de l'énergie à domicile. La promotion et l'extension et l'usage technique de l'énergie solaire dans l'irrigation, l'abreuvement du cheptel et l'acquisition des kits solaires pour ménage à travers les zones éloignées des wilayas sahariennes constitue une opportunité de développement de l'économie locale.

Donc les énergies renouvelables sont une bonne solution pour les régions sahariennes soit pour l'agriculture, soit pour l'amélioration de vie des gens.

Nous arrivons au terme de ce mémoire ou nous avons tenté de répondre à mieux à notre problématique.

Dans notre travail de recherche, nous avons dressé la question de la contribution des énergies renouvelables dans le développement de l'agriculture saharienne.

Comme nous l'avons vu dans le deuxième chapitre, les énergies renouvelables existantes en Algérie sont multiples (*solaire, éolienne et géothermique*). De sa part géographique l'Algérie dispose d'un des gisements solaires les plus élevées au monde. La durée d'insolation sur la quasi-totalité du territoire national dépasse les 2000 heures annuellement et peut atteindre les 3900 heures au niveau du Sahara.

L'Algérie à un régime de vent modéré 2 à 6 m/s. Ce potentiel énergétique convient parfaitement pour le pompage de l'eau particulièrement sur les hauts plateaux.

Plus de 200 sources chaudes sont inventoriées dans la partie Nord du pays, un tiers environ 33% d'entre elle ont des températures supérieures à 45° C. Certaines sources présentent des températures bien plus élevées, on le trouve à Hammam Meskhoutine 98°C et pouvant atteindre 118°C à Biskra.

Le gouvernement Algérien, a mis une stratégie dans le cadre de développement des énergies renouvelables, à travers le lancement d'un programme de développement des énergies renouvelables et d'efficacité énergétique en 2011, qui prévoit la production de 40% de l'électricité d'origine renouvelable à l'origine 2030. Afin de réaliser cet objectif, l'Etat a souligné un programme d'encouragement pour les centres de recherches, dans le but principale est d'affirmer son intérêt pour le développement de ce type d'énergie.

A travers le troisième chapitre qui a traité la nécessité d'utilisation des énergies renouvelables dans l'agriculture saharienne, on a constaté que ce vaste territoire diversifié de l'Algérie donne de l'espoir pour le secteur agricole pour devenir l'un des domaines les plus importants, sur lequel on peut compter pour sortir de la dépendance de l'économie algérienne aux énergies fossiles. Vu la superficie des terres agricoles au Sud de l'Algérie qui occupent une superficie de 8,5 ha soit seulement 3,60% de la superficie totale du pays qui englobe une immense zone saharienne en grande partie non utilisée pour l'agriculture saharienne.

Le développement agricole connu par les régions sahariennes ces deux dernières décennies est remarquable. Prenant par exemple la superficie occupée par l'arboriculture, elle a enregistré une augmentation de 472 130 ha, elle est passée de 470 000 ha en 2000 pour atteindre 942 130 ha en 2017, soit près de 100 % d'évolution. Et la superficie occupée par les cultures maraichères sous serre a progressé de 11 477,18 ha, elle est passée de 4 349,70 ha en 2000 et elle s'est augmentée pour atteindre 15 826,88 ha et en terme de production en quantité

de 12 056 865 Qx ce qui constitue une progression de plus de 370%.La progression de cette agriculture est due à:

- L'amélioration du pouvoir d'achat des citoyens ;
- L'encouragement des agriculteurs pour investir dans ce domaine.

Concernant la superficie dédiée pour la pomme de terre, elle aussi a connu une augmentation de 76 132 ha .La surface qui lui a été réservée en 2000 était de 72 690 ha et elle progressé pour atteindre 148 822 ha elle a presque doublé .De même pour les quantités produites, une quantité de 46 064 024 Qx est récolté à l'échelle nationale .Cela signifie que la production a presque quadruplée entre 2000 et 2017. L'évolution de ce type d'agriculture est du à plusieurs raison : la première raison est la volonté des pouvoirs publics de développer cette filière, la deuxième raison est liée aux rendements élevés à l'hectare 829 Qx/h enregistré, alors que la moyenne nationale n'est que de 309 Qx/h.

Les exploitations agricole établies en Algérie profitent de ce territoire vaste, toutefois elles se heurtent au problème de l'amenée de l'énergie électrique dans les zones enclavées notamment le sud, ce qui nécessite l'utilisation des énergies renouvelables.

Cette manière de faire sera doublement bénéfique du fait qu'elle va non seulement contribuer significativement à faire baisser les coûts onéreux, mais également à assurer une autonomie énergétique au sein des exploitations agricoles.

Le pays étant fortement tributaire de la production agricole pluviale et de l'agriculture de subsistance pratiquée par les petits exploitations, la disposition de ces systèmes augmentera sans aucun doute l'autosatisfaction alimentaire dans les régions saharienne.la promotion de l'irrigation au niveau de l'agriculture permettra de se protéger contre les risques de changements climatiques et de la viabilité, de renforcer la sécurité alimentaire en donnant aux petits exploitants l'opportunité de s'adonner aux activités agricoles toute l'année.

Dans notre cas pratique nous avons illustré un projet pilote qui a vraiment apporté beaucoup de bénéfices pour l'économie algérienne.

Le projet avait plusieurs impacts soit économiques soit environnementaux ou sociaux qu'on cite :

- Améliorer les conditions socio-économiques des bénéficiaires en augmentant la production à haut valeur ajoutée et en développement les échanges commerciaux ;
- Augmenter les superficies irriguées à travers le développement de la petite et moyenne hydraulique dans les régions du sud ;
- Développer les activités agricoles, agroalimentaires et d'élevage ce qui participe à l'amélioration des conditions de vie des populations ;

- Renforcer la sécurité alimentaire en donnant aux petites exploitations l'opportunité de s'adonner aux activités agricoles toute l'année ;
- Contribuer, d'une part, à l'amélioration de la qualité des cultures, et d'autre part, à l'amélioration de la balance commerciale à travers les exportations ;
- Promouvoir une agriculture durable et bio ;
- Sédentariser les populations, la sécurité alimentaire, la préservation de biodiversité et la lutte contre la désertification ;
- Encourager les coopérateurs à s'investir dans ce domaine ;
- Amélioration des marchés qui va contribuer à accroître les opportunités de générer les revenus, induisant de ce fait la croissance et l'emploi. Le développement de marché contribuera sensiblement à stimuler la croissance de la production agricole dans ces localités et il a aussi permis la modernisation de l'agriculture, Ce projet a réussi a levé l'agriculture saharienne d'un stade bas à un niveau vraiment haut.

Donc on peut fortement dire que les énergies renouvelables contribuent au développement de l'agriculture saharienne à travers tous ces impacts. On peut considérer que l'alliance entre l'agriculture saharienne et les énergies renouvelables sont un très bon point pour le développement local, à travers des projets pareils les agriculteurs vont gagner du temps et de l'argent, et tout ça sans le gaspillage de l'énergie alors c'est une bonne solution pour le problème de l'énergie dans ces régions lointaines.

Bibliographie

I- Ouvrages

- DAMIEN ALAIN, « *La biomasse énergies* » 2^{ème} édition, DUNOD, Paris 2013 .
- LABOURET ANNE, VILLOZ Michel, « *énergie solaire photovoltaïque* », 3^{ème} édition DUNOD, Paris 2006.
- EQUER BENARD., PERCEBOIS JACQUES « *énergie solaire photovoltaïque, aspects économique* » édition MARKETNE, Paris 1993.
- ROGER GINOCHIO, « *L'énergies hydrauliques* », 2^{ème} édition, L'AVOISIER TEC et DOC, Paris 2016.

II-Mémoires et thèses

- ATMANIA H. « *La stratégie d'implantation des énergies en Algérie cas de la photovoltaïque* », Mémoire de magister, Université d'ORAN Mohamed ben Ahmed 2015.
- BEKHOUCHE-GUENDOUCHE N. « *Evaluation de la Durabilité des Exploitations Bovines Laitières des Bassins de la Mitidja et d'Annaba* », Mémoire de fin d'étude, Ecole Nationale Supérieure Agronomique d'Alger, 2011.
- BENSABA.H, BENSABA.L, MANSOUR.A, « *Réflexion pour préserver l'environnement : cas de la vallée du M'Zab Algérie* », Mémoire de fin d'étude, Faculté des Sciences de la terre, Oran.
- BENTOUBA.S, « *Les énergies renouvelables dans le cadre de développement durable en Algérie wilaya de grand sud* » Mémoire de fin d'étude, Université de Bechar-Algérie, 2007.
- BETTACHE, H, « *Amélioration des cylindro-parabolique* », Mémoire de fin d'étude, Faculté de technologie, Bejaia, 2013.
- BOUBOU.N, « *Eau, environnement et énergies renouvelables : vers une gestion intégrée de l'eau en Algérie* », Thèse de doctorat en sciences de gestion, Université Abou bakrBelkaid de Tlemcen, 2015.
- BOUGHALIS, BECHKI.D, MENNOUCHE.D, « *Opportunités et challenges de la promotion des énergies renouvelables en Algérie* » Mémoire de fin d'étude, Faculté des sciences de la matière, Université KASDI Merbah Ouargla, Mai 2012.
- BOUZIDE K., « *La question du foncier agricole dans la palmeraie d'El Ksar de Ouargla* » Mémoire d'ingénieur en agronomie saharienne, Université KasdiMerbah, Ouargla, 2006.

- CHADEL M, « *Dimension d'un système de pompage d'eau potable pour les sites de Tlemcen et Adrar* » Mémoire de fin d'étude, Université de Tlemcen, 2012.
- IDDER .T, « *Contribution à l'étude des principaux facteurs de dégradation de l'oasis du ksar de Ouargla* », Mémoire d'ingénieur en agronomie saharienne, Université KasdiMerbah. Ouargla, 2005.
- KHERBACHE F.Z, « *La contribution à l'étude et dimensionnement d'une installation a base d'énergie géothermique pour la production d'énergie électrique* » Mémoire de master, Université ABOU-BELKAIRE de Tlemcen faculté des sciènes Département de physique 2015.
- KOUZRIT. D, « *L'eau et l'espace agraire dans la vallée du M'Zab* » Mémoire de fin d'étude, Faculté de science de la nature et de la vie, Ouargla, 2017.
- OTMANE.T, « *Mise en valeur agricole et dynamique rurales dans le Touat le Gourara et le Tidikelt (Sahara algérien)* » Thèse de doctorat, Université d'Oran, 2010.
- OUALI. S, KHELLAF. A, BADDARI.K, « *Etude des ressources géothermiques du sud algérien* », Université M'Hamed Bouguerra, Boumerdes, 2007.
- OULED SIDI AMOR. T, « *Vulnérabilité à la pollution des eaux de la nappe superficielle de la vallée du M'Zab* » Mémoire de fin d'étude, Université de KasdiMarbah, Ouargla, Département des sciences de la Terre, 2016.
- RABEHI. M. A, « *Contribution des énergies renouvelables dans le développent durable* », Mémoire pour l'obtention d'un diplôme d'ingénieur d'affaire, Paris Graduate school of Management, Juillet 2009.
- RAHMOUNI.S, BOUGHALI.S, « *Méthodologie d'aide à la décision pour le choix des sites de projet d'énergie renouvelable en Algérie* » Mémoire de fin d'étude, Université KASDI Merbah d'Ouargla, 2017.
- SADI Mohamed. A, HAMLAT.Z, « *L'impact des énergies renouvelables sur le réseau électrique Ouest Algérie 220KV* » Mémoire de fin d'étude, Université de MOLAY Tahar de Saida, Faculté de Technologie, 2014.
- SELKHI Ch., « *Contribution à l'étude phytoécologique du pourtour de l'erg occidental* », Faculté des sciences, Mémoire de fin d'étude, Département Biologie, Université d'Oran, 2012.
- SEMMACHE.H, BOUNOUA.A, BOUSIERE.R, BENRAMDANE.N, « *Développement des performances des systèmes énergétiques dans la production éolienne* », Laboratoire Signaux Système, département Electronique, Université Djilali Liabbès, Sidi Bel Abbès.

- YAEL.K, « *Dynamique et mutations territoriales du Sahara algérien* », Thèse de doctorat, Université de Franche-Comite, 2007.
- ZENKHRI.S, « *L'agriculture saharienne : Du système oasien traditionnel à l'établissement d'une conception d'économie de marché et de développement durable* », Thèse de Doctorat, Universités ABDELHAMID BENBADIS, Mostaganem, Département d'agronomie, 2017.

III-Lois et règlements

- Loi n° 02-01 correspondant au 5 février 2002, modifiée et complétée relative à l'électricité et à distribution du gaz par canalisations, notamment son article 178.
- La loi n° 04-09 correspondant au 14 août 2004 relative à la promotion des énergies renouvelables dans le cadre du développement durable.
- Loi n° 09-09 du 30 décembre 2009 portant loi de finances pour 2010, notamment son article 64.
- Loi n° 11-11 du 18 juillet 2011 portant loi de finances complémentaire pour 2011 notamment son article 40 modifiant l'article 63 de loi n°09-09.
- Loi n° 14-10 correspondant au 30 décembre 2014 portant loi de finances pour 2015, notamment son article 108.

IV-Rapport et Divers

- « *Energies Renouvelables utilisée en agriculture* » Centre technique de coopération agricole et rurale, Pays-Bas, 2008.
- BOUCHEKIMA.B et BABI. Y, « *Utilisation de l'énergie géothermique pour le chauffage des serres agricoles au Sud algérien* », Institut de chimie industrielle, Centre universitaire de Ouargla, 2001.
- BOUDRISE.R, KHELLAF.A, « *Estimation de la production de l'Hydrogène solaire au sud Algérien* » centre de Développement des Energies Renouvelables, 2003.
- BOUGHALI.S, BECHKI.D, MENNOUCHE.D, « *Opportunités et challenges de la promotion des énergies renouvelables en Algérie* », Université KASDI Merbah Ouargla, 2014.
- BOUZIDI.B, « *Le l'eau par énergie solaire photovoltaïque : vecteur pour le développement des régions sahariennes* ».

- CHAHDDINE.B, « *Modernisation de la formation sur les énergies renouvelables* » Université de Tlemcen le quotidien El Wantan, mercredi, 15 janvier 2014.
- CHOUMANE.A, BOUKHARIO.O, « *L'énergie éolienne en Algérie potentiel et réalisation, colloque scientifique internationale sur les stratégies des énergies renouvelables dans le développement durable* » Université de Blida.
- Conférence des Nations Unies sur le Commerce et le développement (CNUCED), Surmonter les obstacles à la production d'électricité décentralisée aux fins du développement durable, N°57, Novembre, 2017
- Dr BELAIDI LALOUNI.S, « *Cours Energie photovoltaïque* », Université de Bejaia, Faculté de technologie, Département de génie électrique, 2015.
- GINOCHIO.R, « *L'énergie hydraulique* », L'AVOISIER TEC et DOC, 2eme édition, paris, 2013.
- Journal officiel de la république algérienne, N°31
- KABANSHI.E « *Etude et conception d'un système de régulation automatique de la fréquence et de la tension de sortie d'une hydrolienne* », Université de Lubumbashi, 2017.
- KERMANE .A, « *L'efficacité énergétique et les énergies renouvelables* », IPEMED, N°8, Mars 2010.
- KHARCHI.R, « *L'efficacité énergétique dans le bâtiment* », Bulletin des énergies renouvelable, N°28, 2013.
- KOUDA.S, Polycopié du cours du module « *Energie et environnement* » Université KASDI Marbah M'Sila, Faculté de technologie, Département d'électronique, 2017.
- KOUL.N, « *Atlas des Zones Humides du Bas Sahara (Algérien)* » Centre de Recherche Scientifique et Technique sur les zones arides, Station Milieu Biophysique Oued Righ, Touggourt, 2018.
- La nouvelle revue de presse, « *L'avenir énergétique en Algérie* », Avril 2013, N°16.
- MAINGUET.M, JACQUINET.C « *Le Grand Erg Occidentale et le Grand Erg Oriental. Classification des dunes balance sédimentaire et dynamique d'ensemble. In : Travaux de l'institut Géographique de Reims, n°59-60, 1984. Le vent. Mécanisme d'érosion, de dégradation, de désertification. Notion d'échelle, de budget sédimentaire, de vulnérabilité des paysages, p 38*
- MICHAUT.S, « *La cogénération : efficacité énergétique et utilisation rationnelle des ressources en gaz naturel de l'Algérie* » Bulletin des énergies renouvelables, 2013, N°26.

- NADJAH.M, KHECHAN.M, LAICHE.L, OUKSEL.T, et MAHFOUDI.C, «*Etude de L'hélice d'une éolienne de 5 kW*», Revue des énergies renouvelables CISM'08 Oum El Bouaghi, 2008.
- NAPOLEAN.C, «*Les instruments de soutien aux ressources renouvelables sont-ils adaptés pour lutter contre le changement climatique* » Pollution atmosphérique N°223- juillet-Décembre, 2014.
- Programme des énergies renouvelables et d'efficacité énergétique, document élaboré par Ministère de l'énergie et des mines, Mars 2011.
- QUOILIN.S, «*Les centrales solaires à concentration*», Université de Liège, faculté des sciences appliquées, Mai 2007.
- RAHMINE. N, et IHADADENE.R, «*Energie renouvelable* », Avril 2008, Algérie, page bleu.
- SAHALI Nourredine et SAHNOUNE Mohand : maitres assistants classe (A) «*Le développement de l'agriculture au sud (Sahara) face à la contrainte énergétique : cas de l'Algérie* » 2019.
- SOLENN.S, «*Avantages et inconvénients des énergies décarbonnés, solutions pour les combiner efficacement*» Concours savons le climat, 2015.
- TERRANTI.S, «*La privatisation du foncier agricole en Algérie, plus de dix ans de débat silencieux* », 2003.
- WILLIAME.R, «*Evaluation des obstacles et des possibilités connexes à l'énergie renouvelable*», Initiative prise par la commission de coopération environnementale de l'Amérique du Nord, Mai 2002.

V- Webographie

- <http://www.energy.gov.dz>.
- <http://www.centre de développement des énergies renouvelables.dz>.
- <http://www.algerie.eco.com>.
- <http://earthwise.bgs.ac.uk>.

Liste des figures

Figure N°	Intitulé	Pages
1	Les hydroliennes	06
2	Fonctionnement des hydroliennes	06
3	Fonctionnement d'une centrale hydraulique	07
4	Les éoliennes	07
5	Panneaux solaires	08
6	fonctionnement du stockage d'énergie solaire	09
7	Chauffe- eau solaire	09
8	Capture parabolique	10
9	Capteur cylindro-parabolique	11
10	Energie de la biomasse	11
11	La source du bioéthanol	13
12	Source de biogaz	13
13	Roches chaudes	14
14	Carte représentatif des variations de l'ensoleillement en Algérie	37
15	Carte géographique représentative de potentiel éolien en Algérie	38
16	Carte représentatif de température des sources thermales	40
17	Image représentative d'une installation d'une pompe solaire	61
18	Image représentative d'une éolienne pour le pompage de l'eau	61
19	Image représentative de l'agriculture dans les serres	62
20	Carte géographique représentative de la wilaya d'Ouargla	66
21	Image représentative de la serre multi chapelle	69
22	Photo d'une armoire électrique de contrôle et de commande	69
23	Photo représentative de bloc de déminéralisation	70
24	Photo d'un bassin de 10 000 m ³	70
25	Photo d'une pépinière à Ouargla	71
26	Culture hydroponique de plusieurs plantes	71
27	Centrale de manipulation	72
28	Graphe comparatif des quantités exportées et vendus localement	74
29	Image représentative de la courgette verte de race Gloria	75
30	Images montrent la participation des villageois dans les travaux	78
31	Image d'une maison équipée d'un kit solaire	79
32	Image d'une pompe solaire	79

Liste des tableaux

Tableaux N°	Intitulé	Pages
1	Répartition des énergies renouvelables par filières et par phase	29
2	Tableau représentatif du potentiel solaire en Algérie par région	36
3	La situation de la superficie occupée par l'arboriculture au niveau du Sahara en 2000	50
4	la superficie occupée par les plantations en 2017	51
5	La production des cultures maraichères sous serre plasticulture dans le sud, en 2000	52
6	La superficie occupées par les cultures maraichères sous serre plasticulture en 2017	53
7	La superficie occupée par la culture de pomme de terre en 2000	55
8	La culture de pomme de terre dans les principales wilayas productrice au sud en 2017	55
9	Tableau représentatif les différentes énergies renouvelables utilisées dans l'agriculture dans quelques régions saharienne	63
10	Tableau significatif des communes et Daïra dont compose la wilaya d'Ouargla	67
11	Tableau représentatif du rendement, de production et le nombre d'emploi sur ces trois phases	73
12	Tableau représentatif de quantité de courgette exportée et vendue localement pendant la période 2017/2018	73
13	Tableau représentatif de courgette exportée et vendue localement pendant la période 2018/2019	74
14	Tableau représentatif de l'évolution financière du projet	76

Annexes n°01 :

POMMES DE TERRE (de primeurs et de saison)

B17

WILAYA	PRIMEURS			SAISON		
	Superficie (ha)	Production (QX)	Rendement qx/ha	Superficie (ha)	Production (QX)	Rendement qx/ha
1 ADRAR	451	87 745	194,6	0	0	0
2 CHLEF	0	0	0	2 210	675 580	305,7
3 LAGHOAT	0	0	0	2 203	669 250	303,8
4 O.E.BOUAGHI	0	0	0	158	54 500	344,9
5 BATNA	0	0	0	741	236 890	319,8
6 BEJAIA	35	5 770	164,9	217	45 210	208,3
7 BISKRA	0	0	0	100	20 900	209,0
8 BECHAR	0	0	0	15	3 160	210,7
9 BLIDA	0	0	0	590	293 800	498,0
10 BOUIRA	0	0	0	3 282	1 178 662	359,2
11 TAMANRASSET	4	599	149,8	11	2 090	190,0
12 TEBESSA	0	0	0	2 540	920 000	362,2
13 TLEMCEN	85	21 300	250,6	3 188	1 020 200	320,0
14 TIARET	0	0	0	4 064	1 131 312	278,4
15 TIZI-OUZOU	97	17 180	177,1	458	150 030	327,4
16 ALGER	252	77 715	308,4	772	341 230	442,0
17 DJELFA	0	0	0	2 000	490 200	245,1
18 JIJEL	136	26 980	198,4	344	70 800	205,8
19 SETIF	0	0	0	1 899	525 043	276,5
20 SAIDA	0	0	0	2 355	703 440	298,7
21 SKIKDA	1 000	200 000	200,0	3 706	1 078 300	291,0
22 S.B.ABBES	0	0	0	1 819	403 970	222,1
23 ANNABA	0	0	0	86	36 100	419,8
24 GUELMA	0	0	0	238	69 750	293,1
25 CONSTANTINE	0	0	0	133	21 600	162,4
26 MEDEA	0	0	0	1 298	382 095	294,4
27 MOSTAGANEM	550	115 500	210,0	9 964	3 447 444	346,0
28 M'SILA	0	0	0	330	92 400	280,0
29 MASCARA	0	0	0	6 611	2 043 300	309,1
30 OUARGLA	6	1 325	230,4	128	37 387	293,1
31 ORAN	1	280	280,0	92	27 153	295,9
32 EL-BAYADH	0	0	0	446	128 707	288,6
33 ILLIZI	0	0	0	0	0	0
34 B.B.ARRERIDJ	0	0	0	47	8 400	178,7
35 BOUMERDES	948	260 150	274,4	1 770	593 870	335,5
36 EL-TARF	120	35 400	295,0	310	123 400	398,1
37 TINDOUF	0	0	0	0	0	0
38 TISSEMSILT	0	0	0	67	12 330	184,0
39 EL-OUED	0	0	0	11 000	3 850 000	350,0
40 KHENCHELA	0	0	0	64	10 550	164,8
41 SOUK-AHRAS	0	0	0	401	85 650	213,6
42 TIPAZA	765	208 490	272,5	657	308 600	469,7
43 MILA	0	0	0	1 490	616 440	413,7
44 AIN-DEFLA	0	0	0	10 000	3 831 722	383,2
45 NAAMA	0	0	0	206	40 342	195,8
46 A.TEMOUCHENT	24	6 620	275,8	147	44 310	301,4
47 GHARDAIA	14	4 200	300,0	0	0	0
48 RELIZANE	0	0	0	1 882	545 640	290,0
TOTAL ALGERIE	4 488	1 069 254	238,3	80 037	26 371 756	329,5

Annexe n°02

POMMES DE TERRE (d'arrière saison et total)

B17

WILAYA	ARRIERE SAISON			TOTAL		
	Superficie (ha)	Production (QX)	Rendement qx/ha	Superficie (ha)	Production (QX)	Rendement qx/ha
1 ADRAR	0	0	0	451	87 745	194,6
2 CHLEF	2 132	589 510	276,5	4 342	1 265 090	291,4
3 LAGHOuat	73	18 250	250,0	2 276	687 500	302,1
4 O.E.BOUAGHI	125	18 737	149,9	283	73 237	258,8
5 BATNA	649	184 530	284,3	1 390	421 420	303,2
6 BEJAIA	43	6 800	158,1	295	57 780	195,9
7 BISKRA	120	26 500	220,8	220	47 400	215,5
8 BECHAR	96	16 780	175,7	111	19 940	180,5
9 BLIDA	38	7 280	192,7	628	301 080	479,6
10 BOUIRA	2 933	853 052	290,8	6 215	2 031 714	326,9
11 TAMANRASSET	12	2 000	166,7	27	4 689	173,7
12 TEBESSA	0	0	0	2 540	920 000	362,2
13 TLEMCEN	2 010	501 900	249,7	5 283	1 543 400	292,1
14 TIARET	1 300	338 000	260,0	5 364	1 469 312	273,9
15 TIZI-OUZOU	192	52 265	272,9	747	219 475	293,9
16 ALGER	45	13 685	307,5	1 069	432 630	404,9
17 DJELFA	1 000	231 100	231,1	3 000	721 300	240,4
18 JIJEL	40	8 650	216,3	520	106 430	204,7
19 SETIF	65	16 500	253,8	1 964	541 543	275,7
20 SAIDA	851	189 626	222,8	3 206	893 066	278,6
21 SKIKDA	1 253	302 875	241,7	5 959	1 581 175	265,3
22 S.B.ABBES	585	134 200	229,4	2 404	538 170	223,9
23 ANNABA	9	2 500	277,8	95	38 600	406,3
24 GUELMA	1 139	364 561	320,1	1 377	434 311	315,4
25 CONSTANTINE	34	11 200	329,4	167	32 800	196,4
26 MEDEA	891	168 730	189,4	2 189	550 825	251,6
27 MOSTAGANEM	3 775	908 660	240,7	14 289	4 471 604	312,9
28 M'SILA	150	42 000	280,0	480	134 400	280,0
29 MASCARA	5 826	1 509 200	259,0	12 437	3 552 500	285,6
30 OUARGLA	1 462	446 522	305,5	1 595	485 234	304,2
31 ORAN	29	6 985	240,9	122	34 418	282,7
32 EL-BAYADH	490	154 960	316,2	936	283 667	303,1
33 ILLIZI	1	75	150,0	1	75	150,0
34 B.B.ARRERIDJ	26	6 250	240,4	73	14 650	200,7
35 BOUMERDES	210	50 400	240,0	2 928	904 420	308,9
36 EL-TARF	150	41 500	276,7	580	200 300	345,3
37 TINDOUF	4	590	147,5	4	590	147,5
38 TISSEMSILT	81	9 740	120,2	148	22 070	149,1
39 EL-OUED	24 000	7 680 000	320,0	35 000	11 530 000	329,4
40 KHENCHELA	29	5 620	193,8	93	16 170	173,9
41 SOUK-AHRAS	75	20 250	270,0	476	105 900	222,5
42 TIPAZA	538	131 560	244,5	1 960	648 650	330,9
43 MILA	197	58 770	298,3	1 687	675 210	400,2
44 AIN-DEFLA	10 000	3 047 643	304,8	20 000	6 879 365	344,0
45 NAAMA	183	37 863	206,9	389	78 205	201,0
46 A.TEMOUCHENT	71	22 260	313,5	242	73 190	302,4
47 GHARDAIA	150	39 900	266,0	164	44 100	268,9
48 RELIZANE	1 219	343 035	281,5	3 100	888 675	286,7
TOTAL ALGERIE	64 298	18 623 014	289,6	148 822	46 064 024	309,5

CULTURES MARAICHÈRES SOUS SERRES

B17

WILAYA	TOMATES			PIMENTS			POIVRONS		
	Superficie	Production	Rdt	Superficie	Production	Rdt	Superficie	Production	Rdt
	(ha)	(QX)	qx/ha	(ha)	(QX)	qx/ha	(ha)	(qx)	qx/ha
1 ADRAR	7,01	3 850	549,2	21,03	6 090	289,6	7,00	2 800	400,0
2 CHLEF	362,40	334 355	922,6	7,62	1 316	172,7	34,02	8 172	240,2
3 LAGHOUE			0			0			0
4 O.E.BOUAGHI	0,00	0	0	0,00	0	0	0,00	0	0
5 BATNA	0,36	216	600,0	2,12	3 281	1 547,6	3,24	4 716	1 455,6
6 BEJAIA	24,05	16 346	679,7	7,43	1 994	268,4	16,61	4 115	247,7
7 BISKRA	2 117,00	3 163 060	1 494,1	1 120,00	990 730	884,6	778,00	621 500	798,8
8 BECHAR	0,84	550	654,8	0,12	24	200,0	0,20	50	250,0
9 BLIDA	35,18	27 070	769,5	21,12	9 400	445,1	162,66	93 334	573,8
10 BOUIRA			0			0			0
11 TAMANRASSET	5,88	2 202	374,5	1,98	630	318,2	1,02	267	261,3
12 TEBESSA	0,44	330	750,0	0,20	60	300,0	0,00	0	0
13 TLEMCEN	80,00	72 800	910,0	1,00	300	300,0	62,00	50 000	806,5
14 TIARET	0,00	0	0	0,00	0	0	0,00	0	0
15 TIZI-OUZOU	3,32	3 538	1 065,7	9,74	5 420	556,4	0,74	357	482,7
16 ALGER	173,21	175 585	1 013,7	22,52	8 180	363,2	50,30	25 610	509,1
17 DJELFA	3,00	1 910	636,7	1,00	210	210,0	4,00	1 440	360,0
18 JIJEL	169,17	221 923	1 311,8	159,36	130 628	819,7	213,72	183 005	856,3
19 SETIF	1,16	1 310	1 129,3	142,10	137 250	965,9	197,04	210 721	1 069,4
20 SAIDA	0,00	0	0	0,00	0	0	0,00	0	0
21 SKIKDA	9,74	4 955	508,7	3,16	1 264	400,0	3,36	1 348	401,2
22 S.B.ABBES	0,00	0	0	0,00	0	0	0,00	0	0
23 ANNABA	0,03	0	0,0	0,00	0	0	0,00	0	0
24 GUELMA			0			0			0
25 CONSTANTINE	0,52	670	1 288,5	0,00	0	0	0,00	0	0

26 MEDEA			0			0			0
27 MOSTAGANEM	330,40	261 850	792,5	90,75	31 403	346,0	263,00	143 229	544,6
28 M'SILA	65,00	78 000	1 200,0	38,00	26 600	700,0	20,00	13 000	650,0
29 MASCARA	2,00	1 700	850,0	0,00	0	0	4,24	3 300	778,3
30 OUARGLA	10,20	9 318	913,5	12,50	3 894	311,5	5,00	2 960	592,0
31 ORAN	28,83	26 314	912,7	0,68	160	235,3	0,84	209	248,8
32 EL-BAYADH			0			0			0
33 ILLIZI	1,82	524	288,0	0,40	72	180,3	0,30	63	208,3
34 B.B.ARRERIDJ	0,15	90	600,0	0,25	63	252,0	0,25	63	252,0
35 BOUMERDES	202,00	202 000	1 000,0	51,00	22 950	450,0	64,00	33 920	530,0
36 EL-TARF	0,26	325	1 250,0	0,08	72	900,0	0,08	76	950,0
37 TINDOUF	3,96	3 564	900,0	0,48	240	500,0	1,44	720	500,0
38 TISSEMSILT			0			0			0
39 EL-OUED	70,00	70 000	1 000,0	90,00	45 000	500,0	50,00	25 000	500,0
40 KHENCHELA	40,75	52 187	1 280,7	25,00	25 000	1 000,0	15,00	15 000	1 000,0
41 SOUK-AHRAS	0,00	0	0	0,00	0	0	0,00	0	0
42 TIPAZA	506,06	491 252	970,7	103,50	69 780	674,2	236,28	125 894	532,8
43 MILA	5,84	4 296	735,6	0,68	364	535,3	1,44	852	591,7
44 AIN-DEFLA	174,59	179 881	1 030,3	3,00	1 800	600,0	11,00	7 170	651,8
45 NAAMA			0			0			0
46 A.TEMOUCHENT	34,92	28 018	802,3	1,20	360	300,0	16,88	7 302	432,6
47 GHARDAIA	2,81	1 186	422,1	2,08	792	380,8	1,11	482	434,2
48 RELIZANE	7,00	4 200	600,0	0,00	0	0	2,00	600	300,0

TOTAL ALGERIE	4 479,90	5 445 375	1 215,5	1 940,10	1 525 327	786,2	2 226,77	1 587 275	712,8
----------------------	-----------------	------------------	----------------	-----------------	------------------	--------------	-----------------	------------------	--------------

SUPERFICIE OCCUPEES PAR LES PLANTATIONS

B17

Vigne non comprise

WILAYA	OLIVIERS		PALMIERS		AGRUMES		FIGUIERS		ESPECES A NOYAUX ET / OU A PEPINS		SUPERFICIE TOTALE	
	ha	%	ha	%	ha	%	ha	%	ha	%	ha	%
1 ADRAR	0	0,0	28 327	100,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	28 327	100
2 CHLEF	4 343	30,4	0	0,0	6 124	42,9	1 136	8,0	2 677	18,7	14 279	100
3 LAGHOuat	2 342	35,6	285	4,3	8	0,1	201	3,1	3 744	56,9	6 580	100
4 O.E.BOUAGHI	2 024	66,4	0	0	0	0,0	45	1,5	982	32,2	3 051	100
5 BATNA	11 646	51,8	207	0,9	0	0,0	188	0,8	10 425	46,4	22 464	100
6 BEJAIA	56 369	77,8	0	0,0	2 005	2,8	10 143	14,0	3 941	5,4	72 458	100
7 BISKRA	4 329	8,5	43 317	84,6	76	0,1	464	0,9	3 019	5,9	51 206	100
8 BECHAR	1 345	8,5	13 918	87,8	44	0,3	58	0,4	496	3,1	15 861	100
9 BLIDA	1 347	4,6	0	0,0	17 839	61,3	687	2,4	9 239	31,7	29 112	100
10 BOUIRA	37 012	85,2	0	0,0	493	1,1	1 909	4,4	4 025	9,3	43 438	100
11 TAMANRASSET	0	0,0	6 753	94,0	35	0,5	30	0,4	363	5,1	7 181	100
12 TEBESSA	9 497	72,9	805	6,2	0	0,0	223	1,7	2 496	19,2	13 021	100
13 TLEMCEN	15 468	40,3	0	0,0	2 676	7,0	378	1,0	19 867	51,8	38 389	100
14 TIARET	8 450	34,2	0	0,0	0	0,0	1 093	4,4	15 157	61,4	24 700	100
15 TIZI-OUZOU	38 600	79,9	0	0,0	1 523	3,2	5 855	12,1	2 345	4,9	48 323	100
16 ALGER	109	1,0	0	0,0	5 729	52,9	59	0,5	4 937	45,6	10 833	100
17 DJELFA	11 797	63,5	98	0,5	0	0,0	216	1,2	6 467	34,8	18 578	100
18 JIJEL	15 398	82,8	0	0,0	442	2,4	108	0,6	2 648	14,2	18 596	100
19 SETIF	22 878	63,1	0	0,0	0	0,0	5 044	13,9	8 311	22,9	36 233	100
20 SAIDA	5 549	71,7	0	0,0	0	0,0	114	1,5	2 080	26,9	7 742	100

21 SKIKDA	11 001	52,5	0	0,0	2 853	13,6	528	2,5	6 554	31,3	20 935	100
22 S.B.ABBES	8 394	51,4	0	0,0	0	0,0	259	1,6	7 682	47,0	16 335	100
23 ANNABA	856	35,9	0	0,0	566	23,7	49	2,1	917	38,4	2 388	100
24 GUELMA	9 524	72,1	0	0,0	860	6,5	184	1,4	2 649	20,0	13 217	100
25 CONSTANTINE	1 108	45,0	0	0,0	0	0,0	31	1,2	1 325	53,8	2 464	100
26 MEDEA	8 688	33,3	0	0,0	28	0,1	1 241	4,8	16 151	61,9	26 107	100
27 MOSTAGANEM	5 512	29,1	0	0,0	4 958	26,2	1 153	6,1	7 307	38,6	18 928	100
28 M'SILA	10 361	47,3	0	0,0	0	0,0	500	2,3	11 048	50,4	21 909	100
29 MASCARA	14 971	63,5	0	0,0	5 035	21,3	440	1,9	3 148	13,3	23 594	100
30 OUARGLA	1 229	5,2	22 142	93,5	39	0,2	1	0,0	280	1,2	23 691	100
31 ORAN	7 383	68,4	0	0,0	262	2,4	344	3,2	2 802	26,0	10 791	100
32 EL-BAYADH	1 127	38,8	477	16,4	0	0,0	77	2,6	1 224	42,2	2 904	100
33 ILLIZI	135	8,3	1 254	77	134	8,2	21	1,3	83	5,1	1 627	100
34 B.B.ARRERIDJ	26 478	80,0	0	0,0	0	0,0	2 139	6,5	4 497	13,6	33 114	100
35 BOUMERDES	8 369	62,4	0	0,0	2 237	16,7	998	7,4	1 811	13,5	13 415	100
36 EL-TARF	5 064	53,2	0	0,0	2 163	22,7	120	1,3	2 178	22,9	9 525	100
37 TINDOUF	129	22,3	434	75,1	0	0,0	10	1,7	5	0,9	578	100
38 TISSEMSILT	8 359	45,4	0	0,0	0	0,0	810	4,4	9 247	50,2	18 416	100
39 EL-OUED	3 100	7,5	37 440	90,5	25	0,1	0	0,0	819	2,0	41 384	100
40 KHENCHELA	7 576	34,9	813	3,7	0	0,0	1 073	4,9	12 229	56,4	21 691	100
41 SOUK-AHRAS	8 121	72,5	0	0,0	8	0,1	350	3,1	2 730	24,4	11 208	100
42 TIPAZA	2 753	18,9	0	0,0	4 400	30,3	577	4,0	6 815	46,9	14 545	100
43 MILA	9 246	80,1	0	0,0	7	0,1	212	1,8	2 079	18,0	11 543	100
44 AIN-DEFLA	7 612	35,5	0	0,0	1 735	8,1	323	1,5	11 751	54,9	21 421	100
45 NAAMA	3 090	44,1	236	3,4	2	0,0	152	2,2	3 530	50,4	7 010	100
46 A.TEMOUCHENT	4 903	44,1	0	0,0	393	3,5	610	5,5	5 212	46,9	11 118	100
47 GHARDAIA	1 753	11,4	11 139	72,4	1 167	7,6	220	1,4	1 100	7,2	15 379	100
48 RELIZANE	7 617	46,1	0	0,0	4 814	29,1	562	3,4	3 530	21,4	16 522	100
TOTAL ALGERIE	432 959	46,0	167 643	17,8	68 678	7,3	40 932	4,3	231 917	24,6	942 130	100

Tables des matières

Remerciements	
Dédicaces	
Liste des abréviations	
Sommaire	
Introduction générale.....	01
Chapitre I : Aperçu sur les énergies renouvelables	
Introduction	04
Section 1 : Définition et types des énergies renouvelables	04
I-Définition de l'énergie renouvelable	04
1-1-Définition de l'énergie.....	04
1-2-Définition des énergies renouvelables	05
II-Les différents types des énergies renouvelables	05
1-Energie hydraulique	05
1-1-Hydrolienne	05
1-2-Marémotrice.....	06
1-3-Barrage hydraulique.....	06
2-Energie éolienne.....	07
3-Energie solaire.....	08
3-1-Energie solaire photovoltaïque	08
3-2-Energie solaire thermique	08
3-2-1-Chauffe eau solaire.....	09
3-2-2- Le capteur parabolique	09
3-2-3- Le capteur cylindro-parabolique	10
4-Energie de la biomasse.....	11
4-1-Bois énergie	12
4-2-Les biocarburants.....	12
4-3-Biogaz ou Méthanisation	13
5-Energie géothermique	13
5-1-La géothermie à haute et moyenne énergie	14
5-2- La géothermie à basse énergie.....	14
5-3- La géothermie à très basse énergie	15
Section 2 : Les énergies renouvelables et le développement durable	15
1-Les avantages des énergies renouvelables	15
2-Les inconvénients des énergies renouvelables.....	16
3-Obstacles à l'utilisation des énergies renouvelables	17
3-1-Obstacle économique.....	17
3-2- Les contraintes structurelles et institutionnelles	18
4-Energie renouvelables au service de développement durable.....	18
4-1-Développement économique	19
4-1-1-Bénéfices pour le monde rural.....	19
4-1-2-Création d'emplois et lutte contre le chômage.....	19
4-2-Développement social	20
4-2-1-Désenclavement et amélioration de la qualité de vie de la population	20
4-2-2-Lutte contre la pauvreté et l'exclusion sociale	21
4-2-3-Autre impacts sociaux	21
Conclusion.....	22

Chapitre II : Les énergies renouvelables en Algérie

Introduction	23
Section 1 : Programme algérien des énergies renouvelables et de l'efficacité énergétique	23
1-Etat des lieux de la situation énergétique en Algérie	23
2-Les énergies renouvelables comme alternative	25
3-programme national des énergies renouvelables	26
3-1-Energie solaire	27
3-1-1-Energie solaire photovoltaïque	27
3-1-2-Energie solaire thermique	28
3-2-Energie éolienne	28
4-Programme national de l'efficacité énergétique	29
4-1- secteur de bâtiments.....	30
4-1-1 -isolation thermique bâtiment	30
4-1-2- le développement des chauffages-eau solaire	30
4-1-3- Généralisation de l'utilisation des lampes à basse consommation d'énergie.....	30
4-1-4- introduction de la performance énergétique dans l'éclairage public.....	30
4-2- secteur des transports.....	31
4-3- secteur de l'industrie.....	31
5-Le développement des capacités industrielles	33
5-1-Solaire photovoltaïque	33
5-2-Solaire thermique.....	33
5-3- Eolien.....	34
6-Cadre juridique des énergies renouvelables	34
6-1- Les textes de loi relatifs aux programmes des énergies renouvelables	35
6-2- Les décrets relatifs aux programmes des énergies renouvelables	35
Section 2 : Le développement des énergies renouvelables en Algérie.....	36
1-Les potentiels des énergies renouvelables en Algérie.....	36
1-1-Le potentiel solaire	36
1-2-Le potentiel éolien	38
1-3- Le potentiel hydraulique	39
1-4- Le potentiel géothermique	39
1-5- Le potentiel de la biomasse	40
2-Recherche et développement dans le domaine des énergies renouvelables en Algérie.....	50
Conclusion.....	43

Chapitre III : Les énergies renouvelables et l'agriculture saharienne en Algérie

Introduction	43
Section 1 : Contexte géographique et l'évolution de l'agriculture saharienne et potentialités naturelles de milieu saharien	45
1-Délimitation géographique des régions sahariennes.....	45
1-1-Le bas Sahara.....	45
1-2-La dorsale du M'Zab	46
1-3-Les deux grandes zones dunaires (erg).....	47
1-4-Les vallées ou dépressions du sud-ouest (Saoura, Touat, Gourara et Tidikelt).....	48
2-Les potentialités naturelles dans la régions sahariennes.....	48
2-1- Ressource en eau.....	48
2-2- Le potentiel Solaire.....	49
3-L'évolution de l'agriculture saharienne entre 2000 et 2017	50
3-1-L'arboriculture au Sahara : une évolution dans la surface plantée et diversification dans la filière	50

3-2-L'évolution des cultures maraichères sou serre.....	52
3-3- La pomme de terre : exemple de la dynamique agraire saharienne.....	54
Section 2 : Les contraintes de l'agriculture saharienne et les énergies renouvelables comme solution.....	56
1-Les contraintes et les problèmes de l'agriculture saharienne.....	56
1-1-Les contraintes naturelles	56
1-2-Les contraintes climatiques	57
1-3-Les contraintes liés aux ressources en eau.....	57
1-4-Les contraintes liés à l'instabilité du foncier	57
1-5-Les contraintes liés à l'insuffisance de la formation agricole.....	57
1-6- Les contraintes liées aux techniques de vulgarisation	58
1-7- Les contraintes énergétiques.....	58
2-Les énergies renouvelables comme solution pour l'agriculture saharienne	58
2-1- énergie solaire.....	60
2-2- énergie éolien.....	61
2-3- énergie géothermique.....	62
Conclusion.....	64

Chapitre IV : Les Réalisations des énergies renouvelables dans le domaine de l'agriculture saharienne

Introduction	65
Section 1 : Réalisation d'un projet pilote dans le Sahara algérien	66
1-Définir la zone d'étude (Ouargla).....	66
2-Les potentialités économiques	67
2-1-Secteur de l'agriculture	67
2-2-Secteur de l'énergie	68
3-Projet pilote : Réalisation d'un complexe pilote utilisant la géothermie dans la production agricole à haute valeur ajoutée, Touggourt, (w.Ouargla).....	68
3-1- Présentation du projet	68
3-2-Les techniques utilisées dans le projet.....	71
3-2-1-La technique de la pépinière.....	71
3-2-2-La culture hydroponique	71
3-3-Central de manipulation	72
3-3-3-Central de manipulation	72
3-3-1-Impact économique	72
3-3-2-Impact social.....	73
3-3-3- Impact environnemental	75
Section 2 : Les projets en cours de réalisations.....	76
1-Intitulé du projet.....	76
2-Objectif du projet	77
3-Bilan de réalisation du projet	77
Conclusion	80
Conclusion général	81

Bibliographie

Annexe

Table des matières

Résumé

Sans énergie aucune activité humaine n'est possible. C'est dire que l'énergie joue un rôle primordial dans le développement socio-économique et même dans l'amélioration de la qualité de vie.

L'exploitation des énergies renouvelables dans un pays comme l'Algérie est une nécessité absolue. C'est pour cela que le gouvernement algérien amorce un programme ambitieux de développement des énergies renouvelables et d'efficacité énergétique.

L'agriculture a un poids économique considérable. Le secteur agricole est favorable à l'utilisation des énergies renouvelables, puisque c'est une activité qui demande de l'espace donc ça nécessite de l'énergie. Les immenses espaces agricole en Algérie, notamment dans le sud du pays sont en passe de devenir la nouvelle destination de beaucoup d'investisseurs qui voient dans l'agriculture saharienne un créneau d'avenir.

Mots clés: Energie renouvelable, le programme de développement des énergies renouvelables, efficacité énergétique, Agriculture saharienne.

Abstract

Without energy no human activity is possible. This means that energy plays a vital role in socio-economic development and even in improving the quality of life.

The exploitation of renewable energies in a country like Algeria is an absolute necessity. This is why the Algerian government is launching an ambitious program for the development of renewable energies and energy efficiency.

Agriculture has a considerable economic impact. The agricultural sector is favorable to the use of renewable energies, since it is an activity that requires space so it requires energy. The huge agricultural spaces in Algeria, especially in the south of the country are fast becoming the new destination for many investors who see in Saharan agriculture a niche for the future.

Keywords: Renewable energy, the renewable energy development program, energetic efficiency, Saharan agriculture.