

République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
Université Mouloud MAMMERI de Tizi Ouzou
Faculté des Sciences Economiques, Commerciales et des Sciences de Gestion
Département des sciences économiques



Thèse

En vue de l'obtention du diplôme de Doctorat en Sciences Economiques

Thème

**Le secteur des énergies renouvelables en Algérie :
Stratégie et moyens de développement.**

Présentée par :

M. Tahar HAMAZ

Sous la direction du :

Pr. Abdelhamid AIT TALEB

Devant le jury composé de :

Président :	Mr. Brahim GUENDOUZI	Professeur	UMMTO
Rapporteur :	Mr. Abdelhamid AIT TALEB	Professeur	UMMTO
Examineurs :	Mr. Aissa MOUHOUBI	M.C.A	Université de BEJAIA
	Mr. Samir BOUMOULA	M.C.A	Université de BEJAIA
	Mme. Nawal ASSOUL	M.C.A	Université de BEJAIA
	Mme. Sabrina AMNACHE	M.C.A	UMMTO

Date de soutenance : 10/01/2023

Remerciements

J'exprime ma plus vive reconnaissance à mon encadreur, le Professeur Abdelhamid AIT TALEB, pour la confiance qu'il m'a accordée, son soutien constant, ses précieux conseils et sa disponibilité tout au long de ce travail. Je souhaite lui manifester la marque de mon profond respect.

Mes remerciements vont également aux membres du jury qui ont accepté la lourde tâche d'évaluer ce manuscrit de thèse. Qu'ils soient assurés de ma profonde reconnaissance pour tout le temps investi à sa lecture.

Je tiens à remercier Madame Ouerdia BELKHAMSSA et Monsieur Mouloud GUERCHOUH de m'avoir fait l'honneur de relire cette thèse et du regard critique, juste et avisé qu'ils ont porté sur mon travail.

Je ne manquerai pas de remercier Monsieur Noureddine Yassa, Monsieur Boukhalfa YAICI et Monsieur Omar BOUHEDJAR, respectivement Commissaire aux énergies renouvelables à l'efficacité énergétique, président du Cluster de l'énergie Solaire, et Chargé de Recherche au centre des énergies renouvelables (C.D.E.R)

J'exprime mes plus vifs remerciements à M. Cherfaoui Arezki, enseignant à l'Université de Versailles Saint-Quentin en Yvelines (France). Il a su prodiguer ses conseils. Il a marqué son intérêt pour le projet de cette thèse et m'a fait part de ses réactions et remarques.

Mes remerciements aux enseignants et fonctionnaires de la faculté des sciences économiques, Commerciales et des Sciences de gestion, de l'université Mouloud MAMMERI de Tizi Ouzou, ayant participé à l'élaboration de cette thèse, et qui font encore partie de mon environnement professionnel, un très grand merci pour la constance de leur disponibilité et de leur collaboration.

Cette thèse doit beaucoup aux nombreuses personnes qui m'ont encouragé, soutenu et conforté au long de toutes ces années. Qu'elles trouvent dans ce travail l'expression de mes plus sincères remerciements et ma profonde gratitude.

Dédicaces

A la mémoire de ma grand-mère.

A toute ma famille.

A tous mes ami(e)s.

A toutes celles et tous ceux qui me sont chers.

Listes des abréviations

AIE : Agence internationale de l'énergie

ALNAFT : Agence Nationale pour la Valorisation des Hydrocarbures

APRUE : Agence Nationale pour la Promotion et la Rationalisation de l'Utilisation de l'Energie

ARH : Agence de Régulation des Hydrocarbures,

BASIC : Brésil, Afrique du Sud, Inde et Chine

BIRD : Banque internationale pour la reconstruction et développement

C.D.E.R : Centre de Développement des Energies Renouvelables

C.E.S : Solaire Thermique

C.E.S : Groupements professionnels du secteur des énergies renouvelables.

CC : Cycle combiné

CD : Centrale diesel

CDER : Centre des énergies renouvelables

CEREFÉ : Commissariat aux énergies renouvelables et à l'efficacité énergétique.

COMELEC : Comité maghrébin de l'électricité

CREDEG : Centre de Recherche et de Développement de l'Electricité et du Gaz

CREG : Commission de régulation de l'électricité et de Gaz

CRTSE : Centre de Recherche en Technologie des Semi-conducteurs pour l'Energétique

D.V.D : développement durable

DZD : Dinar Algérien

EE : efficacité énergétique

EnR : Energies Renouvelables

EUR ; Euro

F.N.E.R.C : fond national des énergies renouvelables

FMI : Fonds monétaire international

FNME : Un fonds national pour la maîtrise de l'énergie

G.E.S : Gaz à effet de serre

Gm³ : Gigamètre cube

GNL : Gaz Naturel Liquéfié

GPL : Gaz de pétrole liquéfié

GRTE : La gestion est confiée au Gestionnaire du Réseau de Transport de l'Electricité

GW : gigawatts

IRENA : Agence international des énergies renouvelables

Ktep : kilotonne d'équivalent pétrole

KW : kilowatts

MEDENER : Association méditerranéenne des agences nationales de maîtrise de l'énergie

MEDREG : Medreg - Mediterranean Energy Regulators

MEM : Ministère de l'énergie et des mines

MTEP : million de Tonnes équivalent pétrole

MW : mégawatts

O.N.S : Office national des statistiques

OCDE : Organisation de coopération et de développement économiques

PAEE : le partenariat Afrique-UE dans le domaine des énergies renouvelables.

PIAT : ôle in Salah – Adrar – Timimoune (

PIB : Produit intérieure brut

PNAEDD : Plan National d'Action pour l'Environnement

PNAGDES : programme national d'action pour la gestion des déchets spéciaux

PNEREE : Programme national de développement des énergies renouvelables et de l'efficacité énergétique.

PNUD : Le Programme des Nations Unies pour le Développement (PNUD)

PNTE : Programme National de transition énergétique

PROGDEM : Programme national d'action pour les déchets ménagers

PV : Photo voltaïque

R&D : Recherche et développement.

RIN : réseau interconnecté national

RIS : Réseaux Isolés du Sud

T.O.L : Taux d'occupation de logement

TCAM : le taux de croissance annuel moyen

TEP : Tonnes équivalent pétrole

TG : Turbine gaz

TV : Turbine vapeur

TWH : Téra watt

U. D.E.S : Unité de Développement des Equipements Solaires

U.D.T.S : Unité de Développement de la Technologie du Silicium

U.M.A : Union de Maghreb Arabe.

U.R.A.E.R : Unité de Recherche Appliquée en Énergies Renouvelable

U.R.E.R.M.S : Unité de Recherche en Énergies Renouvelables en Milieu Saharien;

U.R.M.E.R L'Unité de Recherche Matériaux et Énergies Renouvelables

UE : Union Européenne.

USD : Dollar Américain

Liste des figures

Figure N° 1	Part de l'approvisionnement énergétique mondial par source (1973- 2019).
Figure N° 2	Part de la consommation finale mondiale totale par source, 1973 et 2019
Figure N° 3	Part des carburants dans les émissions de CO2 (1973 et 2019)
Figure N° 4	Les étapes de la transition énergétique
Figure N° 5	La réparation sectorielle du PIB 2018
Figure N° 6	Puissance installée par type d'équipement à fin 2017
Figure N° 7	Puissance installée par producteur à fin 2017
Figure N° 8	Evolution de la longueur du réseau de transport électrique en (Km) 2007-2020
Figure N° 9	Evolution de la longueur du réseau de distribution électrique (en Km) 2007-2017
Figure N°10	Evolution du taux de pénétration Gaz(%) 1962-2017
Figure N°11	La structure de la production d'énergie primaire en Mtep (2008-2018)
Figure N°12	La structure de la consommation finale d'énergie par produits 2008-2018
Figure N°13	La structure de la consommation finale d'énergie par secteur 2008-2018
Figure N°14	Evolution de la Consommation du Gaz 2008-2018
Figure N°15	Prévisions de la demande Gazière 2019-2028 du marché national
Figure N°16	Prévisions de la demande Gazière 2019-2028 des centrales électriques
Figure N°17	Prévisions de la demande Gazière 2019-2028 distributions publiques
Figure N°18	Prévisions de la demande Gazière 2019-2028 de l'industrie
Figure N°19	Structure de la consommation nationale :(Scénario Moyen) 2019-2028.
Figure N°20	L'investissement global en EnR 2004-2019
Figure N°21	Tendance des investissements dans les EnR 2010-2019
Figure N°22	Les investissements en capacité d'énergie renouvelable 2009-219
Figure N°23	La capacité totale installée 2010-2019
Figure N°24	Tendances de capacités installées 2010-2019 en MW
Figure N°25	La structure de la production de l'électricité d'origine renouvelable 2015-2019
Figure N°26	Carte de l'irradiation solaire : moyenne annuelle de la durée d'insolation
Figure N°27	La cartographie de la vitesse moyenne des vents
Figure N°28	Carte des températures géothermiques
Figure N°29	L'évolution des emplois, par technologie, créés dans les EnR à l'échelle mondiale
Figure N°30	Répartition des émissions de GES par source de production énergétique
Figure N°31	Division du capital sociale dans le cadre d'investissements étrangers
Figure N°32	La structure de production d'électricité par source en Algérie
Figure N°33	L'évolution de la part des EnR dans la puissance installée d'électricité 2011-2020
Figure N°34	L'évolution de la capacité installée en MW 2011-2020
Figure N°35	L'évolution de la production d'EnR connectées au réseau(Gwh) de 2010 à 2018
Figure N°36	L'évolution des installations hors réseau de 2011 à 2020

Figure N°37	Segments typiques de la Chaine de valeur énergétique renouvelables
Figure N°38	La Chaine de valeur des énergies renouvelables en Algérie.
Figure N°39	Evolution des importations des équipements technologiques
Figure N°40	Les pays fournisseurs d'équipements technologiques
Figure N°41	Les perspectives en termes de capacité à installer
Figure N°42	Les perspectives en termes de production d'électricité verte
Figure N°43	Roadmap d'intégration nationale

Liste des tableaux

Tableau N° 1	Réserves mondiales d'énergies et production annuelle 2019 par sources d'énergie
Tableau N° 2	Evolution de la population Algérienne 2010-2020
Tableau N° 3	Les indicateurs de croissance économique 2015-2020
Tableau N° 4	Evolution du taux de chômage 2016-2019
Tableau N° 5	Les indicateurs monétaires 2014-2020
Tableau N° 6	La répartition de l'activité économique par secteur d'activité
Tableau N° 7	Les filiales de la Sonatrach
Tableau N° 8	Les filiales de la Sonelgaz
Tableau N° 9	Evolution de l'énergie électrique produite 1980- 2017
Tableau N°10	Evolution de la puissance installée 1980- 2017 par producteur (MW
Tableau N°11	Les taux de conversion
Tableau N°12	Réserves pétrolières prouvées (millions de barils)
Tableau N°13	Réserves gazières prouvées (milliards de m3)
Tableau N°14	L'évolution de la production d'énergie primaire de 2008à 2018 (Mtep)
Tableau N°15	L'évolution de la production d'énergie dérivée de 2008à 2018 (Mtep)
Tableau N°16	L'évolution de la consommation d'énergie finale et la croissance démographique de 2008 à 2018
Tableau N°17	Consommation finale d'énergie primaire par produit énergétique 2008-2018.
Tableau N°18	Consommation finale d'énergie primaire par secteurs d'activités 2008-2018
Tableau N°19	Rétrospectives de l'évolution de la population sur la période 1999-2013
Tableau N°20	Perspectives de l'évolution de la population sur la période 2014-2030
Tableau N°21	Le taux d'occupation de logement 2012-2030
Tableau N°22	Les prévisions de livraison de logements (2014 - 2030)
Tableau N°23	Le taux d'évolution de livraison de logement 2014-2030
Tableau N°24	L'évolution de la consommation Moyenne de la clientèle BT
Tableau N°25	La production de l'électricité à l'horizon 2030
Tableau N°26	Les prévisions de la demande d'électricité à l'horizon 2030
Tableau N°27	Les Prévisions de la demande électrique (Scénario Moyen)
Tableau N°28	Evolution de la production électrique RIN (2013 -2030)
Tableau N°29	Capacités installées par technologie (2010-2019)
Tableau N°30	La production de l'électricité d'origine renouvelable 2015-2019
Tableau N°31	Potentiel solaire algérien en durée d'ensoleillement et en énergie reçue
Tableau N°32	Le potentiel éolien de Algérie
Tableau N°33 :	Les possibilités d'utilisation des eaux chaudes de l'aquifère Albien
Tableau N°34	Le potentiel Algérie Biomasse
Tableau N°35	Part de chacune des ressources renouvelables retenue dans PNEREE 2011

Tableau N°36	Les phases de réalisation du PNEREE 2011
Tableau N°37	Les capacités cumulées du PNEREE 2015-2030.
Tableau N°38	Avantages et inconvénients des appels d'offres
Tableau N°39	Nombre d'emplois indirects créés dans le secteur des ER dans le Monde
Tableau N°40	Le Nombre d'emplois dans Les EnR par pays
Tableau N°41	Les prévisions de création d'emplois dans le secteur des EnR en Algérie
Tableau N°42	Les principaux indicateurs environnementaux en Algérie
Tableau N°43	La répartition de la production d'électricité par par source (TWh)
Tableau N°44	La part des énergies renouvelables dans la puissance installée d'électricité
Tableau N°45	Les installations dans le secteur des énergies nouvelles à la fin de l'année 2019
Tableau N°46	Tendances de la capacité installée connecté au réseau par source (en MW)
Tableau N°47	Les quantités d'énergies renouvelables produites par source
Tableau N°48	L'évolution de la production d'énergies EnR connectées au réseau de 2010 à 2018
Tableau N°49	Bilan cumulé des installations (hors réseau) en 2019
Tableau N°50	Production de panneaux solaires photovoltaïques en Algérie
Tableau N°51	L'expertise des acteurs locaux dans l'EPC (Engineering - Procurment & Construction)
Tableau N°52	Capacité à Installée en EnR à l'horizon 2030 (PNEREE 2015)
Tableau N°53	Capacité à Installée à l'horizon 2035(Mw).

Remerciements

Dédicaces

Liste des abréviations

Liste des figures

Liste des tableaux

Sommaire

Introduction générale..... 1

Chapitre I : La problématique d'épuisement des ressources fossiles et la nécessité de transition énergétique.

Introduction 10

Section 1 : Le cadre théorique relatif à l'épuisement des ressources fossiles 12

1.1. Rente minière et théorie des ressources épuisables 12

1.2. La formalisation de la règle de Hotelling 16

1.3. La théorie du « Peak Oil » 19

Section 2 : Le Contexte énergétique Mondial.....23

2.1. Le marché énergétique mondiale 23

2.2. Les perspectives énergétiques mondiales à l'horizon 2040 29

2.3. Le contexte énergétique mondiale et le réchauffement climatique.....34

Section 3 : La nécessité de transition énergétique.....36

3.1. Le cadre théorique de la transition énergétique.....36

3.2. Les facteurs déterminants de la transition énergétique.....44

3.3. Les enjeux de la transition énergétique.....47

3.4. Les contraintes de la transition énergétique.....50

Conclusion.....53

Chapitre II : La situation énergétique en Algérie : Etat des lieux et perspectives

Introduction..... 55

Section 1 : Généralités sur la situation énergétique en Algérie..... 57

1.1. Contexte général de l'Algérie : Principaux indicateurs socio-économiques.....57

1.2. Présentation du secteur de l'énergie en Algérie.....	59
1.3. La politique énergétique en Algérie.....	64
Section 2 : l'analyse du bilan énergétique Algérien	85
2.1. Présentation du bilan énergétique Algérien	85
2.2. L'Analyse des indicateurs énergétiques.....	87
Section 3 : Prévvision de la demande énergétique à l'horizon 2030.....	97
3.1. Prévvision de la demande d'électricité à l'horizon 2030.....	97
3.2. Prévvision de la demande de Gaz Naturel à l'horizon2030.....	104
Conclusion.....	109

Chapitre III : La stratégie Algérienne de développement des énergies renouvelables et de l'efficacité énergétique.

Introduction	111
Section 1 : Présentation des énergies renouvelables	113
1.1. Généralités sur les énergies renouvelables.....	113
1.2. Les différentes filières des Energies Renouvelables	117
1.3. Les énergies renouvelables dans le monde	120
Section 2 : Le plan d'action national de développement des EnR et de l'E.E	129
2.1. Le potentiel Algérien en énergie renouvelables	129
2.2. Le programme national de développement des EnR et de l'E.E.	136
2.3. Le programme National de Transition Energétique 2020-2035.....	151
Section 3 : Les enjeux liés au développement des énergies renouvelables	154
3.1. Les enjeux énergétiques	154
3.2. Les enjeux économiques.....	159
3.3. Les enjeux environnementaux	167
Conclusion.....	173

Chapitre IV : Réalisations et perspectives du secteur des énergies renouvelables en Algérie

Introduction	175
Section 1 : Présentation du secteur	177
1.1 Concentration du secteur et grands acteurs	177
1.2. Caractéristiques et évolution du secteur des Energies renouvelables.....	197

1.3. La contribution du secteur dans le mix énergétique	195
Section 2 : Les réalisations du secteur	198
2.1. Puissance installée et évolution des Energies Renouvelables.....	199
2.2. Les réalisations technologiques et intégration industrielle.....	208
2.3. Les contraintes de développement des EnR.....	220
Section 3 : Les perspectives de développement du secteur	222
3.1. Les perspectives en termes de capacités à installer	222
3.2. Les perspectives en termes de production d'électricité verte.....	224
3.3. Les perspectives sur plan technologique et intégration industrielle.....	225
3.4. Les perspectives de la coopération régionale.....	228
Conclusion.....	240
Conclusion Générale	242
Annexes	
Bibliographie	
Tables des matières	

Introduction générale

L'énergie a toujours constitué un élément fondamental pour l'évolution et le développement des sociétés depuis le début de l'humanité. L'histoire des énergies, au plan mondial, fut longtemps celle de conquêtes et de découvertes. Que ce soit à la fin du dix-huitième siècle avec l'essor du charbon, moteur de la révolution industrielle, ou quelques dizaines d'années plus tard avec l'extraction des premiers barils de pétrole. La révolution industrielle, avec la conjonction de la machine à vapeur et de l'exploitation du charbon, de la turbine et des grands barrages hydrauliques, puis du moteur à explosion et du pétrole, démultiplie les capacités de production et de transport des produits énergétiques : en moins d'un siècle, l'énergie est devenue l'une des composantes fondamentales du développement et de la croissance économique mondiale. Au fil des grandes révolutions qui ont marqué l'histoire des civilisations humaines, l'énergie a pris des formes différentes. Après l'invention du feu, qui fut fondatrice, elle a pris une forme humaine et animale, avec la révolution agricole, puis fossile ensuite, avec le charbon, le pétrole et le Gaz, lors de la révolution industrielle.

Depuis la révolution industrielle, les combustibles fossiles ont été des composants essentiels du développement et de la croissance économique mondiale. Actuellement, ils représentent près de 80% de la consommation d'énergie dans le monde. D'après les prévisions de l'Agence Internationale de l'Energie (AIE), cette situation restera similaire en 2035 où les énergies fossiles continueront à prédominer, très largement, par rapport aux autres sources énergétiques. Si l'énergie des combustibles fossiles, qui n'a jamais été aussi abondamment consommée, éveille partout dans le monde de multiples inquiétudes objectivement fondées sur les risques qu'elle fait courir à l'environnement et sur la menace d'épuisement. L'utilisation excessive des combustibles fossiles pose donc des problèmes de la sécurité des approvisionnements, en raison de leur caractère non renouvelables, et sources d'émission de Gaz à Effet de Serre (GES). En raison de leurs réserves limitées, les ressources fossiles sont analysables en termes de stocks, leur futur épuisement est justifié par le taux optimal d'extraction (Hotelling 1931). La question de l'épuisement a été soulevée par H. Hotelling en 1931 dans la théorie des ressources épuisables qui explique que « *l'exploitation d'une ressource non renouvelable et non augmentable, conduirait, dans des conditions économiques stables par ailleurs, à l'épuisement de la ressource* ». Bien avant H. Hotelling, l'économiste classique W.S. JEVONS s'est penché sur la raréfaction des ressources énergétiques en s'intéressant à la question de la rareté du Charbon en Grande Bretagne à la fin du dix-huitième siècle. Son analyse le conduisait à conclure que la décroissance des réserves charbonnières constituait une menace pour la croissance de l'économie du pays et pesait sur sa position concurrentielle. Quelques

années après Hotelling, M.K. Hubert (1940) explique que la production pétrolière passera par un maximum, puis commencera à décliner. Cette phase appelée le « Pic de la production pétrolière » ou le « Pic Oïl », devrait se situer avant 2030 selon les prévisions de l'agence internationale de l'énergie (AIE). La contrainte d'épuisement pose, donc, la problématique de la gestion à long terme des ressources fossiles et alerte sur la sécurité et la continuité des approvisionnements énergétiques dans le monde.

Jusqu'à l'évènement du premier choc pétrolier, la réflexion sur la gestion des ressources fossiles et leur futur épuisement a été négligée en raison, notamment, de leur grande disponibilité et des faibles prix qui leur étaient affectés [R. Gicquel, M. Gicquel 2016]. Au début des années 1970, l'économie mondiale vient de connaître près de trois décennies de forte croissance : « les Trente Glorieuses ». Cette croissance repose entre autres sur l'accès à un pétrole « abondant et bon marché ». Le premier choc pétrolier de 1973 s'est manifestée par la hausse des cours et une perturbation de l'offre. Le cours des hydrocarbures n'est plus stable, l'offre et la demande ne sont plus un paramètre crédible pour la fixation des prix, d'autres éléments géopolitiques rentrent en jeu. En effet, le marché mondial de l'énergie est perturbé, l'offre fossile n'est pas garantie à long terme, et constitue une menace pour la sécurité des approvisionnements [Ferfari 2012]. Cette situation annonce la fin de la forte croissance industrielle d'après-guerre, pose la question de la durabilité du système énergétique mondiale, et en même temps elle soulève la problématique de la substitution énergétique.

La substitution énergétique est littéralement définie comme étant le remplacement d'une source d'énergie par une autre. Mais en réalité, la substitution énergétique sous-entend le passage d'un système énergétique vers un autre. Cette phase est désignée par le concept « de transition énergétique » qui est apparu au lendemain du premier choc pétrolier de 1973, dans un ouvrage portant sur la diversification du mix énergétique [Lewis.J. Perelman, August.W. Giebelhaus, Mickael. D. Yokel, 1981]. En effet, Le système énergétique actuel fait face à deux défis majeurs : la raréfaction des ressources énergétiques fossiles à moyen et à long terme et le changement climatique [Deshaies 2014]. Par ailleurs, la problématique de sa durabilité impose une transition énergétique vers les sources renouvelables [Defeuilley 2014]. L'analyse de la transition énergétique vise à étudier les conditions, moyens et conséquences de la modification des structures de production énergétique existantes basées sur les ressources épuisables vers celles intégrant les ressources renouvelables [Baudelle 2014]. Un des objectifs majeurs, donc, de la transition énergétique est de favoriser le passage vers les énergies renouvelables, et elle devra permettre d'élaborer un processus facilitant leur l'intégration dans la structure de

production énergétique. Elle est considérée comme la phase d'évolution et d'adaptation technologiques des énergies renouvelables, ainsi que de substitut aux énergies traditionnelles. D'une manière générale, elle vise la modification du système énergétique par l'introduction des technologies des énergies renouvelables. Il s'agit d'une modification radicale de la politique énergétique : le passage d'une politique orientée par l'offre d'énergie à une politique déterminée par la satisfaction de la demande sociale de services énergétiques, et celui d'une production centralisée à partir de ressources épuisables à une production décentralisée et renouvelable [Dessus 2014].

Faire des énergies alternatives la principale source d'énergie est un défi planétaire. Une importance de plus en plus accrue leur est accordée, aussi bien par les pays industrialisés que par les pays en développement. Des programmes de leur promotion et leur déploiement sont mis en place par plusieurs pays du monde. Les stratégies mise en œuvre diffèrent d'un pays à un autre, selon les objectifs de la transition énergétique. Pour les pays industrialisés, le but est de s'affranchir de leur dépendance vis-à-vis du pétrole dont les réserves sont détenues en majorité par les pays en développement. Dans les pays émergents, elle vise à assurer un accroissement des sources d'énergie compatible avec la montée en puissance des économies, à travers le déploiement des énergies renouvelables. Les pays producteurs et exportateurs d'hydrocarbures cherchent à « guérir » leurs économies de leur dépendance à la rente pétrolière. S'ajoute à ces considérations, la prise de conscience sur la question climatique qui est commun à toutes les régions du monde. Mais quels que soient les objectifs fixés pour la promotion des énergies renouvelables, toute la communauté internationale vise à réduire le prolongement de l'usage des énergies fossiles, et cherche à synchroniser les rythmes de substitution énergétique (court, moyen et long terme) dont les opérations sont déclenchées en fonctions des potentiels énergétiques et des possibilités technologiques de chaque pays.

Dans ce travail, le cas de l'Algérie a été choisi. Un pays représentatif des caractéristiques des pays en développement et producteurs d'hydrocarbures, qui a réorienté sa politique énergétique vers la valorisation des énergies renouvelables par la mise en place d'un programme pour leur développement à l'horizon 2030.

Au lendemain de l'indépendance, le choix du développement algérien se tournait vers la valorisation des richesses minières, les hydrocarbures étaient l'unique source de revenus extérieurs, et la rente pétrolière était perçue comme l'élément moteur de cette stratégie de développement. En effet, le secteur des hydrocarbures répond à un double défi : assurer le financement du développement socio-économique et garantir la sécurité énergétique pour le

pays. Dans le cadre de la politique énergétique nationale, la mission dévolue au secteur de l'énergie est de fournir à l'ensemble de la population, sur tout le territoire national, l'énergie dans les meilleures conditions en termes de qualité et de continuité de service. Du fait de la large disponibilité des hydrocarbures, les besoins énergétiques de l'Algérie sont satisfaits, presque exclusivement, par le pétrole et le Gaz naturel. Le contexte énergétique national est marqué par une forte demande d'énergie, notamment celle provenant des ménages en l'occurrence l'électricité et le gaz naturel. La croissance démographique, l'urbanisation accélérée de ces vingt dernières années, la croissance économique conjuguée au développement social et à l'évolution des modes de vie, sont des facteurs qui ont favorisé la hausse de la courbe de la consommation énergétique nationale. A cela s'ajoute la politique de subvention des prix des produits énergétiques menée depuis l'indépendance. À long terme, la reconduction du modèle national de consommation d'énergie actuel peut rendre problématique l'équilibre offre-demande, à cela se joint le caractère épuisable des énergies fossiles dont les réserves du pays sont limitées dans le temps. En ce sens, pour s'assurer de disposer d'approvisionnements énergétiques suffisants pour les prochaines années, et pour adapter son secteur énergétique au contexte national et international, l'Algérie a réorienté sa politique énergétique vers la valorisation des ressources renouvelables en guise de transition vers un nouveau système énergétique faisant appel aux sources inépuisables.

Avec ses 3500 heures d'ensoleillement par an, l'Algérie est un des pays les plus riches en potentiel énergétique renouvelable au monde. La transition vers un modèle basé sur les énergies propres permettra un affranchissement progressif par rapport aux hydrocarbures, autant pour la satisfaction des besoins énergétiques en interne que pour les exportations. Le potentiel algérien en ressources renouvelables constitue un atout majeur qui pourra être valorisé pour faire de l'Algérie un modèle et un exemple dans la région Maghreb-Méditerranée en matière de production et d'exploitation de l'électricité verte.

Pour y parvenir, l'Algérie a mis en place en 2011 un programme de développement des énergies renouvelables et de l'efficacité énergétique. Près de quatre années après son lancement, il est apparu dans sa phase expérimentale et de veille technologique, des éléments nouveaux et pertinents sur la scène énergétique, aussi bien nationale qu'internationale, nécessitant sa révision. Ainsi, un nouveau programme a été mis en place en 2015, à sa faveur la filière solaire et éolienne se placent au cœur de la stratégie de transition énergétique nationale. A travers le lancement du programme de développement des énergies renouvelables et de l'efficacité énergétique, l'Algérie amorce une dynamique pour la mise en place d'une nouvelle politique

énergétique axée sur la mise en valeur des ressources inépuisables pour diversifier les sources d'énergie et préparer la transition vers un nouveau système énergétique durable. C'est dans la perspective de promouvoir les énergies renouvelables dans le cadre la nouvelle politique énergétique nationale que s'inscrit notre recherche, son objectif fondamental est de répondre à la question suivante :

Quelle est la stratégie qui a été mise en place pour promouvoir les énergies renouvelables dans le cadre de la nouvelle politique énergétique Algérienne ?

La promotion des énergies renouvelables devra permettre d'élaborer un processus facilitant leur intégration dans la structure énergétique nationale. Il reste maintenant à identifier les conditions nécessaires pour réussir cette intégration, et à déterminer les conséquences socioéconomiques, et environnementales de la mise en place d'une politique de valorisation des sources renouvelables.

Pour mieux répondre à notre problématique de recherche et pour mieux guider notre démarche, nous avons été conduits à poser des hypothèses de recherche tirées de l'approche de la transition énergétique par la matérialité. L'approche de la transition énergétique par la matérialité propose d'investir dans les matières indispensables au développement des technologies sur lesquelles se fonde la transition énergétique, et évoque la nécessité de la disponibilité des ressources ainsi que les infrastructures énergétiques (réseaux, centrales etc.). La dimension par la matérialité permet d'interroger l'éthique de la dimension énergétique et de penser la disponibilité de certaines matières, de certaines ressources mais également les modes d'agir et les nouvelles organisations pour converger vers un système énergétique durable. [High, Smith, 2019].

De cette littérature découle trois hypothèse de notre travail

Hypothèse 1 : L'Algérie dispose d'un potentiel important en ressources renouvelables à valoriser pour réussir une transition vers un nouveau système énergétique durable.

Hypothèse 2 : L'Algérie a mis tous les moyens nécessaires pour promouvoir les énergies renouvelables, il s'agit des moyens humains, techniques, financières, juridiques et institutionnels.

Hypothèse 3 : Les moyens qui ont été mis en œuvre sont efficaces en se basant sur trois principes :

- Une cohérence entre les différents moyens,
- La pertinence de chacun des moyens utilisés
- La capacité à mobiliser les moyens.

Afin de mieux répondre à notre problématique et vérifier les hypothèses de recherche nous avons opté pour une démarche de recherche suivante :

La première étape va être consacrée à la revue de littérature ce qui va nous permettre la conceptualisation des éléments favorisant la transition vers les énergies renouvelables. Pour réaliser cette étape nous nous basons sur plusieurs sources d'informations qui se présentent comme suit :

a) Une série de bases de données, de documents de référence et de sites spécialisés utilisant des données probantes et suivant une démarche de classification. En premier lieu, on va s'intéresser aux ouvrages de l'économie d'énergies plus particulièrement les renouvelables ainsi que les revues spécialisées. Exemple des revues spécialisées de Centre Algérien des énergies renouvelables (C.D.E.R), les revues mensuelles de la société pétrolière algérienne Sonatrach, la revue française « Energie » et la revue « Energie& Mines » du ministère de l'énergie et des mines ;

b) Une série de bases de données, de documents de référence et de sites spécialisés choisis en fonction de leur rigueur et de leur crédibilité, mais tenant compte tant de l'expérience et de la tradition que des données probantes. Par exemple, les documents du ministère algérien des énergies et des mines (*Guide algérienne des énergies renouvelables, le cadre réglementaire et législatif des énergies renouvelables*), les documents publiés par l'agence internationale des énergies renouvelables (I.R.E.N.A) et l'agence internationale de l'énergie (AIE), ainsi que le bulletin algérien des énergies renouvelables (document publié par le centre algérien des énergies renouvelables) ;

c) Diverses sources spécialisées, souvent gouvernementales ou universitaires, utilisées pour vérifier ou compléter l'information sur des aspects particuliers. Faire un survol sur les publications existantes sur le secteur des énergies renouvelables : articles, études, thèses, séminaires et travaux universitaires.

La seconde étape de recherche va être consacrée à la collecte de données chiffrées, notamment les rapports du ministère Algérien des énergies et de mines, du centre algérien des énergies renouvelables, les publications du ministère Algérien de la transition énergétique, les

rapports du commissariat aux énergies renouvelables, ainsi que les rapports annuels d'activité des entreprises opérant dans le secteur. Cette étape va nous permettre une évaluation objective de la politique algérienne des énergies renouvelables.

Notre démarche méthodologique repose sur une approche théorique interdisciplinaire s'inspirant de l'économie des ressources naturelles, l'économie de l'énergie, l'économie industrielle ; avec une démarche quantitative et qualitative. Prenant appui sur des données et informations des institutions publiques nationales et internationales des énergies nouvelles. Notre méthode de recherche sera constructiviste. Il s'agit d'évaluer l'efficacité de la combinaison entre les moyens mis œuvre et les objectifs tracés par les autorités algériennes dans le cadre de la nouvelle politique énergétique nationale d'une part, et mesurer l'impact sur la transformation de la structure énergétique nationale, d'autre part. Par ailleurs, cette thèse fournit un cadre scientifique permettant la prise de décision dans le cadre de la politique énergétique, faisant allusion à la promotion des énergies renouvelables.

L'objectif de notre recherche est de faire apparaître le processus stratégique adopté, dans le cadre de la nouvelle politique énergétique algérienne, pour la transition vers un nouveau modèle énergétique basé sur ressources renouvelables. Notre étude s'attachera, ensuite, à évaluer le choix des politiques incitatives de promotion des énergies renouvelables en terme de projets réalisés et de capacité installés, et de voir leur impact sur la modification de la structure énergétique du pays. Pour l'Algérie, un pays producteur du pétrole, les énergies nouvelles ont un double enjeu, d'une part, assurer la sécurité énergétique pour le pays, d'autre part, financer le développement économique et sociale, jusqu'à là, garantis par le secteur des hydrocarbures. Notre travail s'interroge sur la capacité du nouveau modèle énergétique à rééquilibrer de la structure énergétique du pays, et mettre en valeur le potentiel algérien en ressources renouvelables, et à créer de la valeur pour l'économie nationale.

Notre recherche s'articulera autour de quatre chapitres, dont chacun fera l'objet d'un rapport spécifique.

Le premier chapitre est consacré à la problématique de l'épuisement des ressources fossiles et la nécessité de la transition énergétique. Nous aborderons, en premier lieu, la théorie des ressources épuisables en se basant sur une analyse de la règle de H. Hotelling et nous allons examiner, ensuite, le concept de « Peak Oil » comme élément de validation de la règle. Ce chapitre s'est donné une dimension assez théorique à la problématique de l'épuisement des

ressources fossiles, faisant le lien entre les travaux de l'économie des ressources naturelles et l'économie écologique sur la base des travaux de H. Hotelling et de M. Huber. En second lieu, nous examinerons le contexte énergétique mondial en se penchant sur l'état de l'offre-demande et les perspectives en termes de production, de consommation et d'investissement, pour pouvoir dégager les éléments indispensables pour la réflexion sur les enjeux énergétiques globaux. La connaissance de la situation énergétique dans le monde permet également d'identifier la fiabilité du système énergétique mondial actuel en terme de soutenabilité, et de durabilité d'énergie. Enfin nous aborderons la question de la transition énergétique pour examiner les possibilités de transition vers d'autres sources d'énergie. Pour mieux conceptualiser le changement du système énergétique, nous présenterons d'abord le cadre théorique de la transition énergétique, les facteurs favorisant sa réalisation, ses enjeux, et ses contraintes, pour identifier par la suite sa nécessité et son indispensabilité.

Le second chapitre offre un aperçu de l'état des lieux et les perspectives de la situation énergétique en Algérie. Au premier plan, nous présenterons le secteur de l'énergie, et les étapes marquantes de l'évolution de la politique énergétique nationale. Les entreprises qui opèrent dans le secteur à savoir la Sonelgaz et la Sonatrach, le cadre juridique régissant les activités du secteur depuis l'indépendance, un rappel historique de l'évolution de la politique énergétique nationale depuis l'indépendance, feront l'objet d'une présentation détaillée dans ce chapitre. Au second plan, nous analyserons le bilan énergétique national à travers les différents agrégats : production, consommation, échanges, et transformation sur une période de dix années. Cette analyse permettrait de connaître l'évolution de la situation énergétique Algérienne à court, moyen et long terme, Au final, cette évolution va nous conduire à dégager les prévisions de la demande en énergie sur le long terme du pays, et constituera l'objet de la troisième section de ce chapitre.

Le troisième Chapitre porte sur la stratégie élaborée pour le développement des énergies renouvelable et de l'efficacité énergétique dans le cadre de la nouvelle politique énergétique Algérienne. Ce chapitre débute par un aperçu général sur les différentes filières des énergies renouvelables et leur situation dans le monde, en termes de capacités installées et en termes de volumes d'investissements consentis. Ensuite, et après avoir présenté le potentiel en énergies renouvelables dont elle dispose, on examine la stratégie algérienne de la transition énergétique à travers les version du PNEREE. Cet examen nous mène à découvrir les moyens mis en œuvre et les objectifs fixés, dans le cadre de la nouvelle politique énergétique, pour la promotion des

ressources renouvelables. Enfin, en troisième section nous évoquerons l'impact de la transition vers des sources énergétiques renouvelables sur l'économie nationale.

Le quatrième Chapitre aborde les réalisations et les perspectives dans le secteur des énergies renouvelables en Algérie. La première section sera consacrée à la présentation du secteur pour identifier des grands acteurs qui y opèrent, distinguer ses caractéristiques et son évolution pour connaître les mécanismes d'encouragements et les modalités d'investissement, et on termine par la présentation non exhaustive de sa contribution au mix énergétique national. La seconde section évoque, en premier lieu, les réalisations en terme de capacités installées, ce qui nous permettra d'examiner l'efficacité des moyens qui ont été mobilisés pour la promotion des énergies renouvelables, et de vérifier si les objectifs tracés ont été atteints. En second lieu, les réalisations sur le plan technologique pour mieux évaluer le taux d'intégration de l'industrie nationale des énergies renouvelables. La troisième section explique les perspectives de développement des projets d'énergies renouvelables à long terme, et formule une vision générale sur la coopération énergétique. L'objectif est de mesurer la capacité d'intégration de l'Algérie sur le plan régionale et internationale dans le secteur des énergies renouvelables.

Nous achevons notre travail par une conclusion générale qui relate les différents résultats théoriques et empiriques auxquels notre recherche a abouti. Nous évoquons également les voies de recherche nous semblant intéressantes à prolonger...

Chapitre I

Introduction

La révolution industrielle, avec la conjonction de la machine à vapeur et de l'exploitation du charbon, de la turbine et des grands barrages hydrauliques, puis du moteur à explosion et du pétrole, multiplie les capacités de production et de transport des produits énergétiques : en moins d'un siècle, l'énergie est devenue l'une des composantes fondamentales du développement industriel. Ce sont les crises de l'approvisionnement pétrolier des années 70 (les "chocs pétroliers") qui ont entraîné la prise de conscience que les ressources énergétiques fossiles ne sont pas illimitées, que leur consommation sans précaution entraînerait leur raréfaction et l'augmentation de leur coût. Au début de l'ère industrielle, les ressources naturelles fossiles, en quantités abondantes, ont procuré une forte croissance économique au niveau mondiale. Néanmoins, si elles sont un des grands piliers du développement économique et sociale, elles présentent des stocks en quantité limitée, et s'épuisent dans le temps. Toutefois, cette notion de disponibilité des ressources revêt différents aspects. En effet, si la disponibilité physique des ressources au niveau de la croûte terrestre est un élément important pour évaluer la disponibilité des ressources sur le long terme, d'autres aspects économiques (protectionnisme, monopoles) ou géopolitiques (zones de conflit) sont également à prendre en compte pour évaluer l'accès aux ressources à court ou moyen terme.

Les grandes zones de consommation d'énergie ne correspondent pas aux grands territoires de production : les réserves d'énergies fossiles sont concentrées dans un petit nombre de pays dont la stabilité politique est fragile, et les grands consommateurs sont les pays industriels. Par ailleurs, consommateurs et producteurs ont des intérêts divergents, voire opposés. En effet, la sécurité des approvisionnements constitue une question majeure pour les premiers, l'appropriation de la rente est au centre des préoccupations des seconds qui cherche à résoudre leurs problèmes budgétaires et ils prétendent aussi à renforcer leur développement industriel. Ces facteurs sont source de nombreuses tensions entre pays importateurs et exportateurs qui se manifeste par l'instabilité des prix et un déséquilibre entre l'offre et la demande énergétique mondiale. Les pays les plus touchés et les plus menacés par ces crises passées ou potentielles sont les plus pauvres qui dépendent souvent l'essentiel de leurs ressources pour importer des produits énergétiques et qui sont impuissants face aux fluctuations des prix internationaux qui peuvent déséquilibrer leurs économies extrêmement fragiles. Les pays industrialisés ont su répondre à la "crise énergétique" par des efforts de développement des sources d'énergie alternatives et surtout par la mise en œuvre de politiques d'économies d'énergie. Malgré un ralentissement très net de la croissance de la consommation d'énergie dans

les pays occidentaux du fait des politiques mises en œuvre depuis les années 70, la poursuite des tendances actuelles au niveau mondial conduirait à un doublement de la consommation d'énergie à l'échelle de quelques décennies. Compte tenu de cette consommation croissante et du caractère épuisables des ressources fossiles, il est apparu nécessaire de se doter de moyens permettant d'appuyer les choix politiques et industriels visant à garantir la disponibilité des ressources pour les générations futures.

Toutefois, cette notion de disponibilité des ressources revêt différents aspects. En effet, si la disponibilité physique des ressources au niveau de la croûte terrestre est un élément important pour évaluer la disponibilité des ressources sur le long terme, d'autres aspects économiques (protectionnisme, monopoles) ou géopolitiques (zones de conflit) sont également à prendre en compte pour évaluer l'accès aux ressources à court ou moyen terme. C'est pourquoi, différents indicateurs ont été développés, afin de répondre à différents besoins en termes d'évaluation en lien avec les ressources. On trouve des indicateurs visant à quantifier l'extraction selon une grandeur intrinsèque à la ressource (masse ou énergie), des indicateurs visant à évaluer l'impact de l'extraction en fonction de la rareté de la ressource ou encore des indicateurs visant à évaluer les conséquences d'une extraction actuelle sur les possibilités d'extraction future. D'un point de vue théorique, ces indicateurs trouvent leurs origines dans le modèle de H. Hotelling (1931) développé dans la théorie des ressources épuisables, et du modèle du Hubert développé dans la théorie du pic de la production pétrolière « Pic Oil ».

Le contexte énergétique mondial impose le changement du modèle énergétique actuel, basé sur les sources fossiles, vers un nouveau modèle basé sur les sources renouvelables. La transition vers d'autres sources d'énergies n'est pas un choix dicté par la réalité actuelle, mais par une obligation afin d'assurer un approvisionnement sûr en matière énergétique et protéger l'environnement. Ce chapitre est consacré à justifier la nécessité de cette transition. En premier lieu, nous exposerons une démonstration théorique de l'épuisement des ressources fossiles, en se basant sur la théorie des ressources épuisable de H. Hotelling et la théorie du Peak Oil. Il s'agit de voir comment les débats énergétiques ont permis aux théoriciens de l'économie d'alimenter certaines de leurs réflexions. En second lieu, nous démontrerons la domination énergétique fossile dans le monde avec des statistiques récentes des organismes spécialisés par la présentation du contexte énergétique mondial. L'objectif est de démontrer le risque d'épuisement des énergies fossiles en prenant l'état des réserves et de la consommation comme indicateurs de vérification. Enfin, nous arborerons la transition énergétique en dévoilerons son

cadre théorique permettant de mieux cerner ses différentes approches, ses enjeux et les facteurs favorisant son déploiement.

Section 1 : Le cadre théorique relatif à l'épuisement des ressources fossiles

La théorie économique s'est penchée sur le caractère non renouvelable des ressources fossiles en l'occurrence « La théorie des ressources épuisables » de H. Hotelling (1931)¹, dont l'objet est précisément de construire un indicateur de rareté économique. Le débat sur l'épuisement d'une ressource se cristallise autour de la mesure de sa rareté : l'approche géologique, avec ses ratios, s'oppose à l'approche économique, davantage centrée sur l'examen des prix et des coûts de production. C'est cette seconde voie que nous allons explorer dans ce chapitre avec l'examen de la règle d'Hotelling, une interprétation non exhaustive de la notion de rente minière et théorie des ressources épuisables. Dans un premier temps, nous exposerons la version formalisée du modèle. Dans un second temps, nous aborderons ses fondements, ce qui nous permettra d'évaluer par la suite ses chances d'application. Nous examinerons, enfin, le concept de « Peak Oil » comme élément de validation de la règle.

1.1. Rente Minière et Théorie des Ressources Epuisables

1.1.1. La notion de rente

Historiquement, C'est l'économiste classique D. RICARDO² qui a défini la rente comme l'expression de la rareté d'une ressource naturelle, en l'occurrence « la terre ». Pour cet auteur, la rente foncière résulte de l'hétérogénéité des terres cultivables. Le principe en question est celui de la rente « Ricardienne » qui naît des différences naturelles des coûts d'exploitation.

Pour Ricardo, si la demande justifie la mise en culture des terres de fertilités différentes, le prix sera égal au coût de production sur la terre la moins fertile³, faisant apparaître une rente sur les autres terres égal à la différence entre le prix et son coût marginal de production. La rente foncière agricole apparaît, selon Ricardo, comme une prime de fertilité, de productivité de la terre, puisque la terre la plus fertile perçoit une rémunération supérieure à celle de la terre la moins fertile. La différence entre les revenus perçus constitue, pour RICARDO, la rente

¹Cette théorie va être développée en détail dans cette section.

²D. RICARDO : « Des principes de l'économie politique et de l'impôt » Paris, Flammarion 1971.

³C'est-à-dire les terres les moins fertiles demandent plus de capital et de travail.

« différentielle ». En d'autres termes, la rente est déterminée par le mécanisme des prix. Une hausse de ces derniers, consécutive à un accroissement de la demande sur les biens agricoles, permet de mettre en valeur les terres les moins fertiles à des coûts supérieurs et crée du coup une rente pour les terres les plus fertiles. Autrement dit, s'il était possible de produire toute la quantité souhaitée sur la terre la plus fertile, il n'y aurait plus de rente, car c'est la limitation de la production pour les différentes superficies qui explique l'existence de la rente. Cela confirme l'idée de Ricardo que la rente est essentiellement l'expression de la rareté.

L'idée de Ricardo de rente « différentielle » est transposée même au gisement minier. Dans son livre « des principes de l'économie et de l'impôt », écrivait que le principe de la rente minière « *étant précisément le même que celui que nous avons proposé pour la terre* ». Il explique que les stocks d'une ressource naturelles ne sont pas homogènes et diffèrent par la profondeur de gisement, la teneur en minerai et la localisation⁴. Là encore, si la demande justifie l'exploitation d'un gisement de différentes qualités, les meilleurs gisements bénéficieront d'une rente différentielle à ceux de la qualité inférieure, égale à l'écart entre leurs coûts marginaux d'extraction. Ainsi, Ricardo et tous les économistes classiques du XIX^{ème} siècle n'ont pas fait de distinction entre la mine et la terre, entre ressources épuisables ou non, le mécanisme de rente différentielle expliqué ci-dessus est valable pour les deux types de ressources naturelles mais la nature épuisable d'un gisement minier conduit à l'apparition d'une autre forme de rente : la rente minière

1.1.2. La rente minière

Lorsqu'on traite de la question de la rente minière on utilise souvent les anciennes notions de la rente foncière de la théorie classique dans la littérature. Même s'il existe des similitudes évidentes entre la rente foncière et la rente minière, ces deux concepts sont qualitativement différents. C'est d'abord avec Lewis C. Gray (1914)⁵ qu'a commencé une analyse importante du concept de rente minière. L'auteur a présenté une critique du point de vue « Ricardien » selon lequel la rente est le paiement pour les pouvoirs « indestructibles et originaux » de la terre. Gray proposait une approche microéconomique complète de

⁴ Ce qu'on désigne d'une manière synthétique par la qualité de la ressource.

⁵ Gray, L.C. (1914). « Louer sous l'hypothèse d'épuisabilité. Revue trimestrielle d'économie N°28, Page 466.

l'exploitation minière. Cependant, il n'a pas bien montré la relation entre la marge intensive⁶ et la rente. Il faudra attendre l'article qui ouvre d'autres voies, celui d'Harold Hotelling en 1931.

La théorie de la rente minière et la théorie de l'extraction optimale de ressources épuisables firent un grand saut en avant avec la publication de l'article « *The Economics of Exhaustible Ressources* » d'Harold Hotelling (1931). L'auteur explique que la base de la rente minière se dissipe au fur et à mesure de l'exploitation, ce qui n'est pas le cas pour la terre. Cette différence est justifiée par la dimension temporelle qui ne joue pas un rôle important dans la rente foncière en raison de son caractère statique⁷, contrairement à la rente minière où elle a une importance décisive en raison de son caractère dynamique. De plus, l'extraction d'une ressource minière conduit inévitablement dans le temps à son épuisement. Ce n'est pas le cas dans la production agricole du moment que l'exploitation du sol est un processus répétitif se poursuivant à l'infini. Donc, on ne peut pas simplement supposer que les résultats obtenus dans la théorie de rente foncière sont aussi valables dans la théorie de rente minière.

Pour mieux illustrer la différence entre rente minière et rente foncière, Hotelling, dans son article, déploie qu'une unité de ressource extraite aujourd'hui ne peut plus être demain et cette irréversibilité dans la décision impose à l'exploitant qui veut maximiser son profit de prendre en compte toute la trajectoire d'extraction jusqu'à l'épuisement et pas seulement la production courante comme dans le cas de la terre. Il ne peut plus être optimal d'égaliser le revenu marginal au coût marginal d'extraction, car on négligerait le fait que la dernière unité exploitée aujourd'hui pourrait procurer un bénéfice net en fin d'horizon que l'on peut sacrifier si on l'exploite aujourd'hui. Il paraît alors une rente égale à la différence entre le revenu marginal et le coût marginal d'extraction qui ne provient que du caractère épuisable de la ressource.

Le caractère épuisable des ressources non renouvelables pose, alors, la question de leur évaluation et de leur substitutions. Les développements qui suivent tenteront de répondre à cette préoccupation.

⁶La raison en est que le propriétaire d'une mine peut remettre à plus tard l'extraction et, ainsi, que l'extraction aujourd'hui a un coût d'opportunité (ou coût d'usage) en terme d'extraction future.

⁷ Un caractère stable où le facteur temps n'étant pas déterminant.

1.1.3. La Théorie des Ressources Epuisables

La prise de conscience du caractère épuisable de certaines ressources naturelles est relativement récente. Dans le passé, certains théoriciens à l'exemple de Jean Baptiste Say⁸ affirmait : « *Les richesses naturelles sont inépuisables, car, sans cela, nous ne les obtiendrions pas gratuitement. Ne pouvant être ni multipliées ni épuisées, elles ne sont pas l'objet des sciences économiques* ». A la fin du 18^{em}e siècle W.S. JEVONS⁹ commence à s'intéresser à la question de la rareté du Charbon en Grande Bretagne. Son analyse la conduit à conclure que la décroissance des réserves charbonnières constituait une menace pour la croissance de l'économie du pays et pesait sur sa position concurrentielle. Un peu plus tard, au début du 19^{eme} siècle, les économistes classiques [D. RICARDO et T. R. MALTHUS]¹⁰ soulèvent la question de l'épuisement des ressources naturelles et particulièrement au rôle que jouait la terre comme facteur de production. Ricardo prévoyait une progression assurée de l'économie vers un « *état stationnaire* », en raison de la rareté des terres cultivables et de leur fertilité décroissante. Malthus, quant à lui, évoque le déséquilibre irrésistible entre l'accroissement de la population et la limitation des ressources disponibles. Pour lui, la population croît selon une progression géométrique tandis que les ressources augmentent selon une progression arithmétique.

L'élaboration en 1931 d'un modèle de gestion des ressources non renouvelables par Harold Hotelling¹¹ a remis en cause le caractère inépuisable des ressources naturelles non renouvelables. Le modèle montre que l'exploitation efficace d'une ressource naturelle non renouvelable et non augmentable conduirait, dans les conditions économiques stables par ailleurs, à l'épuisement de la ressource. Une ressource naturelle est considérée dans l'absolu comme un stock non renouvelable dont l'exploitation conduirait à son épuisement. Il en est ainsi des combustibles fossiles (*Pétrole, Gaz, Charon*) qui existent en quantités limitées. La rareté des énergies fossiles pose alors la question de leur remplacement et plus précisément du

⁸ JEAN BAPTISTE SAY, Economiste classique (1767 - 1932), il est l'auteur de la distinction tripartite « production, répartition, consommation », devenue classique. Celle-ci sert de plan au « Traité d'économie politique », son maître-ouvrage paru en 1803. Il est également connu pour la « loi des débouchés » ou Loi de Say. En outre, il fut l'un des premiers économistes à étudier l'entrepreneuriat et les entrepreneurs, conceptualisés comme organisateurs et moteurs du tissu économique.

⁹ JEVONS.W. S. (1865), « The coal question », Mac Milan and Co.

¹⁰ RICARDO D. « Des principes de l'économie politique et de l'impôt » Flammarion 1993.MALTHUS T.R., « Essai sur le principe de population » Garnier. Flammarion 1992.

¹¹ Harold Hotelling (1895-1973) Statisticien et économiste américain. Il est principalement connu pour ses apports théoriques en économie avec La loi de Hotelling en 1931, Il a également développé la méthode d'analyse en composantes principales qui est largement utilisée en informatique et en statistiques.

coût de leur substitution. De la valeur attribuée à cette rareté dépendra la gestion optimale de la période de transition.

H. Hotelling dans son article de « *The Economics of exhaustible resources* »¹²[1931] s'attaqua à la problématique de la mesure de la rareté de ces ressources épuisables. Il en dégagera que la véritable mesure de cette rareté est sa valeur en terre, ou la rente de rareté que lui attribue le marché. En effet, c'est cette variable qui mesure le sacrifice du producteur pour s'accaparer de l'unité marginale du stock de ressources non exploitées. Pour l'Auteur, la rente est la différence entre le coût marginal de production d'une ressource non renouvelable et le prix du marché. Elle s'accroît au fur et à mesure que la ressource se raréfie. Hotelling explique que la rente optimale fait en sorte qu'à l'épuisement de la ressource, son prix est tellement élevé que sa demande est nulle.

1.2. La formalisation de la règle de Hotelling

La rareté est la principale caractéristique des ressources naturelles épuisables, cette contrainte a suscité la réflexion autour de la gestion optimale des gisements miniers. Le propriétaire d'une ressource non renouvelable, guidé par le souci de maximiser la valeur actualisée de ses futurs revenus se retrouve confronté à un double problème : celui du rythme d'extraction et celui de l'évolution du marché de l'énergie. Leur durée d'utilisation ne peut être allongée qu'en réduisant leur consommation. Cette réduction passe notamment par une utilisation plus efficace de la ressource (améliorations techniques et économiques) et par la réutilisation.

Des économistes affirment que le jeu du marché peut aussi réguler la demande, la raréfaction d'une ressource entraînant mécaniquement une hausse des prix qui elle-même se traduit par une baisse de la demande et dans le même temps rend compétitive d'autres solutions techniques. Pour savoir quel doit être le prix d'équilibre d'une ressource épuisable, il faut alors faire intervenir le principe économique de l'arbitrage selon lequel deux actifs soumis au même risque doivent rapporter le même taux de rendement. En effet, à tout instant, le propriétaire d'un stock de ressources effectue un arbitrage: soit il vend maintenant, soit il vend plus tard ; c'est-à-dire qu'il cherche le moment t qui maximise la valeur actuelle de son bien.

¹² L'Article où il expose le modèle qui porte son nom (Modèle de Hotelling) repris dans un ouvrage « la théorie des ressources épuisables et rente pétrolière » Eirik Schröder Amundsen, Economica 2016.

Si on considère qu'un stock de ressource naturelle épuisable en terre comme actif financier, l'acquisition d'une réserve de minerai exige une dépense immédiate, mais permet de procurer des gains ultérieurs grâce à l'augmentation de la valeur de ce minerai au cours du temps. Hotelling (1931)¹³ montre que dans une situation de libre concurrence où la quantité des réserves est connue à l'avance, la rente de la ressource non renouvelable considérée¹⁴ augmente au rythme du taux d'intérêt. En admettant que tous les actifs financiers rapportent un même taux d'intérêt, pour que l'investissement dans la ressource bénéficie du même rendement qu'un placement¹⁵, il est nécessaire que le prix d'achat de la réserve à un temps donné soit égal à tout ce que va rapporter la réserve dans le futur, actualisé au taux d'intérêt.

Considérant¹⁶ que e^{-yt} est la valeur présente actualisée d'un revenu monétaire acquis après un temps t suivant un taux d'intérêt y fixe dans la durée. Selon le principe d'arbitrage¹⁷, l'exploitant de la ressource restera indifférent entre offrir une unité de minerai au temps t_0 en contrepartie d'une somme P_0 ou l'offrir au temps t pour un prix $P_0 e^{-yt}$.

Hotelling suggère que, dans un contexte de concurrence parfaite, le prix d'une ressource non renouvelable doit évoluer en fonction du paramètre temps et du taux d'intérêt de telle sorte que :

$$P = e^{-yt}.$$

Cette égalité signifie qu'une quantité de minerai que l'on appelle q et pouvant être extraite à n'importe quel moment sera forcément fonction du prix p et du temps t , c'est-à-dire :

$$q = f(p, t)$$

Si l'on suppose que a constitué la quantité totale de minerai disponible, et T représente la date d'épuisement du stock, on peut écrire :

¹³ Il aborde cette notion dans la section II intitulée « Free competition » de son article où il expose « la règle de Hotelling ».

¹⁴ C'est-à-dire son prix de vente moins son coût d'extraction.

¹⁵ Au taux d'intérêt.

¹⁶ La présentation très sommaire de la règle de HOTELLING que nous développons ici a pour but de mettre en exergue les principales conclusions dégagées par Hotelling.

¹⁷ Soit il vend maintenant, soit il vend plus tard ; c'est-à-dire qu'il cherche le moment qui maximise la valeur actuelle de son bien.

$$\int_0^T q dt = f(P_0 e^{-rt}, T) = a$$

A la date T , la quantité q produite sera nulle et l'on obtiendra :

$$f(P_0 e^{-rt}, T) = 0$$

Ce résultat conduit à deux conclusions selon HOTELLING :

1. A l'équilibre le prix d'une ressource non renouvelable intègre une rente de rareté.
2. Le déclin progressif des gisements miniers dans le temps entraîne un accroissement du prix de façon telle qu'à la date d'épuisement T , le prix atteint un niveau $P_0 e^{-rt}$ où la demande s'annule.

1.2.1. Le juste prix d'une ressource épuisable

Selon H. Hotelling, la valeur du stock en terre d'une ressource épuisable et du rythme de son extraction¹⁸ détermine son juste prix. Les ressources non renouvelables ont un stock limité par nature, l'extraction d'une quantité donnée au temps T ne peut être assurée en temps $T+1$. Une augmentation des prix associée au progrès technique¹⁹, notamment, permet d'accéder à de nouvelles découvertes mais place, à terme, les producteurs dans une situation inconfortable : les gains qu'ils réalisent aujourd'hui par le biais de la hausse des prix risquent d'être anéantis demain avec l'épuisement accéléré des réserves. Cette situation va mettre les propriétaires de ressources devant un arbitrage : accélérer l'extraction dans l'immédiat, autrement dit substituer une vente présente à une vente ultérieure, ou à l'inverse conserver pour plus tard le revenu tiré de la ressource, ce qui revient à substituer une vente ultérieure à une vente présente.

Selon le modèle de H. Hotelling la valeur d'extraction²⁰ d'une ressource non renouvelables est la différence entre son prix de vente et le coût de son extraction. Tant que la valeur de l'extraction est supérieure au coût, l'exploitant préfère continuer à extraire ; mais au moment où le coût augmentera plus vite que la valeur unitaire d'extraction, il arrêtera

¹⁸ En fonction des structures de marché en vigueur : concurrence, monopole.

¹⁹ Le progrès technique permet d'accroître le volume des réserves prouvées, produire de l'information sur les réserves probables ou possibles, réduire les coûts d'accès aux ressources.

²⁰ Alors que la valeur de non-extraction est constituée par le coût d'opportunité de l'épuisement de la ressource, qui pour la dernière unité produite doit égaler la valeur d'extraction.

temporairement la production. Ce qui lui permet de bénéficier d'une rente de rareté entraînant, selon Hotelling, un prix qui augmente à un taux égal au taux d'actualisation au fur et à mesure que la ressource se raréfie ; la limite étant atteinte lorsque le prix de cette ressource coïncide avec le prix de son substitut. Il est possible, alors, d'en dégager la voie optimale d'évolution du prix suivant la structure de marché prédominante : Deux cas sont possibles :

- **Situation de concurrence pure et parfaite** : dans ce cas le prix de la ressource épuisable doit croître au rythme du taux d'actualisation (ou taux d'intérêt réel) ;
- **Situation de monopole** : dans ce cas c'est la rente qui doit croître au taux d'actualisation.

Pour maximiser la rente d'une ressource renouvelable tout au long du cycle d'extraction, il est préférable pour les propriétaires de limiter l'offre de manière à ce que la hausse du prix induite réduise la consommation à l'approche de l'épuisement ce qui favoriserait l'émergence de substitut et par conséquent, la transition énergétique serait ainsi assurée sans choc. Cette conclusion a permis à certains analystes de dire que le modèle de H. Hotelling permet de gérer l'épuisement d'une ressource non renouvelable à la faveur de l'intérêt collectif et de celui des exploitants. En outre, cette approche a été utilisée pour interpréter les deux chocs pétroliers de 1973 et 1979. Force est de constater, qu'à partir de ces exemples, le modèle de Hotelling, intégrant des hypothèses très restrictives²¹, offre des outils théoriques permettant d'appréhender certains aspects de la dynamique de l'industrie pétrolière internationale. Il en est ainsi de la notion du pic de la production pétrolière²² « *Peak Oil* ».

1.3. La théorie du « Peak Oil »

Le premier modèle de prévision du "Peak Oil" a été développé en 1940 par Marion King Hubert²³, afin de prévoir à partir de quelle date la production de pétrole commencera à décliner aux USA. Cette courbe, qui prend en compte la production actuelle, les réserves identifiées et les futures découvertes de pétrole. Le "Peak Oil" représente, donc, le sommet de la courbe de production de pétrole, c'est à dire le moment où la production de pétrole aura atteint son plus haut niveau et commencera à diminuer (*via l'épuisement des réserves de pétroles exploitables*).

²¹ Existence d'un substitut abondant, absence d'incertitude sur la demande ultérieure, c'est-à-dire sur la date à partir de laquelle les ressources seront épuisées, situation de concurrence pure et parfaite.

²² Appelé aussi le pic de « Hubert ».

²³ Il a modélisé la courbe de la production d'une matière première donnée, en particulier celle du pétrole. Cette théorie, appelé « le pic de Hubert » ou « Pic de la production pétrolière » devient célèbre quand Hubert en fit la présentation officielle à l'Américain Petroleum Institute en 1956.

Hubert explique que le pic de production est la frontière entre la production cumulée et les réserves prouvées.

La théorie du pic de production pétrolière renvoie à la question de l'épuisement des ressources fossiles. De sérieuses controverses entre adversaires et partisans de l'existence ou non de la limitation des ressources fossiles. Les premiers considèrent que les prévisions de raréfaction des ressources établies antérieurement, n'ont jamais été vérifiées. Mieux, elles ont toujours été démenties puisque les pénuries annoncées ont largement été repoussées. Les seconds estiment que de nouvelles découvertes sont peu probables, ce qui entraîne forcément, un déclin de la production au cours du temps.

Il n'existe pas, donc, un consensus sur la question du pic de la production pétrolière et de l'épuisement des ressources fossiles. La divergence de points de vue se fonde sur l'échéance à laquelle la production atteindra son maximum. En se focalisant sur les différents points de vue, on constate que c'est sur la question de « réserves » qu'il convient de préciser.

1.3.1. La notion de « Réserves »

Pour mieux illustrer la notion de réserve, il est utile de la distinguer de celle de ressource. En économie d'énergie, les ressources sont constituées par les quantités d'hydrocarbures contenues dans les gisements ²⁴; tandis que les réserves correspondent au stock d'hydrocarbures identifié, récupérable aujourd'hui ou exploitable ultérieurement, dans des conditions techniques déjà mises en œuvre. La notion de « ressources » a donc un caractère général, contrairement à celle de « réserves » qui est plus précise. La notion de réserves, pour une ressource non renouvelable recouvre des aspects à la fois, géologique, techniques et économiques. Le point de vue du géologue et celui de l'économiste ne coïncident pas quand il s'agit d'estimer les réserves disponibles. Pour les géologues, le niveau des réserves est théoriquement fini, même s'il n'est pas connu. L'économiste s'intéresse aux réserves techniquement exploitables et économiquement rentables avec la technologie disponibles aujourd'hui ²⁵[J. Percebois 2015]. Le concept de réserves recouvre, en effet, des grandeurs mesurables. Il est d'usage courant de différencier entre réserves prouvées, réserves probables et réserves possibles.²⁶

²⁴ Ces quantités peuvent être récupérables ou non.

²⁵ J. PERCEBOIS explique qu'on peut anticiper sur les technologies de demain qui permettra soit de réduire les coûts soit d'accéder à de nouvelles découvertes.

²⁶ Une classification assez rigoureuse de ces notions est suggérée par les organismes suivants : - AAPG : American Association of Petroleum Geologists ; - SPE : Society of Petroleum Engineers ; - WPC : World Petroleum Congress.

1. **Les réserves prouvées** : Ce sont des réserves découvertes, récupérables avec une forte certitude²⁷ et économiquement exploitables. Le niveau de ces réserves va évoluer au cours du temps en fonction de deux paramètres essentiels : le prix du marché et de la technologie disponible. Lorsque le prix du marché augmente le montant des réserves prouvées s'accroît, le progrès technique, quant à lui, permet d'accéder à des ressources inaccessibles jusqu'alors et d'en baisser en outre le coût d'accès ;
2. **Les réserves probables** : correspondent aux réserves découvertes mais non exploitées dont les quantités sont estimées à partir de projections géologiques. Elles consistent en une extrapolation de ressources potentielles fondée sur la connaissance des données géologiques. Les ressources probables devraient être exploitables dans le futur avec une bonne probabilité et selon les moyens technologiques et les conditions économiques du moment. On admet globalement que ces réserves ont, dans une hypothèse faible, peu de chances d'être exploitables ;
3. **Les réserves possibles** : portent sur les quantités de pétrole dont la probabilité d'existence est très faible. Ces réserves sont difficilement accessibles et demeurent hypothétiques et suppose généralement des bouleversements technologiques importants. Elles ne suscitent de l'intérêt qu'en cas de hausse durable des prix²⁸, et d'avancées technologiques probantes.

En plus de ces trois catégories de réserves, certains auteurs : [Philippe Bihoux, benoit de Guillebon] parlent de réserves ultimes²⁹ qui incluent en outre le potentiel géologique non identifié.³⁰

La notion de réserve est une notion complexe, les réserves d'un gisement³¹, en réalité, ne sont effectivement connues qu'avec l'achèvement de l'exploitation. Les réserves peuvent évoluer du fait de nouvelles découvertes ou du fait d'une réestimation (*à la hausse ou à la baisse*) des réserves déjà connues. C'est pourquoi les prévisions énergétiques tablent uniquement sur les réserves prouvées dont le volume varie en fonction des fluctuations des prix

²⁷Une probabilité de 95%.

²⁸ Pour couvrir les coûts.

²⁹Philippe Bihoux, benoit de Guillebon : Quel futur pour les métaux ? Raréfaction des métaux un nouveau défi pour la société, Edition Sciences, 2010.

³⁰ Les réserves restant à découvrir, principalement dans les bassins insuffisamment explorés ou encore inexplorés.

³¹ Les réserves peuvent s'exprimer en quantité (aspect géologique) ou en nombre d'années de production pour une année de référence donnée (aspect économique).

et du progrès technique³². Ces derniers sont, alors, un déterminant de la gestion des réserves pétrolières, ce que des analystes essaient d'étayer à travers la théorie du « *Peak Oil* ».

1.3.2. Le concept de pic Oil

La théorie du « *Peak Oil* », développée dans les années 50 par Hubert King, s'inscrit dans le prolongement de la règle de Hotelling établie en 1931. Mais sur quoi repose précisément cette théorie ? L'auteur fonde son approche sur l'hypothèse que la production d'un gisement de pétrole est strictement fonction des quantités découvertes. Celle-ci parviendra à son maximum dès lors que la moitié des réserves ultimes a été exploitée. En faisant la différence entre le niveau de ces réserves et la quantité exploitée³³, il est donc possible de fixer la date du « *Peak Oil* ». En d'autres termes, le pic de production pétrolière survient à partir du moment où les volumes extraits sont égaux à ceux restant à extraire. Les partisans de cette thèse, autrement dit de l'arrivée proche d'un pic de production, s'appuient sur l'argument que le renouvellement des réserves dépend pour un tiers, à peine, des nouvelles découvertes, le reste, soit deux tiers, étant obtenu par réévaluation des anciens gisements grâce notamment à une amélioration des taux de récupération.³⁴

Appliquant le principe du « *Peak Oil* » à un gisement gazier, il ressort que le pic de la production mondiale du gaz pourrait suivre le pic pétrolier avec, cependant, un décalage d'une dizaine à une quinzaine d'années selon les spécialistes.

Certes, des incertitudes pèsent toujours sur les échéances annoncées ; pourtant la prise en compte d'une rente de rareté dans les anticipations de prix semble désormais s'imposer. C'est, du reste, ce que suggère Hotelling dont l'analyse continue d'influencer beaucoup de travaux relatifs à la théorie des ressources épuisables.

Au terme de cette section, nous constatons que la théorie des ressources épuisables de Hotelling, articulée sur une approche en termes de rareté, explique dans une large mesure l'attitude prudentielle face à l'épuisement future des ressources fossiles : En premier lieu, il a montré le critère de la valeur actualisée constante du prix net, ou plus généralement, de la valeur actualisée constante du profit marginal à chaque moment de la période d'extraction, pour une

³² Il y a trois manières d'augmenter les réserves : trouver de nouvelles ressources par l'exploration ou l'amélioration de la connaissance géologique ; améliorer les techniques de production ; faire varier les conditions économiques.

³³ Depuis la mise en œuvre de la production.

³⁴ BABUSIAUX D., BAUQUIS P.R (2007). « Que Penser de la Raréfaction des Ressources Pétrolières et de l'Evolution du Prix du Brut ? », Les Cahiers de l'Economie, IFP, Sept 2007.

extraction optimale d'une ressource épuisable. Deuxièmement, il a montré la correspondance de la solution entre un problème d'optimisation sociale et celui d'une économie concurrentielle. Troisièmement, il a montré la condition d'une extraction optimale en condition de monopole et il a montré que la période d'extraction en monopole est plus longue que celle en concurrence parfaite avec des hypothèses spécifiques. Quatrièmement, il a étudié les conséquences des taxes sur l'extraction optimale et cinquièmement, il a aussi étudié d'autres cas tels que le duopole et le problème des discontinuités dans la production.

Du fait de leur caractère stratégique, les ressources énergétiques nécessitent une gestion rationnelle à long terme en tenant compte des variables politiques qui interfèrent, selon la conjoncture, avec les paramètres technico-économiques pour comprendre les anticipations des acteurs sur le marché énergétique mondial. Pour mieux illustrer cette problématique de la gestion des ressources énergétiques à long terme et le comportement des acteurs sur les marchés internationaux, il convient d'analyser le contexte énergétique mondial pour pouvoir trouver des choix économiquement approuvables pour une transition vers d'autres sources énergétiques non épuisables.

Section 2 : le contexte énergétique mondial

La situation énergétique mondiale constitue l'une des principales étapes de l'étude des problèmes énergétiques globaux. La connaissance du volume des consommations d'énergie dans le monde et de leurs évolutions est nécessaire pour pouvoir évaluer les tendances d'ensemble à court et moyen terme ainsi que les pressions que cette demande peut exercer sur les ressources. Tandis que l'examen des disparités régionales, tant en terme de consommations que de productions, fournit les éléments indispensables pour la réflexion sur les enjeux énergétiques globaux. La connaissance de la situation énergétique dans le monde permet également d'identifier la fiabilité du système énergétique mondiale actuel en terme de soutenabilité, et de durabilité pour pouvoir examiner, par la suite, les possibilités de transition vers d'autres sources d'énergie.

2.1. Le marché énergétique mondial

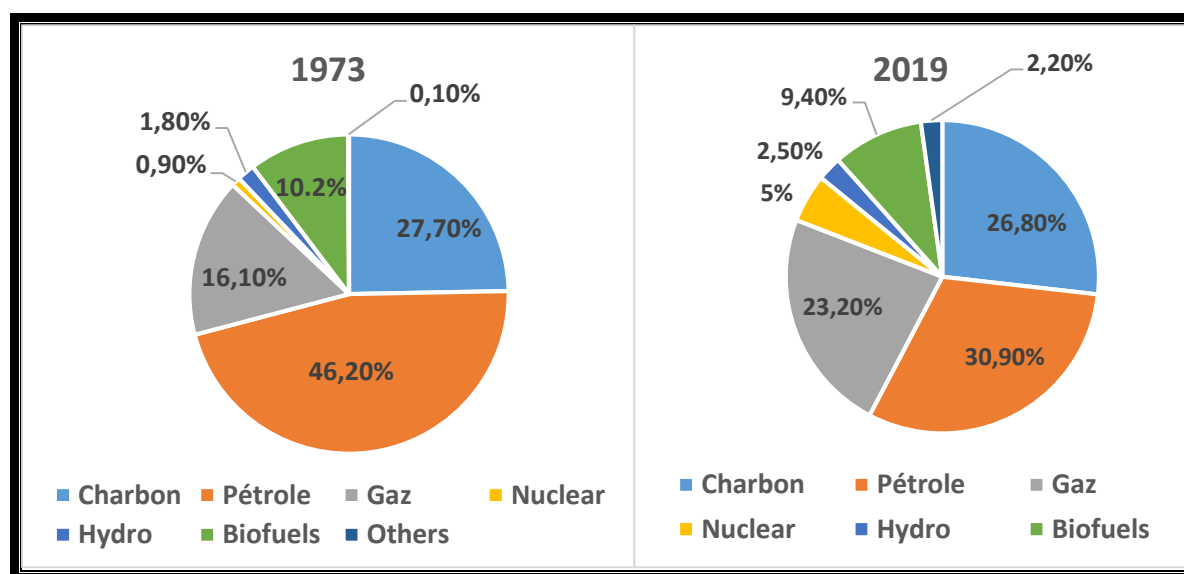
2.1.1. L'offre

L'énergie fossile s'est imposée depuis près de 150 ans comme le ressort essentiel de l'économie et de la création de richesse. À l'époque des « Trente Glorieuses », l'ensemble des

énergies fossiles représente près de 95 % de la totalité de la demande d'énergie primaire dans le monde. Aujourd'hui, après deux chocs pétroliers, en 1973 et 1979, puis un troisième en 2008, les besoins énergétiques du monde, à plus de 11 milliards de tonnes équivalent pétrole, sont encore assurés pour plus de 80 %³⁵ par un mix de pétrole, gaz et charbon, auquel, on peut ajouter la biomasse. Cette dernière source d'énergie émettant également du carbone. Leur combustion est à l'origine de deux tiers de quelque 40 milliards de tonnes de gaz à effet de serre émises chaque année dans le monde.

Aujourd'hui, près de 50 ans après le premier choc pétrolier, l'offre mondiale d'énergie est satisfaite par une offre à plus de 80 % d'origine fossile. Les prévisions montrent que, sauf changement radical de la gouvernance mondiale imposé par les impératifs de la contrainte carbone, ce ratio ne sera guère différent dans les prochaines années selon l'Agence Internationale de l'Energie (AIE).

Figure 1 : Part de l'approvisionnement énergétique mondial total par source 1973 et 2019.



Source: Key World Energy Statistics, IEA - 2019

Others : Comprend la géothermie, l'énergie solaire, le vent, les marées/vagues/l'océan, la chaleur et d'autres sources.

Les approvisionnements énergétiques ont évolué dans le temps depuis 1973³⁶, mais ils restent toujours dominés par les énergies fossiles (Charbon, pétrole et le Gaz naturel). Les combustibles fossiles assurent aujourd'hui la plus grande part de l'offre de l'énergie, au premier rang le pétrole avec 31 %, ³⁷ le Gaz 23. % et le charbon 27%. Elles marquent la dépendance

³⁵Key World Energy Statistics, IEA – 2019.

³⁶L'Année du premier choc pétrolier mondial.

³⁷Key World Energy Statistics, IEA – 2019.

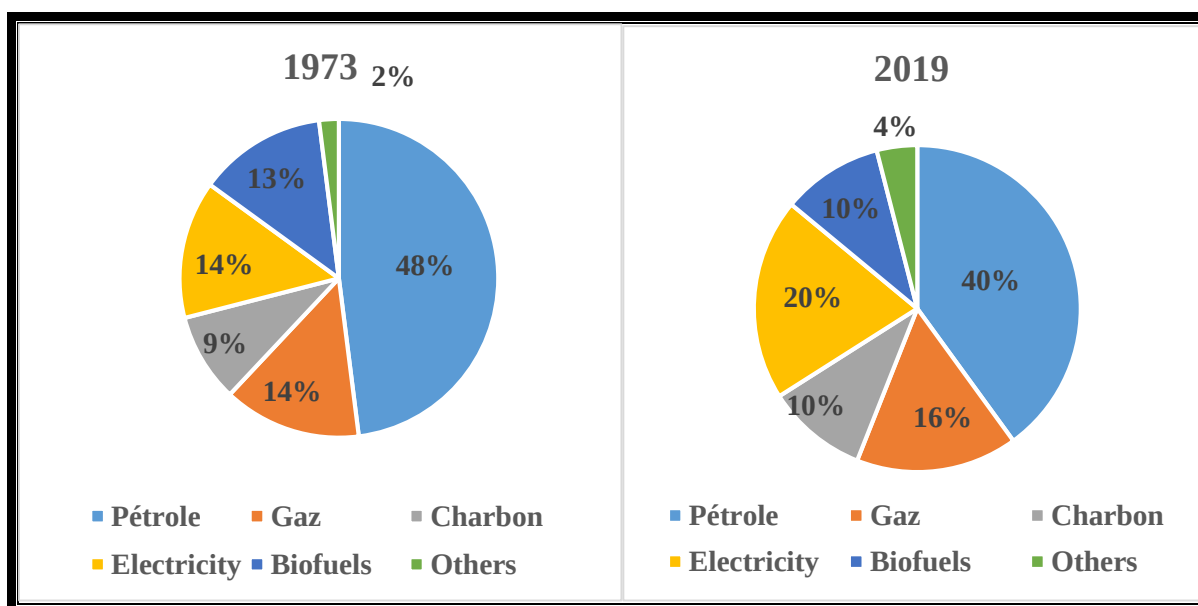
mondiale aux énergies carbonées et pose la question de sa soutenabilité, tant sur le plan environnemental que sur celui de l'approvisionnement en matières premières. Si les réserves mondiales d'énergies fossiles apparaissent abondantes au regard des besoins futurs, les conditions de leur accès sont de plus en plus difficiles : les investissements en infrastructures nécessaires pour l'utilisation des ressources sont massifs et le contexte géopolitique est par nature incertain. La contrainte climatique devrait par ailleurs apparaître plus tôt que la contrainte géologique.

2.1.2. La demande

Depuis la révolution industrielle, la consommation d'énergie n'a cessé d'augmenter, Elle était, selon l'Agence internationale de l'énergie, de 4 660 Mtep en 1973³⁸ pour atteindre 9 938 Mtep en 2019 soit une évolution de 125 %. Depuis 1990, la consommation mondiale d'énergie a progressé un peu plus vite que la population, mais sa répartition par source d'énergie n'a guère évolué : la part des énergies fossiles a reculé de 1,3 points, mais leur domination reste massive : 81,4 % ; la part des énergies renouvelables (EnR) n'a progressé que de 1,3 points, passant de 15,0 % en 1990 à 16,3 % en 2019, car le recul de la part de la biomasse compense en partie la progression des autres EnR. La répartition par secteur de cette consommation était : industrie 29 %, transports 29 %, résidentiel 21 %, tertiaire 8 %, agriculture et pêche 2 %, usages non énergétiques (chimie, etc.) 9 %. La part de l'électricité dans la consommation finale d'énergie progresse rapidement : 13,3 % en 1990, 19,7 % en 2019 ; cette progression est particulièrement rapide dans les pays émergents.

³⁸1973, le début du premier choc pétrolier mondial, une période caractérisée par la hausse des prix du pétrole.

Figure 2 : Part de la consommation finale mondiale totale par source, 1973 et 2019



Others : Comprend la chaleur, le solaire thermique et la géothermie

Source: Key World Energy Statistics, IEA – 2019

Au niveau mondial, la demande énergétique est tendanciellement en forte croissance. Sous l'effet de la croissance démographique et de la croissance économique, tirées principalement par les pays émergents qui constituent les BASIC³⁹, mais aussi ceux du Moyen-Orient, bien plus que les pays OCDE, « font » le marché de l'énergie. La croissance économique mondiale résulte désormais très largement de celles des pays émergents : par exemple, selon l'AIE⁴⁰, les pays hors OCDE seraient à l'origine de 90 % de la croissance démographique, de 70 % de la croissance économique mondiale et de 90 % de la croissance de la demande d'énergie d'ici 2035. La demande énergétique va enregistrer une croissance annuelle de 1,3 % jusqu'en 2040, la population mondiale augmentera de près de 2 milliards de personnes et les économies émergentes poursuivront leur forte expansion. La majorité de la croissance de la demande d'énergie proviendra des pays en développement hors OCDE (*Organisation de Coopération et de Développement Économique*). Le revenu par personne dans ces pays devrait augmenter de 135 %. Le gaz naturel devrait représenter près de 40 % de la croissance des besoins énergétiques à l'échelle mondiale, et la demande de gaz augmentera de 50 %.

Le nucléaire et les renouvelables (qui comprennent, les bioénergies, les énergies hydraulique, géothermique, éolienne et solaire) devraient également représenter environ 40 %

³⁹ BASIC désigne les pays suivants : Brésil, Afrique du Sud, Inde et Chine.

⁴⁰ Dans sa publication World Energy Outlook 2019.

de l'augmentation de la demande énergétique mondiale d'ici 2040. Elles représenteront alors près de 25 % de l'approvisionnement énergétique mondial, dont un tiers pour le seul nucléaire.

2.1.3. Les réserves

La dépendance mondiale aux hydrocarbures soulève la question de la sécurité des approvisionnements pour les années à venir. Les ressources fossiles sont limitées dans le temps. Il est difficile d'estimer avec précision le niveau des réserves des différents agents énergétiques fossiles. En effet, on ne peut dire avec certitude comment l'offre et la demande vont évoluer ou s'il reste des stocks à découvrir.

Tableau 1 : Réserves mondiales d'énergies et production annuelle 2019 par sources d'énergie

Ressources Energétiques	Réserves mondiales	Réserves mondiales en %	Production annuelle	Nombres d'années de production à ce rythme
Pétrole (Mtep)	244.6	27%	4484.5	53
Gaz (Milliards m³)	7019.0	17%	3989.3	49
Charbon (Millions de Tonnes)	1069636	56%	167.58 (Ex Joules)	139
Total conventionnel	39 584 (Ex joules)	100%	496 (Ex joules)	80

Source: BP Statistical Review of World Energy 2020.

Selon les statistique de la compagnie BP, publiées dans BP Statistical Review of World Energy 2020⁴¹, les réserves mondiales prouvées d'énergies conventionnelle (fossiles) pourraient être estimées en 2019 à 945 Milliards de Tonnes équivalent pétrole (Tep), soit 80 ans de production au rythme actuel. Cette durée est très variable selon le type d'énergie : 53 ans pour le pétrole, 49 ans pour le Gaz Naturel, et 139 ans pour le Charbon. Or, il est très peu probable que la consommation reste stable puisque la forte croissance d'économies, notamment les pays émergents, entraînent un accroissement régulier de la demande mondiale. L'Agence internationale de l'énergie (AIE) prévoit un renforcement de la place dominante des énergies fossiles dans le bilan énergétique mondial pour les prochaines années. Selon le scénario de

⁴¹ Statistical Review of World Energy : Une revue annuelle de la compagnie British Petroleum, elle présente des données énergétiques mondiales et analyses de l'année précédente. Elle fournit des informations complètes et opportunes et des données objectives pour la communauté énergétique depuis 1952.

référence des perspectives énergétiques de l'AIE, la part des énergies fossiles dans la consommation mondiale d'énergie pourrait même doubler.

2.1.3. Les prix de l'énergie

Le contexte énergétique mondial est marqué par une instabilité des prix. Les tensions géopolitique et l'exploitation des hydrocarbures non conventionnel sont des facteurs déterminants de cette instabilité. L'effondrement des prix du pétrole depuis 2014⁴² ont engendré une baisse des investissements de l'amont pétrolier dans le monde. Après avoir reculé de 24 % en 2015, les capitaux investis « *capex* » dans l'exploration-production d'hydrocarbures devraient encore baisser dans les prochaines années. Cette baisse des investissements est le résultat direct de la baisse des prix du pétrole et des produits pétroliers sur le marché mondial. Les experts énergétiques expliquent l'effondrement des prix par le recours à l'exploitation des hydrocarbures non conventionnels, pétrole et gaz de schiste et les tensions géopolitique.

2.1.3.1. L'effet des hydrocarbures non conventionnel sur les prix de l'énergie

Le développement récent des hydrocarbures non conventionnels modifie le fonctionnement du marché pétrolier mondial. L'introduction de nouvelles technologies permettant d'extraire le pétrole et gaz de schiste aux Etats-Unis ont rendu le cycle d'investissement (pour les hydrocarbures non conventionnels) trop court. Les réservoirs imperméables de pétrole léger, longtemps considérés comme trop coûteux et trop difficiles à extraire, sont devenu facile à exploiter grâce aux nouvelles technologies introduites dans ce secteur. Depuis le début de l'année 2016, les Etats-Unis ont extrait environ 6,2⁴³ millions de barils de brut par jour, contre 5 millions en 2008, soit une augmentation de 24%. Actuellement, les Etats-Unis importent 20% de leurs besoins en énergie, ce qui pèse sur le marché pétrolier mondial.

2.1.3.2. Les tensions géopolitiques et les prix de l'énergie

Les tensions géopolitique et l'instabilité dans le moyen orient, principale région de production de pétrole, poussent les investisseurs à détourner leurs intérêts des actifs les plus risqués. La satisfaction de la demande en énergies fossiles nécessitera de remplacer les

⁴² En Décembre 2014, le cours du pétrole baisse fortement (-19,7%), pour s'établir à 50.5\$.

⁴³ World énergie Outlook 2019.

gisements existants, ce qui entraînera un besoin d'investissements importants dans l'amont pétrolier et gazier. La réalisation de ces investissements est un facteur clé de l'équilibre offre-demande à moyen terme.

L'instabilité dans certaines régions du monde⁴⁴ notamment en proche et Moyen Orient et en Afrique rend difficile l'accès à l'énergie et pose le problème de la sécurité des approvisionnements. Le principal enjeu de la sécurité d'approvisionnement au niveau mondial n'est donc pas la disponibilité des ressources dans le sous-sol, mais bien l'accès à ces ressources et leur valorisation. Au-delà des risques qu'il fait peser sur l'approvisionnement physique, un manque d'investissement constitue un facteur haussier pour les prix de l'énergie, par ailleurs sensibles à la demande croissante d'énergie au niveau mondial. L'enjeu des prix de l'énergie s'explique par le fait que c'est le niveau des prix qui permet aux exportateurs l'équilibre de leurs budgets publics et aux importateurs de ne pas mettre en péril certains investissements dans les énergies alternatives.

2.2. Les perspectives énergétiques mondiales à l'horizon 2040

Les perspectives énergétiques servent à estimer l'offre et la demande à venir en énergie ainsi que la capacité des infrastructures existantes à y faire face ; elles permettent donc de dégager les différentes options possibles en matière de politique énergétique à moyen et long terme. Plusieurs organismes se penchent sur cette question, notre choix s'est porté sur l'Agence Internationale de l'Énergie (AIE) qui publie annuellement un document sur les perspectives énergétiques mondiales (World Energy Outlook), elle expose, pour les différentes régions, les besoins en énergie ainsi que les effets des mesures politiques et les progrès technologiques. Dans cette sous-section, on a pris en considération les chiffres parus dans l'édition de 2021.

2.2.1. Evolution de la demande

Selon les scénarios de l'Agence Internationale de l'Energie (AIE) dans sa publication de 2019⁴⁵, l'utilisation de l'énergie dans le monde est amenée à croître d'un tiers d'ici à 2040, essentiellement sous l'impulsion de l'Inde, de la Chine, de l'Afrique, du Moyen Orient et de l'Asie du Sud-Est. Les pays non membres de l'OCDE sont à eux seuls à l'origine de la totalité de la hausse de l'utilisation mondiale d'énergie. Pour les pays de l'OCDE, les tendances

⁴⁴Les guerres en Irak, en Syrie et en Libye

⁴⁵ Perspectives énergétique mondiale (World Energy Outlook). Document de l'agence internationale de l'énergie édition 2015.

démographiques et structurelles, associées aux efforts d'efficacité énergétique ont conduit à la réduction de leur consommation énergétique depuis le pic atteint en 2007. Les pays de l'Union européenne (-15 % sur la période jusqu'en 2040), le Japon (-12 %) et les États-Unis (-3 %) sont les principaux moteurs de ce déclin.

2.2.1.1. Evolution de la demande selon les sources de l'énergie

- **Le pétrole :** le scénario de l'AIE, prévoit que la croissance de la demande mondiale de pétrole va se poursuivre, et observera un ralentissement au 2025 et se stabilise dans les années 2030. Des politiques d'efficacité énergétique et une transition vers des combustibles alternatifs, peuvent engendrer une baisse de la demande pétrolière au niveau mondiale. L'introduction des énergies vertes dans le mix énergétique mondiale conduira au déclin des investissements dans l'amont pétrolier, et par conséquent une baisse de la production. Le contexte économique et politique mondiale ont un rôle majeur dans l'évolution du marché pétrolier mondiale pour les prochaines années.
- **Le Gaz naturel :** Avec une hausse de la consommation en continue, le Gaz naturel est le combustible fossile qui a la croissance la plus rapide en raison de son faible émission de carbone. La Chine et le Moyen-Orient sont les principaux foyers de croissance de la demande en gaz, dépassant ainsi tous deux l'Union européenne en matière de consommation. L'Agence Internationale de l'Énergie (AIE), prévoit une augmentation de la demande de gaz d'environ 35 % à l'horizon 2040. La raison à cet engouement pour le gaz tient au fait qu'il est une source d'énergie aux prix compétitifs et dont la gestion et le stockage sont aisés, ce qui permet de faire face à l'intermittence des renouvelables. Mais cette expansion à plus long terme est conditionnée par des politiques d'efficacité énergétique, et par la concurrence des autres sources énergétiques, telles que l'hydrogène bas carbone et le bio-méthane. L'hydrogène bas carbone suscite une vague d'intérêt, bien que sa production soit pour le moment relativement coûteuse. L'injecter dans les réseaux gaziers serait un bon moyen de permettre la montée en puissance des technologies de production et de réduire les coûts.
- **Le charbon :** La part du charbon au sein du mix énergétique mondial est de plus en plus en baisse même dans les régions où il est le plus utilisé à savoir les pays asiatiques. Les prévisions de l'AIE prévoient que sa part dans le bouquet énergétique mondial passe en dessous de 20 %⁴⁶ à l'horizon 2040, et ce pour la première fois depuis la Révolution

⁴⁶World énergétique Outlook 2019.

industrielle. L'utilisation du charbon pour la production d'électricité est fortement affectée par la baisse de la demande en électricité et son utilisation dans l'industrie est tempérée par une activité économique plus faible. Les politiques de sortie du charbon annoncées à ce jour, l'essor des renouvelables et la concurrence croissante du gaz naturel conduisent au déclassement de 275 gigawatts (GW) des capacités de production au charbon d'ici 2025 (13 % du total de 2019), dont 100 GW aux États-Unis et 75 GW dans l'Union européenne. La part du charbon dans la production d'électricité mondiale passe de 37 % en 2019 à 28 % en 2030 selon les prévisions de l'agence internationale de l'énergie.

2.2.1.2. Les pays émergents et l'évolution de la demande

La Chine et l'Inde vont être les moteurs de la future demande énergétique mondiale pour les prochaines années selon les scénarios de l'AIE. Sous l'effet de la croissance démographique et du développement économique, ces deux pays vont représenter plus de **50%** de la demande énergétique mondiale à l'horizon 2040.

- **La Chine :** La Chine est qualifiée du poids lourd du secteur énergétique mondiale par les analystes de l'AIE. Elle occupe toujours la première place de producteur et de consommateur le plus important de charbon au monde. Elle déploie plus de capacité de production d'électricité renouvelable que tout autre pays. D'ici aux années 2030, elle dépasse les États-Unis pour devenir le plus grand consommateur de pétrole et représente un marché plus important que l'Union européenne pour le gaz. En 2040, la demande énergétique totale de la Chine est près de deux fois supérieure à celle des États-Unis.

Cependant, les bouleversements structurels de l'économie chinoise, qui favorisent l'expansion des services plutôt que l'industrie lourde, signifient que chaque unité de croissance économique future nécessite 85 % d'énergie en moins par rapport aux 25 dernières années. Les choix politiques modifient également le fonctionnement du système énergétique chinois et le rythme auquel il se développe. La Chine est sur le point d'introduire un système d'échange de quotas d'émissions en 2017 qui couvrira le secteur de l'électricité et l'industrie lourde afin de se substituer pour le charbon. D'un simple 4 % en 2005, la moitié de l'utilisation énergétique de la Chine est désormais soumise à des normes d'efficacité énergétique obligatoires. Les engagements internationaux en matière d'efficacité énergétique, parallèlement au déploiement à grande échelle de structures électriques éoliennes, solaires, hydroélectriques et nucléaires,

entraînent une stabilisation, puis un pic des émissions de CO₂ de la Chine vers 2030 d'après les perspectives AIE.

- **L'Inde** est la troisième économie mondiale et abrite un sixième de la population mondiale, mais elle ne représente que 6 % de la demande mondiale d'énergie. Un indien sur cinq, soit 240 millions de personnes, n'a toujours pas accès à l'électricité. Les politiques mises en œuvre pour la modernisation du pays et développer sa base manufacturière (*grâce au programme « Make in India »*), des revenus en hausse et 315 millions de résidents supplémentaires attendus dans les villes indiennes d'ici à 2040, l'Inde entre dans une période soutenue de croissance rapide en matière de consommation énergétique. Elle représente la part de croissance la plus importante, environ un quart, de la demande énergétique mondiale d'ici 2040.

2.2.2. Evolution de l'offre

2.2.2.1. Les énergies fossiles

En se basant sur les analyses et les perspectives de l'agence internationale de l'énergie, la part des énergies fossiles baissera dans le bilan énergétique mondial au profit des énergies renouvelables, mais cette baisse sera lente. La part des énergies fossiles devrait couvrir encore 74% du bilan énergétique primaire mondiale en 2035 (contre 80% en 2019) et celles des hydrocarbures (pétrole et Gaz) devrait représenter 50% au moins dans ce bilan (contre 54% en 2010). Les projections de l'AIE et celle de la compagnie BP montrent que, même dans un scénario où le découplage entre consommation d'énergie et croissance économique se poursuit, la part des fossiles sera toujours de 74% en 2035 avec une convergence vers 25% pour chacune des trois énergies fossiles. La part du pétrole baissera sensiblement, celle du charbon se stabilisera, et celle du Gaz s'accroîtra légèrement.

2.2.2.2. Les énergies renouvelables

Le risque d'épuisement des énergies fossiles en raison de leurs réserves limitées, et les engagements de la communauté internationale pour le climat⁴⁷, offrent des alternatives pour accélérer l'utilisation des technologies de combustibles à faible émission de carbone. L'objectif est l'augmentation de la part des énergies non fossile dans le mix énergétique mondiale de 19%, aujourd'hui, à 25% en 2040. Le gaz naturel (énergie fossile qui produit moins de carbone) est

⁴⁷Réduction des émissions de carbone dans le cadre du Scénario à 1,5°C (%) décidé dans la COP 21.

la seule énergie à voir sa part augmenté dans les scénarios de l'AIE. La réduction du coût des énergies renouvelables et les progrès des technologies numériques ouvrent d'immenses possibilités pour la transition énergétique et la promotion des énergies alternatives.

Selon les prévisions de l'AIE, c'est le solaire Photovoltaïque et l'éoliennes offshore⁴⁸ qui fourniront plus de 50% de l'électricité d'ici 2040. D'autres innovations se profilent à l'horizon, notamment les éoliennes flottantes qui rendent accessibles de nouvelles ressources.

2.2.3 Evolution des besoins d'investissements énergétique dans le monde

La structure des investissements à financer pour développer l'offre de l'énergie varie d'un pays à un autre ou d'une région à une autre, mais l'effort se concentre essentiellement dans le secteur de l'électricité et celui des hydrocarbures. Le secteur électrique constitue la priorité au Japon, en Corée mais aussi en Inde, dans l'union européenne, en Asie du sud- Est. Le pétrole concentre les efforts des pays du Moyen Orient, de l'Amérique Latine et à un degré moindre de l'Amérique du Nord et de l'Afrique. Le Gaz naturel demeurera la priorité en Russie. Le Charbon attire les investissements de la Chine et de l'Inde. Près de 400⁴⁹ Milliards de US \$ seront investis dans les systèmes énergétique à l'échelle mondiale d'ici 2035 selon les prévisions de l'AIE. Cela concerne aussi bien l'exploration-production d'hydrocarbures que la construction de centrales électriques ou les investissements dans l'efficacité énergétique. D'ici à 2040, 7,4 millions de dollars seront investis dans les énergies renouvelables. Ils représentent environ 15 % de l'investissement total dans l'approvisionnement énergétique mondial. L'expansion des EnR est en partie rendue possible grâce à la baisse des coûts d'investissement des technologies de production mondiale telles que le solaire et l'éolien (terrestre et offshore). Cette réduction devrait se poursuivre dans les années à venir rendant ainsi les énergies renouvelables compétitives face aux ressources énergétiques fossiles.

Une des plus importantes conclusions de cette section est que le mix énergétique⁵⁰ mondial reposera encore à près de 75% sur les énergies fossiles à l'horizon 2040 (contre 81,4%

⁴⁸ Grâce à la baisse des coûts et à l'expérience européenne acquise en mer du Nord. Le potentiel technique de l'éolien en mer est considérable, et équivaut à plusieurs fois la demande électrique actuelle. L'éolien en mer offre des facteurs de capacité nettement supérieurs à ceux du solaire PV et de l'éolien terrestre, grâce à des turbines toujours plus grandes, qui permettent de capter plus loin des côtes des vitesses de vent plus élevées et plus régulières. D'autres innovations se profilent à l'horizon, notamment les éoliennes flottantes qui rendent accessibles de nouvelles ressources et de nouveaux.

⁴⁹ Selon l'Agence internationale de l'énergie (AIE) dans sa publication annuelle Outlook 2021.

⁵⁰ Le terme de mix énergétique désigne la répartition des différentes sources d'énergies primaires utilisées pour les besoins énergétiques dans une zone géographique donnée. Il inclut les énergies fossiles (pétrole, gaz naturel, charbon), le nucléaire et les diverses énergies renouvelables.

en 2013). Pour la même période, le monde connaîtra une hausse de la consommation d'énergie. Cette hausse de la demande proviendrait entièrement des pays émergent notamment l'Inde et la Chine, sujets à une forte croissance démographique et économique. Les émissions de CO₂ liées à l'énergie pourraient suivre l'évolution de la demande en 2040. Les tensions géopolitiques causent un déséquilibre entre l'offre et la demande énergétique mondiale et rendent les prix instables. Ce constat renseigne sur les limites du système énergétique mondial actuel, basé sur les ressources entièrement sur les ressources fossiles. Pour assurer la continuité des approvisionnements en énergies, et pour garantir un développement durable prenant en compte les changements climatiques, un changement du modèle énergétique est nécessaire.

Le changement du modèle énergétique doit converger vers un mixte énergétique mondiale où les énergies renouvelables seront plus dominantes et plus compétitives face aux énergies polluantes. Le changement du modèle actuel désigne la transition énergétique, une notion complexe qui cherche à analyser les conditions et les moyens nécessaires pour converger vers un système énergétique plus durable et plus soutenable.

La section suivante va essayer de donner un éclaircissement sur la notion de transition énergétique en cherchant à comprendre, à travers sa définition et ses approches théoriques, les conditions de sa mise en œuvre, les facteurs la justifiant et ses différents enjeux sur le plan énergétique et environnemental.

2.3. Le contexte énergétique mondial et le réchauffement climatique

Les travaux du GIEC⁵¹ ont montré que les émissions de gaz à effet de serre liées aux activités humaines étaient responsables du changement climatique en cours. Selon leurs projections, le réchauffement pourrait atteindre jusqu'à 6°C en moyenne à la surface du globe à l'horizon 2100 en fonction des trajectoires d'émissions retenues.

Un accroissement important de la température du globe augmenterait certains phénomènes climatiques extrêmes (tempête, inondation, canicule, etc.), engendrerait une élévation du niveau des océans, et plus généralement risquerait de modifier profondément les conditions à la surface du globe. Il aurait pour conséquence de mettre en difficulté de nombreuses populations, et occasionnerait un coût important. La communauté internationale a

⁵¹ Le Groupe d'expert intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC), créé en 1988, a pour vocation d'évaluer d'un point de vue scientifique l'influence de l'Homme dans le changement climatique, mais aussi d'en mesurer les risques et de proposer des stratégies d'adaptation et d'atténuation.

décidé de se donner comme objectif de limiter la hausse des températures moyennes à 2°C à long terme. Ceci requiert, avec une probabilité de 50 %, que la concentration atmosphérique en gaz à effet de serre ne dépasse pas les 450ppm² et que les émissions de gaz à effet de serre soient divisées par deux par rapport à leur niveau de 1990 à l'horizon 2050, soit qu'elles soient divisées par trois par rapport à leur niveau actuel.

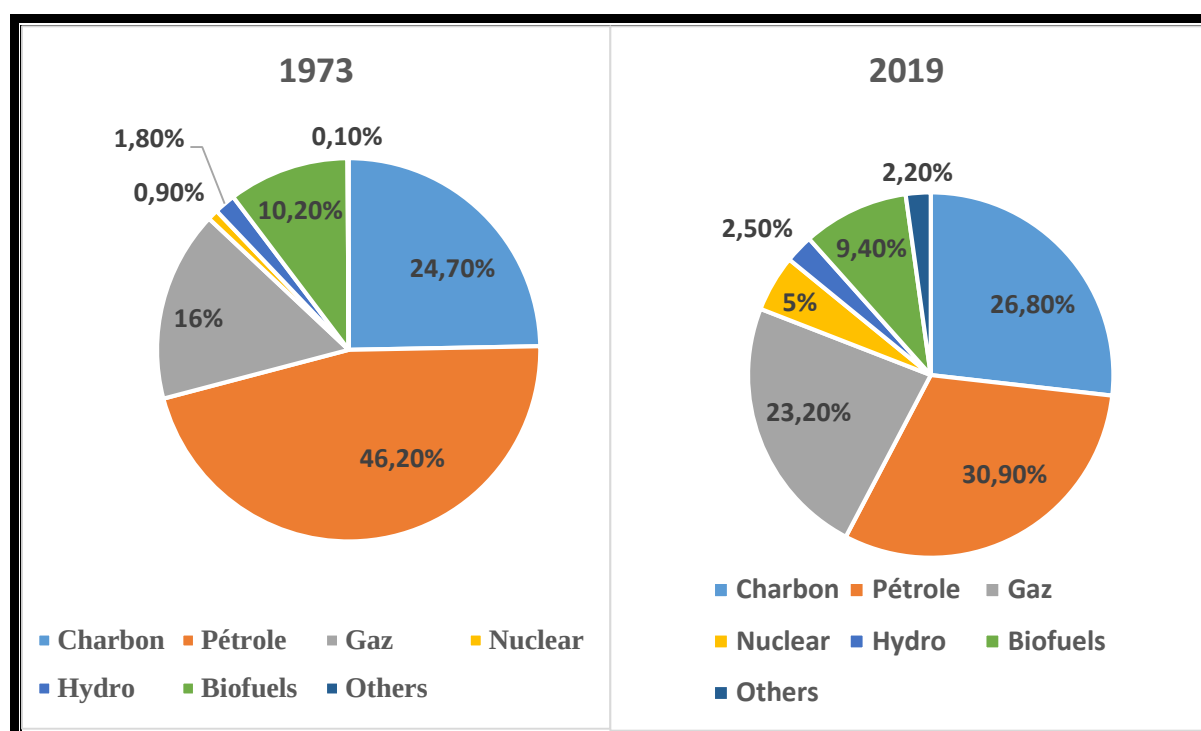
En 2019, les émissions du secteur énergétique s'établissaient à plus de 33 622⁵² Milliards de Tonnes de CO₂, soit 50 % de plus qu'en 1990. La Chine est le plus gros émetteur depuis 2007 représentant 40 % des émissions de CO₂ liées à l'énergie, devant les États-Unis ; ils représentent à eux deux plus de 40 % des émissions mondiales. Les engagements de la COP21⁵³ en matière d'énergie offrent des solutions pour accélérer l'utilisation de technologies et de combustibles à plus faibles émissions de carbone dans nombre de pays, en augmentant la part des combustibles non fossiles au sein du mix énergétique mondial de 19 % aujourd'hui à 25 % en 2040.

Le Groupe d'expert intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC), créé en 1988, a pour vocation d'évaluer d'un point de vue scientifique l'influence de l'Homme dans le changement climatique, mais aussi d'en mesurer les risques et de proposer des stratégies d'adaptation et d'atténuation.

⁵² Key World Energy Statistics, IEA – 2019.

⁵³ Conférence de Paris de 2015 sur le climat du 30 novembre 2015 au 11 décembre 2015 en France.

Figure 3 : Part des carburants dans les émissions de CO2 provenant de la combustion de carburants, (1973 et 2019)



Source: Key World Energy Statistics, IEA – 2019.

L'enjeu climatique requiert donc de moins recourir aux énergies fossiles, ce qui nécessite de réduire la demande d'énergie et de développer davantage les énergies alternatives, que sont aujourd'hui les énergies renouvelables. L'enjeu climatique incite par conséquent à un changement radical du mix énergétique mondial qui doit toutefois être envisagé au regard des autres enjeux énergétiques majeur en tenant compte des enjeux économiques et notamment de compétitivité que les choix énergétiques impactent directement. Pour Atteindre les objectifs du développement durable une mutation profonde et rapide à tous les niveaux du système énergétique est nécessaire. Un large éventail de combustibles et technologies permettent d'assurer l'accès à tous à des services énergétiques performants et économiquement rentables, tout en conduisant à des réductions massives des émissions de Gaz à effet de serre.

Section 3 : La nécessité d'une transition énergétique

L'impact négatif des combustibles fossiles sur l'environnement et leur caractère épuisable rendent nécessaire une transition vers des énergies renouvelables. L'épuisement des ressources fossile représente un risque pour les approvisionnements futurs en énergie, l'importance de leurs émissions de gaz à effet de serre est un risque pour le climat. Il est donc

nécessaire d'engager une transition vers un système énergétique faisant appel d'une manière prédominante à des sources d'énergies propres et renouvelables.

3.1. Le cadre théorique de la transition énergétique

3.1.1 Définition et conceptualisation de la notion de transition énergétique

Le concept de transitions énergétiques est apparu au lendemain des chocs pétroliers des années 1970 dans un ouvrage portant sur la diversification du mix énergétique⁵⁴. Offrant une perspective sur la dynamique des changements énergétiques et sociétaux, ce livre examine des exemples historiques de transitions énergétiques du pétrole et du gaz naturel aux ressources renouvelables ou à la fission nucléaire et évalue les implications des transitions énergétiques pour les politiques énergétiques gouvernementales. En 2009, le concept de transition énergétique est repris, en France, dans deux livres : « la Transition Energétique » par Michel J.-F. Dubois [2009] et « Réussir la Transition énergétique » par Alexandre Rojey [2008]. Le premier est d'avantage anthropologique et politique ; le deuxième est plus technico-économique.

Dans la littérature sur la transition énergétique, celle-ci est présentée comme un impératif imposé par les changements climatiques et les tensions croissantes sur les énergies fossiles. La transition énergétique apparaît, donc, comme une réponse au déficit environnemental du réchauffement climatique et de l'épuisement prévisible à terme des énergies fossiles [Charles 2015]. La notion de transition énergétique est souvent définie à partir du poids respectif des sources des énergies fossiles dans le système énergétique mondiale. DESHAIES Michel et BAUELLE Guy [2013] dans leur ouvrage « Ressources naturelles et peuplement » expliquent que le système énergétique actuel fait face à deux défis majeurs : la raréfaction des ressources énergétiques fossiles et fissiles conventionnelles à moyen et à long terme et le changement climatique. DEFEUILLEY [2014] dans son ouvrage « Portrait d'entreprise : La transition énergétique » s'interroge sur la durabilité du système énergétique, et plus largement du modèle de développement dominant, et suggère d'engager une nouvelle transition énergétique. D'autres auteurs associés la notion de transition énergétique à la maîtrise de l'énergie autrement dit, à l'efficacité énergétique [Greenpeace, 2013]. Le terme de « transition énergétique » est parfois employé pour désigner la baisse à venir de l'approvisionnement en pétrole puis en gaz

⁵⁴ Lewis J. Perelman, August W. Giebelhaus, Mickael.D. Yokel (1981) «Energy Tansitions: Long Term Perspectives » Routledge, 1981.

et pour désigner le remplacement souhaité d'une partie du nucléaire par « autre chose » [Jancovici, 2012]. Certains auteurs associent les facteurs techniques pour expliquer la notion de transition énergétique dans la mesure où, elle doit conduire à une profonde refonte des systèmes sociotechniques énergétiques, [Kempf, 1998]. Bien que les facteurs techniques soient importants, mais la transition énergétique engage les institutions, les systèmes politiques, économiques et sociaux. Cette dimensions socio-économiques, spatiales et politiques qui la définissent comme une « transition énergétique-rupture » dans la mesure où elle associe des substitutions énergétiques majeures à des ruptures d'ampleur dans le système sociotechnique établi [Du ruisseau, 2014].

Toutefois, quelle que soit la définition retenue, la transition énergétique vise à analyser la manière de promouvoir une convergence vers un système énergétique plus durable. En outre, elle cherche la modification de la structure énergétique par l'introduction des technologies des énergies renouvelables. Par ailleurs, l'analyse de la transition énergétique cherche étudier les conditions, moyens et résultats de la modification du système énergétique actuel basé sur les sources fossiles, épuisables par définition, vers un système nouveau qui fait appel à des énergies nouvelles et renouvelables. L'objectif est d'assurer la sécurité des approvisionnements et de la protection des externalités environnementales liées à l'utilisation des ressources fossiles. Par condition on entend les prérequis techniques et institutionnels visant à favoriser la transition vers les énergies renouvelables. Les moyens et les conséquences s'articulent à la fois autour des instruments disponibles tant au niveau interne qu'externe et les conséquences résultantes de la transition énergétique.

3.1.2. Les théories de la transition énergétique

Différentes approches sont utilisées pour faire référence à la transition énergétique. En effet, plusieurs théoriciens ont essayé de cerner cette notion en l'abordant sur des angles différents. Ces études ont montré que la transition énergétique peut avoir une approche institutionnelle, technologique, sociologique, regulationniste ou managériale. Il ne s'agit pas ici de rechercher à privilégier une approche par rapport à une autre, mais l'objectif est de démontrer que la transition énergétique analyse la manière de promouvoir une convergence vers un système sociotechnique soutenable.

3.1.2.1. Approche institutionnelle de la transition énergétique

Il s'agit de l'implication des institutions publiques dans la transition énergétique. Cette approche préconise une analyse approfondie de la structure institutionnelle pour favoriser la convergence vers un système socio-technico-économique soutenable, elle s'appuie sur le rôle des différents acteurs (*autorités publiques, consommateurs, producteurs, institutions étatiques...etc.*). Le rôle des institutions dans la transition énergétique est abordé par deux auteurs [Breukers 2007]⁵⁵ ; [Thiam, 2010]⁵⁶ qui ont privilégié la référence à la nouvelle économie institutionnelle⁵⁷ lorsque la transition énergétique se réfère à la diffusion des nouvelles technologies respectueuses de l'environnement. La nouvelle économie institutionnelle permet d'appréhender la relation entre différents acteurs et entre les institutions et les acteurs afin de promouvoir un changement de paradigme sociotechnique (Thelen, 1999 ; Hall and Taylor, 1996).

Par ailleurs, l'analyse institutionnelle de la transition énergétique permet également de comprendre la réorganisation des sociétés autour de certains acquis institutionnels. Cette réorganisation nécessite la remise à niveau de certaines structures, la modification de certaines normes et orientation culturelle mais également la capacité à intégrer les nouvelles exigences socio-économiques dans la dynamique de la formation institutionnelle. Dans ce cas de figure, l'approche institutionnelle de la transition énergétique constitue un cadre d'analyse pertinent permettant de comprendre les enjeux des structures organisationnelles sur la convergence vers un système socio-technologique plus soutenable.

3.1.2.2. L'approche technologique

Cette approche englobe les prérequis technologiques permettant de favoriser la dynamique d'une convergence socio-technologique pour la transition énergétique. Dans la littérature théorique ces prérequis sont assimilés à la base scientifique et technologique d'une

⁵⁵Thiam, Djiby-Racine, 2010. « Les énergies renouvelables décentralisées dans les pays en développement : Bilan d'un projet de micro-réseaux au Sénégal », Energy Policy N° 35, Août 2010, pages 1615-1623.

⁵⁶Breukers. S, 2007. « La mise en œuvre de l'énergie éolienne dans le changement institutionnel : une comparaison internationale » Energy Policy N° 35, p 2737 – 2750.

⁵⁷Appelée aussi le « néo-institutionnalisme » s'est construit à base des travaux des institutionnalistes américains du début du XXe siècle (Thorstein Veblen, John R. Commons, Clarence Edwin Ayres). Il s'agit des normes qui encadrent et régulent les comportements dans la coordination économique. Si c'est à partir des années 1970 que la NEI a émergé, son acte de naissance est en fait l'article de Ronald Coase « The Nature of the Firm » qui date de 1937. C'est à cette occasion que Ronald Coase introduira le concept de coût de transaction.

société permettant d'impacter sur une modification de paradigme technologique (Dosi1988)⁵⁸ ; (Nelson and Winter, 1982).⁵⁹ La mobilisation des ressources scientifiques pour l'émergence de nouvelles technologies permet le changement de ces paradigmes dans l'objectif de converger vers un système socio technologique soutenable et durable. Afin de faire converger un schéma socio-technologique existant vers un autre de nature plus soutenable, l'approche technologique de la transition énergétique tente de fournir des prérequis pour un changement technique structurel nécessaire à l'émergence de technologies nouvelles face à d'autres plus matures.

3.1.2.3. Approche sociologique de la transition énergétique

L'approche sociologique de la transition énergétique, se focalise sur les raisons comportementales et culturelles entraînant la modification d'un modèle socio-technologique existant. Existe-t-il un impact des comportements individuels et collectifs sur la modification du système socio-technologique existant basé sur les combustibles fossiles ? En se basant sur les fondements sociologiques, le concept de transition prend ses racines dans l'analyse de la dynamique des populations, son analyse requiert la compréhension des dynamiques sociologiques. L'énergie est au cœur de nos modes de vie et cristallise nombre de changements affectant nos sociétés : marchés, techniques, gouvernance [Christophe Beslay et Marie-Christine Zélem 2015]⁶⁰ . Ces changements sociétaux entraînent, donc, une dynamique des populations. Cette idée est convertie dans le domaine énergétique par [René Kempf ,Derk Loorbach et Jean Rotmans, 2007]⁶¹, en expliquant que la notion de transition énergétique se retrouve confrontée aux questions fondamentales du développement durable. D'autres études [Walker and Shove, 2007] ont récemment montré le rôle des comportements sociologiques sur la transition vers un système plus « *Respectueux de l'environnement* ». Ils développent que « *le changement a lieu à travers des processus de coévolution et d'adaptation mutuelle au sein et entre les différents acteurs..... les systèmes en transition sont généralement distants, voire voyeuristes, faisant peu de déclarations sur la façon dont les individus et les organisations peuvent, pourraient ou devraient agir pour affecter le processus en question ou orienter des*

⁵⁸ Dosi Giovanni « Changement technique et théorie économiques » Edité dans la série de Livre du laboratoire d'économie et de Gestion (LEM), Ecole d'Etudes Supérieures Sant'Anna, Pise, Italie 1988.

⁵⁹ Nelson R., Winter S.G. [1982], « Une théorie évolutionniste du changement économique », Presse universitaire Harvard.

⁶⁰ Christophe Beslay et Marie-Christine Zélem, « La sociologie de l'énergie : Gouvernance et pratiques sociales » CNRS Editions, 2015.

⁶¹ René Kempf, Derk Loorbach et Jean Rotmans, « La gestion de transition comme modèle pour gérer les processus de co-évolution vers un développement durable » Revue internationale du développement durable et Écologie mondiale, Volum14, N°1, 2007.

trajectoires vers des objectifs normatifs prédéfinis ». Par ailleurs, d'autres analystes⁶² introduisent la notion de l'apprentissage dans le processus de transition sociologique. Dans l'objectif d'optimiser leur choix dans un processus dynamique, ils accordent aux agents économiques certaines caractéristiques d'apprentissage leur permettant d'augmenter à la fois leurs capitaux cognitif et technique.

3.1.2.4. Approche regulationniste de la transition énergétique

Cette approche vise à analyser l'impact des politiques de régulation environnementales et technologiques sur le changement du modèle énergétique. Elle se base sur l'économie de l'environnement et du Changement technique pour expliquer les mécanismes de régulation environnementales et technologiques visant à promouvoir un système socio-économique soutenable.

En premier lieu, ces mécanismes visent à réduire les externalités négatives résultantes de l'exploitation des énergies fossiles (*système socio-économique non soutenable*). Dans ce cas, différentes politiques publiques sont privilégiées et variées entre instruments économiques et instrument de « cap-and-trade »⁶³. Les instruments économiques consistent en des politiques fiscales (essentiellement des Taxes), de subvention et de mise en place des permis négociables (entreprises et collectivités...). Les instruments de cap-and-trade visent quant à elles à promouvoir la transition énergétique en privilégiant une approche basée sur les quantités. En second lieu, les mécanismes de régulation technologique encourageant la transition énergétique peuvent utiliser une politique de « demand pull »⁶⁴ mais également de « technology push »⁶⁵. En effet dans la théorie économique, notamment la théorie évolutionniste, les changements technologiques sont influencés par les conditions de marché, autrement dit, il ne peut y avoir de changement technologique que si les conditions de marché le permettent. Dans le domaine

⁶² Marleen Van de Kerkhof, Anna Wieczorek « Apprentissage et participation des parties prenantes processus de transition vers la durabilité : considérations méthodologiques », *Revue Prévision technologique et changement social* N°6 (du 01/07/2005) Volume 72 Pages 733-747.

⁶³ Un système de contrôle des émissions de carbone et d'autres formes de pollution atmosphérique par lequel une limite supérieure est fixée sur la quantité qu'une entreprise ou une autre organisation donnée peut produire, mais qui permet d'acheter une capacité supplémentaire à d'autres organisations qui n'ont pas utilisé la totalité de leur quota.

⁶⁴ Les innovations "market pull" ou "demand pull" (tirée par le marché/ la demande) sont des innovations qui partent de besoins identifiés sur le marché. Il s'agit de trouver des applications à l'innovation mais de s'assurer qu'elle permettra de se différencier suffisamment des concurrents.

⁶⁵ Les innovations qui partent de l'invention technologique pour aller vers le marché. C'est implicitement le type d'innovation qui fut en arrière-plan des travaux des économistes pendant longtemps. C'est dans ce cas que l'on parlera d'innovation "technology push" ou "techno-push" (poussée par la technologie). Le point critique est alors de trouver des applications pertinentes pour l'innovation.

énergétique le prix des énergies est la résultante d'une modification des conditions de marché, alors que les changements technologiques s'assimilent à l'apparition de nouvelles formes de paradigme technologiques favorisant les technologies propres.

3.1.2.5. Approche managériale de la transition énergétique

Dans la théorie de la transition énergétique l'approche managériale est la plus analysée mais également la plus fréquente. Les premiers auteurs qui ont développé cette approche sont [Rotmans et al, 2001] ; [Kemp, 1997] qui considèrent la transition énergétique comme un phénomène dynamique. Ils expliquent que les transitions sont des processus de transformation sociétale qui se produisent au cours d'au moins une génération (c'est-à-dire 25 ans). Les transitions sont des changements structurels de la société ou une partie complexe de cette société. Les transitions montrent des évolutions technologiques, économiques, écologiques, socio-culturelles et institutionnelles à différents niveaux. Une transition est le résultat d'évolutions lentes (évolutions des approvisionnements) et de dynamiques rapides (flux). En général, quatre phases de transition peuvent être distinguées : (1) une phase de pré-développement d'équilibre dynamique dans laquelle le statu quo ne change pas beaucoup ; (2) une phase de décollage au cours de laquelle le processus de changement est lancé ; (3) une phase d'accélération au cours de laquelle des changements structurels se produisent, entraînant des processus d'apprentissage collectif, de diffusion et de mise en œuvre ; (4) une phase de stabilisation dans laquelle la vitesse des changements sociétaux diminue et un nouvel équilibre dynamique existe.

Une combinaison institutionnelle, technologique, sociologique et regulationniste sera couplée avec une approche managériale qui débouche sur une démarche de « *transition management* » afin de créer les conditions favorisant la transition vers un système énergétique basé sur les sources renouvelables.

Par ailleurs, l'approche managériale de la transition énergétique propose un cadre d'analyse détaillé à travers lequel la transition énergétique pourrait se concentrer. Elle exhorte une approche « multi-level »⁶⁶ contenant les conditions techniques mais également institutionnelles d'un système énergétique durable. L'implication « *multi-level* » permettrait de combiner une dimension micro - meso – macro level (figure 2). Cet outil d'analyse propose « une organisation des univers sociotechniques en trois niveaux » (Jaglin et Verdeil, 2013).

⁶⁶Un outil d'analyse utilisé dans le cadre de l'Histoire des Techniques et des Sciences de l'innovation.

Le niveau micro – « Technological niches » est formé de niches technologiques qui sont de véritables lieux d'innovation placés à l'abri de la pression des marchés. Les niches, après avoir été identifiées pourraient intégrer de nouvelles technologies moins polluantes qui vont s'assimiler à de nouvelles normes et de législations, nouvelles formes d'organisation ou même de nouveaux projets.

Le niveau meso « Socio-technical regime » est constitué par le régime sociotechnique défini plus haut. Par ailleurs, en accumulant les niches, on génère différents régimes « régime technologique » [Nelson et Winter, 1977] et de « système technique » [Rip et Kemp, 1998].

Le concept de régime technologique codifie les règles formelles et informelles régissant la production, en s'intéressant aux groupes sociaux impliqués dans la production. Le concept de système sociotechnique intègre au régime technologique d'autres groupes sociaux extérieurs au monde de la production mais interagissant entre eux et avec lui. Ces régimes générés contribuent au renforcement des capacités internes promouvant la transition énergétique.

Le niveau macro : correspond à l'environnement le plus large affectant les évolutions du « régime technologique » et de « système technique ». Ces régimes générés contribuent à promouvoir la transition énergétique. Une fois ces régimes accumulés, la transition se diffuse dans un environnement plus large permettant la distribution de ses impacts. Ce qui permettrait de faciliter le « overlapping »⁶⁷ des différents secteurs pour une transition plus soutenable et un système énergétique durable. Au-delà de cet enchaînement dynamique et complexe, la transition est présentée comme un phénomène comprenant des incertitudes durant les différentes phases de sa réalisation présentées dans les figures ci-dessus.

3.1.2.6. Limites des approches existantes et nécessité de considérer les spécificités des pays

A base des approches présentées et selon la littérature actuelle sur la transition énergétique deux constats peuvent être faits. En premier lieu, l'analyse de la transition énergétique tire quasi - entièrement ses fondements analytiques dans les pays développés et industrialisés. Cela rend cette analyse unidirectionnelle dans le sens où ces pays sont dotés de certaines caractéristiques énergétiques spécifiques.⁶⁸ Les modifications institutionnelles, technologiques et managériale proposées pour la transition vers un nouveau système

⁶⁷Désigne le chevauchement et l'implication d'autres secteurs dans la diffusion de la transition énergétique

⁶⁸ Par exemple dans les pays industrialisés, les caractéristiques du secteur énergétique sont très largement différentes de celles des pays en développement.

énergétique sont basées, essentiellement, sur la spécificité énergétique des pays développés. Dans ce cas de figure, l'analyse de la transition énergétique doit prendre en compte la caractéristique spécifique de pays en développement ou une partie de la population n'a pas accès aux services énergétiques.

En second lieu, La faiblesse de l'analyse portant sur les instruments favorisant la transition énergétique qui ne prend pas en compte la spécificité énergétique, industrielle et économique des pays. Pour promouvoir un système socio technologique soutenable, la quasi-totalité des instruments mis en œuvre trouve leurs fondements empiriques dans les pays industrialisés, puisqu'ils sont directement soumis, à travers le protocole de Kyoto, à la réduction de leurs niveaux d'émission de carbone dans les années à venir. Pour promouvoir un système socio technologique soutenable, la quasi-totalité des instruments mis en œuvre trouve leurs fondements empiriques dans les pays industrialisés, puisqu'ils sont directement soumis à travers le protocole de Kyoto à la réduction de leurs niveaux d'émission de carbone dans les années à venir.

A partir de ces constats, nous avançons l'idée que la transition vers les énergies renouvelables doit prendre en compte les spécificités économique, énergétique, et géographique propre à chaque pays. Elle doit combiner à la fois des approches décentralisées (pour prendre en compte les caractéristiques spatiales des zones enclavées) et centralisées afin de mettre les pays en développement dans une dynamique de convergence socio-technologique plus soutenable.

3.2. Les facteurs déterminants de la transition énergétique

3.2.1. L'accroissement des besoins énergétiques

La demande d'énergie primaire mondiale était satisfaite en 2019 à plus de 80 %⁶⁹ par les énergies fossiles. Le pétrole est la première source d'énergie, assurant 32 % des besoins mondiaux, suivi par le charbon (30 %) et le gaz (27 %). Les énergies renouvelables satisfont quant à elles 13 % de la demande. La part du nucléaire dans la consommation d'énergie primaire s'établit à 6 %.

Selon les scénarios de l'agence internationale de l'énergie (AIE) dans sa publication de 2019⁷⁰, L'utilisation de l'énergie dans le monde est amenée à croître d'un tiers d'ici à 2040,

⁶⁹ World Outlook Energy, AIE 2020.

⁷⁰ Perspectives énergétiques mondiales (world Outlook Energy), AIE 2020.

essentiellement sous l'impulsion de l'Inde, de la Chine, de l'Afrique, du Moyen Orient et de l'Asie du Sud-Est. Les pays non membres OCDE sont à eux seuls à l'origine de la totalité de la hausse de l'utilisation mondiale d'énergie. La demande énergétique est tendanciellement en forte croissance, sous l'effet de la croissance démographique et de la croissance économique, tirées principalement par les pays émergents, notamment la Chine et l'Inde. Ces pays, notamment les quatre grands émergents, qui constituent les BASIC (Brésil, Afrique du Sud, Inde et Chine), mais aussi ceux du Moyen-Orient, bien plus que les pays OCDE, « feront » les marchés de l'énergie et les prix deviendront donc de plus en plus exogènes.

Les principaux enjeux énergétiques à l'échelle de la planète, dans un monde où la croissance de la démographie et de l'économie tire à la hausse les besoins énergétiques, est la sécurité des approvisionnements et la durabilité du système énergétique. L'ensemble, doit être appréhendé en tenant compte des enjeux économiques et notamment de compétitivité que les choix énergétiques impactent directement.

3.2.2 L'avenir des ressources fossiles

Sur le plan des réserves, les combustibles fossiles de la planète se renouvellent bien plus lentement que leur vitesse de consommation actuelle, de sorte que leur épuisement doit être envisagé. Ce fait est reconnu depuis le premier choc pétrolier en 1973, tant par les scientifiques que par les industriels. Les découvertes de pétrole et gaz ont culminé vers 1960 et ont ralenti de manière importante, et la baisse des investissements dans l'amont pétrolier est considérable. Les scientifiques prévoient pour les prochaines années que le coût d'extraction s'élèvera alors que la production commencera à décliner. Cette phase, appelée « pic pétrolier » ou « pic de Hubert » du nom du géologue américain qui a formulé la théorie, devrait se situer avant 2030 selon les prévisions de l'AIE. La production de pétrole déclinant, cela impliquera une augmentation des prix...à mettre en parallèle avec un besoin croissant de l'énergie dans le monde.

L'épuisement des réserves des combustibles fossiles soulève la question de substitution énergétique pour satisfaire une demande mondiale de plus en plus en hausse⁷¹. Le modèle énergétique actuelle est incertain en termes de durabilité. Les réserves prouvées de toutes les formes d'énergies fossiles sont limitées, leur remplacement impose, à court terme, une transition vers un mix énergétique pour atteindre, à long terme, un modèle basé entièrement sur les

⁷¹C.Acket, Vaillant « les énergies renouvelables : Etat des lieux et perspectives » Ed Technip 2011,op-cite page 4.

énergies vertes. Selon les prévisions de AIE, la part des énergies fossiles dans le mix énergétique mondial devrait passer de 80% en 2019 à 75% en 2040, au profit d'une progression des énergies renouvelables.

3.2.3 L'effet du développement durable

3.2.3.1. La notion du développement durable

La préoccupation du développement durable a commencé à être étudiée scientifiquement pendant les trente glorieuses de l'après-guerre. Les rapports au club de Rome des années 1970 soulignait que « *nos expansions ne s'exerce pas de manière à créer ou préserver ce dont elles auront besoin pour s'entretenir à terme* »⁷². Mais plus tard, le fondateur du club de Rome que ces rapport étaient faux et tromper intentionnellement le publique de manière à le "sortir de l'illusion" selon laquelle "*la croissance est infinie*". Cette idée n'est plus jamais rétrogradée.

L'expression "développement durable" apparaît pour la première fois, en 1980, dans un document de l'union Internationale de conservation de la nature (UICN) intitulé "stratégie mondiale de la conservation". En 1983, une commission mondiale sur l'environnement et le développement a été mise en place au niveau des Nations Unis. EN 1987, la présidente de cette commission, Gro Harlem Brundtland, publie son rapport intitulé "Notre avenir à tous", texte qui désigne le contour de la notion du développement durable. Elle en donne cette définition « *Un développement qui satisfait nos besoins actuels sans compromettre la possibilité des génération futures à satisfaire leurs propres besoins* ». ⁷³

3.2.3.2. L'énergie et le développement durable

Il existe une relation équivoque entre l'économie et l'environnement. Les économistes voient l'environnement comme une partie de l'économie, alors que les écologues voient plutôt l'économie comme une partie de l'environnement. L'hypothèse de M. Porter (1981), selon laquelle les investissements des entreprises pour la protection de l'environnement, loin d'être une contrainte et un coût, peuvent apporter des bénéfices par un changement des modes de production. Partant De l'analyse de porter, c'est le rôle du progrès technique dans le développement économique qui est à l'origine des problèmes environnementaux.

⁷² Samuel Ferfari « Politique et Géopolitique de l'énergie » Edition Technip, Paris 2012 op-cite. page 88.

⁷³ Samuel Ferfari « Politique et Géopolitique de l'énergie » Edition Technip, Paris 2012 op-cite page 88.

L'utilisation par l'humanité de quantités considérables de combustibles fossiles est à l'origine d'un déséquilibre important du cycle du carbone, ce qui provoque une augmentation de la concentration de gaz à effet de serre et, par voie de conséquence, entraîne des changements climatiques⁷⁴. L'exploitation de ces combustibles engendre des problèmes environnementaux relatifs aux dégâts écologiques liés à leur extraction et à leur utilisation. Mais les pays développés ont pris conscience depuis les chocs pétroliers de 1973 et 1979 que leur prospérité matérielle était basée sur l'utilisation intensive de ressources naturelles finies, et que par conséquent, outre l'économique et le social, un troisième aspect avait été négligé : l'environnement. Le modèle de développement industriel n'est pas viable ou soutenable sur le plan environnemental, car il ne permet pas un « *développement* » qui puisse durer. Les points cruciaux en faveur de cette affirmation sont l'épuisement des ressources naturelles (*énergies fossiles*) et les problèmes du changement climatique.

Pour lutter contre le changement climatique, Il est plus essentiel que jamais pour les scientifiques et les industriels et les autres parties prenantes de disposer d'une compréhension claire de l'état du secteur énergétique à l'heure actuelle, afin d'identifier les changements transitoires et cycliques, les tendances qui perdureront, les risques et opportunités qui peuvent en découler, et les mesures à prendre pour créer un système énergétique plus sûr et plus durable. Les engagements des sommets climatiques de l'ONU (COP 21 et COP 26) annoncent un nouvel élan de transition vers un système énergétique plus efficace, à faibles émissions de carbone et l'abandon de la tendance de dissociation de la relation entre émissions de CO₂ et activité économique, jusqu'à présent tout à fait perceptible.

3.3. Les enjeux de la transition énergétique

La transition énergétique repose sur deux grands outils, l'efficacité énergétique et les énergies nouvelles et renouvelables⁷⁵. Elle présente des enjeux croisés notamment sur le plan social et économique. Sur le plan économique l'objectif est de réduire la dépendance énergétique, gagné en compétitivité et la création de l'emploi. Maîtriser le prix de l'énergie pour lutter contre la précarité énergétique est un défi social à relever ; et en fin pour faire face aux contraintes écologiques, elle doit réussir à réduire les émissions de gaz à effet de serre, et maîtriser l'ensemble des impacts environnementaux et sanitaires⁷⁶.

⁷⁴Philippe Naccache « Economie de l'environnement et développement durable ». Pearson 2013, op.cit. page 147

⁷⁵Alain Grandjean et Mireille Martini « Financer la transition énergétique dans le monde » Éd de l'Atelier, 2016.

⁷⁶Alain Grandjean et Mireille Martini « Financer la transition énergétique dans le monde » Éd de l'Atelier, 2016.

Pour atteindre ces objectifs, la transition énergétique doit relever les défis suivant :

3.3.1. Réduire la consommation d'énergie

L'équilibre entre l'offre et la demande de l'énergie doit être assuré en réduisant la demande. Réduire la demande signifie l'utilisation de l'énergie d'une manière plus performante de façon à diminuer la consommation sans compromettre le développement. Améliorer l'efficacité énergétique et les économies de l'énergie peut contribuer à un tel objectif.

3.3.1.1. L'efficacité énergétique

De manière générale, l'efficacité énergétique ou efficience énergétique désigne l'état de fonctionnement d'un système pour lequel la consommation d'énergie est minimisée pour un service rendu identique. C'est un cas particulier de la notion d'efficience. Depuis quelques années on lui associe souvent le concept d'énergie intelligente ou de réseau intelligent. Dans sa directive du 25 octobre 2012, la Commission Européenne définit l'efficacité énergétique comme "le rapport entre les résultats, le service, la marchandise ou l'énergie que l'on obtient et l'énergie consacré à cette effet"⁷⁷

L'efficacité énergétique s'appuie généralement sur l'optimisation des consommations, qui passe par la recherche de la moindre intensité énergétique , une « *utilisation rationnelle de l'énergie* », des processus et outils plus efficaces. Le volet économies d'énergie cherche à réduire les gaspillages et les consommations inutiles. C'est donc aussi un élément important de la performance environnementale. Dans certains cas l'économie d'énergie peut même améliorer la qualité de service.

Jeremy Rifkin⁷⁸ la définit comme « *le rapport entre les résultats, le service, la marchandise ou l'énergie que l'on obtient et l'énergie consacrée à cet effet* » ; La mesure de l'efficacité énergétique suppose des indicateurs pertinents et complets de consommation directe et indirecte d'énergie ; en pratique, il est parfois difficile de mesurer si le service rendu est ou non identique. L'efficacité énergétique vise aussi à réduire les coûts (directs et indirects) écologiques, économiques et sociaux induits par la production, le transport et à la consommation d'énergie. Elle augmente la sécurité énergétique, et l'adaptation au changement climatique.

⁷⁷ Haut Jean pierre « Comprendre l'énergie » L'Harmattan 2014, Op.cit. Page 79

⁷⁸Jeremy Rifkin, né le 26janvier1945aux Etats Unis ,essayiste américain, spécialiste de prospective économique et scientifique. Il est également fondateur et président de la Fondation on Economic Trends (FOET) basée à Washington.

3.3.1.2. Economie de l'efficacité énergétique

Bruno La pilonne [1997]⁷⁹ explique le concept d'efficacité énergétique, comme indicateur de performances énergétiques de l'économie. Du point de vue macro-économique, l'efficacité énergétique vise à diminuer la demande énergétique globale, qui additionne la demande primaire à travers les secteurs de l'agriculture, du bâtiment, de l'industrie et du commerce sans oublier les transports et la demande finale d'énergie quelles que soient ses formes (consommation domestique). Du point de vue micro-économique, les mesures visent à renchérir le coût de consommation de l'énergie et de favoriser par le biais d'aides (*subventions, déductions fiscales*) des unités économiques de plus faible intensité énergétique sous réserve de respecter des normes techniques strictement définies et adaptées. Le calcul précis de la demande, des pertes et des économies réalisables font de la phase de diagnostic (*diagnostic de performance énergétique*) une phase clé de la recherche d'efficacité par l'acteur économique.

Selon l'analyse de Bruno La pilonne, L'efficacité énergétique passe automatiquement par la réduction de la consommation de l'énergie, c'est ce qui est désigné par le concept des économies des énergies.

3.3.1.3. Economie d'énergie

Les économies d'énergie sont un résultat logique de l'efficacité énergétique, elles désignent les mesures, comportements et actions à mener pour limiter les gaspillages et la consommation d'énergie. Les économies d'énergie ont été toujours un objectif majeur pour les pays à forte consommation d'énergie. Des réglementations ont été mise en place pour le changement de comportement de consommation⁸⁰. Les économies d'énergie, dans ce contexte énergétique mondiale, doivent mettre en application des solutions d'efficacité énergétique pour consommer moins et mieux l'énergie. On distingue trois grandes catégories d'économie d'énergie :⁸¹

- L'efficacité énergétique dite passive : qui concerne le bâtiment et consiste à éviter les déperditions en renforçant la performance technique du bâtiment (isolation, doubles vitrages, toiture...etc.) ;

⁷⁹Bruno Lapillonne « Le concept d'efficacité énergétique comme indicateur de performances énergétiques de l'économie » Liaison Énergie Francophonie, n° 34, .p. 4-7 ,1997

⁸⁰ Jean-Pierre Hauet « Comprendre l'énergie : pour une transition énergétique responsable » L'harmattan 2014, op.cit. page 82.

⁸¹Jean Marie Chevalier " Comprendre le nouveau monde de l'énergie" Edition Maxima, Paris 2013.

- La sensibilisation des consommateurs à leur "empreinte carbone" et l'amélioration de la conscience environnementale ;
- La solution d'efficacité énergétique dite "active", c'est à dire agissant sur l'optimisation des flux énergétiques via l'utilisation d'appareils performants et de système intelligents de mesure et de régulation.

Enfin, Une amélioration de l'efficacité énergétique et les économies d'énergie n'implique pas nécessairement une baisse de consommation d'énergie. L'objectif d'une politique d'efficacité énergétique n'est pas de réduire à tout prix la consommation d'énergie, autrement dit économiser l'énergie, mais plutôt d'améliorer le rendement énergétique. Ce qui impose l'élaboration d'un nouveau modèle économique et énergétique.

3.3.2. Réduire les émissions de Gaz à effet de serre (G.E.S)

Un des objectifs majeurs de la transition énergétique est la réduction des émissions de gaz à effet pour la protection de l'environnement et de ce fait, lutter contre le changement climatique. Il est possible de réduire ces émissions en suivant les trois voies suivantes :

- Réduire la consommation d'énergie ;
- Réduire le contenu carbone de l'énergie consommée en développant l'utilisation des énergies alternatives ;
- Enfin, et compte tenu du fait que les combustibles fossiles vont continuer à jouer un rôle important dans les années à venir, les climatologues propose de capter le CO₂ et le stocker dans le sous-sol.

3.3.3 Développement des énergies nouvelles et renouvelables

Le développement des énergies renouvelables permet d'éviter les risques associés aux problèmes d'épuisement des ressources fossiles et les risques du changement climatique⁸². Elles sont un axe majeur de la transition énergétique mais posent encore des problèmes de rentabilité économique. Si elles n'ont pu s'imposer jusqu'ici, c'est en raison de leur coût de production trop élevé par rapport aux autres sources d'énergies. Leur production s'avère encore plus chère que les énergies des produits pétroliers. Leur manque de compétitivité face aux autres formes d'énergie est justifié par les coûts très élevés de la technologie associée à leur production. L'écart de coûts varie selon l'énergie considérée. Donc c'est un problème de compétitivité-coût

⁸² Bernard Durand, « Energie et environnement : les risques et les enjeux d'une crise annoncée » Les Ulis 2007.

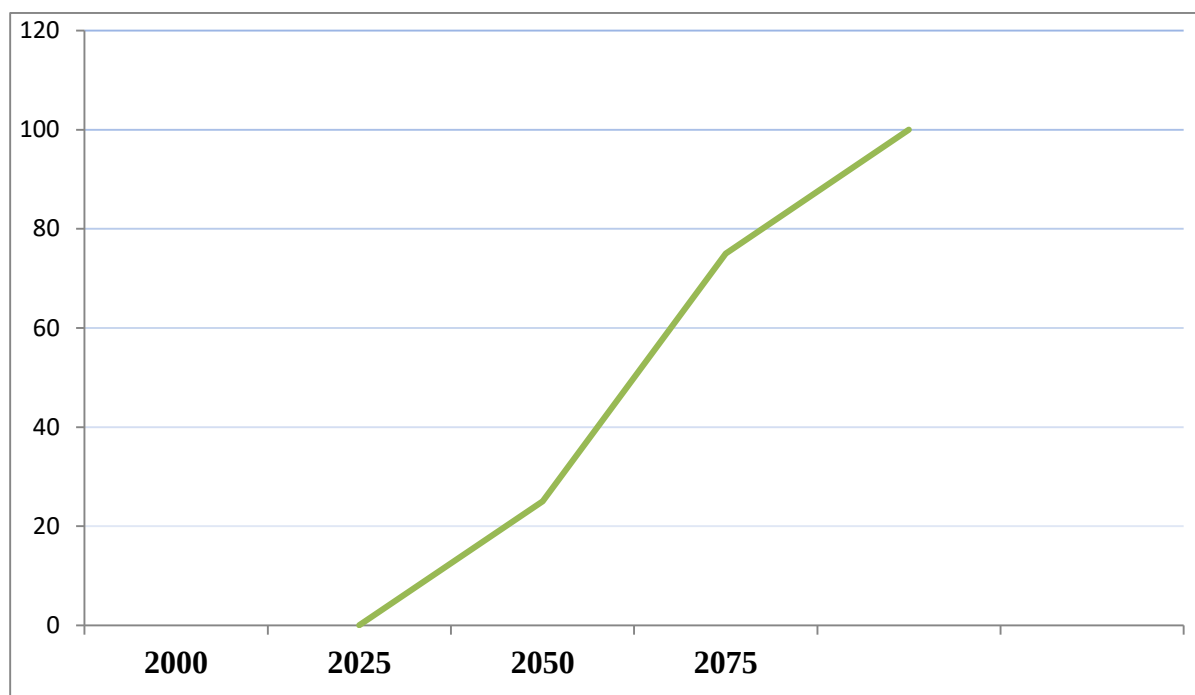
qui handicape l'essor des énergies renouvelables, et c'est pour cette raison qu'il est nécessaire d'élaborer une stratégie pour favoriser la compétitivité (coût-et technologie) des énergies renouvelables dans l'objectif de s'imposer comme principales sources d'énergies. Des efforts d'investissements en recherche et développement sont nécessaires pour les rendre plus compétitives face aux énergies carbonées.

3.4. Les contraintes de la transition énergétique

La transition énergétique suppose une montée en puissance des énergies renouvelables. Celles-ci sont diverses et parfois exploitées depuis longtemps, tout au moins sous une forme traditionnelle. Ces ressources pourront-elles se substituer aux énergies fossiles ? pour répondre à cette question, il est nécessaire de prendre en compte différents paramètres : la répartition des ressources aux différentes échelles spatiales sur terre et en mer, leur caractère intermittent ou non, les quantités d'énergie produites aujourd'hui et pouvant l'être demain, les coûts d'installation et de fonctionnement des systèmes de production... en fonction de tout cela, il est possible d'analyser la viabilité et la compétitivité des énergies renouvelables, qui conditionnent sans doute leur futur développement.

Les sources des énergies alternatives posent problème sur le plan de rentabilité économique face aux énergies fossiles. Une période de transition prolongée sera nécessaire pour inverser les parts des énergies fossiles et non fossiles dans le bilan énergétique mondial, en partant du modèle actuel basé à 80% sur les énergies carbonées. Selon les prévisions de l'AIE, l'évolution générale attendue prend la forme d'une courbe "sigmoïde", suivant une évolution d'abord lente, accélérant ensuite jusqu'à un point d'inflexion, puis ralentissant en fin de transition.

Figure N° 4 : Les étapes de la transition énergétique



Source : Atlas mondiales des énergies 2014.

Pour inverser les parts respectives des énergies fossiles et non fossiles d'ici la fin du siècle, il faut que le point d'inflexion se situe en 2050, avec une part des énergies renouvelable dans le bilan énergétique mondiale de l'ordre de 50%. En fait, si la part des énergies vertes se situe dans le monde entre 20 et 25% à l'horizon 2035, comme le prévoit l'AIE, il paraît difficile de prévoir une part allant au-delà de 30 à 40% en 2050, même dans le cas d'un scénario très favorable aux énergies nouvelles. La transition énergétique aboutissant à une large substitution des énergies fossiles par des énergies nouvelles est à long terme. Même si elle est amorcée dès à présent, elle ne s'achèvera sans doute qu'au-delà de 2100 selon les scénarios prévus et prouvés par l'AIE. Ceci s'explique par la durée des amortissements des investissements dans le secteur de l'énergie d'une manière générale et dans les renouvelables d'une manière particulière, qui peut être de l'ordre de 50 ans. Néanmoins, la mise en place des plans d'actions stratégiques, notamment l'amélioration de la technologie des énergies alternatives, pour le changement du modèle énergétique dans le monde urge. Le rapport Stern⁸³ a montré que plus les mesures nécessaires seront prises tard, plus elles seront difficiles et coûteuses à prendre.

⁸³ Le rapport Stern est un compte rendu sur l'effet du changement climatique et du réchauffement global sur la planète rédigée par l'économiste anglais Nicholas Stern pour le gouvernement du Royaume-Uni. Présenté le 30 octobre 2006.

Conclusion

La théorie des ressources épuisables évoquée dans ce chapitre ne suffit pas à elle seule de donner un éclairage complet sur la raréfaction des ressources et les comportements des acteurs sur les marchés énergétiques mondiaux, qui relèvent du champ de l'économie. La problématique de la gestion des ressources énergétiques doit s'insérer dans une approche plus large intégrant la gestion à long terme des ressources épuisables pour un équilibre offre-demande. Pour pouvoir déterminer, ensuite, les possibilités d'introduire d'autres ressources renouvelables et non épuisables.

Au-delà de la disponibilité des ressources énergétique fossiles et de la durée de leurs réserves, la question de la sécurité des approvisionnements reste entière, et une préoccupation majeure au niveau mondial. L'explosion de la demande, baisse de la production, baisse du nombre de découvertes ou l'exploration insuffisante de nouveau gisement et l'instabilité des prix, justifient l'inquiétude sur le futur énergétique mondial. A ces raisons s'ajoute celle qui est résumée par la règle de Hotelling et qui tient à la nature épuisable des ressources fossiles. L'épuisement progressif d'une ressource doit se traduire par sa rareté, et la hausse de son prix ce qui constitue par conséquent une menace sur la continuité de la fourniture d'énergie. Ce chapitre nous enseigne que seule la découverte de nouveaux substituts aux énergies fossiles peut rendre cette tendance à la baisse et garantir un approvisionnement énergétique en continu et durable.

Ainsi, la sécurité des approvisionnements ne peut être assurée sans le déploiement des ressources énergétiques non épuisables, qui constituent des substituts aux énergies fossiles. La substitution énergétique doit conduire à la construction d'un nouveau système énergétique durable et soutenable, basé sur les ressources renouvelables et non épuisables. Le modèle énergétique actuel est arrivé à maturité, autrement dit, à l'épuisement, se fonde sur l'utilisation des énergies de stock avec des réserves limitées, exploitées au sein d'un marché mondiale régulé par des facteurs géopolitiques. La transition vers les énergies renouvelables est justifiée par des facteurs qui remettent en cause le système énergétique actuel : la rareté mondiale de la ressource amène à des conflits géopolitiques, l'opacité des informations disponibles se répercute par l'instabilité des prix des ressources de stock sur les marchés de l'énergie. Enfin, les coûts environnementaux engendrés par les ressources fossiles incitent à initier une transition vers des énergies nouvelles dites de flux.

La transition énergétique doit être abordée sous ses différentes approches en s'appuyant principalement sur les progrès technologiques et la volonté politique au sens étendu, associant gouvernements, populations, acteurs économiques, etc. Le processus de sa mise en œuvre nécessite une focalisation sur le remplacement progressif des énergies fossiles par un mix énergétique privilégiant les énergies renouvelables, ainsi que sur une réduction de la consommation, une politique d'économies d'énergie et de réduction des gaspillages énergétiques, notamment via l'amélioration de l'efficacité énergétique par une meilleure maîtrise de la consommation.

Chapitre II

Introduction

Depuis son indépendance, l'Algérie a consenti beaucoup d'efforts pour doter le pays d'un secteur d'énergie performant afin d'assurer la couverture des besoins énergétiques du marché national, répondre aux besoins de financement du développement économique et social du pays, et consolider son rôle sur la scène énergétique mondiale. Ces efforts apparaissent sur tous les segments de la chaîne pétrolière et gazière. De l'amont, par le renouvellement des réserves et l'augmentation de la capacité de production, à l'aval par le développement des activités de la transformation (raffineries, unités de liquéfaction de GNL et complexes pétrochimiques). Le bilan des réalisations dans le domaine de l'énergie place l'Algérie au rang des pays les plus importants sur le marché énergétique mondial. L'industrie pétrolière et gazière a pris une dimension de taille internationale ce qui a permis à l'Algérie d'être classée 18^e producteur de pétrole au monde (3^{ème} en Afrique), 9^e producteur de gaz naturel (2^{ème} en Afrique) et le 8^e exportateur de gaz naturel au monde (1^{er} en Afrique). En termes de réserves pétrolières, l'Algérie occupe la 15^{ème} place mondiale.

En Algérie, le secteur économique de l'énergie occupe une place prédominante dans l'économie nationale. Il est basé sur un arbitrage entre la satisfaction des besoins énergétiques, en forte croissance, et les exportations d'hydrocarbures qui constituent une source de revenus importante pour le pays. L'Algérie dépend largement de ressources d'hydrocarbures pour le financement de son développement économique et social. Le secteur énergétique est quasi exclusif de deux entreprises publiques, la Sonelgaz et la Sonatrach. La Sonelgaz, ou Société nationale de l'électricité et du gaz, est une compagnie chargée de la production, du transport et de la distribution de l'électricité et du gaz. La Sonatrach est le groupement pétrolier chargé de la production, le transport, la transformation et la commercialisation des hydrocarbures, elle a été classée 1^{re} société en Afrique et 12^e plus grand groupe pétrolier au monde par le Petroleum Intelligence Weekly (Année 2011).

Dans le cadre de la politique énergétique nationale, la mission dévolue au secteur de l'énergie est de fournir à l'ensemble de la population, sur tout le territoire national, l'énergie dans les meilleures conditions en termes de qualité et de continuité de service. Du fait de la large disponibilité des hydrocarbures, les besoins énergétiques de l'Algérie sont satisfaits, presque exclusivement, par le pétrole et le Gaz naturel. Les évolutions des modes de vie, la croissance démographique, et les prix bas de l'énergie-en raison des subventions- font que la demande énergétique nationale est en croissance permanente. Pour les années à venir, et selon

les prévisions de l'agence internationale de l'énergie (AIE), la demande en énergie devrait continuer à croître voire même à doubler à l'horizon 2030.

La croissance continue de la demande interne d'énergie, les réserves limitées des ressources fossiles et leur futur épuisement posent la question de la durabilité du système énergétique actuel. Ce Chapitre offre un aperçu incisif de la situation énergétique en Algérie. Nous présentons le secteur de l'énergie, les étapes marquantes de l'évolution de la politique énergétique et l'analyse du bilan énergétique national pour pouvoir, ensuite, dégager les prévisions de la demande en énergie à long terme du pays. L'objectif est de fournir des conclusions permettant de relever les défis et les opportunités énergétiques nationaux.

Section 1 : Généralité sur la situation énergétique en Algérie.

1.1. Contexte général de l'Algérie : Principaux indicateurs socio-économiques

1.1.1. La population

Tableau 2 : Evolution de la population Algérienne 2010-2020

Indicateur social	2010	2016	2017	2018	2019	2020
Population (en millions)	36.4	40,4	41.2	42.2	43.0	43,9

Source : Démographie Algérienne 2017 N° 816 : Un document de l'Office national des statistiques (ONS) 2017

Avec une population de 43,2 Millions d'habitants au 1^{er} Janvier 2020, l'Algérie enregistre une démographie dynamique, le taux d'accroissement naturel est de près de 2,2% par an. La population algérienne se concentre en grande majorité dans les villes du Nord du pays, la population urbaine est de 71.3%¹. La densité populaire est de 17 habitants/km.²

Une des spécificités démographique en l'Algérie est la jeunesse de sa population avec une moyenne d'âge de 24 ans. La population en âge d'activité (15 à 59 ans) est de 62.5%. Le taux d'activité de la population Algérienne est de 43.9%.

1.1.2. Les indicateurs de croissance économique

Tableau 3 : Les indicateurs de croissance économique 2015-2020

indicateurs de croissance	2016	2017	2018	2019 ^(e)	2020
PIB (milliards USD)	160,13	167,56	188,34	200,17	207,85
PIB (croissance annuelle en %, prix constant)	3,2	1,4	2,5	2,7	1.8
PIB par habitant (USD)	3,928	4,034	4.450	4.646	4.738
Endettement de l'Etat (en % du PIB)	20,440	27,455	32,881	38,823	40,792
Taux d'inflation (%)	6,4	5,6	6,5	6,7	6,0
Balance des transactions courantes (milliards USD)	-26,47	-22,10	-16,92	-15,87	-13.06
Balance des transactions courantes (en % du PIB)	-16,5	-13,2	-9,0	-7,9	-6,3

Source : FMI - World Economic Outlook-Octobre 2018 Note : (e) Donnée estimée pour l'année

Selon les statistiques du FMI, publiées dans World Economic Outlook- 2018, l'Algérie dispose du PIB par habitant le plus élevé d'Afrique du Nord (14 950 USD en parité de pouvoir d'achat) et du quatrième PIB du continent africain (188,34 Mds USD en 2018). La richesse de son sous-sol (pétrole et surtout gaz : 7^{ème} exportateur mondial) conjuguée à la hausse des prix

¹Selon l'office national des statistiques : www.Ons.dz

des hydrocarbures sur les marchés internationaux au cours des années 2000 ont donné aux autorités algériennes des moyens importants pour le développement de leur politique économique et sociale. Les hydrocarbures ont représenté, en moyenne, sur la période 2002-2018 : 98% des exportations du pays, 67% des recettes fiscales et ont contribué pour 35% du PIB.

Toutefois, la chute des cours mondiaux des hydrocarbures depuis la mi-2014 a mis en exergue les vulnérabilités de ce modèle économique dépendant des hydrocarbures et porté par la dépense publique. Le prix moyen du Sahara Blend (pétrole produit par l'Algérie) est passé de 112,7² USD/bbl en juin 2014 à 31,3 USD/bbl en janvier 2016 pour remonter à 53,7 USD/bbl en décembre 2016, et a eu pour conséquence une contraction du poids relatif des hydrocarbures dans les exportations, le budget et la croissance du pays.

1.1.3. Indicateurs socio-économiques

a. Le taux de chômage

Tableau 4 : Evolution du taux de chômage 2016-2019

Indicateurs socio-économiques	2016	2017	2018	2019 ^(e)	2020 ^(e)
Taux de chômage (%)	10.5	11.7	11.6	12,3	13,3

Source: FMI - World Economic Outlook 2017^(e): Estimation pour l'année 2019

En 2017 le taux de chômage est de 11.7%, avec une prévision de 13.2% pour 2018 et 14.04 pour 2019 selon World Economic Outlook- 2018³. Il a enregistré une progression de 1.11% par rapport à son niveau de 2016 (10,5%), Le chômage est particulièrement élevé chez les jeunes (26,7%)⁴, les femmes (20 %), et les diplômés (17,7 %). Le taux élevé et persistant du chômage des jeunes témoigne du manque d'opportunités économiques en terme d'investissements productifs et créateurs de richesses.

b. Indicateurs monétaires

Tableau 5 : Indicateurs monétaires 2014-2020

Indicateurs monétaires	2014	2016	2018	2019	2020
Dinar algérien (DZD) - Taux de change annuel moyen pour 1 EUR	102,78	116,43	135,73	133.53	144,85

Source: FMI - World Economic Outlook 2018

²Statistiques publiées sur le site internet de l'organisation des pays exportateurs de pétrole www.opec.org

³World Economic Outlook- 2017 : Une publication du fond monétaire international

⁴ Source : L'office National des statistiques : www.Ons.dz

Le dinar algérien (DZD) s'est déprécié de 20 %⁵ par rapport au dollar américain (USD) et de 3.8 % face à l'euro (EUR), et a permis de compenser en partie la chute de recettes d'hydrocarbures. Son taux de change effectif réel demeure surévalué, en raison de l'élargissement du différentiel d'inflation et de tensions sur les marchés des changes.

c. Les principaux secteurs économiques

Tableau 6 : La répartition de l'activité économique par secteur d'activité pour l'année 2017 donne les résultats suivants

Répartition de l'activité économique par secteur	Agriculture	Industrie	Services
Emploi par secteur (<i>en % de l'emploi total</i>)	12.8	46.5	40.2
Valeur ajoutée (<i>en % du PIB</i>)	12.2	37.2	44.1
Valeur ajoutée (<i>croissance annuelle en %</i>)	1.0	2,1	2.2

Source: FMI - World Economic Outlook 2018

Une lecture des résultats sectoriels permet de constater les développements importants pour l'industrie et les services. Le secteur agricole affiche un ralentissement de son rythme de croissance qui est, à l'évidence, dû au comportement saisonnier du secteur. En terme de création d'emploi, c'est l'industrie qui offre plus de postes de travail comparativement aux autres secteurs, mais produit moins de valeur ajoutée par rapport aux services qui enregistrent par ailleurs, une croissance annuelle de 2.2% alors que l'agriculture et l'industrie enregistre respectivement 1% et 2%.

1.2. Présentation du secteur énergétique Algérien

En Algérie, le secteur énergétique est quasi exclusif de deux entreprises publiques, la Sonatrach et la Sonelgaz.

La Sonatrach : Société Nationale pour la Recherche, la Production, le Transport, la Transformation, et la Commercialisation des Hydrocarbures, est la plus importante compagnie d'hydrocarbures en Algérie et en Afrique. Elle intervient dans l'exploration, la production, le transport par canalisations, la transformation et la commercialisation des hydrocarbures et de leurs dérivés. Adoptant une stratégie de diversification, Sonatrach se développe dans les activités de génération électrique, d'énergies nouvelles et renouvelables, de dessalement de l'eau de mer, de recherche et d'exploitation minière.

⁵World Economic Outlook 2018.

Poursuivant sa stratégie d'internationalisation, Sonatrach opère en Algérie et dans plusieurs régions du monde : en Afrique (Mali, Niger, Libye, Egypte), en Europe (Espagne, Italie, Portugal, Grande Bretagne), en Amérique Latine (Pérou) et aux Etats Unis.

Tableau 7 : Les filiales de la Sonatrach

Forage et Services	Travaux publics	Aval	Commercialisation
ENTP 100% Entreprise Nationale des Travaux aux Puits	ENAC 100% Entreprise Nationale de canalisation	ENIP 100% Entreprise Nationale de l'Industrie Pétrochimique	NAFTAL100% Entreprise nationale distribution de produits pétroliers
ENSP 100% Entreprise Nationale des Services aux Puits	GCB 100% Société Nationale de Génie civil et Bâtiment	HELIOS 51%Entreprise Nationale de production des liquides d'hélium d'Arzew)	COGIZ 100% Société de Conditionnement et de Commercialisation des Gaz Industriels
ENAGEO100% Entreprise Nationale de Géophysique	ENGTP100% Entreprise Nationale des Grands Travaux Pétroliers	SARP I50% Société Algérienne de Projets Industriels	SNTM-HYPROC 100% Hyproc Shipping Company
ENAFOR 100% Entreprise Nationale de Forage		AEC 50% Algerian Energy Company	STH 60% Société de Transports des Hydrocarbures
		NEAL News Energy Algeri)	
		SORALCHIN 30% société de raffinage et de commercialisation de pétrole	
		HELISON Usine d'hélium de Skikda	

Source : <https://www.energy.gov.dz>

La Sonelgaz : Société nationale de l'électricité et du gaz, est une compagnie chargée de la production, du transport et de la distribution de l'électricité et du gaz en Algérie. Elle a été créée en 1969, en remplacement de l'entité précédente Électricité et gaz d'Algérie (EGA), et on lui a donné un monopole de la distribution et de la vente de gaz naturel dans le pays, de même pour la production, la distribution, l'importation, et l'exportation d'électricité.

- En 2002, le décret présidentiel N° 02-195, la convertit en une Société par actions SPA entièrement détenue par l'État. En 2010, on parle de Groupe Sonelgaz ;
- En 2002, la loi n° 02-01 du 5 février 2002 ouvre le secteur de la production d'énergie électrique à la concurrence et met fin à son monopole.

Tableau n° 8 : Les filiales de la Sonelgaz

Filiales métiers	Filiales périphériques	Filiales travaux
SPE Sonelgaz Production d'Electricité	TRANSMEX Société de Transport et de Manutention Exceptionnels des équipements industriels	KAHRIF Société de Travaux d'Electrification
GRTE Gestionnaire du réseau de transport d'électricité	MEI Société de Maintenance des Equipements Industriels	KAHRAKIB Société de Montage des infrastructures et Installations électronique
GRTG Gestionnaire du réseau de Transport Gaz	MPV Maintenance et Prestations de Véhicules	INERGA Société des Travaux de Génie Civil
OS Sonelgaz Opérateur Système Electrique	SAT INFO Société Algérienne des Techniques d'Information	KANAGHAZ Société des Réalisation des canalisations de transport et de Distribution du Gaz
SDA Sonelgaz Distribution Alger	SKMK Sharikat Khadamet Mouhaouilet Kahrabaia	ETTERKIB Société de Montage industriel
SDC Sonelgaz Distribution Centre	SPAS Société de Prévention et d'Action en Sécurité	
SDE Sonelgaz Distribution Est	CAMEG Comptoir Algérien du Matériel Electrique et Gazier	
SDO Sonelgaz Distribution Ouest	CREDEG Centre de Recherche et de Développement de l'Electricité et du Gaz	

Source : <https://www.energy.gov.dz>

1.2.1. Cadres juridique et institutionnel

Le cadre institutionnel et institutionnel régissant les activités du secteur de l'énergie a connu plusieurs évolutions depuis 1962. L'objectif est l'adaptation des lois et réglementations permettant au secteur de déployer ses activités. Une des missions du secteur de l'énergie est d'assurer l'adéquation du cadre juridique et institutionnel des activités énergétiques avec les objectifs qui lui sont assignés. Avec la promulgation des deux lois relatives à l'électricité et aux hydrocarbures, le secteur de l'énergie s'est doté d'un cadre juridique et institutionnel définissant les responsabilités et missions pour les différentes activités, dont les trois institutions ci-après :

a. La Loi n° 02-01 du 5 février 2002 relative à l'Electricité et la Distribution du Gaz par canalisations⁶

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.

b. La Loi n°05-07 du 28 avril 2005, relative aux hydrocarbures, modifiée et complétée par la loi n°13-01 du 20 février 2013 : Cette loi a permis la création de deux agences :

ALNAFT : Agence Nationale pour la Valorisation des Hydrocarbures 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.

ARH : l'Agence de Régulation des Hydrocarbures, 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.

Les amendements apportés à la **Loi 05-07** visent notamment, l'encouragement des investissements dans les activités de recherche et d'exploitation des hydrocarbures des gisements de petite taille, des gisements situés dans les zones très faiblement explorées et des

1.2.2. Le secteur de l'énergie en Algérie : une place stratégique dans l'économie nationale

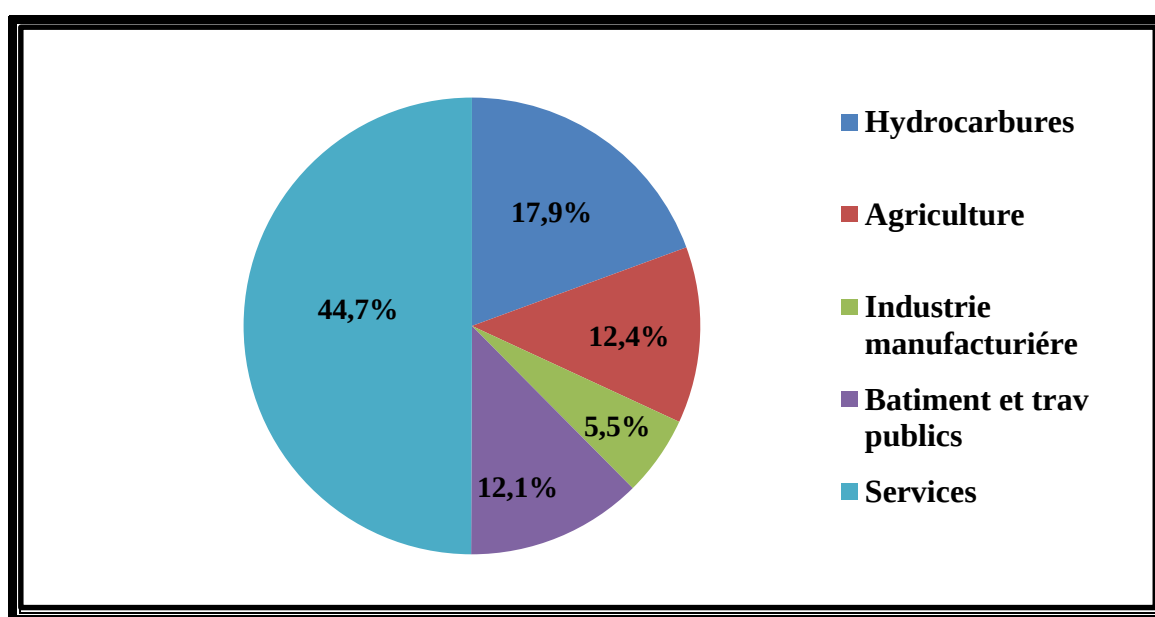
L'analyse de la structure de l'économie algérienne démontre une forte dépendance à la rente pétrolière. Cette équation est facile à appréhender lorsque l'on constate que cette économie est plus rentière qu'elle n'est productive et performante. L'économie algérienne est une économie à faibles performances dont les finances dépendent essentiellement des recettes d'hydrocarbures d'où la place stratégique du secteur de l'énergie dans l'économie nationale.

Les projets, les plans, les prévisions, le financement du budget, les importations et même l'alimentation et les médicaments sont financés avec les ressources des hydrocarbures. Tout

⁶[www.https://www.energy.gov.dz](https://www.energy.gov.dz)

événement qui ébranlerait la demande internationale ou engendrerait une faiblesse durable des prix du pétrole se traduirait par un fort amenuisement des gains à l'exportation et aurait des conséquences dramatiques sur l'économie algérienne. Les hydrocarbures sont par excellence le pilier de l'économie algérienne. Pour l'année 2017, les recettes d'exportation de pétrole et de gaz ont atteint 33,06⁷ milliards de dollars, par le secteur des hydrocarbures représentent **94.54%** des recettes d'exportation, 38% des recettes de l'Etat via la fiscalité pétrolière et **17,9 %** du PIB. Ce qui mène certains experts à assimiler la Sonatrach – entreprise publique d'exploitation de ces ressources – à toute l'économie⁸.

Figure 5 : La répartition sectorielle du PIB 2018



Source : établi selon les statistiques publiées par la banque d'Algérie dans son bulletin de statistique trimestriel N°39 Septembre 2017.

Pour mieux illustrer la place du secteur de l'énergie notamment la branche hydrocarbures dans l'économie nationale, nous présentons ci-dessus une répartition sectorielle du PIB Algérien pour l'année 2018. Les statistiques montrent que les hydrocarbures continuent de constituer l'essentiel de l'économie du pays malgré la baisse de la part de leur contribution dans le PIB depuis 2014 suite à la chute des prix du pétrole sur les marchés internationaux. Cette dépendance des recettes d'hydrocarbures rend l'économie Algérienne vulnérable à long terme compte tenu de l'épuisement prévisible de ces ressources fossiles.

⁷Banque d'Algérie : Bulletin de statistique trimestriel N°39 Septembre 2017.

⁸Déclaration à l'APS du ministre de l'énergie Abderrahmane Mebtoul, 24 février 2010.

1.3. La politique énergétique en Algérie

1.3.1. La notion de politique énergétique

Toute politique énergétique est fondée sur les caractéristiques propres du pays qui la met en œuvre : dotation en ressources énergétiques, climat, niveau de vie, structure de l'économie, densité du territoire, taux de motorisation, taux d'électrification, etc. « *La politique énergétique peut être définie comme l'ensemble des objectifs retenus par la puissance publique pour assurer l'approvisionnement énergétique du pays dans les meilleures conditions de coût et de sécurité et des moyens réglementaires et incitatifs mis en œuvre pour l'obtention de ces objectifs; objectifs et moyens étant coordonnés dans le respect des choix* ». ⁹

Une politique énergétique nécessite donc une vision globale de la gestion de l'ensemble des sources d'énergies effectives et potentielles. Elle devra permettre de garantir, en permanence, un arbitrage entre différentes contraintes. Ces considérations semblent être prises en compte par la politique énergétique nationale qui s'articule sur un certain nombre de principes directeurs.

1.3.2. La branche hydrocarbures

Dès son indépendance, en 1962, l'Algérie avait opté pour le développement du secteur de l'énergie, dans le cadre d'une politique nationale visant le développement des infrastructures électriques et gazières. Cette politique prévoit l'accès de la population à l'électricité et au gaz naturel comme une priorité absolue pour l'amélioration de la qualité de vie du citoyen et de la situation économique du pays. La charte nationale de 1976, annonça la volonté de généralisation de l'électrification des ménagers à travers tout le territoire national. Le recouvrement de la souveraineté nationale sur les richesses du sous-sol du pays a permis au secteur de l'énergie de jouer un double rôle, celui d'approvisionner l'économie en énergie et en matières premières et de contribuer au financement de son développement.

L'analyse historique de la politique énergétique nationale fait apparaître les étapes suivantes :

a. La récupération des ressources et la création de la Sonatrach

En 1962, au moment de l'accession de l'Algérie à l'indépendance, la production de pétrole était évaluée aux environs de 20 millions de tonnes par an, et revenait encore en

⁹PERCEBOIS.J: « Énergie et théorie économique : un survol », revue d'économie politique, n°111 Novembre-Décembre, 2001.

majorité à la France. Sur cette quantité, la part prélevée par le nouvel Etat Algérien s'élevait à 2,1 millions de tonnes soit 10,1 % de la production totale¹⁰. C'est dans ce contexte qu'a été créée la Société Nationale de transport et de la commercialisation des hydrocarbures, la Sonatrach. Ses missions ont été élargies à la recherche et à la transformation des hydrocarbures par le décret de 1966, intégrant ainsi l'ensemble des opérations du secteur des hydrocarbures.

En 1967, le domaine d'activité de la compagnie est étendu à la distribution. L'ordonnance de 1967 confie ainsi le monopole de la distribution à SONATRACH et dès 1968, les sociétés pétrolières assurant ce service sont nationalisées. L'adhésion de l'Algérie à l'OPEP, en 1969, a renforcé considérablement son pouvoir de négociation avec l'ancienne puissance coloniale. En 1970, toutes les entreprises non françaises qui avaient acquis des concessions avant l'indépendance furent nationalisées, c'est le cas des sociétés SHELL, PHILIPS, MOBILE, NEWMONT. Mais l'événement le plus important qui a caractérisé cette étape est incontestablement la récupération du contrôle des ressources en hydrocarbures en 1971.

b. La nationalisation de 1971

Après la nationalisation des hydrocarbures en 1971, le régime des concessions est définitivement aboli ce qui a permis à l'entreprise Sonatrach d'être le seul attributaire des titres miniers. L'Algérie procède à la nationalisation des intérêts français à hauteur de 51 % dans la production de pétrole brut, à 100 % dans celle du gaz ainsi que la nationalisation de tous les moyens de transport d'hydrocarbures.

Depuis, le rôle des hydrocarbures n'a cessé de croître pour devenir très tôt le pilier principal sur lequel repose l'économie nationale. Ce rôle est double : assurer l'approvisionnement en énergie du marché national et générer des recettes en devises pour l'économie grâce à l'exportation.

Concernant le rôle d'approvisionnement du marché national en énergie, la politique suivie a été essentiellement de promouvoir le Gaz Naturel dans le marché énergétique et a eu comme conséquence directe la marginalisation des énergies renouvelables. Une extension du réseau et ses ramifications a permis une pénétration importante du Gaz Naturel dans la plupart

¹⁰M.CHATELUS : « Nouvelles orientations de la politique pétrolière Algérienne », revue Maghreb-Machrek, n° 166, 1999.

des usages industriels. Pour les endroits où ce dernier n'est pas accessible c'est le GPL qui viens en appui et ce surtout pour l'usage domestique.

La hausse des prix du brut consécutif aux deux chocs pétroliers de 1973 et 1979 a contribué à augmenter la rente globale. Ce qui a permet le financement du développement économique et social du pays. Cependant le retournement de la conjoncture pétrolière à partir de 1982 et surtout l'effondrement des prix en 1986 vont avoir des répercussions extrêmement négatives sur l'Algérie dont les recettes tombent jusqu'à 5 milliards de dollars en 1986 et 1988. Les autres conséquences sur l'économie concernent la stagnation de la production pétrolière, un blocage de l'investissement et une aggravation de la dette à court terme¹¹. Cette situation a engendré une réorientation de la stratégie Algérienne en matière d'hydrocarbures vers le partenariat.

c. L'ouverture au partenariat à partir de 1986

Sous la forte pression des événements, l'Algérie décide de faire évoluer sa législation en matière des hydrocarbures. La promulgation de la loi N°86-14 a substitué à l'ordonnance du 12 Avril 1971 en vigueur jusqu'ici. C'est l'ouverture du marché Algérien des hydrocarbures aux investisseurs étrangers. Cette loi avait introduit, en particulier, la formule de partage de la production (PSC) qui permet de relancer le partenariat dans la l'exploration à un moment où la Sonatrach ne disposait ni des capacités financières ni des capacités technologiques pour renouveler ces réserves.

En dépit de l'apport de la loi 86-14 (13 Contrats de recherche et d'exploitation ont été signé)¹², l'activité de recherche demeure insuffisamment développé au regard des potentialités du pays. La Loi 91-21 est venue amender et compléter la Loi 86-14 pour introduire des dispositions nouvelles à savoir la participation des compagnies pétrolières étrangères à l'exploitations des gisements en production sous conditions que la Sonatrach conservera un intérêt d'au moins 51 %, élargissement du partenariat aux gisement gaziers en plus des incitations d'ordre fiscal.

La Loi 91-21 est le seul dispositif législatif qui définis la pratique du partenariat pétrolier en Algérie jusqu'au 2005 où une nouvelle Loi a été adopté puis modifiée et compléter en

¹¹Le montant de la dette est estimé à 25 millions de dollars en 1986.

¹²<https://www.energy.gov.dz>

2006. Cette nouvelle loi, appelée la nouvelle loi sur les hydrocarbures, est une réponse à une conjoncture internationale bien particulières.

Les réajustements de la politique énergétique nationale, opérés depuis l'indépendance, répondent à une double préoccupation : la nécessité d'une gestion optimale des réserves d'hydrocarbures et celle d'une rupture de la dépendance de l'économie vis-à-vis de ces ressources d'hydrocarbures.

1.3.2.1. Les lignes directrices de la politique énergétique Algérienne pour les hydrocarbures

a. L'amont pétrolier

1. L'Activité Exploration-Production : Dans l'objectif de renouveler ses réserves et augmenter ses capacités de production l'Algérie, à travers la société Sonatrach, concentre ses efforts sur la recherche de nouveaux gisements pétroliers et Gazier sur le territoire national. « *Produire plus et produire mieux* » c'est l'objectif stratégique visé dans le cadre de nouvelles orientations de la politique énergétiques nationale pour l'Amont pétrolier. Les amendements apportés à la loi 05-07 sur les hydrocarbures en 2013 visent notamment, l'encouragement des investissements dans les activités de recherche et d'exploitation des hydrocarbures des gisements de petite taille, des gisements situés dans les zones très faiblement explorées et des gisements à géologie complexe et/ou manquant d'infrastructure ainsi que l'optimisation des gisements par les techniques de récupération tertiaire.

Dans le cadre de la politique énergétique nationale, la mission dévolue à l'Amont pétrolier est la recherche, le développement, l'exploitation et la production des hydrocarbures. Cette mission s'articule en trois axes :

- Le développement et l'exploitation des gisements pour une valorisation optimale des ressources.
- La gestion des activités en partenariat dans les phases d'exploration, de développement et d'exploitation des gisements ;
- La recherche, la négociation et le développement de nouveaux projets sur le territoire national et à l'international.

2. La politique d'investissement dans l'Amont pétrolier : La stratégie d'investissement dans l'Amont pétrolier vise l'accroissement de nouvelles découvertes de gisement. Pour la

période 2017-2021, Sonatrach a décidé de consacrer 53 milliards de dollars dans l'Exploration-Production dont 9 milliards de dollars à l'exploration (sismique 3D, forages d'explorations, études...). L'objectif est de parvenir à forer quelque 100 puits par an. Dans le cadre de sa stratégie de croissance à l'horizon 2030 (SH2030), la compagnie Algérienne des hydrocarbures vise un doublement du volume annuel des découvertes et une augmentation des réserves prouvées de 50 à 100 millions de TEP par an.

3. La politique de coopération : La coopération a été toujours au cœur de la stratégie énergétique Algérienne depuis l'ouverture du secteur au partenaire étranger en 1986. Les amendements apportés à la loi 05-07 sur les hydrocarbures en 2013 visent notamment le renforcement de la politique de coopération de la compagnie Sonatrach avec de grands opérateurs pétroliers et gaziers étrangers et de ce fait, accélérer son programme de développement dans l'Exploration-Production.

4. Augmenter la production du Gaz Naturel : Un des objectifs de la nouvelle politique énergétique Algérienne dans l'Amont pétrolier et l'augmentation de la production du Gaz Naturel. A travers sa compagnie pétrolière Sonatrach, l'Algérie multiplie les projets d'exploration en propre et en partenariat sur les régions gazières du sud-ouest algérien mais aussi dans l'offshore. Les premiers forages gaziers en Méditerranée seront lancés début 2019¹³. D'ici 2023, l'Algérie prévoit d'augmenter sa production de gaz à plus de 140 milliards de m³

b. L'Activité Transport

1. Transport par Canalisations : Un des objectifs fixés par Sonatrach pour accompagner le développement de la production des hydrocarbures est l'extension de l'activité du transport par canalisation. Dans le cadre de politique énergétique, sa mission principale est le développement du réseau d'infrastructures de Transport par Canalisations, de Stockage, de Chargement et Déchargement à travers les infrastructures portuaires à quai et en haute mer. Elle assure le transport des hydrocarbures depuis les pôles de production au sud vers les centres de consommation et de transformation au nord (*marché national et exportation*).

Le rôle de l'Activité Transport par Canalisations, en tant que maillon opérationnel de la stratégie de SONATRACH, est d'optimiser les services apportés aux autres Activités et aux

¹³www.Sonatrach.dz

partenaires, en amont et en aval de la chaîne de valeur du Groupe, en développant constamment le réseau de transport et en fiabilisant et sécurisant son exploitation. Il s'étend aujourd'hui, sur près de 22 000 kilomètres dont 53%¹⁴ sont dédiés au transport du gaz naturel. La capacité installée de transport gazier du réseau nord du pays a été portée à près de 138 milliards de Contrats mètres cubes/an, dont 57 milliards de Cm³/an via les trois gazoducs (GPDF, GEM et MEDGAZ/GZ4) destinés à l'approvisionnement de l'Europe. Les efforts d'investissement dans l'activité de transport par canalisation ont permis à la compagnie pétrolière Algérienne d'exploiter 22 systèmes (STC)¹⁵ et 85 stations de pompage et de compression. La Compagnie dispose, également, de trois ports pétroliers de chargement d'hydrocarbures : Arzew, Bejaia et Skikda. Ces ports permettent le chargement de tankers d'une capacité de 80 000 à 320 000 TM.

La politique d'investissement est orientée vers les nouvelles technologies en matière de transport par canalisation pour doter Sonatrach de nouveaux équipements permettant d'améliorer et moderniser l'activité de transport. Sur la période 2019-2023 le groupe prévoit de consacrer près de 2 milliards de dollars pour ce maillon. La priorité est donnée aux investissements dans le gaz naturel pour mieux assurer les approvisionnements au marché national et renforcer ses capacités d'exportation.¹⁶

Aujourd'hui, Sonatrach gère un réseau de transport¹⁷ couvrant plus de 19.600 kilomètres, avec une capacité opérationnelle totale de transport de 360 Millions de Tep, ainsi que deux centres de dispatching : Hassi Messaoud accueille le dispatching des liquides et Hassi R'Mel celui du gaz naturel. Dans l'objectif de développer son réseau de transport, la compagnie pétrolière Algérienne prévoit, à moyen terme, de porter la capacité du réseau de 360 MTEP à 421 MTEP à la fin de l'année 2019.

Dans le cadre de son plan de développement à moyen terme 2019 – 2023, l'Activité Transport par Canalisations va concentrer ses efforts sur de grands projets de gazoduc¹⁸ pour améliorer la capacité de transport par canalisation à 15 milliards de Cm³ par an à l'horizon 2023.

¹⁴ www.Sonatrach.dz

¹⁵ Système de transport par canalisation.

¹⁶ L'Algérie fournit plus de 90 milliards de mètres cubes chaque année, pour le Marché National et à l'Export à travers les Complexes GNL et les Gazoducs à l'International.

¹⁷ Un réseau de pipes, oléoducs et gazoducs.

¹⁸ Tels que le gazoduc GR7 (*Expansion du gazoduc Sud-Ouest GR5 48''*) d'une longueur de 343 kilomètres, situé au sud de Hassi R'Mel. Ce projet assurera l'évacuation de la production additionnelle de gaz naturel issue de la région du Sud-Ouest

A l'international, SONATRACH TRC travaille également sur la réalisation de nouvelles canalisations¹⁹ qui permettent d'assurer la continuité et la flexibilité de l'approvisionnement en gaz naturel.

2. Transport Maritime : Le développement du transport maritime est au cœur de la stratégie de Sonatrach, Les capacités de transport développées par la compagnie lui permettent de disposer d'un portefeuille d'exportations GN/GNL très flexible ; cette flexibilité lui offre la possibilité de moduler son mode de fourniture pour conforter la sécurité des approvisionnements de ses clients. Actuellement, Sonatrach (*Hyproc et SPC Londres*) possède vingt et un (21)²⁰ navires de transport, (2 pétroliers), (10 de GPL) et (9 de GNL) et l'objectif à court et moyen terme est l'acquisition deux autres méthaniers, actuellement en chantier.

c. L'Aval pétrolier : La valorisation des ressources gazières nationales, la création de la richesse et un développement durable à des coûts raisonnables sont des objectifs majeurs de la politique énergétique nationale pour l'aval pétrolier. Un dispositif juridique a été mis en place pour encourager les investissements nationaux et étrangers. La stratégie adoptée pour concrétiser les objectifs tracés, a été basée sur :

- Le partenariat, comme option qui permettra de partager les risques technologiques et commerciaux (*acquisition du savoir-faire*) ;
- L'accès aux financements et aux marchés internationaux ;
- La création des PME/PMI.

Pour la période 2015-2019 un plan de développement des différentes branches de l'Aval pétrolier a été mis en place, et il prévoit :

1. Activité de raffinage et Pétrochimie : La mission essentielle de l'activité Raffinage et Pétrochimie est l'exploitation et la gestion de l'outil de production du Raffinage et de la Pétrochimie pour mieux satisfaire les besoins du marché national en produits pétroliers. La stratégie de la compagnie nationale des hydrocarbures à l'horizon 2030 (SH 2030) vise la modernisation et le renforcement des capacités de raffinage existantes et la mise en place d'une réelle industrie pétrochimique performante, par la valorisation, l'optimisation et la transformation des matières premières en produits pétrochimiques.

¹⁹Une nouvelle canalisation d'un diamètre de 48'' et d'une longueur d'environ 200 kilomètres qui reliera l'arrivée du Terminal d'El Aricha du STC GPDF à celui de Beni Saf du STC GZ4.

²⁰« Politique gouvernementale dans le domaine de l'énergie » Un document du Ministère de l'énergie, Septembre 2015.

En raison d'une forte demande sur les carburant, L'effort de la Sonatrach s'est focalisé sur les projets d'investissement les plus créateur de valeur notamment par des actions de modernisation, de mise à niveau et d'adaptation des processus aux avancées technologiques récentes notamment des complexes de raffinage.

- 2. Activité Liquéfaction :** L'Activité Liquéfaction-Séparation (LQS) a pour mission la transformation des hydrocarbures par la liquéfaction du gaz naturel et la séparation des GPL. Dans le cadre de la stratégie Sonatrach à l'horizon 2030 (SH2030), l'Activité Liquéfaction et Séparation s'est affirmée en tant qu'activité à part entière dans la chaîne de valeur de la compagnie dont sa mission principale est la liquéfaction du gaz naturel et la séparation des GPL pour le marché national et international.

Grace à la politique énergétique menée depuis plusieurs années, l'Algérie, à travers sa compagnie nationale, figure aujourd'hui parmi les leaders mondiaux dans l'industrie du GNL et des GPL. Les exportations de GNL par voie maritime sont de l'ordre de 21²¹ milliards de Cm³. Dans le cadre de sa nouvelle stratégie, axée sur la performance opérationnelle, l'entreprise vise à renforcer la présence Algérienne sur le marché international par le développement des capacités de production du GNL. Cette stratégie s'articule autour de la réalisation de grands projets structurants et à forte valeur ajoutée qui auront un impact significatif sur les résultats de l'Entreprise.

Dans le cadre de sa stratégie H2030, la compagnie nationale a lancé plusieurs projets dans la zone de Skikda, qui vont contribuer la modernisation et la sécurisation des installations de chargement du GNL, et à l'augmentation de la capacité de stockage du GNL. Pour le renforcement de la fiabilité des complexes de liquéfaction du gaz naturel, GL1.Z et GL2.Z situés dans la zone industrielle d'Arzew dans l'ouest de l'Algérie d'autres actions de modernisation ont été entreprises.

- 3. L'Activité commercialisation :** L'Activité Commercialisation consiste à assurer les approvisionnements énergétiques du marché national, sa première mission principale, en tant que garant du service public, est la valorisation des hydrocarbures liquides et gazeux, primaires et transformés, exportés sur les marchés internationaux. Dans le cadre de la politique énergétique nationale, l'Activité Commercialisation est chargée de l'élaboration et

²¹Rapport d'activité de Sonatrach 2017.

de l'application des politiques et stratégies en matière de commercialisation des hydrocarbures.

Depuis sa création, Sonatrach a investi dans l'acquisition d'une flotte maritime, un outil de flexibilité pour l'Activité Commercialisation et un vecteur de création de valeur pour le marché national et à l'exportation. Dans le cadre de sa nouvelle stratégie SH2030, la compagnie pétrolière nationale vise à renforcer les approvisionnements du marché national, mieux valoriser ses exportations et consolider son rang de fournisseur de premier ordre sur la scène internationale. Pour mieux élargir son portefeuille de clientèle, Sonatrach compte bien se diversifier aussi bien sur le plan géographique que sur le plan des montages commerciaux et des outils de Commercialisation. Pour impulser cette nouvelle dynamique de commercialisation des hydrocarbures, la Sonatrach s'appuie sur des atouts incontestables à savoir : des réserves en hydrocarbures considérables, une position géographique privilégiée dans le bassin méditerranéen.

1.3.3. La branche électricité et distribution de Gaz naturel.

Pour la branche électricité et Gaz, l'Algérie avait opté, dès son indépendance, pour une politique visant le développement des infrastructures électriques et gazières. Cette politique prévoit l'accès de la population à l'électricité et au gaz naturel comme une priorité absolue faisant ainsi du secteur de l'énergie un service public. L'objectif est de développer tous les axes permettant de garantir la couverture à long terme, des besoins en électricité et en gaz du pays, notamment par la diversification des sources d'énergie, le développement du parc de production électrique et des infrastructures de transport et de distribution de l'électricité et du gaz naturel. Le secteur a déployé beaucoup d'efforts en termes d'investissement pour le développement des capacités de production et de transport et distribution, ainsi que de confortement des infrastructures et réseaux électriques et gaziers.

1.3.3.1. La branche électricité

A. L'organisation du secteur électrique Algérien

Le début de l'électricité en Algérie et la création de la Sonelgaz

Au début du 20ème siècle, 16 sociétés se partageaient les concessions électriques en Algérie, le groupe Lebon (Compagnie Centrale d'éclairage par le Gaz) et la Société algérienne d'éclairage et de force (SAEF) au centre et à l'ouest, la Compagnie Du Bourbonnais à l'est ainsi que les usines Lévy à Constantine. Par décret du 16 Août 1947, ces 16 compagnies

concessionnaires sont transférées à EGA. Elles détenaient alors 90% des propriétés industrielles électriques et gazières du pays.²²

C'est l'ordonnance N°69-59 du 28 juillet 1969 qui dissout l'établissement public d'Electricité et Gaz d'Algérie (EGA), issu des lois françaises de nationalisation de 1947, et promulgue les statuts de la Société Nationale de l'Electricité et du Gaz (Sonelgaz). En 1969 Sonelgaz était déjà une entreprise de taille importante dont le personnel est de quelque 6000²³ agents. Elle desservait 700 000 clients. Dès sa mise en place, l'entreprise a effectué, outre la vente d'énergie, l'installation et l'entretien d'appareils domestiques fonctionnant à l'électricité ou au gaz. Elle s'est attachée à promouvoir l'utilisation du gaz naturel et de l'électricité dans les secteurs industriel, artisanal et domestique.²⁴

B. L'ouverture à la concurrence et restructuration du secteur

La loi de 2002²⁵ a mis fin au monopole de la production et de la commercialisation de l'électricité et du gaz naturel pour le marché national et a ouvert ces activités à l'investissement privé et à la concurrence. Elle confère à tout opérateur le droit de procéder librement à l'exportation et/ou à l'importation de l'électricité et a ouvert la voie à la mise en place d'un marché de l'électricité entre les pays du Maghreb et ceux du sud de l'Europe (réseaux interconnectés par le câble sous-marin Maroc - Espagne et projet d'interconnexion directe Algérie - Espagne).

Une restructuration du secteur a été opérée après la promulgation de cette loi avec comme résultat la création de la Commission de Régulation de l'électricité et du Gaz (CREG), et la modification des statuts de l'opérateur historique Sonelgaz²⁶ qui a débouché sur la création de nombreuses filiales au sein du groupe. Ces changements ont abouti à une séparation des activités Production, Transport et Distribution de l'énergie électrique et la création de plusieurs entreprises pour la gestion du secteur.

²² Historique de Sonelgaz, un document publié sur le site officiel de la société Sonelgaz : www.Sonelgaz.fr.

²³ *Idem*

²⁴ www.Sonelgaz.dz

²⁵ La loi sur l'ouverture du secteur électrique à la concurrence : L'activité de production de l'électricité est ouverte à la concurrence conformément aux dispositions de la [loi n°02-01](#)

²⁶ La création de la société holding « *Sonelgaz* » Le Décret présidentiel n° 02-195 a transformé la Société Algérienne de l'électricité et du Gaz en une société par actions (*Sonelgaz SPA*). Aujourd'hui, 100% du capital social de la Sonelgaz appartient à l'État.

C. Développement des infrastructures électriques

Dans le cadre de politique énergétique pour la branche électricité, l'Algérie avait mis en place dès les années 1970²⁷ des programmes pour la production et de la distribution d'électricité dans l'objectif de l'électrification du pays. Programmes nationaux, régionaux ou spéciaux, ils sont soutenus financièrement par l'État, à hauteur de 75% du coût global des projets et confiés aux filiales de Sonelgaz en qualité de Maître d'Œuvre et de Maître d'ouvrages. Ces programmes véhiculent la politique énergétique pour la branche électricité en matière de production et de distribution.

La politique énergétique pour la branche électricité s'est fixée comme priorité de développer tous les axes permettant de garantir la couverture à long terme, des besoins en électricité du pays, notamment par le développement du parc de production électrique et des infrastructures de transport et de distribution de l'électricité. Sonelgaz en tant qu'entreprise publique assumait seule la mission de service public dans le domaine de la distribution de l'électricité. Elle détenait le monopole sur la production, le transport, la distribution de l'électricité ainsi que le transport et la distribution du gaz jusqu'à l'ouverture du secteur à la concurrence en 2002.

La production d'électricité : La stratégie Algérien pour la production de l'électricité conventionnelle consiste en la mise en œuvre d'une série de projets industriels en partenariat²⁸ basés sur la valorisation des ressources locales et des avantages comparatifs dont jouit notre pays. L'objectif est de développer une industrie nationale chargée d'assurer la fourniture des équipements destinés au secteur de l'énergie électrique. Les programmes d'électrification (cités ci-dessus) véhiculent la stratégie énergétique Algérienne pour la branche électricité,

La commission de régulation de l'électricité et le gaz CREG est chargé de l'élaboration des programmes indicatifs décennaux chaque deux an. Ces programmes prévoient les capacités de production à mettre en place sur une période décennale par région (Est, Ouest, Centre et Sud) et par filières selon deux scénarios d'évolution de la demande (moyen et fort). Le dernier programme approuvé et celui de la décennie 2014-2023.

²⁷1977 Plan National d'Electrification : c'est le premier pour l'électrification du pays réalisé par la Sonelgaz.

²⁸Partenariat entre la Sonelgaz et les producteurs indépendants.

-Les moyennes de production de l'électricité en Algérie : Le système électrique (SE) algérien est constitué principalement de centrales thermiques fonctionnant au gaz naturel peu cher et d'un parc en expansion pour satisfaire une demande notamment de plus en plus importante en été. Par moyen d'équipement, la production d'électricité en Algérie se présente comme suit :

-Les centrales hydrauliques : Dans ces centrales, l'énergie électrique est produite à partir des turbines actionnées par une chute de l'eau provoquée par les vannes d'un barrage. Les usines sont construites au pied des barrages. Elle est liée directement à la pluviométrie et reflète l'effet de la sécheresse de ces dernières années. Elle représentait près de 6%²⁹ en 1985 de la production totale contre seulement 1% actuellement.

-Les centrales thermiques : Dans ces centrales, la production d'électricité dispose quatre types de centrales thématiques, à savoir : Turbine vapeur(TV), turbine gaz(TG), cycle combiné(CC), et centrale diesel(CD).

a) Turbine vapeur : cette production représente environ 50 %³⁰ de la production totale, elle prédominait le parc de production au milieu des années 1990. Plusieurs types de combustibles sont utilisés ; le gaz naturel, charbon, fuel, bois, gasoil. L'énergie est produite à partir de l'eau chimique des combustibles qui se transforme en énergie ; cette énergie chauffe l'eau qui se transforme en vapeur, la vapeur fait tourner la turbine et sa rotation produit de l'énergie.

b) Parc de turbines à gaz : l'énergie est produite à partir des turbines qui fonctionnent en utilisant un seul combustible, le gaz. L'énergie chimique du combustible se transforme en énergie électrique.

c) Les centrales cycles combinés : sont une combinaison entre les turbines vapeurs et les centrales turbinent gaz.

d) Les centrales Diesel : Dans les centrales diesel, l'énergie est produite par des moteurs diesel utilisant des gasoils, entraînent directement un alternateur qui produit l'électricité.

e) Les énergies renouvelables³¹ : l'énergie est produite à base des panneaux solaires photovoltaïques et les éoliennes.

²⁹www.CREG.dz

³⁰Selon le site du ministère des énergies et des mines : www.energy.gov.dz

³¹ La production d'électricité à base des énergies renouvelables va être détaillé dans le Chapitre 4.

Tableau 9 : Evolution de l'énergie électrique produite 1980- 2017 (GWh), par type d'équipement.

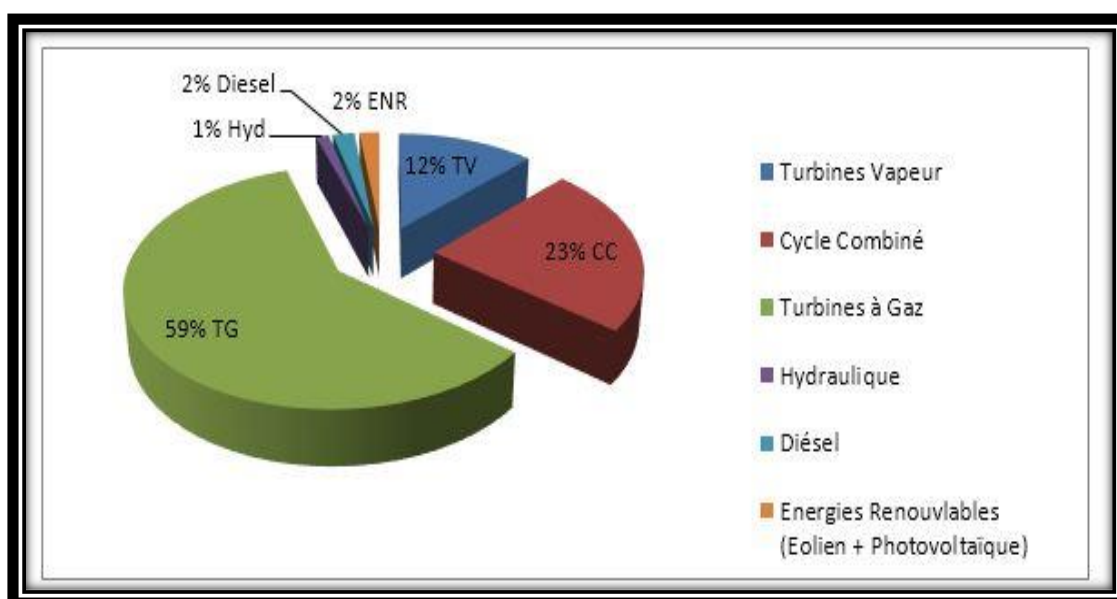
Type d'équipement	1980	1990	2000	2006	2010	2016	2017
Thermique vapeur	3 621	8 397	15 757	14 558	9 692	11 512	10 074
Thermique gaz	2 223	6 704	8 830	16 463	19 564	24 441	31 009
Cycle combiné	-	-	-	3 419	15 341	28 899	29 508
Hydraulique	251	135	54	218	173	72	71
Diesel	125	216	368	264	403	281	286
Eolien	-	-	-	-	-	19	21
Photovoltaïque	-	-	-	-	-	205	500

Source Ministère de l'énergie et des mines www.energy.gouv.dz

D. Puissance installée par type d'équipement à fin 2017

La stratégie d'investissement pour le développement du parc électrique favorise l'utilisation du Gaz naturel comme combustible principal pour la production de l'électricité. Les investissements dans la filiale gaz : les turbines à gaz et les cycles combinés sont justifiés par le fait que l'Algérie est un pays gazier. Les turbines à Gaz ont un fonctionnement en « pointe » et leur coût d'investissement est faible, quant aux cycles combinés sont intéressants techniquement pour un fonctionnement en « base » en raison de leur rendement et de leur prestation environnementale. La répartition de la puissance installée par type d'équipement fin 2017 est illustrée dans le graphique ci-après :

Figure 6 : Puissance installée par type d'équipement à fin 2017



Source : Ministère de l'énergie et des mines : www.energy.gouv.dz

Le graphe ci-dessus illustre la part de chaque moyen d'équipement dans la production d'électricité en Algérie. On constate que la production d'électricité est dominée par turbines à gaz avec 59 % suivie de cycle combiné qui enregistre une part de 23%, quant aux turbines à vapeurs elles représentent 12%, et enfin le diesel 0.30%, Hydraulique 0.90%, et les énergies renouvelables 2%. En cohérence avec les nouvelles orientations de la politique énergétique nationale, L'Algérie a introduit des énergies renouvelables³² dans son parc de production de l'électricité. Ce choix semble être plus approprié tant pour des considérations économiques et techniques qu'environnementales. L'introduction de la filière des renouvelables dans la production d'électricité va être développée en détail dans le troisième chapitre de ce travail.

Tableau 10 : Evolution de la puissance installée 1980- 2017 par producteur (MW)

Année	1980	1990	2006	2010	2016	2017
SPE	1 837	4 686	6 736	8 446	12 702	13 039
SKTM	-	-	-	-	1 007	1 133
Autres producteurs	-	-	1 170	3 036	5 412	5 414
Total	1 837	4 686	7 906	11 482	19 121	19 586

Source Ministère de l'énergie et des mines www.energy.gov.dz

E. La répartition de la production par producteurs

La production de l'électricité est assurée par la société Algérienne de production de l'électricité SONELGAZ (SPE), et des producteurs indépendants. Elle a connu une forte augmentation permettant au taux d'électrification nationale de passer de 41% en 1970³³ à plus de 99 % en 2017. La production d'électricité était 1 234 Gigawatt Heures durant les années soixante, elle est passée à 71 470³⁴GWh en 2017 soit une hausse moyenne de 7% par an.

Le parc de production national est constitué des centrales électriques de la Société Algérienne de Production de l'Électricité (**SPE**) et de Shariket Kahraba waTaket Moutadjadida (**SKTM**), ainsi que des sociétés en partenariat, à savoir :

- Kahrama Arzew mise en service en 2005 ;
- Shariket Kahraba Skikda « **SKS** » mise en service en 2006 ;
- Shariket Kahraba Berrouaghia « **SKB** » (Médéa) mise en service en 2007 ;

³²L'introduction de filière solaire et de l'éolienne dans la production de l'électricité

³³www.sonelgaz.dz.

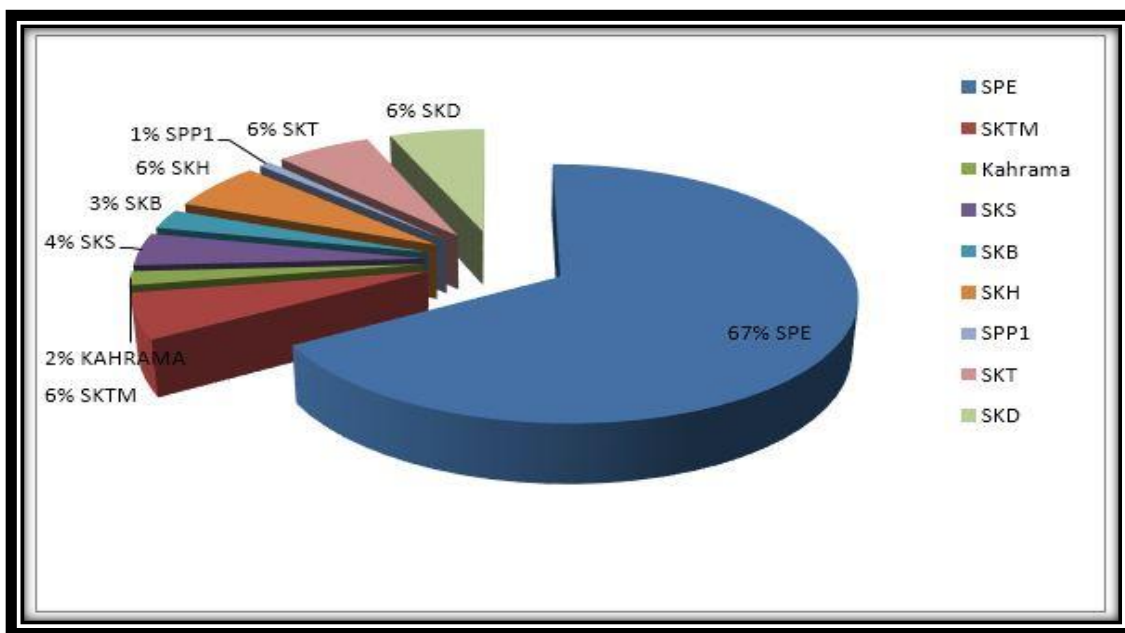
³⁴Source : Ministère de l'énergie et des mines :<https://www.energy.gov.dz>

- Shariket Kahraba Hadjret Ennouss « **SKH** » mise en service en 2009 ;
- **SPP1** mise en service en 2010 ;
- Shariket Kahraba Terga « **SKT** » mise en service en 2012 ;
- **Shariket Kahraba de Koudiet Edraouch** « **SKD** » mise en service en 2013.

F. Puissance installée de production d'électricité

Dans le cadre la stratégie énergétique nationale, Sonelgaz et ses sociétés filiales ont beaucoup investis pour le renforcement des capacités de production, qui a connu ces dernières années une évolution conséquente de la puissance de production d'électricité installée. Celle-ci est passée de 7 492³⁵ MW en 2005 à 19 321MW³⁶ en 2017, soit près de 12000 MW additionnelle mise en service en douze ans. La capacité supplémentaire nationale de production d'électricité au cours de la période 2017-2027 sera de 21 307³⁷ MW, dont 20 994 MW ont déjà été décidés et 313 MW sont en projet. L'investissement pour la période 2017-2027 sera de 1949³⁸Milliards de DA.

Figure 7 : Puissance installée par producteur à fin 2017



Source : Ministère de l'énergie et des mines : <https://www.energy.gov.dz>

³⁵ « La politique gouvernementale dans le domaine de l'énergie », un document du ministère de l'énergie, Septembre 2015.

³⁶<https://www.energy.gov.dz>

³⁷Chiffre fournis par Sonelgaz : www.sonelgaz.dz

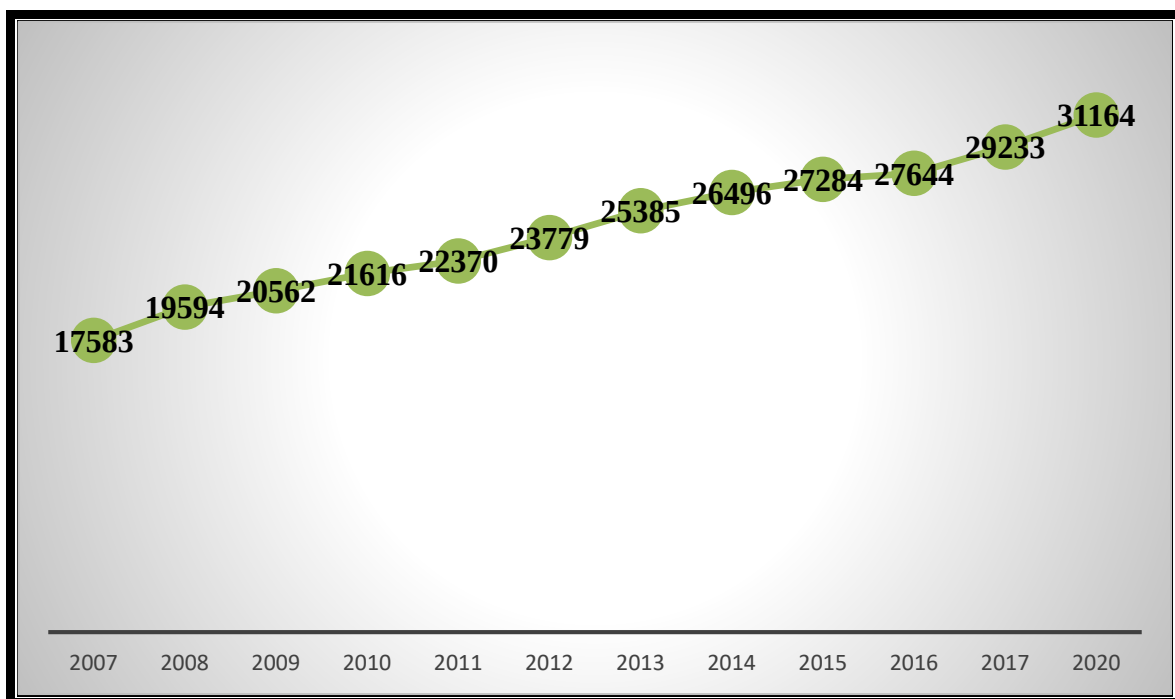
³⁸Selon les prévisions de Sonelgaz : www.sonelgaz.dz

G. Le transport d'électricité

Pour mieux satisfaire les besoins nationaux en électricité, l'Algérie avait mis en place un réseau électrique dont la structure se décompose en trois systèmes, le réseau interconnecté national (RIN) le pôle in Salah – Adrar – Timimoune (PIAT) et les Réseaux Isolés du Sud (RIS). La gestion est confiée au Gestionnaire du Réseau de Transport de l'Electricité (GRTE).

Le réseau électrique national a permis la sécurité de l'approvisionnement en énergie sur tout le territoire national et une gestion efficace des risques liés à l'exploitation des parcs de production de l'énergie électrique.

Figure 8 : Evolution de la longueur du réseau de transport électrique en (Km) 2007-2020



Source : La Commission de Régulation de l'Electricité et du Gaz (CREG) ; www.creg.gov.dz

La longueur totale du réseau national de transport de l'électricité, tous niveaux de tensions confondus (60 à 400 kV), dont la gestion est confiée au Gestionnaire du Réseau de Transport de l'Electricité (GRTE) est de 29 233³⁹ km à fin 2017, il était de 17583 km en 2007, soit près de 12000 km de réalisé en dix ans.

H. La Distribution de l'Electricité

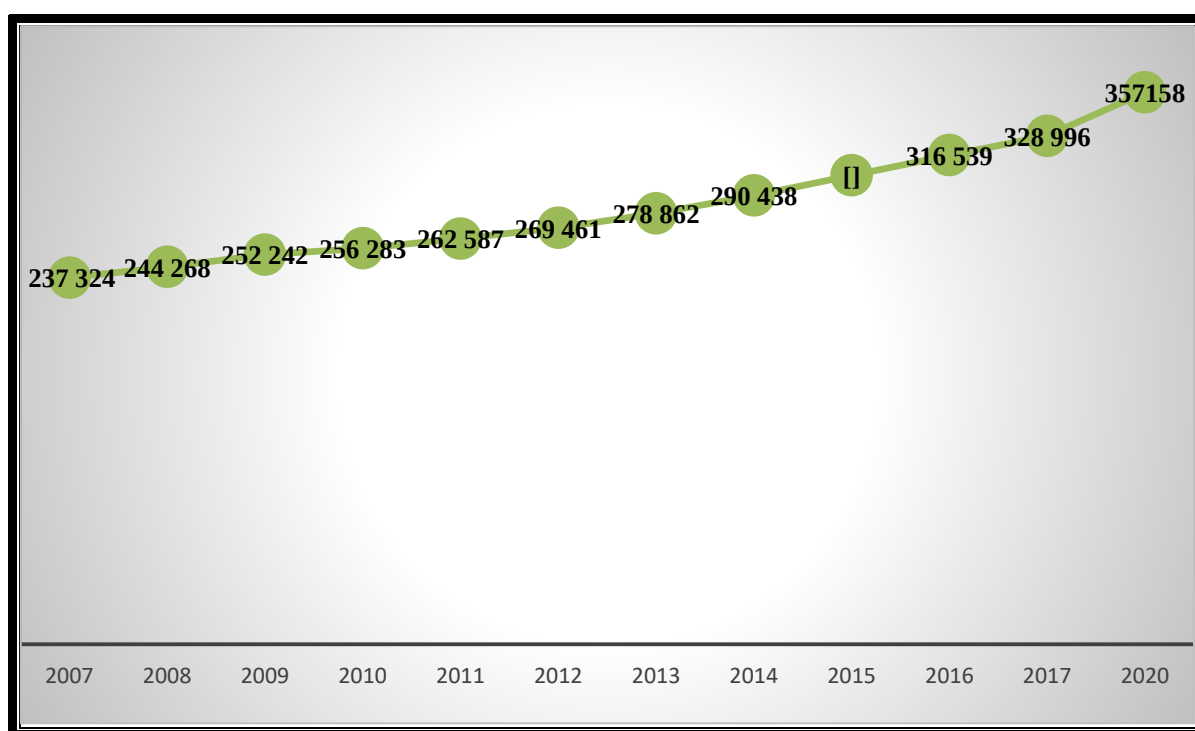
On appelle réseau de distribution électrique l'ensemble des installations visant à acheminer l'électricité au plus près des consommateurs. Cette distribution de l'électricité est faite par des

³⁹Selon le site du ministère de l'énergie et des mines : www.energy.gov.dz

lignes et des câbles moyens et basses tension, cette étape consiste à alimenter l'ensemble des consommateurs finaux à partir des postes de *transformations*. *Actuellement, la Sonelgaz est le seul fournisseur d'électricité (produite par Sonelgaz ou par des producteurs indépendants), activité qu'elle exerce au travers de ses filiales de distributions.*

L'activité de distribution de l'électricité et du gaz obéit au régime de la concession⁴⁰ et est régie par la loi **n°02-01 du 05 février 2002**, relative à l'électricité et à la distribution du gaz par canalisations et ses textes d'application. Les propriétaires des réseaux de distribution de l'électricité et du gaz desservant le territoire national, existant à la date de promulgation de la loi 02-01 sont titulaires des concessions d'exploitation de ces réseaux. Depuis l'année 2017, les concessions de distribution de l'électricité et du gaz sont détenues par la Société Algérienne de Distribution de l'Electricité et du Gaz « SDC » et sa filiale la Société de distribution de l'Electricité et du Gaz d'Alger « SDA » desservant la capitale.

Figure 9 : Evolution de la longueur du réseau de distribution électrique (en Km) 2007-2017



Source : La Commission de Régulation de l'Electricité et du Gaz (CREG) ; www.creg.gov.dz

⁴⁰L'attribution de la concession se fait par décret exécutif sur proposition du ministre chargé de l'énergie, après avis de la CREG. L'attribution de concessions de distribution se fait par voie d'appel d'offres lancé et traité par la CREG. La concession est incessible.

Sur les dix dernières années, la longueur des réseaux électricité (*haute, moyenne et basse tension*) est passée de 237 324 Km en 2007 (il était de 23 844 Km en 1962) à 328 996⁴¹ Km en 2017 soit un taux de croissance de 33.7 % (*3.33 par an*). Les investissements consentis pour le réseau de distribution ont permis une augmentation du taux d'électrification du pays (99% en 2017) et le nombre de clients en électricité a atteint 8, 81 millions en 2017.

1.3.3.2. La distribution du Gaz naturel

La distribution du gaz a été prise en charge dans le cadre de la politique nationale visant le développement des infrastructures électriques et gazières. Pour concrétiser cette politique l'Etat a pris en charge le financement de la réalisation des réseaux de distribution, à travers des plans et programmes initiés pour développer la distribution publique du gaz dont les objectifs sont les suivants :

- Mettre ce combustible à la disposition des ménages à travers le raccordement d'un maximum de localités et villes du pays ;
- Généraliser l'utilisation du gaz naturel pour la production d'électricité ;
- Satisfaire les besoins énergétiques de l'ensemble des projets industriels.

Nous présentons dans cette sous-section une analyse des différents programmes et plans cités ci-dessus, l'objectif est de cerner la stratégie énergétique Algérienne pour la branche distribution du Gaz naturel.

- **Le premier plan de 1969 :** A partir de l'année 1969, un premier plan de développement et de promotion du gaz naturel a été mis en œuvre. Un plan qui a permis l'alimentation de plusieurs localités. L'entreprise nationale SONATRACH a développé un ensemble de gazoducs à grande capacité qui ont transporté le gaz naturel des gisements de gaz naturel du Sud du pays vers le Nord ce qui a permis entre autres, de concrétiser un grand programme d'alimentation du marché national en gaz. A partir de ce réseau l'entreprise SONEGAS qui était chargée de la distribution du gaz sur le marché national, a pu développer un ensemble de canalisations de transport en haute pression pour alimenter les centrales électriques, les clients industriels haute pression et les distributions publiques en moyenne et basse pressions.

⁴¹Ministère de l'énergie et des mines : <https://www.energy.gov.dz>

- **Plan quinquennal 1980- 1984 :** En effet, dans les années 80, deux plans de développement quinquennaux ont permis d'augmenter le nombre de localités raccordées au réseau de gaz naturel et alimentées par ce dernier. Dans le cadre de la politique nationale de la promotion du gaz naturel, un premier plan quinquennal 1980 - 1984 financé intégralement par l'Etat a bénéficié à 37⁴² localités.
- **Plan quinquennal 1985-1990 :** Un deuxième plan quinquennal 1985- 1989 financé par un crédit remboursable a permis l'alimentation de 53 localités.
- **Les programmes des années 1990 :** Durant la décennie 1990 et malgré la situation difficile du pays sur le plan financier marquée par l'application du programme d'ajustement structurel⁴³ du FMI, plusieurs programmes ont été met en place dans le cadre de la stratégie de distribution du gaz naturel. Ces programmes financés 100% par l'Etat, ont permet l'alimentation de 150 localités en gaz, regroupant plus de 800 000 abonnés. Ce nombre a atteint le million au milieu des années 1990, à la faveur des programmes d'extension des localités déjà alimentées et du raccordement d'autres agglomérations.

La nécessité d'accroître la pénétration du gaz naturel dans toutes les régions du pays a poussé les autorités énergétiques à mettre en place un nouveau programme quinquennal de distribution publique du gaz. Ce programme porte sur l'alimentation de 134 nouvelles localités regroupant près de 237 600 foyers. Le mode de financement retenu dans ce programme pénalisait beaucoup les localités éloignées des gazoducs⁴⁴. La quote-part était trop élevée à cause du coût de revient du raccordement à la source d'arrivée du gaz naturel. Face à cette situation, un nouveau mode de financement a été mis en place à partir de l'année 2000 dispensant les collectivités locales de toute participation.

- **Les programmes des années 2000 :** Durant les années 2000 un premier programme triennal 2002-2004a été retenu. Le coût arrêté est de 35 milliards de dinars, le citoyen était appelé à une participation forfaitaire de 10 000 dinars par abonné. Le mode de financement retenu était à 100% à la charge de l'Etat pour le réseau de transport et les stations propane, à 50% à la charge de SONELGAZ et à 50% à la charge de l'Etat pour le réseau de distribution. Au terme de trois années, ce programme à permet de lancement des travaux dans 188 localités (dont 7 extensions), pour le raccordement de plus de 358 000 foyers.

⁴²Algérie Energie, revue du ministère des énergies et de mines, N°10 Avril-Mai 2018.

⁴³ Programme d'ajustement structurel du FMI suite à la cessation de paiement de la dette privée Algérien en 1993.

⁴⁴ Un mode de financement qui a mis à contribution les collectivités locales et les citoyens.

A partir de 2005 plusieurs programmes financés à 100% par l'Etat ont été initiés dans le cadre d'un important programme pour la croissance économique du pays. Plus de 1 800 000 nouveaux foyers ont bénéficié de la distribution du Gaz.

- **Le programme quinquennal 2010-2014 :** Ce programme quinquennal 2010-2014 porte sur une enveloppe globale allouée par l'Etat de 211 600 millions DA, pour le raccordement de 1 000 000 de foyers. Pour les perspectives de développement des infrastructures gazières entre 2015-2018, les autorités ont décidé de maintenir les efforts pour la distribution du gaz afin d'améliorer l'accès de la population au gaz naturel et assurer un équilibre socio-économique régional du pays.

Pour mieux évaluer la stratégie énergétique pour le gaz naturel, nous présentons ici le taux de pénétration en gaz naturel à travers le territoire national.

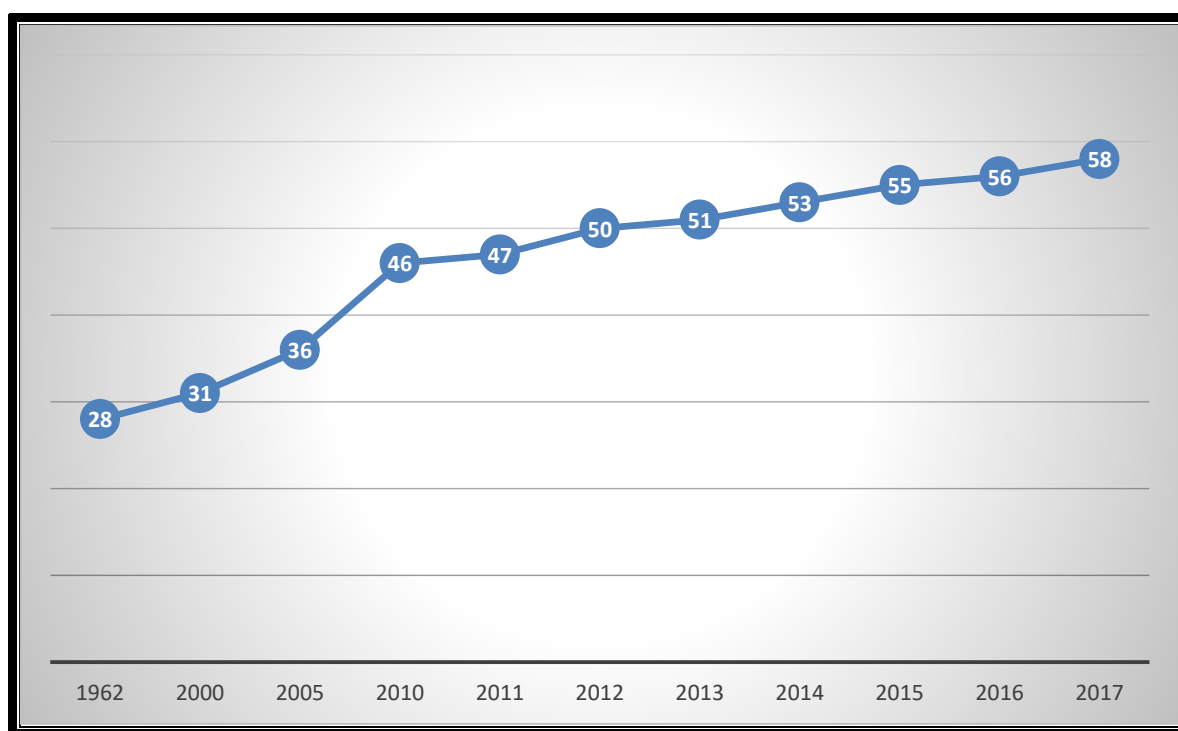
- **Evolution du taux de pénétration en Gaz :** A la fin de l'année 2017, ce sont plus de 1 851⁴⁵ localités réparties sur 1 363 communes sur les 1 541 que compte le pays qui sont raccordées au réseau gaz naturel. Le réseau de transport SONELGAZ est passé à 19 258 km de canalisations (462 km en 1962). Tandis que le réseau de distribution publique a atteint une longueur de 100 269 km à fin 2017. Le nombre de clients, toutes pressions confondues, est de 5 267 105 clients à la fin 2017 (705 100 en 1969). Ainsi, et à la fin de l'année 2017, le taux de pénétration du gaz naturel, sur le territoire national, avait atteint 60 %, grâce aux différents programmes de distribution publique de gaz réalisés dans le cadre de la politique énergétique nationale.

La consommation de gaz naturel pour la distribution publique et pour la clientèle industrielle est passée de 4,3 milliards de mètres cubes en 1998 à 13,5⁴⁶ milliards de mètres cubes en 2016, à près de 14 milliards de mètres cubes à fin 2017.

⁴⁵Algérie Energie, revue du ministère des énergies et de mines, N°10 Avril-Mai 2018.

⁴⁶ <https://www.energy.gov.dz>

Figure 10 : Evolution du taux de pénétration Gaz(%) National 1962-2017⁴⁷



Source : La Commission de Régulation de l'Electricité et du Gaz (CREG) ; www.creg.gov.dz

1.4. La Politique des Prix des Produits Énergétiques

Les prix de l'énergie à la consommation dans toutes ses formes sont subventionnés par l'Etat. Ils sont fixés sur la base de critères socio-économiques. Les subventions sont indirectes, elles ne sont pas assurées à travers des transferts directs du budget de l'Etat mais par le biais d'une réduction appliquée sur les bénéfices des sociétés étatiques de production, NAFTEC pour les combustibles et SONELGAZ pour l'électricité et le gaz.

Le système des prix des produits énergétiques adopté en 1968, suite aux nationalisations des sociétés étrangères de distribution avait pour objectif de garantir l'accès à un « besoin élémentaire » à un prix abordable et lutter ainsi contre les inégalités en termes d'accès à l'énergie d'une part, et assurer l'approvisionnement énergétique à bon marché des différents secteurs de l'économie nationale et notamment l'industrie d'autre part.

L'Algérie a des prix de vente au détail des produits pétroliers et du gaz qui figurent parmi les plus bas au monde, et ce, grâce aux subventions accordées au fuel, au gaz et à l'électricité notamment. Ces subventions coûtent 12 %⁴⁸ du PIB (produit intérieur brut), et elles

⁴⁷Algérie Energie, revue du ministère des énergies et de mines, N°10 Avril-Mai 2018.

⁴⁸Statistique pour l'année 2017, publié dans le rapport du FMI sur les perspectives économiques de l'Algérie.

représentent 60% des subventions globales. « *Le soutien des produits énergétiques absorbe 60% des ressources consacrées par les pouvoirs publics aux subventions qui ne passent pas par le budget de l'Etat* ». ⁴⁹

Les prix bas de l'énergie ont entraîné une progression rapide de la consommation d'énergie dans le pays et entraves toute politique d'efficacité énergétique à moyen et à long terme. Une tarification énergétique appropriée est essentielle à la politique d'EE. Il a été démontré empiriquement que les distorsions des prix résultant des subventions énergétiques sont la raison clé d'une efficacité énergétique faible. De même, des prix énergétiques élevés conduisent à un taux rapide d'amélioration de l'EE (Ellis, 2010). ⁵⁰

D'une certaine manière, le système des prix n'est qu'un instrument de la politique énergétique. Son adaptation à la nouvelle configuration économique nationale, voire mondiale est une inéluctable pour une meilleure rationalisation de l'utilisation de l'énergie.

Section 2 : L'analyse du bilan énergétique Algérien

Après avoir exposé les principales lignes directrices de la politique énergétique nationale, il convient maintenant d'en évaluer le contenu à travers l'analyse du bilan énergétique national et précisément la présentation d'un certain nombre d'indicateurs susceptibles d'apporter des éclairages sur la gestion à long terme du secteur énergétique Algérien.

2.1. Présentation du bilan énergétique Algérien

2.1.1. La notion du bilan énergétique

Déterminer les quantités d'énergie produites, transformées et consommées, au cours d'une année, définit le bilan énergétique d'un pays ou un ensemble régional donné. Mais la notion du bilan énergétique est une notion beaucoup plus complexe car les énergies qui concourent à l'approvisionnement énergétique d'un pays sont très diverses : charbon, gaz, pétrole, hydraulique, nucléaire, bois, vent, soleil et autres. Pour permettre une meilleure comparaison et/ou une analyse spatio-temporelle, il faut en premier lieu réunir toutes ces énergies à l'intérieur d'un cadre comptable « *harmonisé* », « *structuré* », qui pour l'heure va de

⁴⁹ Monsieur Abderrahmane Raouya, Ministre des Finances au cours de l'entretien accordé à la chaîne III, de la radio Algérienne, 02 juillet 2018.

⁵⁰ Ellis, J. (2010), « L'effet de la réforme de la subvention des combustibles fossiles : examen de la modélisation et des études empiriques », Document de travail de l'Initiative mondiale sur les subventions de l'Institut international du développement durable, mars 2010.

l'approvisionnement à la consommation finale [Romain Patrice 2015]. A partir de cette analyse on peut déduire qu'un bilan énergétique est une représentation comptable des flux énergétiques. La diversité des concepts énergétique : l'énergie finale et l'énergie primaire et l'énergie utile pose la question de la manière dont elle est produite et consommé l'énergie et la représentation comptable dans le bilan énergétique. La définition qui a été proposé par Jean Percebois et Jean pierre Hansen [2015] répond à cette interrogation. « *Le bilan énergétique d'un pays peut être définis comme la représentation comptable de la façon dont est produite, importé, transformée et utilisée l'énergie d'un pays au cours d'une période, l'année généralement* ». ⁵¹

2.1.2. Structure et cadre comptable du bilan

Les bilans énergétiques Algériens étaient établis sur la base du cadre comptable retenus en 1975. Les tableaux de synthèse constituaient de simples tableaux d'utilisation des différentes formes d'énergie (TUFÉ). A partir de 1991, les modifications suivantes ont été apportées :

- Distinction plus nette entre les agrégats « production » et « transformation » par la comptabilisation de la production en énergie primaire uniquement, la production d'énergie dérivée apparaissant en sortie dans les agrégats de transformation.
- La possibilité de boucler horizontalement et verticalement le bilan dans le tableau 2.B (TEP) et le consolider en agrégeant les colonnes (énergies) et les lignes (rubriques).

Les tableaux de synthèse : Ils sont de deux types :

- Les bilans partiels de production (1.A et 1.B) regroupés par grande famille d'énergie :
 - Combustibles liquides ; Combustibles gazeux ; Electricité.
- Les tableaux de synthèse (2.A et 2.B) qui décrivent l'ensemble des opérations, production, transformation et consommation.

2.1.3. Taux de conversion

Dans le bilan énergétique Algérien, l'unité de référence et de mesure est la tonne équivalente pétrole (TEP). Les autres formes d'énergie, à l'exception de l'électricité, sont exprimées en TEP sur la base de leur pouvoir calorifique supérieur (P.C. S). Les valeurs retenues résultent dans la plupart des cas d'estimations.

⁵¹Jean pierre Hansen-Jacques PERCEBOIS « Energie : Economie et politique » De Boeck 2015, opt-cite page 3

2.1.3.1. Cas de l'électricité

L'énergie électrique est exprimée sur la base d'une équivalence à la production, variable dans le temps. Ce sont les ressources énergétiques utilisées par l'intermédiaire de l'électricité qui sont prise en compte. En ce qui concerne l'énergie hydroélectrique, celle-ci est comptabilisée à l'aide de l'énergie nécessaire à une production d'origine thermique équivalente auquel se substituerait l'hydraulique.⁵²

Tableau N° 11 : Les taux de conversion retenus sont les suivants :

Produits énergétique	Unité de base	P.C.S connu ou estimé	Unité spécifique retenue	Equivalent (TEP)
- Houille et charbon - Coke - Bois	10 ³ T	7500 TH/T 7500 TH/T 3225 TH/T	TEC	0.75
- Pétrole brut, LGN - Produits pétroliers	10 ³ T	11000 TH/T 11000 TH/T	Tonne	1.1
- Gaz naturel - Gaz associé - GNL - Gaz de haut	10 ⁶ M3	9.36 TH/M ³ 9.36 TH/M ³ 5875 TH/M ³ 1 TH/M ³	10³ THT	0.1
- GPL - Ethane	10 ³ T	11800 TH/T 11200 TH/M		

Source : le bilan énergétique National 2008.

2.2. L'analyse des indicateurs énergétiques

2.2.1. L'état des réserves

Les experts en hydrocarbures découpent l'Algérie en 04 grandes zones géographiques. Les provinces pétrolières productrices d'hydrocarbures sont :

- L'Est du Sahara qui possède des gisements connus de pétrole (notamment le champ géant de Hassi Messaoud) et de Gaz (le principal étant Hassi R'mel), et recèle encore un bon potentiel de découvertes ;
- Le Centre du Sahara, principalement gazière ;
- L'Ouest du Sahara, Gazière également, mais dans les ressources réelles demeurent pratiquement inconnues ;
- Le Nord de l'Algérie pour lequel, malgré des découvertes de pétrole et de Gaz de petites tailles, le potentiel en hydrocarbures n'a pas encore été révélé du fait d'une géologie complexe.

⁵²Le bilan énergétique Algérien National 2008, Op.cit. Page 11.

Selon les statistiques du ministère des Energies et des Mines, l'Algérie dispose de réserves prouvées conséquentes en hydrocarbures qui sont enfermées dans un peu plus de 200 gisements sahariens dont, pour citer les plus importants : 73 sont situés dans le bassin d'Illizi, 57 dans le Sahara centrale 34 dans les bassins de Ghadamès-Rhoud Nouss et 31 dans le bassin de Oued Mya.

Les chiffres des réserves réelles des différents pays producteurs sont difficiles à établir car certains ne prennent en compte que les réserves prouvées alors que d'autres comptabilisent aussi les réserves probables ou possibles. Mais si l'on se réfère à la publication la plus connue, de la revue statistique de BP, l'évaluation des réserves prouvées d'hydrocarbures en Algérie se présentent comme suit :

2.2.1.1. Les réserves pétrolières

Selon BP Statistical Review of World Energy 2017⁵³, les réserves prouvées de pétrole de l'Algérie étaient de 1,5 milliards de tonnes fin 2016 (12,2 milliards de barils), soit 21 années de production au rythme de 2016. Ces réserves classaient l'Algérie au 17^e rang mondial avec 0,7 % du total mondial, et au 4^e rang en Afrique derrière la Libye, le Nigeria et l'Angola.

Tableau 12 : réserves pétrolières prouvées (millions de barils)

Années	1996	2006	2015	2016	2017	2018	2019
Réserves pétrolières	10 800	12 300	12 200	12 200	12 200	12 200	12 200

Source: BP Statistical Review of World Energy 2019

Aujourd'hui et selon les experts pétroliers, pour 3 barils équivalent pétrole produit un seul est renouvelé. La moitié des réserves prouvées ont été produites et le restant des réserves à trouver ne pourra être que « *de taille moyenne et de plus en plus petites* ». ⁵⁴ Cette situation sera, de plus, conjuguée à une consommation nationale d'hydrocarbures de plus en plus forte et une diminution des exportations à partir de 2022. En effet, dès 2022, selon l'ancien directeur général de Sonatrach, il faudra s'attendre, très probablement, à ce que la rente pétrolière baisse, alors qu'en 2030, l'Algérie ne pourra produire que des quantités lui permettant d'assurer son autosuffisance.

⁵³BP Statistical Review of World Energy, juin 2017 : Une publication de firme britannique British Petroleum.

⁵⁴L'ancien ministre et ancien P-DG de Sonatrach, Abdelmadjid Attar, Liberté 21/03/2012.

2.2.1.2. Les réserves Gazières

L'Algérie possède 2,4% des réserves mondiales prouvées de gaz naturel (4500 milliards dem³ fin2016), ce qui la place au 10e rang dans le monde et au 2^e rang en Afrique derrière le Nigeria. Au rythme de production actuel, l'Algérie devrait assurer son autosuffisance en gaz pour les 60 prochaines années. La production de gaz primaire s'établit à **92** milliards de mètres cubes, dont 60% proviennent des grands gisements d'Hassi R'mel. La production de gaz naturel en association avec des partenariats étrangers représente 22% de la production de gaz algérienne.

Tableau 13 : réserves gazières prouvées (milliards de m³)

Années	1996	2006	2015	2016	2017	2018	2019
Réserves pétrolières	3 900	4 300	4 300	4 300	4 300	4 300	4 300

Source: BP Statistical Review of World Energy 2019

Les réserves de gaz naturel ont connu une hausse importante dès le début de la décennie 1990 (3300 milliards de mètres cubes à la fin de l'année 1990) avec les grandes découvertes faites parallèlement à celles du pétrole. C'est le résultat de la révision de la loi 1986-14 sur les hydrocarbures en 1991 (loi 1991-02), ce qui a permis l'élargissement de l'activité en association pour les gisements gaziers. Depuis le début de la décennie 2000, elles ont été consolidées, selon BP Statistical Review of World Energy2017 à 4500 milliards de mètres cubes à la fin de l'année 2016 malgré les volumes énormes qui ont été consommées sur le marché national et les volumes exportés.

2.2.1.3. Hydrocarbures non Conventionnels

L'Algérie disposerait de très importantes réserves d'hydrocarbures non conventionnels dont plus de 19 820⁵⁵ Mds m³ de Gaz techniquement récupérables et 215 milliards de barils de l'huile.

2.2.2. L'état de la Production

2.2.2.1 La production d'énergie primaire (Mtep)

La production nationale d'énergie primaire en Algérie a traversé six phases marquantes à partir de 1980. Selon les différents bilans énergétique nationaux : elle croît régulièrement

⁵⁵ Le marché des hydrocarbures en Algérie, UBIFRANCE 2013.

durant les périodes 1980-1985 et 1985-1990, avec des taux respectifs de 3,7%⁵⁶/an et 3,4%/an, puis connaît un net ralentissement, 1% par an à peine de croissance, durant les années de l'ajustement structurel 1990-1995.

La production d'énergie primaire reprend son dynamisme entre 1995 et 2000 enregistrant son plus fort taux de croissance : 5%/an environ. A partir de 2005 s'installe une période de fléchissement notable - 1,6%/an jusqu'en 2010 qui s'accroît, -2,2%/an entre 2010 et 2013. La production commerciale d'énergie primaire a renoué avec la croissance en 2016, mettant fin à la tendance baissière observée sur plusieurs années. Elle a fortement augmenté (+7,3%) par rapport aux réalisations de 2015, pour atteindre 166,2⁵⁷ M Tep.

Le tableau ci-dessous illustre l'évolution rétrospective de la production nationale d'énergie par produit énergétique de 2008 à 2018.

Tableau n° 14 : L'évolution de la production d'énergie primaire de 2008 à 2018 (Mtep)

Année	Pétrole Brut	Condensat	GPL aux/champs	Electricité Primaire	Combustibles Solides : Bois	Totale par Année
2008	67744	14814	9610	78	50	92296
2009	62823	13221	9244	92	54	85434
2010	61263	11985	8479	45	52	81824
2011	60155	11380	7742	130	16	79423
2012	56323	10553	7255	157	16	74304
2013	54680	9733	7802	37	22	72274
2014	56038	11069	9439	60	6	76612
2015	54250	10885	9753	53	6	74947
2016	56193	10449	9726	80	6	76454
2017	54564	10436	9416	150	10	74576
2018	53592	9990	9343	188	22	73135
Totale par source	637625	124515	97809	1070	260	861279
Evolution	Quantité	-14152	-4824	-267	110	-19161
2008/2018	%	-20,89%	-32,56%	-2,78%	141,03%	-20,76%
TCAM		-2,31	-3,86	-0,28	9,19	-2,3%

Source : Réaliser par nous même à base des bilans énergétiques nationaux (2008-2018)

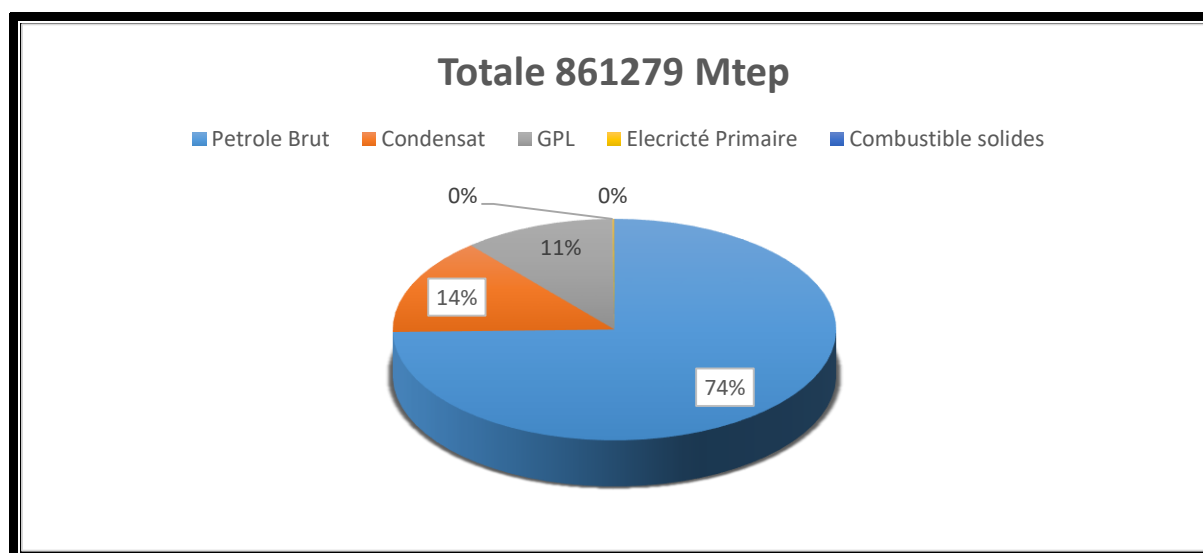
⁵⁶Le Quotient le soir d'Algérie du Mercredi 3 décembre 2014 ; 2.4. Article intitulé : Consommation énergétique nationale : que nous apprennent les chiffres ?

⁵⁷ Bilan énergétique national 2016, Edité par le ministère des énergies et des mines.

Selon les statistiques ci-dessus la production totale d'énergie primaire, de 2008 à 2018 est 861279 Mtep. Elle était de 92296 Mtep en 2008 (TCAM -2,3%), soit une baisse de (-20%). Cette baisse a concerné l'ensemble des produits, à l'exception l'électricité qui a évolué de (141%) sur la période considérée (TCAM 9,19%).

La baisse de la production d'énergie primaire, qui a débuté en 2005, s'est accentuée à partir de 2010 jusqu'en 2016. La production commerciale d'énergie primaire a renoué avec la croissance en 2016, mettant fin à la tendance baissière observée sur plusieurs années. Elle a fortement augmenté (+7,3%) par rapport aux réalisations de 2015, pour atteindre 166⁵⁸ M Tep. Cette augmentation a concerné l'électricité, le pétrole brut et le gaz naturel⁵⁹. A partir de 2017, elle a repris sa baisse comme illustré dans le tableau ci-dessus.

Figure 11 : La structure de la production d'énergie primaire en Mtep (2008-2018)



Source : Réalisé par nous-même à bas du tableau-N° 14

Du graphique ci-après, il ressort que la structure de la production d'énergie primaire de 2008 à 2018 est dominée par le pétrole brut (74 %) suivie du condensat (14%), ensuite le GPL (11%), et enfin l'électricité primaire et les combustibles solides ont enregistré respectivement (0,12%) et (0,03%) de la production globale durant la période considérée.

2.2.2.2. La production d'énergie dérivée (Mtep)

La production d'énergie dérivée est constituée essentiellement des produits pétroliers, de l'électricité thermique, GNL et GPL. Le tableau suivant illustre la production nationale

⁵⁸ Bilan énergétique national 2016, Edité par le ministère des énergies et des mines.

⁵⁹ Voir le tableau de la production d'énergie primaire de 2008-2018.

d'énergie dérivée par produit énergétique (en Mtep) de 2008 à 2018, c'est-à-dire les dix dernières années.

Tableau n°15 : L'évolution de la production d'énergie dérivée de 2008 à 2018 (Mtep)

Année		Produits Pétroliers	Electricité Thermique	GNL	GPL	Autres*	Totale par Année
2008		23788	11080	20500	1226	718	57312
2009		24201	11459	20704	1162	520	58046
2010		28325	11715	18252	1152	343	59787
2011		25995	13082	16129	1066	289	56561
2012		23626	56776	14321	909	324	95956
2013		24497	14114	14660	1029	68	54368
2014		31657	15265	16992	1389	71	65374
2015		30298	16362	15724	1282	58	63724
2016		29953	16860	14963	1316	-	63092
2017		29139	17743	15862	1386	85	64215
2018		30856	18171	13021	1244	1380	64672
Total par source		302 335	202 627	181 128	13 161	3 856	703 107
Evolution 2007/2016	Quantité	7 068	7 091	-7479	18	662	7 360
	%	29,71%	64%	-36,48%	1,47%	92,20%	12,84%
TCAM		2,63%	5,07%	-4,43%	0,14%	6,75	1,21%

*Y compris auto-producteurs /*Gaz de haut fourneau

Source : Réaliser par nous même à base des bilans énergétiques nationaux (2008-2018).

La production d'énergie dérivée était de 56 794Mtep en 2008, elle a atteint 64 681 Mtep en 2018 soit une évolution de près de 14 % (1,16 % par an). C'est l'électricité thermique qui a enregistré la plus hausse évolution (64%) suivie des produits pétroliers avec 29,71% et le GPL avec 1,47%. Quant au GNL, son évolution est négative, -36% durant la période des dix dernières années.

2.2.3. L'état de la consommation

2.2.3.1. Consommation finale d'énergie primaire (2008/20018)

La consommation d'énergie finale est égale à la consommation d'énergie primaire moins toutes les pertes d'énergie au long de la chaîne industrielle qui transforme les ressources énergétiques en énergies utilisées dans la consommation finale.

Le tableau ci-dessus illustre l'évolution de la consommation d'énergie finale et la croissance démographique population de 2008 à 2018.

Tableau 16 : l'évolution de la consommation d'énergie finale et la croissance démographique de 2008 à 2018.

.Année		Nombre de la population (en Million)	Consommation Finale d'énergie (en Mtep)
2008		34,81	29,3
2009		35,4	30,9
2010		36,04	31,7
2011		36,72	34
2012		37,44	36,4
2013		38,19	38,5
2014		38,93	39,4
2015		39,87	42,5
2016		40,4	42,9
2017		41,2	44,6
2018		42,2	48,1
Total		/	418,3
Evolution 2008/2018	Quantité	7,39	18,8
	%	21,23%	64,16%
TCAM		1,94%	5,08%

Source : Elaboré à partir des Bilans énergétique nationaux (de 2008 à 2018) publiés par le ministère des énergies et des mines (www.energy.gov.dz). Office National des Statistique (www.ons.dz) pour la démographie

Le tableau ci-dessus illustre l'évolution de la consommation finale d'énergie en Algérie durant la période allant de 2008 à 2018. Elle était de 29 Mtep en 2008 pour 34 millions d'habitants ; elle a atteint 48.1 Tep en 2018 pour 42 millions d'habitants, soit une croissance de 18,8 M Tep (64,16%). Son évolution en dix ans est de 1.88 M tep par an et par habitant. La population, quant à elle, a enregistré un niveau d'accroissement de 23%, soit près de 2 % par an.

2.2.3.2. Consommation d'énergie par habitant

La consommation d'énergie par habitant a évolué considérablement depuis l'indépendance. Elle a été de 1,2⁶⁰tep/habitant en 2010, soit 3 fois supérieure à celle enregistrée dans les années 70. Elle est supérieure par rapport à celle de nos pays voisins (0,48 tep/habitant au Maroc et 0,77 en Egypte), mais reste toutefois faible comparée à celle de pays méditerranéens de l'UE, ou elle est en moyenne de 3 tep/habitant.

⁶⁰ Kamel Ait Cherif, expert en Energie, Liberté 12/03/2019.

2.2.3.3. La consommation finale d'énergie primaire par produit énergétique

Tableau n° 17 : Consommation finale d'énergie primaire par produit énergétique 2008-2018 (en Ktep)

Année		Produits		
		Produits pétrolier	Gaz Naturel	électricité
2008		11517	6976	8 275
2009		12319	7728	8 414
2010		12272	8021	8 607
2011		12 871	9 251	9 258
2012		13 999	10 304	10 304
2013		14792	10562	10878
2014		14989	11207	10918
2015		15975	12248	11966
2016		15527	12654	12476
2017		15 338	13 655	13 270
2018		15 517	16 024	13 926
Variation 2008/2018	Quantité	4000	9048	5651
	%	34,73%	129%	68%
% dans la Consommation Finale		40 %	30%	30 %
T.C.A.M		3,02%	8,67%	5,40%

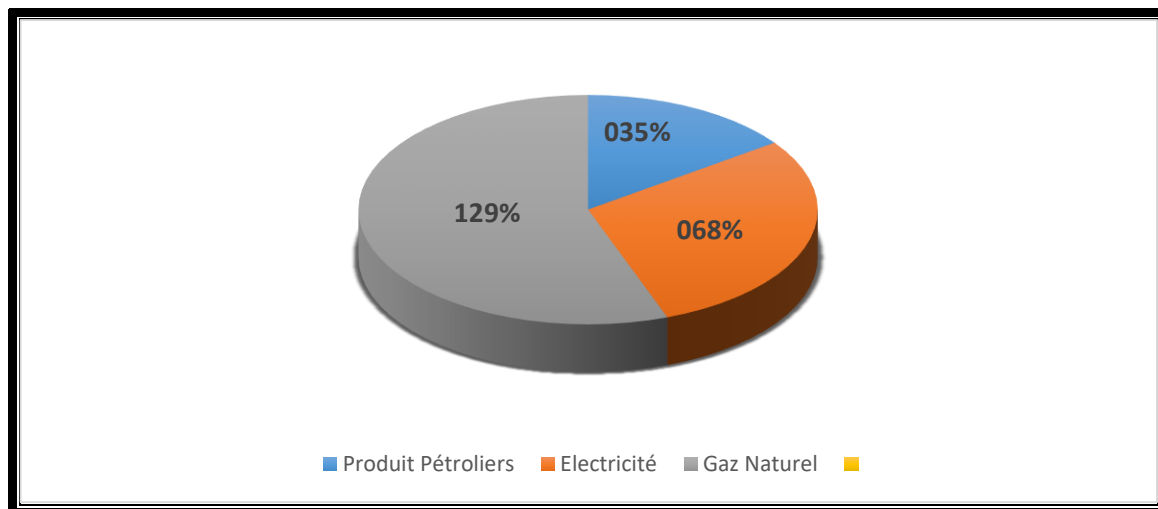
Source : Calculer à base des bilans énergétiques nationaux publiés par le ministère de l'énergie et des mines

Par type d'énergie, la consommation finale sur les dix dernières années a évolué de 129% pour le gaz naturel suivis par les produits pétroliers (35%) et l'électricité (68%). On remarque, à la lecture de ses statistiques du tableau ci –dessus, qu'en termes d'évolution sur la période 2008/2018 c'est le gaz naturel qui a plus évolué. Cette augmentation est induite par les besoins croissants des clients de Sonelgaz, notamment ceux du secteur des ménages, et où le nombre total d'abonnés a atteint 5,3⁶¹ millions en 2017, soit plus de 345 mille nouveaux clients ; Notons que près de 98%⁶² de l'électricité est produite à partir du gaz naturel, et que plus de 60% de l'énergie consommée par les ménages, c'est de l'énergie électrique.

⁶¹Le bilan énergétique National 2017.

⁶²Commission de régulation de l'électricité et le Gaz : www.creg.gouv.dz.

Figure N°12 : Structure de la consommation finale d'énergie par produits énergétique 2008-2018



Source : ministère de l'énergie et des mines : www.m.em.dz

2.2.3.4. Consommation finale d'énergie primaire Par secteur d'activité

Tableau N° 18 : Consommation finale d'énergie primaire par secteurs d'activités 2008-2018 (en Ktep)

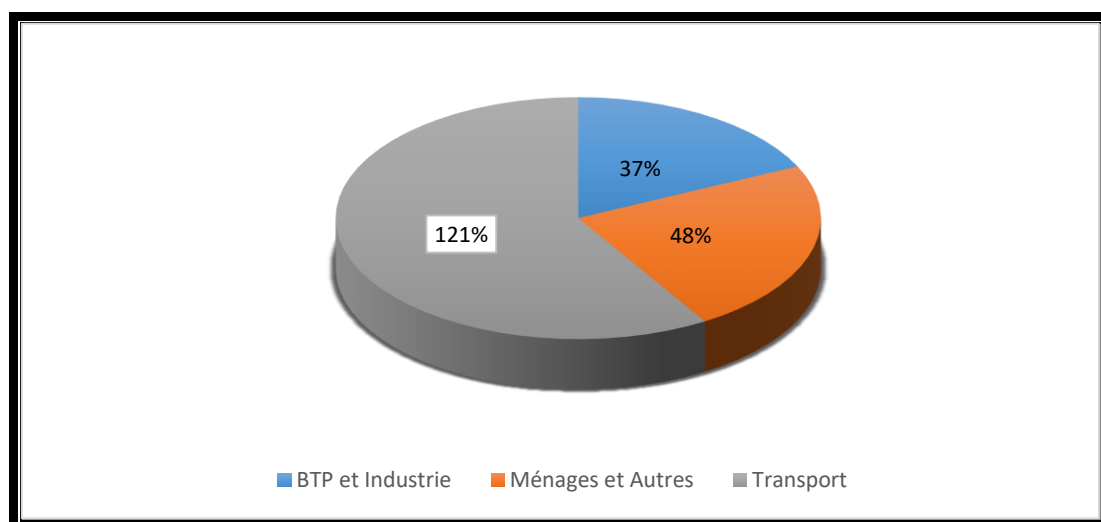
Année	Secteurs d'activités		
	Industrie et BTP	Transport	Ménages et Autres
2008	7 253	6 903	15 144
2009	7 382	10 869	12 653
2010	8 019	11 215	12415
2011	7 440	12 189	13 449
2012	7 948	13 372	15 075
2013	8 010	13 762	15 704
2014	8 238	14 551	16 579
2015	8 818	15 495	18 145
2016	9 242	15 057	18 584
2017	9 943	14 895	19 808
2018	10 450	15 281	22 414
Totale	28341	43548	179970
Variation 2008/2017	Quantité	21088	36 645
	%	37 %	121 %
TCAM		3,71%	8,27%
			3,99%

Source : Elaboré à partir des Bilans énergétique nationaux (de 2008 à 2018) publiés par le ministère des énergies et des mines (www.energy.gov.dz). Office National des Statistique (www.ons.dz) pour la démographie.

La consommation finale par secteur d'activité de 2008 à 2018, présentée dans le tableau ci-dessus, reste dominée par la demande du secteur des « Ménages & autres » avec 164 826

Ktep, suivi par le transport avec 43548 Ktep, et enfin le secteur industriel avec 28 341 Ktep. Mais en termes d'évolution sur la période, c'est le secteur des transports qui plus évolué avec 129% (T.C.A.M. 8.27%), la consommation des ménages 48 % (T.C.A.M 3.99%) et l'industrie BTP a enregistré une évolution de 37% (T.C.A.M 3,71%). Du point de vue de l'affectation de cette consommation, nous constatons que l'essentiel est consommé par les ménages (179 970 Ktep sur dix ans) et le transport (43 548 Ktep sur dix ans), sans retour de plus-value ou de richesse quelconque, alors que le secteur de l'industrie, créateur de valeur et de richesse pour l'économie nationale, présente une faible consommation dans le bilan énergétique national par rapport à d'autres secteurs d'activité (28 341 Ktep sur dix ans).

Figure N°13 : La structure de la consommation finale d'énergie par secteur d'activité (2008-2018)



Source : Elaboré à partir du tableau n° 02

A l'analyse du bilan énergétique Algérien de 2008 à 2018, on constate que la demande énergétique croît régulièrement pour répondre aux besoins d'une population qui augmente. On observe que, dans la même période, la consommation énergétique du secteur des ménages a crû de 50% environ (TCAM de 4%)⁶³, au même rythme pratiquement. Par produits énergétique c'est le gaz naturel qui a enregistré la plus forte évolution (129%) sur la période étudiée (T.C.A.M de 5.9%), suivi de l'électricité avec 68% (TCAM de 6%). Si le rythme de la consommation interne d'énergie se poursuit à la même tendance actuelle, il risque de doubler⁶⁴ dans la prochaine décennie notamment pour l'électricité et le Gaz. Pour mieux évaluer la

⁶³A base du tableau N° 10.

⁶⁴Selon les prévisions de l'AIE sur l'Algérie, réalisées en 2019.

demande énergétique pour les prochaines années, la prochaine section va se pencher sur les perspectives de consommation électriques et gazières à l'horizon 2030.

Section 3 : Prévisions de la demande énergétique à l'horizon 2030

Dans cette section nous essayerons de présenter les perspectives énergétiques de l'Algérie à l'horizon 2030 en termes de consommation. L'objectif est d'évaluer les besoins du pays notamment en électricité et Gaz naturel⁶⁵ et d'analyser l'évolution à long terme du modèle de consommation énergétique nationale. Il est fondamental de mieux cerner les besoins pour le moyen et le long terme, pour pouvoir établir les futures priorités en matière de l'efficacité énergétique et le développement des énergies alternatives. Nous considérons les conclusions dégagées dans cette section comme un « *Benchmark* »⁶⁶ pour l'évaluation des solutions de substitution, notamment en ce qui concerne les ressources à valoriser, les technologies à développer et les politiques à mettre en place en matière énergétique et environnementale.

3.1. Prévision de la demande de l'électricité l'horizon 2030

Pour les prévisions de la consommation de l'électricité à l'horizon 2030, nous avons repris une étude réalisée par la société Sonelgaz publié dans un document officiel N° 630 / DGSP.14 intitulé « *Prévision de la demande du Système électrique national (RIN, PIAT & RIS) Période 2014-2030* ». Cette étude donne la prévision de la demande d'énergie électrique sur la période (2014-2030), sur la base des hypothèses du Scénario Moyen, validées par le Comité Investissement Groupe Sonelgaz.

Les prévisions de la demande du système électrique national sur la période (2014-2030), concernent le Réseau Interconnecté National(RIN), le Réseaux Isolés du Sud(RIS), le Pôle In Salah, Adrar et Timimoune(PIAT). Les scénarios arrêtés par le Comité Investissement du Groupe, sont comme suite :

- Le Scénario " Moyen" pour le RIN ;
- Le Scénario " Fort " pour le PIAT et le RIS.

Rappel des hypothèses

Les prévisions de la demande d'énergie électrique sur la période 2013-2030, ont été réalisées sur la base de la méthodologie définie par le décret exécutif n° 09-25 du 25 janvier

⁶⁵ L'électricité et le gaz sont les produits énergétiques les plus consommés notamment par les ménages

⁶⁶ Terme Anglo-Saxon qui désigne les solutions de substitution.

2009⁶⁷, fixant les outils et la méthodologie d'élaboration du programme indicatif des besoins en moyens de production d'électricité. Les principales hypothèses utilisées pour le Scénario retenu, sont :

1- Hypothèses macro-économiques

A). La population

Sur la période 1999 – 2013, la croissance démographique est de 1,88%⁶⁸ par an. Son évolution sur la période 2014-2023 et 2024-2030, respectivement est de 2,05% et de 1,8%. Ainsi, et au rythme de cette évolution, la population Algérienne sera de plus de 53 millions d'habitants à l'horizon 2030. Le tableau suivant donne, l'historique de la population, sur la période 1999 - 2013 ainsi que son évolution sur la période 2014 - 2030.

Tableau N° 19 : Rétrospectives de l'évolution de la population sur la période (1999-2013) - (Unité : 10⁶ habitants)

1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
29,97	30,42	30,88	31,36	31,86	32,36	32,91	33,48	34,10	34,5	35,6	36,3	37,1	37,9	38,9

Le taux d'accroissement Annuel Moyen (TAAM) est de 1,88%.

Source : Office national des statistiques (ONS.)

Tableau N° 20 : Perspectives de l'évolution de la population sur la période (2014-2030) - (Unité : 10⁶ habitants)

2014	2015	2016	2017	2018	2020	2022	2023	2025	2027	2029	2030
39,5	40,3	41,1	42,0	42,8	44,6	46,5	47,4	49,1	50,9	52,8	53,7

Le taux d'accroissement Annuel Moyen (TAAM) est de 2,05% sur la période (2014-2023)

Source : Office national des statistiques (ONS.)

B) Taux d'occupation du logement (TOL)

Etant donné que la répartition de la consommation énergétique par secteurs d'activités est dominée par les ménages, le taux d'occupation de logement est une variable très significative dans le calcul des perspectives énergétiques à l'horizon 2030.

⁶⁷ Le décret fixe les outils et la méthodologie d'élaboration du programme indicatif des besoins en moyens de production d'électricité. Publié au journal officiel de la République algérienne le 25 Janvier 2009.

⁶⁸ Source : Office national des statistiques (ONS).

En 2013 Le parc logement occupé a atteint 7 969 985 unités (y compris l'auto-construction estimée à hauteur de 19 025 (unités)⁶⁹. Le taux de croissance global est de 3,6% par rapport à 2012, se traduisant par une livraison de 277 020 unités. Cette évolution du parc logements a permis d'enregistrer une amélioration du TOL, qui est passé de 4,93 personnes par logement en 2012 à 4,86 personnes par logement à fin 2013. Les hypothèses de TOL considérées à l'horizon 2030, pour le scénario retenu sont les suivantes :

Tableau N° 21 : Le taux d'occupation de logement 2012-2030

	Réalizations		Prévisions (2014 - 2030)		
	2012	2013	2014	2023	2030
TOL (pers/logt)	4,93	4,86	4,84	4,7	4,6

Source : Sonelgaz

Les projections en terme de livraisons de logements sont indiquées dans le tableau ci-après et ce, selon le scénario retenu

Tableau 22 : Les prévisions de livraison de logements (2014 - 2030)

	Période (2014 - 2030)
Cumul du nombre de logements Prévu	3 400 000
Cadence moyenne de livraisons/an	200 000

Source : Sonelgaz

Sur la base de ce qui précède et pour le scénario retenu, les livraisons de logements sont supposées évoluer sur la période d'étude comme suit :

Tableau 23 : Le taux d'évolution de livraison de logement 2013-2030

	Période (2014 – 2030)
Scénario Retenu (Moyen)	2,17 %

Source : Sonelgaz

Dans le tableau ci-dessous, Il a été considéré les hypothèses d'évolution de la consommation Moyenne de la clientèle BT, comme suit :

⁶⁹Source : Ministère de l'Habitat.

Tableau 24 : L'évolution de la consommation Moyenne de la clientèle BT.

Cons. Moyenne (kWh/Client)	Scénario moyen
Taux (2014 – 2020)	3,5 %
Taux(2020 – 2025)	3,0 %
Taux (2025 – 2030)	2,8 %

Source : Sonelgaz

Afin de prendre en compte, les actions d'efficacité énergétique, il sera considéré deux scénarios différents :

- **Scénario1** : Gain de 5% et de 10% respectivement sur la période (2021-2025) et (2026-2030) sur la consommation moyenne de la Basse Tension, suite à l'introduction massive des actions d'efficacité énergétique, notamment la substitution des lampes à incandescence par les LAMPES BASSE.
- **Scénario 2** : Gain de 10% et de 15% respectivement sur la période (2021-2025) et (2026-2030) pour les mêmes actions énoncées dans le scénario 1 ci-dessus.

C) PIB (Produit Intérieur Brut)

Partant d'un PIB (Produit Intérieur Brut) de 2,8% en 2013, les hypothèses considérées par scénario jusqu'à l'horizon 2030, sont les suivantes :

	Prévisions 2014-2030
PIB	4.0 %

3.1.1. Prévision de la demande électrique à l'horizon 2030 sur le Réseau Interconnecté National (RIN)

Les principaux résultats de prévision de la demande électrique, pour le scénario retenu (Moyen), en prenant compte les hypothèses sur le plan macro-économiques sont données comme suite :

3.1.1.1. Les prévisions de la production de l'électricité à l'horizon 2030

Tableau 25 : Les prévisions de la production de l'électricité à l'horizon 2030

Année	2010	2011	2012	2013	2014	2018	2023	2030
Production(Gwh)	44017	47858	53154	54875	58767	77764	101528	141089

La Production d'électricité sur le RIN à l'horizon 2030 sera de 141089 Gwh, son taux moyen d'évolution est de 5,7% sur l'ensemble de la période, par sous périodes, les taux se présentent comme suit :

- 7,2 % sur la période (2013 - 2018) ;
- 5,5 % sur la période (2018 - 2023) ;
- 4,8 % sur la période (2023 - 2030).

3.1.1.2. Les prévisions de la demande de l'électricité sur le R.I.N

Tableau 26 : Les prévisions de la demande d'électricité à l'horizon 2030

Année	2010	2011	2012	2013	2014	2018	2023	2030
Consommation Totale (Gwh)	35 079	38 090	42 215	43 982	47 536	64 366	86 080	123 362

Source : Sonelgaz

La demande sur le RIN sera de 123 362 Gwh en 2030, évoluera à raison de 6,3% par an sur la période. Par sous périodes, les croissances attendues sont :

- 7,9 % sur la période (2013 - 2018) ;
- 6,0 % sur la période (2018 - 2023) ;
- 5,3 % sur la période (2023 - 2030).

Conclusion de l'étude

- **Pour la production :** A l'horizon 2030, la production d'électricité sera supérieure à la consommation. Par sous période, il a été constaté que le taux d'évolution sera en baisse, il atteindra 4% entre 2023 et 2030 en raison de l'introduction progressive d'autres sources de production de l'électricité, les énergies vertes. L'introduction des énergies renouvelables dans mix énergétique national permettront de réduire l'électricité d'origine fossile, notamment celle produite à base du Gaz Naturel.⁷⁰
- **Pour la demande :** La croissance de la demande se fera à un rythme plus long pour atteindre 123362 Gwh en 2030, avec une moyenne d'évolution de 6.3% par an. Par sous période, son taux d'évolution sera en baisse pour atteindre 5.3% entre 2023 et 2030 pour plusieurs raisons :

⁷⁰ L'électricité produite à base des turbines à Gaz représente 95% de la production globale.

- L'introduction des politiques d'efficacité énergétique notamment pour le secteur du bâtiment (*isolation thermiques*) et des transports (*le passage au GPL*) ;
- La baisse des livraisons de logement⁷¹ et de ce fait baisse du taux d'occupation de logement (TOL) ;
- L'introduction des énergies renouvelables hors réseaux notamment dans les espaces publics (la mise en œuvre des programmes de l'électrification hors réseaux des différents ministères et l'augmentation des installations de l'électrification privée pour les ménages et autres artisans notamment dans les zones rurales et isolées du Sud).

a. Prévisions de la demande électrique à l'horizon 2030 sur le RIN en considérant des actions d'Efficacité Energétique

Dans cette sous-section nous présenterons les prévisions de la demande de l'électricité à l'horizon 2030 en considérant les actions de l'efficacité énergétique.

Il est considéré deux (02) scénarios :

- **Scénario 1** : Gain de 5% et de 10% respectivement sur la période (2021-2025) et (2026-2030) sur la consommation moyenne de la Basse Tension, suite à l'introduction massive des actions d'efficacité énergétique, notamment la substitution des lampes à incandescence par les lampes basse consommation ;
- **Scénario 2** : Gain de 10% et de 15% respectivement sur la période (2021-2025) et (2026-2030) pour les mêmes actions énoncées pour le scénario 1, ci-dessus.

Les tableaux ci-dessous, illustrent pour le scénario retenu " Scénario Moyen ", les résultats correspondant et met en évidence, les gains escomptés en électricité (Gwh).

Tableau N°27 : Les Prévisions de la demande électrique (Scénario Moyen)

Année	Scénario de Référence	Scénario 1 D'Efficacité Energétique	Scénario 2 D'Efficacité Energétique	Ecart	
				Scénario 1 D'Efficacité Energétique	Scénario 2 D'Efficacité Energétique
2013	54875	54875	54875		
2020	88 251	88 251	88 251		
2025	111 504	108 483	105 462	3 021	6042
2030	141 089	133 608	129 867	7 481	11 222

⁷¹En raison des politiques d'austérités menées depuis la chute des prix du pétrole en 2014.

Tableau N°28 : Evolution de la production électrique RIN sur la période (2013 -2030) Selon les différents scénarios (GWh)

Année	Scénario de Référence	Scénario 1 D'efficacité Energétique	Scénario 2 D'efficacité Energétique	Ecart	
				Scénario1 d'efficacité Energétique	Scénario 2 d'efficacité Energétique
2013	54 875	54 875	54 875	-	-
2020	88 251	88 251	88 251		
2025	111 504	108 483	105 462	3 021	6 042
2030	141 089	133 608	129 867	7 481	11 222

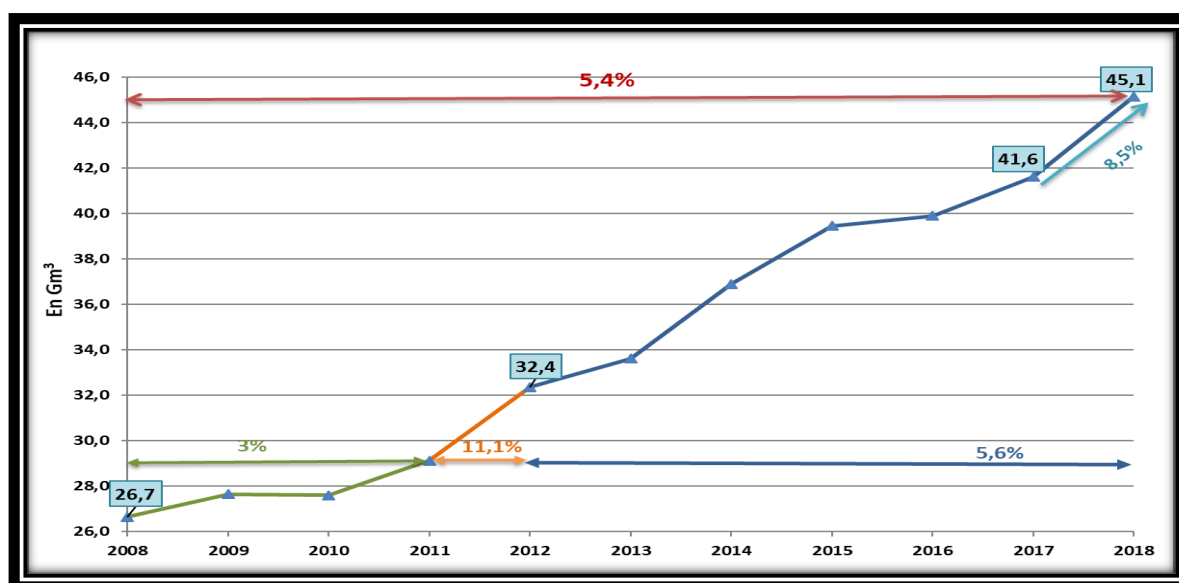
3.2. Prévision de la demande Gazière l'horizon 2028

L'étude que nous présentons dans cette sous- section est réalisée par la commission de régulation de l'électricité et le Gaz (CREG). Elle a été publiée dans un document officiel en janvier 2019 intitulé : programme indicatif d'approvisionnement du marché national en gaz naturel 2019-2028. L'objectif est d'évaluer les capacités de production nécessaires à la satisfaction des besoins du marché national en gaz naturel pour les dix prochaines années. Nous avons repris cette étude car, elle a été réalisée par un organisme officiel, et elle a été validée par le ministère Algérien de l'énergie et des mines.

3.2.1. Rappel historique de la consommation du Gaz sur la période 2008-2018

Le graphe ci-dessus illustre un rappel historique de la consommation du gaz naturel sur les dix dernières années (2008-2018).

Figure 14: Evolution de la consommation de Gaz 2008-2018.

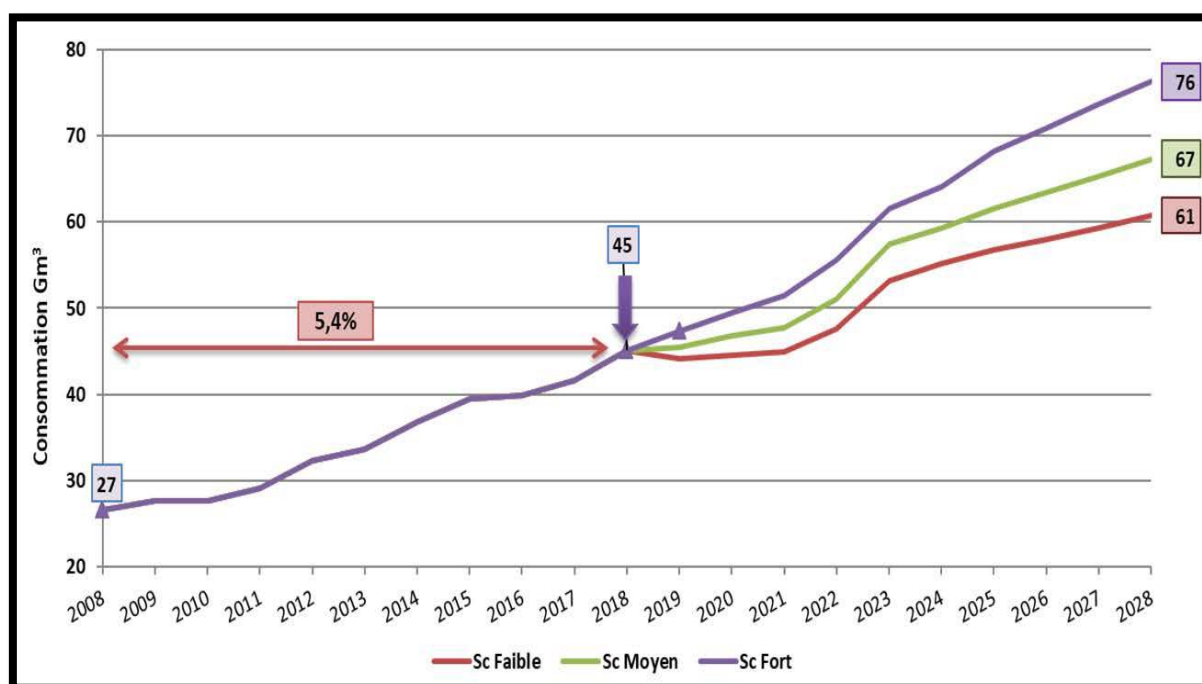


Source : Programme indicatif d'approvisionnement du marché national en gaz naturel 2019-2028. Un document de la commission de régulation d'électricité et gaz publié. Janvier 2019.

L'évolution de la consommation nationale du gaz naturel sur la période 2008-2018 a enregistré un T.C.M de 8.67%. La progression observée dans la consommation du Gaz Naturel est dû essentiellement à l'augmentation de la clientèle de la Sonelgaz (6 450 538 de client en 2020)⁷² .Le démarrage des stations⁷³ de dessalement de l'eau de mer a engendré une consommation supplémentaire en Gaz Naturel qui s'ajoute à celle des centrales électrique qui est hausse en raison de l'augmentations des besoins en électricité.

3.2.2. Les prévisions de la demande Gazière du marché national

Figure N° 15 : Prévisions de la demande 2019-2028 du marché national



Source : Programme indicatif d'approvisionnement du marché national en gaz naturel 2019-2028. Un document de la commission de régulation d'électricité et gaz publié. Janvier 2019.

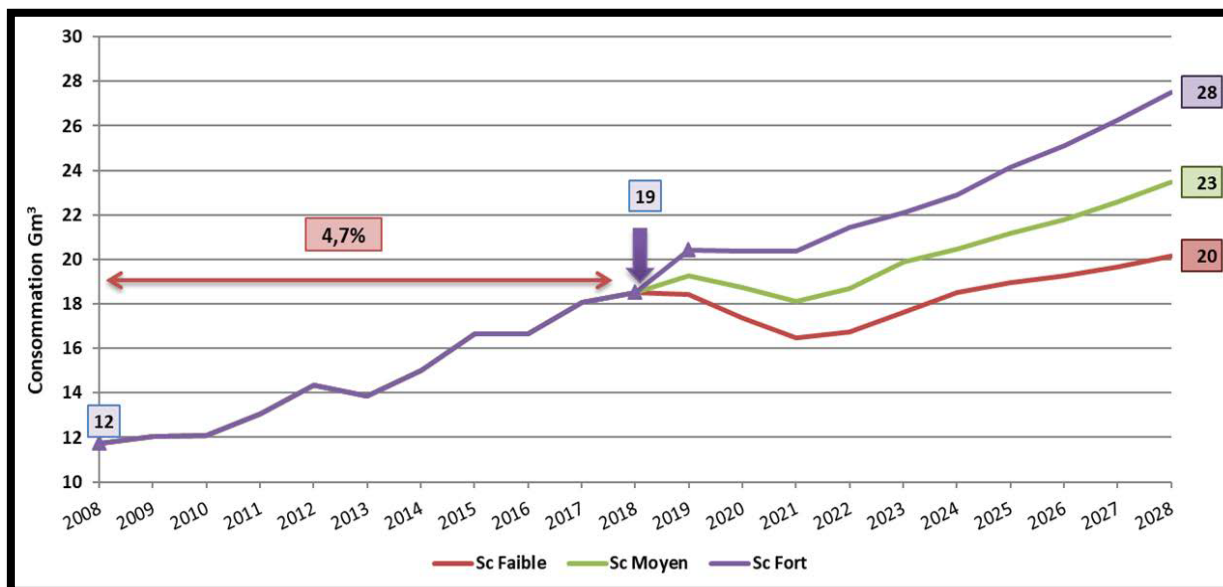
Selon l'étude réalisée par la commission de régulation de l'électricité et le gaz CREG, la consommation du gaz sur le marché national se situerait à l'horizon 2028 entre 61 et 76 Gm³. Elle estimé à 67 Gm³ dans le cas du scénario moyen soit une croissance annuelle moyenne de 4.5%, 76 Gm³ dans le cas du scénario faible soit une croissance annuelle moyenne de 3.6% et en fin à 76% dans le cas du scénario fort soit une croissance annuelle moyenne de 5.4%.

⁷²Chiffre publié sur le site internet www.Sonelgaz.dz

⁷³ L'unité de dessalement d'eau de mer située à Arzew d'une capacité de 90000 m3 et de la nouvelle centrale électrique de Skikda d'une capacité de 825 MW.

3.2.3. Les prévisions de la demande des centrales électriques

Figure N°16 : Prévisions de la demande 2019-2028 des centrales électriques

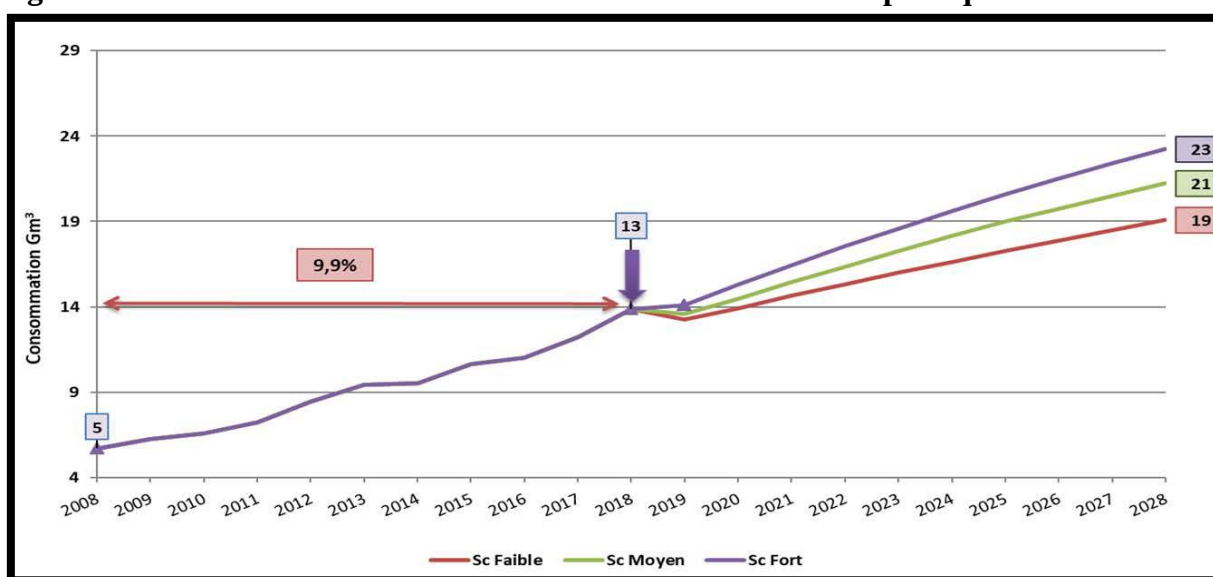


Source : Programme indicatif d’approvisionnement du marché national en gaz naturel 2019-2028. Un document de la commission de régulation d’électricité et gaz publié. Janvier 2019.

La demande gazière des centrales électrique serait de 28Gm³ selon le scénario fort soit une croissance annuelle de 3.4%. Selon le scénario moyen, elle serait de 23 Gm³ soit une croissance annuelle 2.2%. Elle serait de 20 Gm³ soit une croissance annuelle de 1.0% selon le scénario faible.

3.2.4. Les prévisions de la demande 2019-2028 de la distribution publique

Figure N° 17 : Prévisions de la demande 2019-2028 distributions publiques.....

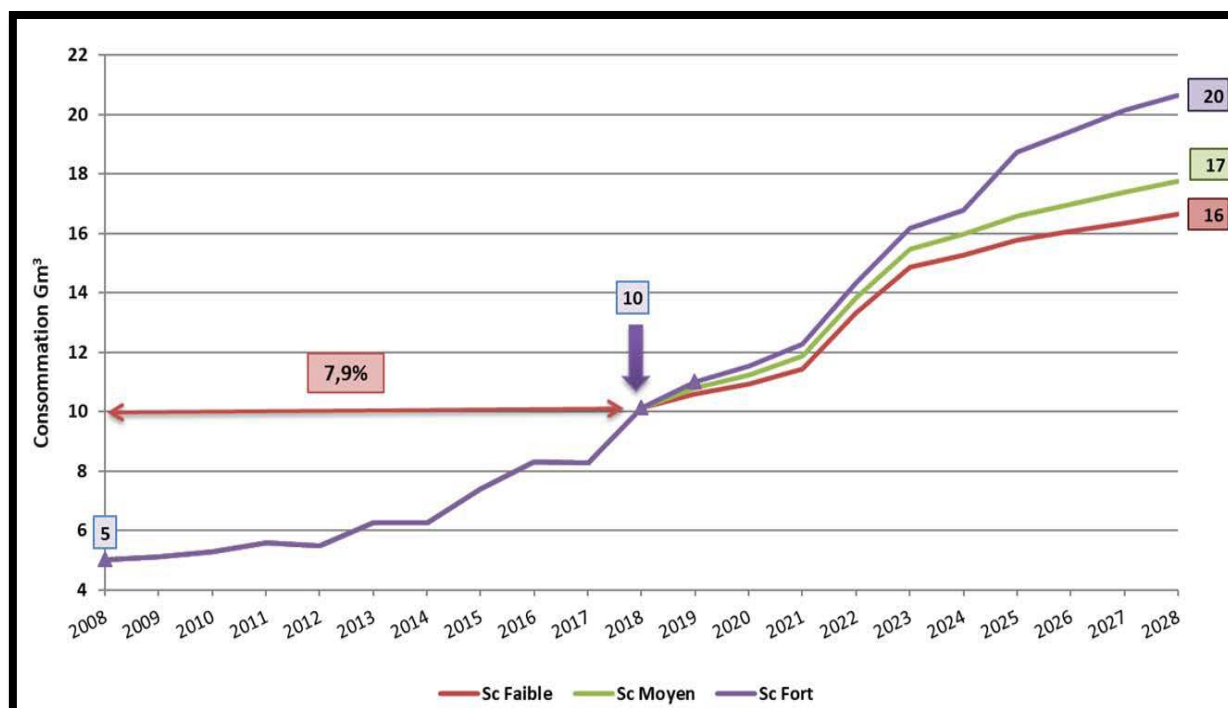


Source : Programme indicatif d’approvisionnement du marché national en gaz naturel 2019-2028. Un document de la commission de régulation d’électricité et gaz publié. Janvier 2019.

La consommation de la distribution publique du gaz naturel serait de 23Gm³ pour le scénario fort soit une croissance annuelle de 5.9%. Pour le scénario moyen 21Gm³ soit une croissance annuelle de 5.2%. Pour le scénario faible, elle serait de 19Gm³ soit une croissance annuelle de 4.3%.

3.2.5. Les révisions de la demande de l'industrie

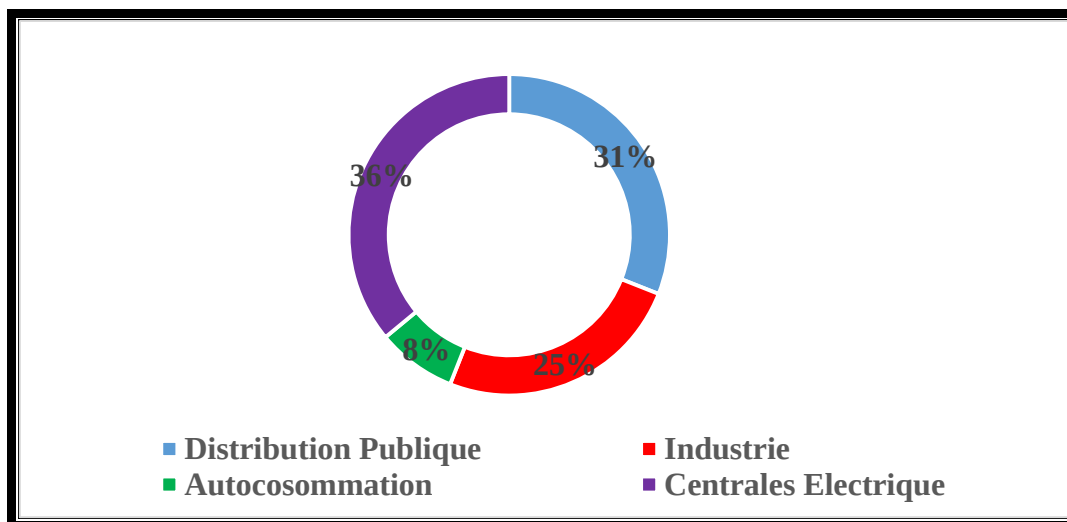
Figure 18 : Prévisions de la demande 2019-2028 de l'industrie



Source : Programme indicatif d'approvisionnement du marché national en gaz naturel 2019-2028. Un document de la commission de régulation d'électricité et gaz publié. Janvier 2019.

Les prévisions de la demande de gaz pour le secteur industriel à l'horizon 2028 sont de l'ordre de 20 Gm³ pour le scénario fort soit une croissance annuelle de 7.5%, pour scénario moyen 17Gm³ soit une croissance annuelle de 5.9%. 17Gm³ pour le scénario faible soit une croissance moyenne de 5.4%.

Figure 19 : Structure de la consommation nationale :(Scénario Moyen) 2019-2028.



Source : Programme indicatif d'approvisionnement du marché national en gaz naturel 2019-2028. Un document de la commission de régulation d'électricité et gaz publié. Janvier 2019.

Selon le graphe ci-dessus, 92% du cumul serait consommé par les centrale électrique (CE), la distribution publique(DP), et l'industrie. L'autoconsommation représenterait 8% de la consommation nationale.

Conclusion de l'étude

Selon l'étude présentée dans cette section (perspectives de la consommation du gaz à l'horizon 2028) :

La consommation nationale se situerait l'horizon 2028 entre 61et 76Gm³.

Elle est estimée à 67Gm³ dans le cas du scénario moyen, soit une croissance annuelle moyenne de 4,5%. Cette évolution est tirée par :

- **L'industrie** : Pour l'activité industrielle la consommation du Gaz Naturel passerait de 10 Gm³en 2019 à 17 Gm³en 2028 avec un TCAM de 9%. Cette croissance est due à l'apparition de nouveaux projets industriels et le résultat d'une croissance économique.
- **La Consommation de la distribution publique (DP)** : Elle passerait de 13 Gm³ en 2019 à 21Gm³ en 2028 soit un taux de croissance annuel moyen de 5,2%. Cette croissance sera le résultat de la concrétisation des différents programmes du développement de la distribution publique du Gaz notamment dans les zones rurales.
- **La consommation des centrales électriques**, La consommation des centrales électrique pour la production d'électricité passerait de 19 Gm³en 2019 à 23 Gm³ en 2028, avec un T.C.A.M de 2.2%.

En conclusion de cette étude, nous avons constaté que la majeure partie de la demande Gazière à l'horizon 2028 est liée à la consommation des centrales électriques et à la distribution publique du Gaz, qui représenterait respectivement 36% et 31% de la consommation globale à l'horizon 2028. D'où l'urgence d'une substitution énergétique et d'une diversification des sources de production d'électricité. Comme vu dans la première partie de cette étude, la demande d'électricité est en croissance rapide, pour des raisons déjà citées (voir partie 1 de cette étude) et la forte consommation d'électricité va induire automatiquement une tendance à la hausse de la consommation Gazière. Le besoin en gaz naturel cumulé pour le marché national sur la période étudiée (2018-2028) s'élèverait à 560 Gm³ (*équivalent à 3600 Mboe*)⁷⁴. Un double défi pour le secteur gazier est apparu : satisfaire la distribution publique notamment les ménages⁷⁵ et la satisfaction des besoins des centrales électriques pour la production de l'électricité. Face à cette situation, l'introduction d'autres formes d'énergies dans le mix énergétique nationale est une nécessité, les énergies renouvelables.

⁷⁴Mboe : million barils d'équivalent pétrole.

Conclusion

Au terme de ce chapitre qu'on a consacré à la présentation de la situation énergétique Algérienne, nous avons constaté que le secteur de l'énergie joue un rôle très important dans l'économie nationale, il contribue à plus de 35% du PIB. A travers la politique énergétique adoptée depuis l'indépendance, le secteur énergétique réponds à un double défi : à savoir la satisfaction des besoins énergétique nationaux et le financement du développement économique est social du pays. Plusieurs réformes ont été apportées à la politique énergétique depuis l'indépendance dans l'objectifs de l'adopter au contexte national et international.

L'analyse du bilan énergétique national, sur les dix dernières années, nous a permet de constater que la demande énergétique croit régulièrement pour répondre aux besoins d'une population qui augmente et dont le niveau de vie progresse. La Croissance démographique et l'un des déterminants importants de la consommation énergétique en Algérie. L'augmentation de la consommation d'énergie est en proportion avec l'augmentation de la population. La structure de la consommation finale par secteur d'activité reste dominée par la demande du secteur des « Ménages & autres » 43%, (4% par an), sans retour de plus-value ou de richesse quelconque, suivi par le transport 35%, (3% par an), alors que le secteur de l'industrie, créateur de valeur et de richesse pour l'économie nationale, consomme 22% (2% par an) du bilan énergétique national. Par type d'énergie, la consommation finale est dominée par les produits pétroliers (38%) suivis par le gaz naturel (27%) et l'électricité (20.64), mais en termes d'évolution sur la période 2007/20016 c'est le gaz naturel qui a plus évolué avec (98%). Notons que près de 98%⁸ de l'électricité est produite à partir du gaz naturel, et que plus de 60% de l'énergie consommée par les ménages, c'est de l'énergie électrique.

Les prévisions de la demande énergétique à l'horizon 2030, montre que les besoins de l'Algérie seront en progression notamment pour l'électricité et le gaz. Pour faire face au niveau de la demande prévue dans les différents scénarios étudiés, l'Algérie doit préparer sa transition énergétique, d'abord par un modèle de consommation basé sur les économies d'énergies et l'efficacité énergétique, ensuite par un modèle de transition énergétique basé sur les énergies renouvelables pour assurer la diversification des sources d'énergie, qui seront des constituants importants dans le mix énergétique, afin de garantir un approvisionnement durable en énergie pour le pays.

Un programme national a été mis en place depuis 2011 pour leur développement, et leur introduction du système énergétique nationale. Le prochain chapitre aborde en détail la stratégie Algérienne qui a été mise en place pour le déploiement des énergies renouvelables et leurs enjeux pour la nation.

Chapitre III

Introduction

Consciente de l'intérêt grandissant des énergies vertes et de leurs enjeux, et encouragé par un important potentiel en ressources renouvelables particulièrement le solaire, l'Algérie a intégré leur déploiement dans sa politique énergétique, par l'adoption d'un cadre juridique favorable et d'un programme ambitieux pour la réalisation d'infrastructures dans ce domaine et la planification d'importants projets. Dans l'obligation de réussir une transition vers un nouveau modèle énergétique basé sur les énergies propres, l'Algérie a revu sa stratégie énergétique en faveur d'un plus grand engagement pour la promotion et le développement des énergies renouvelables et l'efficacité énergétique. De ce fait, le l'Etat algérien a adopté en février 2011 un programme pour leur développement, puis révisé en 2015 avec un changement d'orientation stratégique. Ce programme ayant pour objectif de produire, d'ici 2030, 37% d'électricité à partir de sources renouvelables vise, en outre, à développer une véritable industrie des EnR pour atteindre taux d'intégration permettant de satisfaire la demande locale en équipements nécessaires aux différentes installations énergétiques renouvelables.

Avec un ensoleillement annuel moyen évalué à 3500heures et un territoire composé à 86% de désert saharien, l'Algérie possède un énorme potentiel en énergie renouvelable dans le monde. La puissance solaire de l'Algérie est estimée à environ 2.650 KWh/m²/an dans le sud, ce qui correspond à une capacité électrique 8 fois supérieure aux réserves de gaz naturel du pays, et au plus grand champ solaire du monde. Le Sud algérien constitue avec son immense potentiel solaire et éolien la principale charnière du programme national de développement des énergies renouvelables sur lequel l'Algérie mise pour diversifier son mix énergétique.

Au-delà de l'évolution du mix énergétique, le développement des énergies renouvelables affirme sa valeur dans l'irrigation de l'économie de l'Algérie puisqu'il entend soutenir le développement de filières industrielles et technologiques compétitives au niveau international, et avec des taux d'intégration élevés qui puisse garantir la création de nombreux emplois sur toute la chaîne de valeur cette filière. Par ailleurs, le développement d'un secteur des énergies renouvelables présente un double enjeu pour l'Algérie : assurer la satisfaction des besoins énergétiques nationaux et le développement des activités économique à travers l'industrie des énergies renouvelables.

Dans ce chapitre, un aperçu général sur les énergies renouvelables et leur situation dans le monde, en termes de capacités installées et en termes de volumes d'investissements consentis, va être présenté en première section. En deuxième section, et après avoir présenté le

potentiel en énergies renouvelables dont elle dispose, on examine la stratégie algérienne de la transition énergétique véhiculé par les deux versions du PNEREE. Cet examen va nous permettre dévoiler les moyens mis en œuvre et les objectifs fixés, dans le cadre de la nouvelle politique énergétique, pour la promotion des ressources renouvelables. Enfin, en troisième section, nous évoquerons les enjeux de la transition vers des sources énergétiques renouvelables sur l'économie nationale.

Section 1 : Présentation des Energies Renouvelables

Cette section est consacrée à la présentation des EnR, il s'agit de leur définition et de leur caractéristiques, leurs différentes filières, en fin la tendance mondiale en termes d'investissements, de capacités installées, et de production d'électricité de sources renouvelables.

1.1. Généralités sur les énergies renouvelables

1.1.1. Définition et caractéristiques

*« Une énergie est dite renouvelable lorsqu'elle est prélevée sur des flux naturels et non sur des stocks qui ne se reconstituent pas, les énergies renouvelables peuvent être donc être extraite de l'environnement, ce qui ne veut pas dire en quantité illimitées pour une période ou à un moment donné ».*¹

D'une manière générale, les énergies renouvelables trouvent essentiellement leurs origines dans les différents processus de conversion de l'énergie solaire fournie à la terre [Sarlos, Haldi, Verstraet, 2003]. Leur prélèvement sur des flux naturels exige une importante technologie, et ne sauraient considérer comme gratuites². Ces énergies sont, par définition, inépuisables. Dès lors, la notion de réserves n'est plus vraiment aussi pertinente. Pour mieux les distinguer des autres formes d'énergies, on essayera de présenter leurs caractéristiques :

- 1. Elles sont des énergies de flux :** Contrairement aux énergies fossiles qui sont des énergies de stocks, les énergies renouvelables sont des énergies de flux. Elles se présentent sous forme de flux d'énergie plus au moins variables dans l'espace et dans le temps. Elles sont générées par la nature, il s'agit par exemple du vent, du rayonnement solaire et des mouvements de l'eau. Leur exploitation n'a pas de limites puisqu'elles se renouvellent naturellement ;
- 2. Elles sont largement disponibles :** Les énergies renouvelables sont accessibles sur l'ensemble de planète notamment pour le vent et le soleil. Elles ne sont pas épuisables par l'usage qu'on peut en faire. Leur flux annuel en un lieu donné ou au niveau mondial peut en revanche varier assez sensiblement d'une période à une autre (*sécheresse, canicule, etc.*) et évoluer à long terme avec le climat terrestre (réchauffement climatique) ;

¹Jean pierre Hansen-Jacques PERCEBOIS « Energie : Economie et politique » De Boeck 2015, op.cit. page 568

² Mise gratuitement par la nature.

3. Elles sont produites par la nature : Elles sont produites par la nature, l'énergie hydraulique est issue des cours d'eau, des barrages et des marées. L'énergie éolienne tire parti de la force du vent. L'énergie thermique et le photovoltaïque utilisent l'énergie dégagée par les rayonnements solaires ; La biomasse résulte de l'exploitation forestière et des déchets agricoles ; Le biogaz est issu de la fermentation des déchets ménagers et industriels. La géothermie exploite la chaleur naturelle de la terre ; La pile à combustible utilise l'énergie produite par la réaction chimique de l'hydrogène avec l'oxygène.

4. Elles contribuent aux respects de l'environnement : Les énergies renouvelables émettent très peu de gaz à effet de serre.

1.1.2. Les sources des énergies renouvelables

Les sources d'énergies renouvelables (*soleil, vent, courant d'eau, biomasse ou chaleur naturelle*) permettent d'obtenir, après transformation, de l'énergie mécanique, de l'électricité, de la chaleur ou un combustible. Elles sont associées à la force de la nature, donc considérées inépuisables³. Couplées à une utilisation rationnelle de l'énergie (URE), elles permettent de réduire la consommation de combustibles d'origine fossile ou fissile, et par conséquent de réduire les impacts environnemental et socio-économique des besoins en énergie. Les énergies renouvelables regroupent un grand nombre de systèmes différents selon la ressource valorisée et la forme d'énergie obtenue. Ces dernières années, les évolutions observées concernent aussi bien l'amélioration des rendements de transformation et la diminution du prix de revient de l'énergie utile produite que la qualité du service énergétique et un confort accru à l'exploitation.

Du côté de la ressource, le potentiel des énergies renouvelables pourrait dépasser largement nos besoins, mais leur contribution dans le bilan énergétique dépend des surfaces mises à disposition, des investissements pour leur équipement. Il existe une multitude de sources d'énergie renouvelable (on peut distinguer que des éléments naturels capables de fournir de l'énergie), et actuellement leur exploitation est limitée par les possibilités technologiques pour les produire et, ayant atteint une certaine maturité technologique, les énergies hydrauliques semblent les plus prometteuses, mais d'autres sources d'énergies renouvelables comme, l'énergie géothermique ou l'énergie marémotrice présentent également un non négligeable de développement. Quant aux autres énergies des mers, leur production du domaine expérimentale.

³ C. Acket, J. Vaillant « *Les énergies renouvelables : Etat des lieux et perspectives* » Ed Technip 2011, op.cit. p.23

1.1.3. L'émergence des énergies renouvelables

Les deux chocs pétroliers de 1973 et 1979⁴ ont porté un coup très dur aux économies occidentales. La hausse subite des prix des hydrocarbures a engendré une prise de conscience de la dépendance de l'économie des pays industrialisés envers les énergies non renouvelables. Une brusque effervescence mondiale a eu lieu à partir des deux chocs pétroliers afin de favoriser le développement des énergies renouvelables. De nombreux scientifiques se tournent vers l'amélioration et la recherche de techniques solaire performantes. Des associations militent pour le développement des énergies renouvelables. Les gouvernements encouragent financièrement toutes les initiatives en ce sens.

L'intérêt pour les énergies renouvelables est justifié par la sécurité énergétique durable. Les énergies fossiles, pétrole et gaz essentiellement, sont épuisables ce qui signifie que la sécurité des approvisionnements en énergie n'est pas assurée et elle n'est pas garantie à long terme. A partir des années 80, d'autres considérations, liées à l'environnement et au réchauffement climatique, s'ajoutent pour favoriser le recours aux énergies alternatives.

Les deux crises énergétiques de 1973 et 1979 sont à l'origine des perturbations qu'a connues le marché mondial de l'énergie. Le cours des hydrocarbures n'est plus stable, l'offre et la demande ne sont plus un paramètre crédible pour la fixation des prix, d'autres éléments géopolitiques rentrent en jeu.

A partir de ce constat, une transition énergétique s'imposait pour les pays du monde. Le recours aux énergies propres est devenu incontournable et inéluctable.

1.1.4. Les avantages et les inconvénients des sources des énergies renouvelables

a. Les avantages

Comparées aux autres sources d'énergie (fossile) les sources d'énergies renouvelables ont d'un point de vue global comme principal avantage d'être non épuisables, plus écologiques, et complètement gratuite une fois l'investissement initial remboursé.

⁴ Deux crises de nature politiques vont entraîner de très fortes augmentations du prix de pétrole : en 1973 à l'occasion de la guerre du kippour entre Israël et les pays Arabes, le prix posté passe de 3 à 7\$ en octobre, puis à plus de 10\$ par baril fin décembre (le prix réel de transaction est alors de 7 ou 8\$: En 1979, la crise iranienne, avec le départ de shah d'Iran et arrivée au pouvoir de l'Imam Khomeiny, se traduit par une forte augmentation du prix du pétrole qui atteint 35\$ par baril.

Cependant, il faudrait bien noter qu'il existe plusieurs sources d'énergies renouvelables et que chacune a ses avantages et ses inconvénients qui lui sont plus ou moins propres.

- **L'énergie solaire** a comme principal avantage d'avoir un rendement élevé, de pouvoir couvrir jusqu'à 50% des besoins énergétiques en zones tempérées, et de convenir aux endroits même les plus isolés.
- **L'énergie biomasse** a pour elle l'avantage d'émettre des quantités de gaz à effet de serre relativement faible et qui sont d'ailleurs inférieure en termes de volume au gaz carbonique que le bois a capté aux cours de sa vie. En outre elle est relativement bon marché et contribue au développement local.
- **L'énergie éolienne** est la définition même de ce qu'on peut appeler une énergie propre, sans rejet et sans déchet, elle permet en outre de désenclaver sur le plan énergétique les sites les plus isolés. Grâce un bon coefficient de performance, elle assure aussi une très bonne indépendance énergétique.

b. Les inconvénients

En règle générale, les sources d'énergies renouvelables ont comme inconvénients principaux de nécessiter un investissement initial assez conséquent avec des rendements qui peuvent être relativement fluctuant dépendant de la zone d'installation, de la saison voir des aléas climatiques. Selon la source d'énergie renouvelable les inconvénients vont varier.

D'un point de vue plus spécifique, on pourra dire que les principaux inconvénients de l'énergie alternatives sont : des rendements trop corrélés aux aléas climatiques et un retour sur investissement très long au vu des cours actuels des sources d'énergies fossiles/fissiles. Pour l'énergie éolienne, est tributaire du vent. L'énergie biomasse de même que l'énergie géothermique ont comme inconvénient de ne pas pouvoir être exploitées intensivement, au risque de déséquilibrer durablement l'équilibre écologique de la zone d'exploitation.

Sur un plan purement économique, le coût de production des énergies renouvelables est trop élevé. Leur contribution minime dans le bilan énergétique mondiale est le résultat de manque de compétitivité par rapport à d'autres formes d'énergie. Les coûts élevés de la technologie nécessaire pour la production et l'exploitation d'une énergie nouvelle engendre une perte de compétitivité par rapport à l'énergie fossile. La nécessité d'un appoint en cas d'indisponibilité de la source, il faut souvent qu'une autre énergie prenne le relais, imposant des surcoûts quelquefois conséquents.

Sur le plan technique les inconvénients sont principalement de l'ordre de trois :

1. Une densité de puissance disponible relativement faible comparativement aux énergies non renouvelables, ce qui implique de grandes surfaces de captation et un coût matière trop élevé ;
2. La grande variabilité de la ressource : l'énergie solaire ou éolienne, l'hydraulique, l'énergie des mers présente une fluctuation importante. Il faut capter l'énergie quand elle est disponible, ce qui nécessite des régulations souvent complexes ;
3. Elles Se présentent comme des énergies de flux, ce qui rend difficile leurs stocks.

En fin, leur développement passe par la maîtrise de leur complexité et des mécanismes de financement appropriés.

1.2. Les différentes filières des Energies Renouvelables

Dans cette sous-section nous présenterons les différentes filières des EnR et leur utilisation.

1.2.1. L'énergie Solaire

Le soleil émet un rayonnement électromagnétique dans lequel se trouvent notamment les rayons cosmiques, gamma, X, la lumière visible, l'infrarouge, les micro-ondes et les ondes radios en fonction de la fréquence d'émission. Tous ces types de rayonnement électromagnétique véhiculent de l'énergie⁵. Le niveau du flux énergétique mesuré à la surface de la Terre dépend de la longueur d'onde du rayonnement solaire. Les techniques de captation de l'énergie solaire peuvent être classées en deux grandes filières⁶ :

1. La production de l'électricité ou de chaleurs par concentrations de l'énergie solaire (Concentrated Solar Power, CSP), fondé sur la mise en œuvre de cycles thermiques dans lesquels le soleil est la source chaude ;
2. Les systèmes dits photovoltaïques (PV), basé sur conversion physique direct de l'énergie solaire en électricité, à l'Aide d'ensemble semi-conducteurs.

⁵Jean François Sacadura « *Initiation aux transferts thermiques* », Lavoisier, Paris, 1993 op.cit. : page 18

⁶Jean Pierre Hansen-Jacques Percebois, « *Energie : Economie et politique* » 2ème Edition, Edition de Boeck 2015(op.cit. : page 590)

1.2.2. Energie Eolienne

Elle tire son nom « d'Eole », le nom donné au dieu du vent dans la Grèce antique. L'énergie éolienne est l'énergie tirée du vent au moyen d'un dispositif dit éolienne ou aérogénérateur¹, puis il la transforme en électricité. La mise en œuvre de l'énergie éolienne est d'abord fonction des conditions climatique et géographiques, et notamment le régime des vents, et ensuite des conditions de faisabilité aussi bien technologique que financière. La ressources éolienne est présente quasiment partout sur Terre, son énergie sur l'ensemble du globe est estimée à 5.106 Twh/h par an.

1.2.3. La Biomasse

« Dans le domaine de l'énergie Le terme « biomasse » regroupe l'ensemble des matières organiques pouvant devenir des sources d'énergie »⁷. La biomasse est une ressource naturelle, c'est la masse des êtres vivants sur terre (*animaux et végétaux*). La biomasse des végétaux « *chlorophylliens* » occupe une place importante sur terre car elle transforme l'énergie solaire en énergie chimique (*la matière organique fabriquée par la photosynthèse*). Ce gisement d'énergie « verte » se renouvelle constamment s'il n'est pas surexploité et constitue la base alimentaire de tous les autres êtres vivants.

Les ressources primaires en biomasse exploitable se répartissent en cinq catégories selon leur origine : Le bois sous forme de bûches ; Les sous-produits du bois qui recouvrent l'ensemble des déchets ; Les produits par l'exploitation forestière ; Les produits issus de l'agriculture traditionnelle (céréales) ; Les sous-produits de l'industrie tels que les boues issues de la pâte à papiers, et les déchets de l'agroalimentaire ; Les déchets organiques tels que les déchets urbains, les ordures ménagères et les déchets en provenance de l'agriculture tels que ; Les effluents agricoles.

Selon qu'elle est simplement disponible ou volontairement produite, on peut classer autrement la biomasse, selon son origine : Gisements fatals concentrés (*par exemple les déchets des activités d'un site industrielle*) ; Gisements fatals diffus (*branches et souches des activités d'exploitation forestières, sous-produits de l'activité agricole, les pailles*) ; La production de la ressource dédiée (*cultures et boisement traditionnel*). En principe et tant que le milieu où

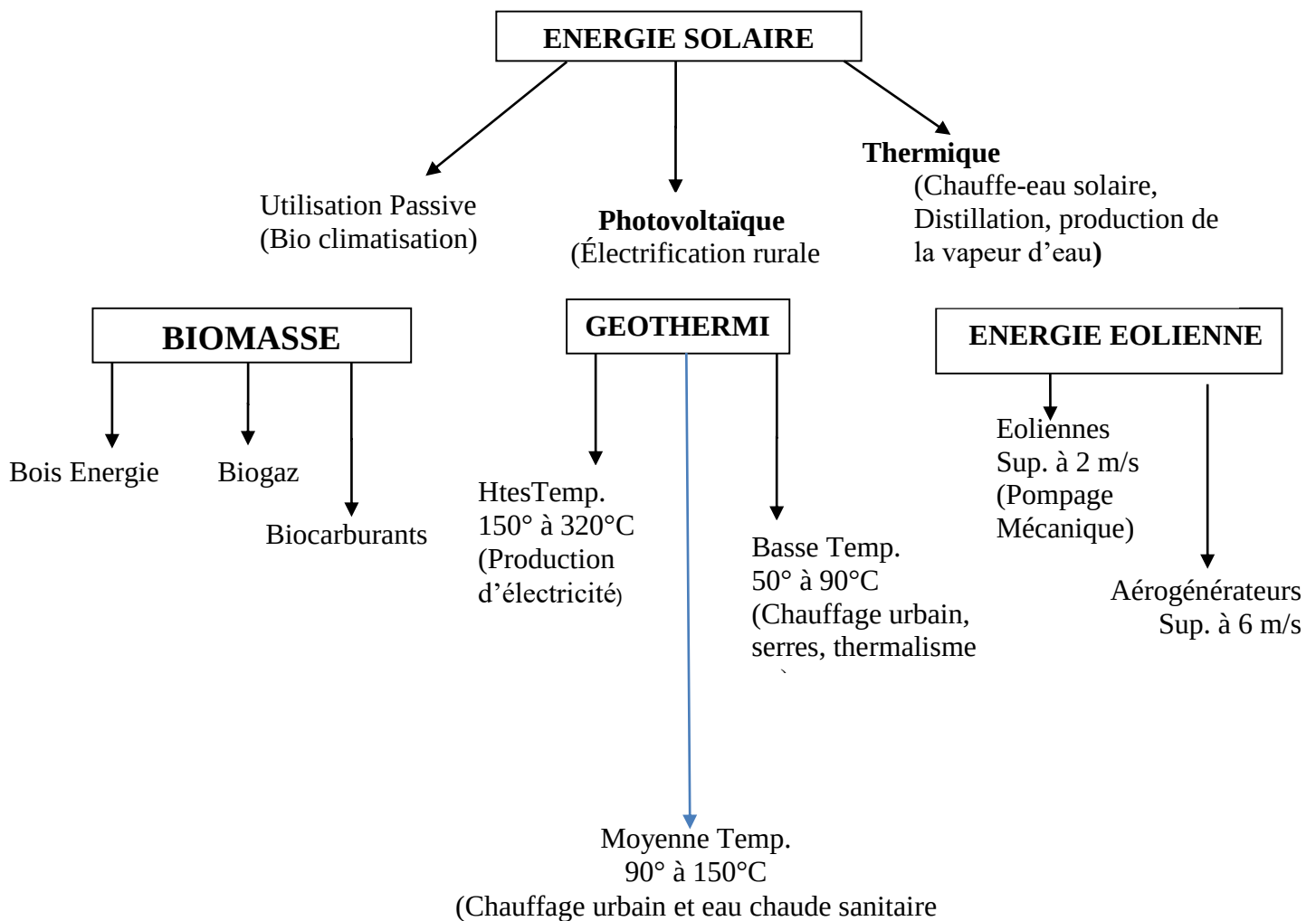
⁷Jean Pierre Hansen-Jacques PERCEBOIS « Energie : Economie et politique » 2^{ème} Edition, Edition de Boeck 2015.

prospèrent les espèces vivantes qui la produisent n'est pas dégradé et que la production continue y est assurée la biomasse est toujours renouvelable.

1.2.4. Energie géothermique

La géothermie est une énergie renouvelable provenant de l'extraction de l'énergie contenue dans le sol. Elle peut être utilisée pour le chauffage mais aussi pour la production de l'électricité. Il s'agit d'une des seules énergies ne dépendant pas des conditions atmosphériques. On distingue quatre types de géothermie ; la haute, la moyenne, la basse et la très basse énergie.

Le schéma ci-dessus présente les différentes filières des énergies renouvelables et leur utilisation. La présentation détaillée par filière voire



Source : Le guide Algérien des énergies renouvelables, une publication du ministère de l'énergie et des mines, édition de 2007.

1.3. Les énergies renouvelables dans le monde

La menace d'épuisement des énergies fossiles et la lutte contre les changements climatiques ont donné un essor aux filières des énergies renouvelables. Plusieurs pays ont introduit, dans le cadre de leur politique énergétique, le développement des ressources renouvelables en mettant en place des programmes ainsi que les instruments institutionnel, législatifs et financiers pour soutenir les différentes filières. Depuis l'an 2000, les EnR ont connu une très grande importante progression, mesurée par le volume des investissements et les nouvelles puissances installées annuellement.

1.3.1. Volume des investissements et évolutions des coûts

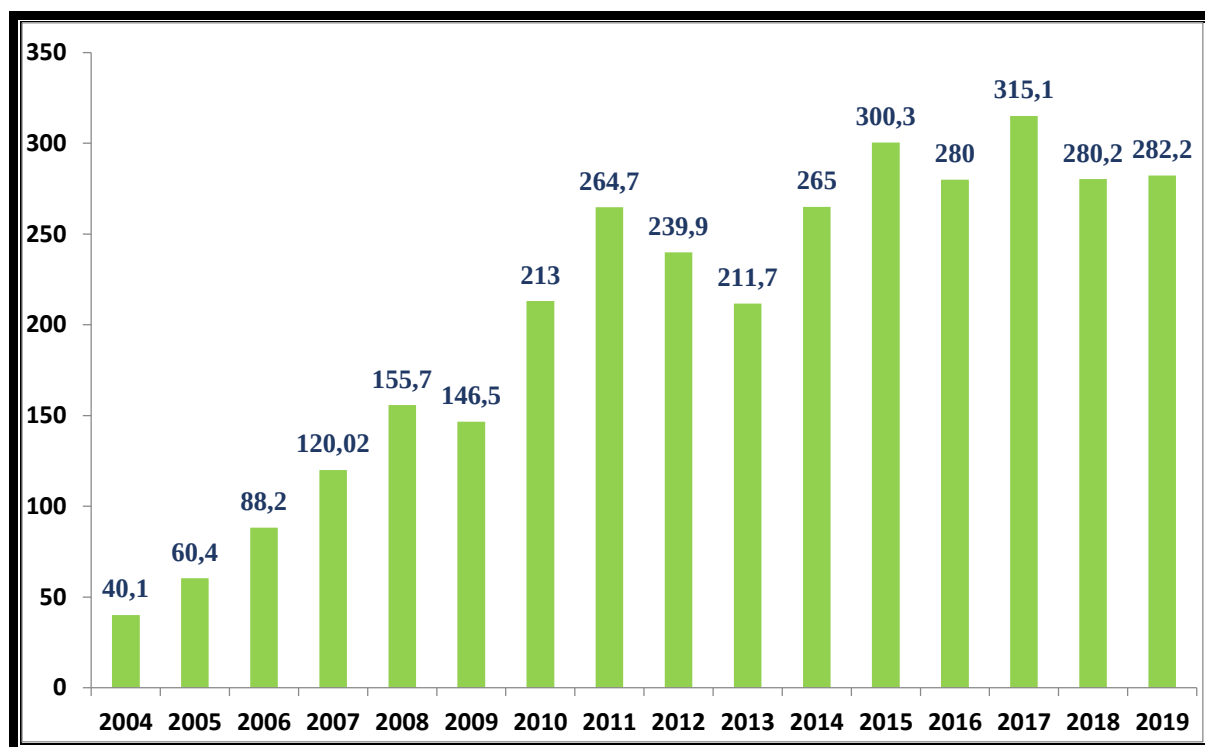
Environ 300⁸ milliards USD sont investis annuellement au niveau mondial ces dernières années (moins de 50 milliards USD par an en 2004)⁹. Selon les prévisions de l'I.R.E.N.A, les investissements annuels dans les énergies nouvelles doivent tripler pour atteindre 800 milliards USD d'ici 2050. Etant devenues une proposition d'investissement convaincante, les EnR bénéficient d'un cadre politique favorable en raison de la volonté des gouvernements de mettre la transition énergétique au cœur de la croissance économique, et le souhait de garantir un développement durable pour les prochaines années. Les flux de capitaux énergétiques, que ce soit publics ou privés, s'accroissent en raison de la rentabilité des projets d'énergies renouvelables. Les coûts technologiques de certaines filières continuent de baisser, et le coût de production d'électricité verte de certaines sources est de plus en plus compétitif. Selon le rapport Le rapport Global Trends in Renewable Energy Investment2020¹⁰, École de Francfort-PNUE a dévoilé que la compétitivité des coûts des énergies renouvelables a, également, augmenté de façon spectaculaire. D'ailleurs, le coût de l'électricité a diminué de 81% pour le solaire photovoltaïque depuis 2009. Celui de l'éolien terrestre a baissé de 46%.

⁸ Le rapport Global Trends in Renewable Energy Investment2020, École de Francfort-PNUE (Programme des nations unies pour l'environnement).

⁹ Selon Le rapport Global Trends in Renewable Energy Investment2020, pour l'Année 2018, les investissements renouvelables dépassent les investissements fossiles d'un facteur de trois.

¹⁰ Le rapport Global Trends in Renewable Energy Investment est publié annuellement depuis 2007. Il est commandé par le Programme des Nations Unies pour l'environnement en coopération avec le Centre collaborateur École de Francfort-PNUE pour le financement du climat et de l'énergie durable et produit en collaboration avec Bloomberg NEF. Le rapport est soutenu par le ministère fédéral allemand de l'environnement, de la conservation de la nature et de la sûreté nucléaire.

Figure 20 : L'investissement global en EnR 2004-2019(en Milliards \$)



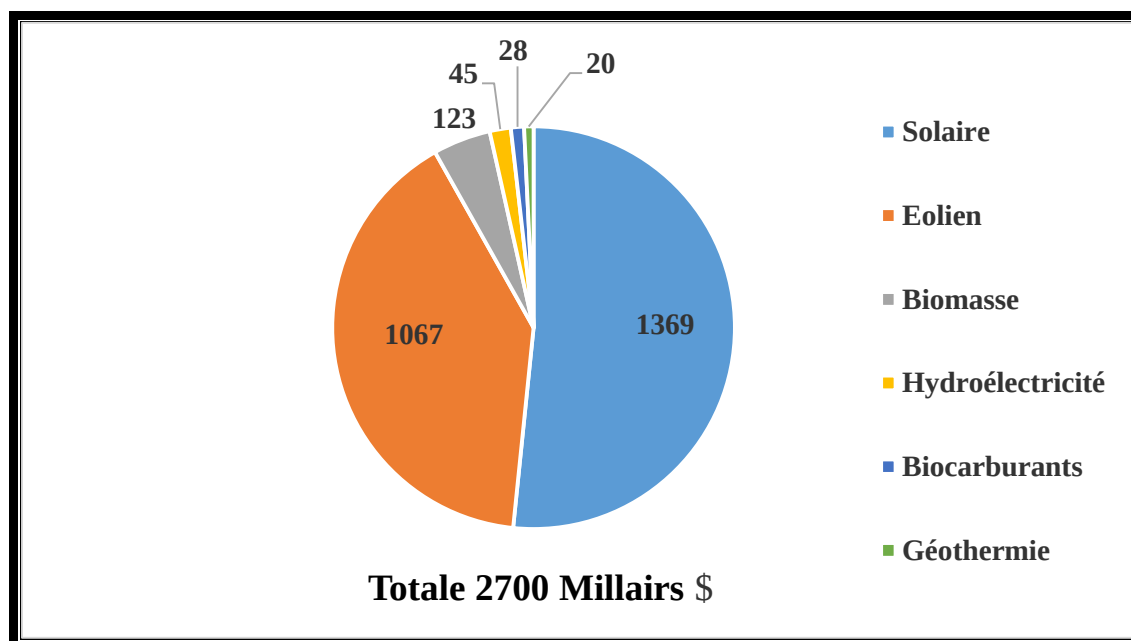
Source : Le rapport Global Trends in Renewable Energy Investment2020, École de Francfort-PNUE

La baisse des coûts technologiques engendre des disparités en termes du volume des investissements entre les différentes filières d'industrie des EnR. Certaines filières enregistrent des volumes d'investissements plus importants que les autres et drainent des capitaux de différentes sources de financements. Pour mieux détailler ces disparités, nous allons présenter les investissements par filière technologique pour identifier les plus attractives.

1.3.1.1. Le volume des investissements et évolution des coûts par technologie

La diminution des coûts d'installation, résultant des améliorations en technologie et l'adaptation des mécanismes d'achats aux conditions du marché, s'est avéré être un catalyseur efficace dans la montée en puissance des investissements et renforcement de capacités supplémentaire en EnR. Dans le cadre de cette sous-section avons choisis de s'intéresser au volume des investissements par technologies des énergies renouvelables dans le monde lors de la décennie (2010-2019).

Figure n° 21 : Tendance des investissements dans les EnR 2010-2019



Source : Le rapport Global Trends in Renewable Energy Investment 2020, École de Francfort-PNUE

Le graphique ci-dessus, montre la structure des d'investissement par technologies d'énergies renouvelables sur la période 2010-2019. Il apparaît que les investissements par filières technologique des EnR sont dominées par le Solaire et l'éolien. Les deux technologies ont attiré respectivement 54% et 41%¹¹ sur un totale de près 2700 Milliards \$ investi sur toute la période considérée. Cette tendance est due à une maturité de ces deux technologies, baisse des coûts grâce aux économies d'échelle, progrès technologiques, et de plus en plus de mécanismes d'approvisionnement sophistiqués, une forte concurrence dans les enchères et le soutien apporté à la recherche par plusieurs Etats au niveau mondial. La biomasse et la valorisation énergétique des déchets ont reçu près de 5%, l'hydro électricité près de 2% de \$, biocarburants 1.05% de \$, et en Fin la géothermie avec près de 1% de l'investissement global de la décennie 2010-2019.

La nature hautement modulaire de certaines technologies, leur développement de projet court dé lais, augmentation de la compétitivité coûts portée par les progrès techniques et de fabrication, expliquent les disparités des investissements d'une filière à une autre. Les mécanismes de financement des projets d'EnR est un autre facteur déterminant dans le choix des investissements par technologie.

¹¹Calculé à base des données du graphique N° 7

En matière de compétitivité-coûts, il est intéressant de se référer à une étude comparative menée par l'IRENA¹². En effet, celle-ci montre qu'un même investissement initial d'un million de dollars US, représentait en 2010, le financement d'installations éolienne et solaire photovoltaïque de puissances évaluées respectivement à 514 KW et 213 KW. Cependant, il permet aujourd'hui de réaliser les mêmes centrales en 2019, mais avec des puissances de 679 KW pour l'éolien et 1005 KW pour le solaire photovoltaïque. Ainsi, si les coûts d'investissement de l'éolien étaient plus intéressants initialement, ce sont ceux du solaire photovoltaïque qui le sont devenus dès 2019.

Sur le plan de financement de projet, Il y a eu une tendance à un effet de levier¹³ dans les structures de financement au niveau des projets, ce qui peut être observé dans l'augmentation de la dette par rapport aux capitaux propres. Cela peut être lié à la maturation et la consolidation des principales technologies telles que le solaire PV et l'éolien terrestre au fil des ans, les prêteurs sont plus à l'aise avec les risques encourus dans de tels projets. En effet 65%¹⁴ des projets, la dette était dirigée vers ces deux technologies.

1.3.1.2. Le volume des investissements par pays

Cette sous-section examine le volume des investissements en EnR par pays ces dix dernières années (2010-2019). L'objectif est de déterminer les pays qui financent le plus de projets d'énergies renouvelables, et pour ensuite d'établir un lien entre investissements et capacités installées. On a procédé par une analyse par pays¹⁵, pour mieux examiner l'état d'avancement de leurs projets d'énergies renouvelable et de la transition énergétique. Selon les différentes études menées par les différents organismes spécialisés¹⁶, les pays qui investissent le plus dans les énergies vertes sont : la Chine, les USA, le Japon, et les pays du continent Européen.

¹²“Global Landscape of Renewable Energy Finance, 2020”, Un rapport, co-développé par l'Agence internationale pour les énergies renouvelables (IRENA) et l'initiative de politique climatique, fournit des recommandations exploitables aux décideurs politiques et autres parties prenantes pour augmenter les investissements et mobiliser des capitaux dans le secteur.

¹³L'effet de levier désigne l'utilisation de l'endettement pour augmenter la capacité d'investissement d'une entreprise, d'un organisme financier.

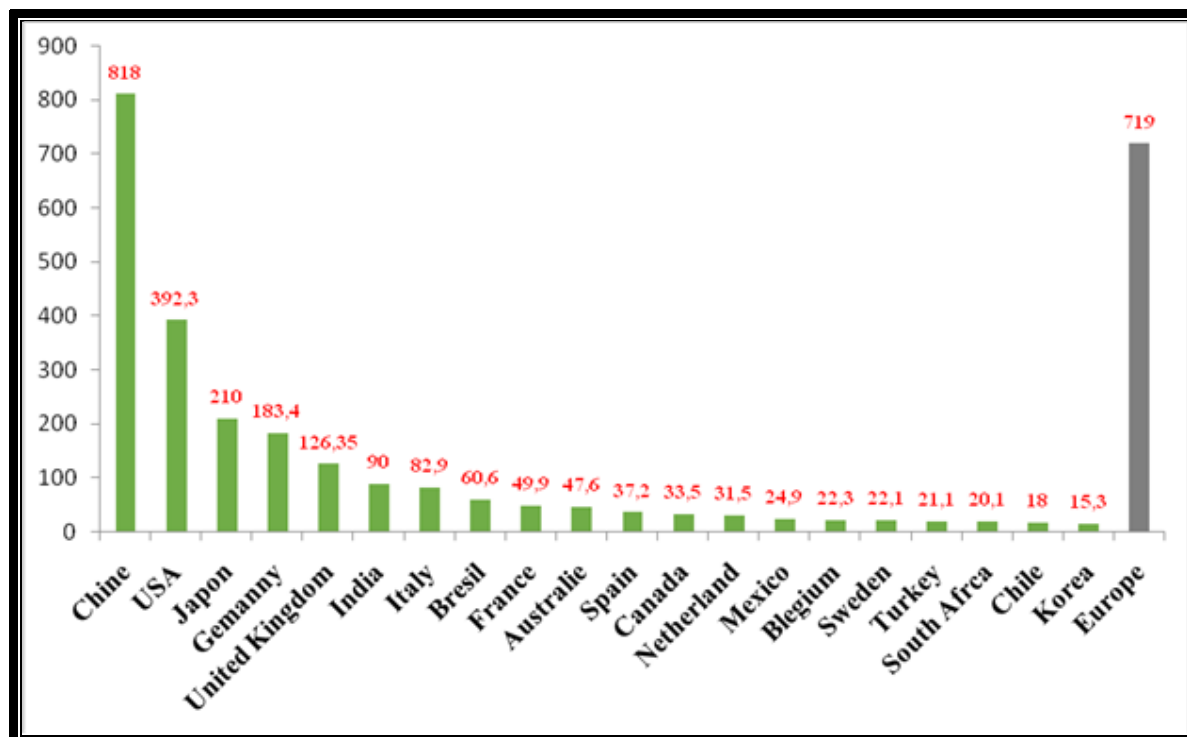
¹⁴IRENA and CPI (2020), Global Landscape of Renewable Energy Finance, 2020, International Renewable Energy Agency, Abu Dhabi.

¹⁵Les pays qui enregistrent le grand volume d'investissement dans les projets d'énergies renouvelables dans le monde.

¹⁶L'agence Internationale de l'énergie(AIE), Agence internationale des énergies renouvelables(IRENA), Programme des Nations Unies pour l'environnement (PNUE) et la R.E.N 21 (Renewables 2019 Global Status Report).

Le Graphe ci-dessous présente le volume de leurs investissements (en Milliard de \$) dans les projets d'énergies renouvelables sur la période allant de 2010-2019

Figure N° 22 : Les investissements en capacité d'énergie renouvelable par 2009-2019 (en Milliards de \$)



Source : Le rapport Global Trends in Renewable Energy Investment 2020, École de Francfort-PNUE

Le graphe ci-dessus présente les vingt principaux pays qui investissent le plus dans les projets énergétiques renouvelables, allant de la Chine pour un total de 818 milliards de dollars à la Corée du Sud avec 15,3 milliards de dollars. L'analyse montre que la majorité (83%) d'investissements dans les énergies renouvelables, lors de la dernière décennie, provenaient et coulaient de trois pays - la Chine, les États-Unis et le Japon qui représentent 53% du volume global investis.

L'Allemagne, avec 183.4 milliard de \$ (7%), vient en quatrième position mais reste le leader Européen avec 26 %. Les pays¹⁷ du moyen Orient et Afrique du Nord, Asie du Sud et Afrique subsaharienne n'ont attiré que 15%¹⁸ du total des investissements dans les énergies renouvelables.

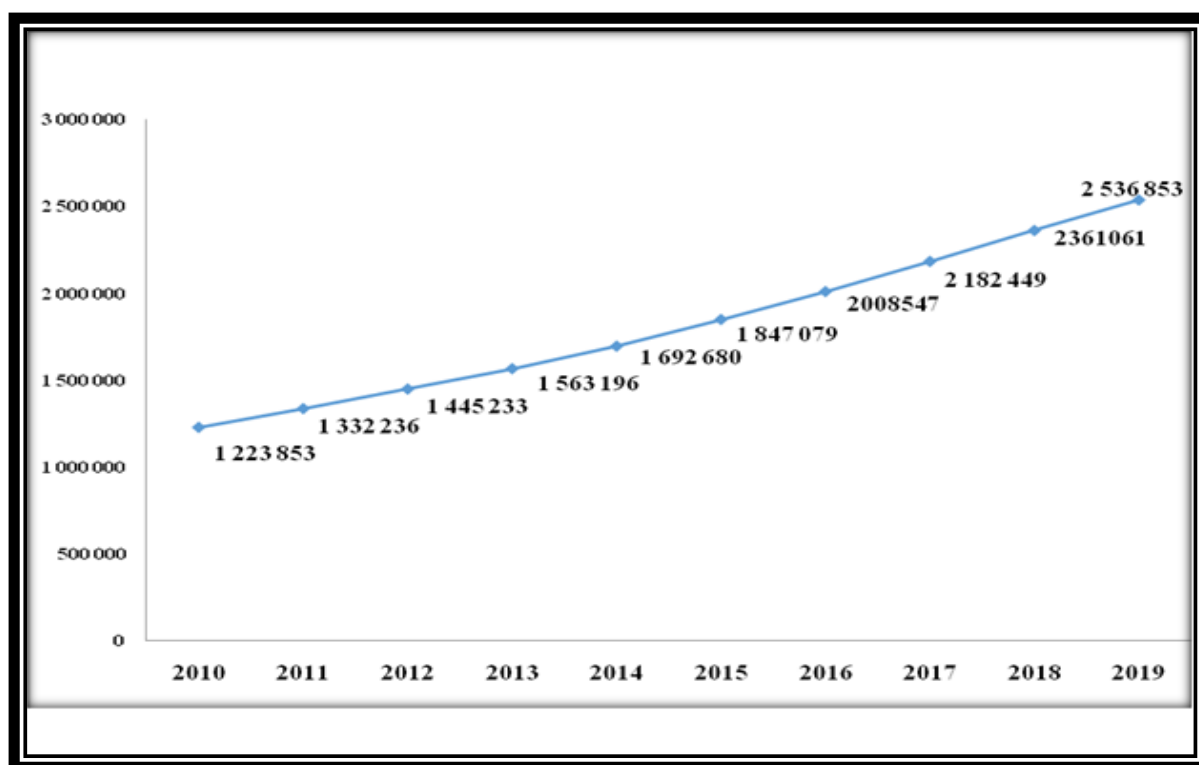
¹⁷Ils n'ont pas été pris en considération dans ce rapport du PNUE en raison du faible volume de leurs investissements

¹⁸IRENA and CPI (2020), Global Landscape of Renewable Energy Finance, 2020, International Renewable Energy Agency, Abu Dhabi

1.3.2. Ressources renouvelables et capacités installées dans le monde

Il s'agit de présenter la capacité¹⁹ de production d'énergie renouvelables et autres installations qui utilisent des sources renouvelables pour produire de l'électricité. Dans cette sous-section nous présenterons les capacités installées ces dix dernières années, nous allons procéder par une présentation des capacités globales installées (en MW), puis par technologies (en MW) pour ensuite établir le lien entre capacités installée et la production d'électricité verte. Les données reflètent la capacité installée et connectée à la fin de l'année civile.

Figure 23 : La capacité totale installée (2010-2019)



Source : établi par nous même à base de statistique de l'IRENA (2020)

Le graphe ci-dessus illustre les capacités installées en EnR de 2010-2019. Il apparaît que les installations sont en évolution permanente ces dix dernières années. Elles étaient de 122853 (MW) EN 2010 pour atteindre 2 536 853 (MW) en 2019 soit un taux de croissance annuel moyen (T.C.A.M) de 34%²⁰. Cette croissance continue des capacités installées reflète le volume des investissements consentis en énergies renouvelable dans le monde (près de 3000 Milliards de \$ en 2019). Le volume des capacités de production installées est un indice de la

¹⁹La capacité de production d'énergie renouvelable est mesurée comme la capacité de production nette maximale des centrales électriques et autres installations qui utilisent des sources d'énergie renouvelables pour produire de l'électricité.

²⁰ Calculé par nous même à partir des données de IRENA (2020) (statistiques du graphe 8).

forte pénétration des énergies renouvelables dans le système énergétique mondial. Leur introduction dans les politiques énergétiques de plusieurs pays est un facteur déterminant pour la transition vers un nouveau modèle de consommation basé sur les ressources renouvelables. La baisse des coûts de certaines technologies de la filière des renouvelables à encourager d'avantage la croissance des installations.

Afin de mieux illustrer les capacités installées en détaille, nous les présenterons par technologiques pour distinguer celles qui sont le plus avancées par rapport aux autres.

1.3.2.1. Capacités installées par technologie

Le tableau ci-dessus présente la tendance de capacités installées en énergies renouvelables sur la période 2010-2019 en MW.

Tableau 29 : Capacités installées par technologie (2010-2019)

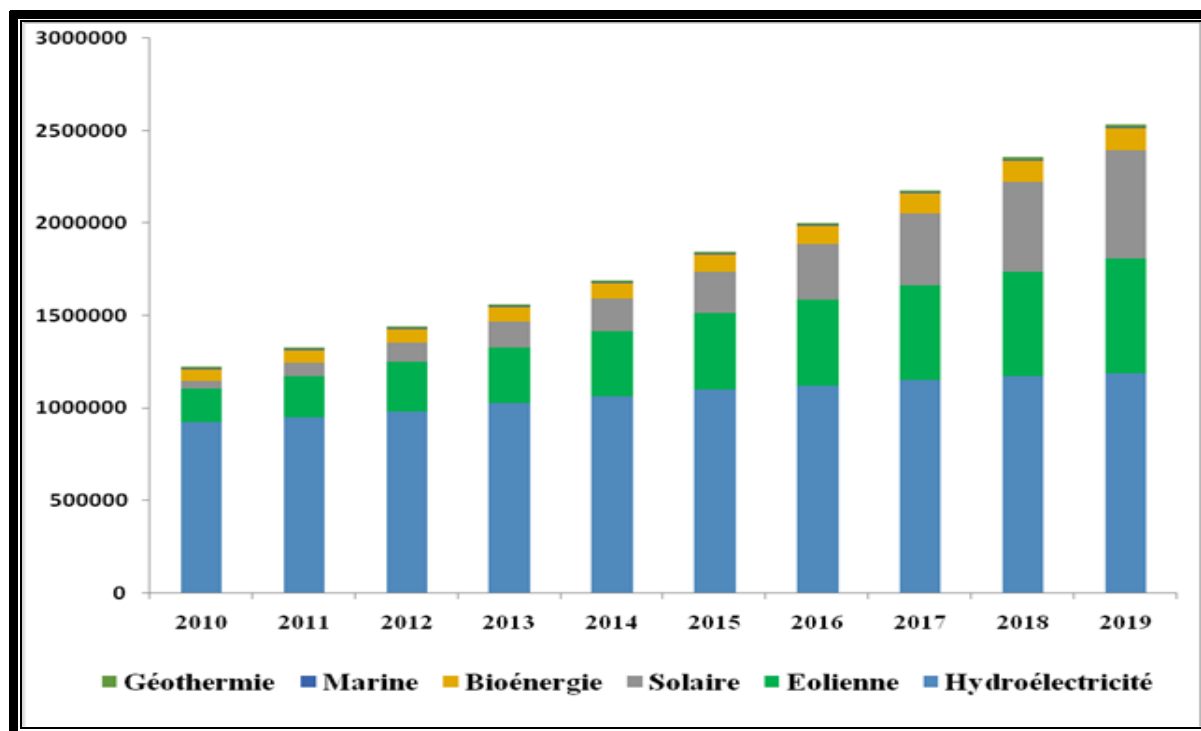
Année	Hydroélectricité	Bioénergie	Solaire	Eolienne	Marine	Géothermie	Total
2010	925298	65603	41545	180846	250	9992	1223533
2011	952702	71777	73738	220015	503	10134	1328870
2012	983128	76629	104085	266905	509	10 481	1441737
2013	1028759	83848	139596	299916	510	10718	1563346
2014	1065880	90004	176088	349297	513	11159	1 692 94
2015	1099655	96764	222091	416241	513	11814	1847079
2016	1123483	104576	295948	466844	524	12257	2 009632
2017	1152779	110539	388569	514376	528	12702	2179492
2018	1174664	117738	486721	563586	529	13227	2 356065
2019	1187150	124026	584842	622408	531	13 909	2532866

Source: Renewable Energy Statistics 2020 The International Renewable Energy Agency (IRENA)

Selon le tableau ci-dessus l'hydroélectricité reste de loin la première filière renouvelable qui enregistre le plus de capacités installées dans le monde, ces dix dernières années, comparativement à l'ensemble des autres filières renouvelables réunies. Elle représente 59%²¹ du totale des installations sur toute la période étudiée. L'éolien et le solaire viens en deuxième position avec respectivement 32% et 21%. La bioénergie, les énergies marine et la géothermie enregistre un taux faible de 9% d'installations dans le monde.

²¹Calculé à partir des données de IRENA (2020), Renewable Energy Statistics 2020 The International Renewable Energy Agency, Abu Dhabi.

Figure 24 : Tendances de capacités installées 2010-2019 en MW



Source : IRENA 2020

Selon le graphe ci-dessus, c'est le solaire et l'éolien qui enregistre le taux d'évolution le plus important comparativement aux autres sources d'EnR. Cette tendance à la hausse de ces deux sources est justifiée par la baisse des coûts²², et la rapidité de la mise en services de projet d'EnR, liés à leurs technologies. La production d'électricité renouvelables a tendance à être de trois à six mois pour le solaire photovoltaïque, neuf mois ou plus pour l'éolien terrestre, mais deux à trois ans pour l'éolien offshore, et trois ans environ pour la biomasse, valorisation énergétique des déchets, solaire thermique, géothermique et petits projets hydroélectriques.

1.3.2.2. Ressources renouvelables et production d'électricité dans le monde

L'introduction des sources renouvelables dans le mixe énergétique mondiale se développe d'année en année. Les ressources renouvelables s'introduisent dans les systèmes énergétiques de plusieurs pays du monde à des degrés différents, selon le potentiel et les capacités technologique dans chaque filière²³. Les énergies renouvelables de nouvelle génération (solaire, éolien, biomasse, etc.) pèsent davantage dans le mix électrique mondial. Cet état des lieux confirme les choix de la diversification des sources de production d'électricité

²² Coûts liés à leurs technologies.

²³ Haron Wajsbrot, « Le nucléaire doublé par les éoliennes et les panneaux solaires », le journal Les Echos du 28 septembre 2020.

qui pourrait être un premier élément de la transition vers un nouveau modèle de consommation d'énergie dans le monde.

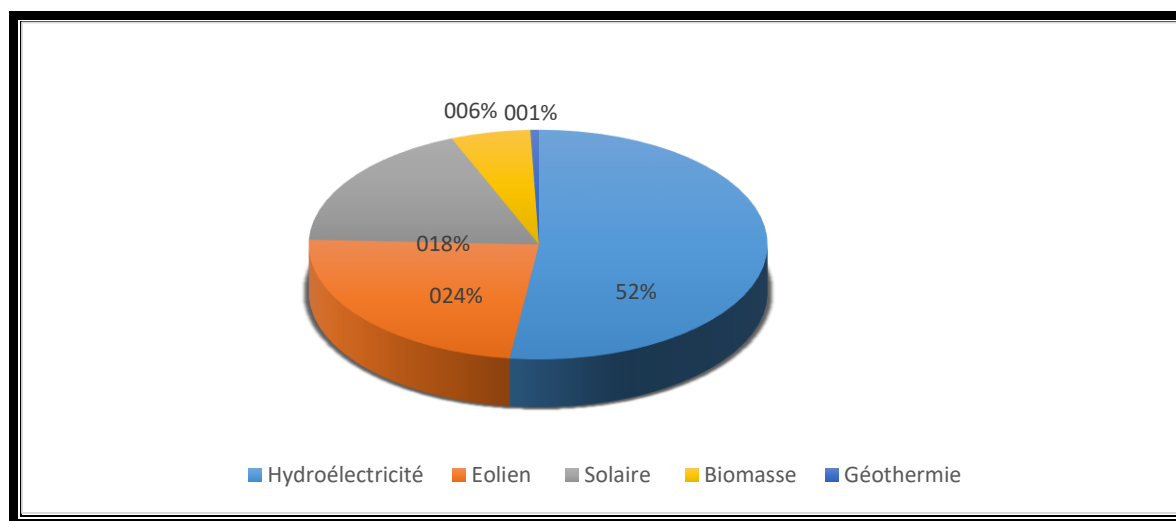
Tableau 30 : La production d'électricité d'origine renouvelable (Mwh) 2015-2019.

Source renouvelable primaire	2015	2016	2017	2018	2019
Hydroélectricité	1099	1129	1156	1177	1189
Eolien (On et Offshore)	416	467	514	564	623
Solaire (PV+Scp)	222	296	389	489	586
Biomasse	97	105	111	117	124
Géothermie	12	12	13	14	15
Total	1846	2009	2183	2361	2537

Source : IRENA « renewable energy statistics 2020 ».

La part des énergies renouvelables dans la production d'électricité a marqué une forte croissance ces cinq dernières années. Cet essor s'appuie principalement sur l'éolien et le solaire photovoltaïque en raison des progrès techniques enregistré par ces deux filières et la baisse des coûts de la technologie. Leur évolution respective est de 49% et 167% sur la période 2015-2019. L'hydroélectricité malgré sa domination en termes de quantité produite (1189 MW en 2019) son taux d'évolution reste faible avec 8.19% sur la période considérée. La biomasse est la géothermie leur contribution dans le mixte électrique mondial reste globalement faible avec respectivement 124 MW et 15 MW

Figure 25 : la structure de la production de l'électricité d'origine renouvelable 2015-2019



Source : établis par nous même à base des statistiques du tableau N° 30

Le graphe ci-dessus nous présente la structure de l'électricité produite à base des ressources renouvelables les cinq dernières années 2015-2019. Il apparaît que la contribution de l'hydroélectricité reste encore dominante (52 %) quant à la génération d'électricité renouvelable

dans le monde. Néanmoins, cette part a enregistré une baisse considérable comparativement à l'année 2015 où elle représentait 60%. L'électricité éolienne (23%) et solaire photovoltaïque (18%) entre 2015 et 2019. Quant à la contribution de la biomasse et la géothermie à la production d'électricité renouvelable, elle reste faible avec respectivement 5% et 0.60 % en 2019.

La baisse des coûts²⁴ de certaines technologies des énergies renouvelables offre la possibilité de stimuler de nouvelles capitales à installer pour les prochaines années. La compétitivité- coûts d'électricité verte ces dernières années encourage les investissements et augmente la rentabilité du capital dans le secteur des énergies renouvelables. Les perspectives du développement des capacités à installées dans le monde à l'horizon 2030 vont être développées dans le quatrième chapitre de ce travail.

Section 2 : Le plan d'action national de développement des EnR et de l'E.E

La nouvelle politique énergétique Algérienne cherche à valoriser les ressources renouvelables dont dispose le pays pour une transition vers un nouveau système énergétique basé sur les énergies Alternatives. Dans cette section nous présenterons la stratégie qui a été mise en place par l'Etat Algérien pour le développement des énergies renouvelables et de l'efficacité énergétique. Il s'agit de présenter, en premier lieu, le potentiel Algérien en énergies renouvelables, pour pouvoir identifier les filières qui présentent une meilleure capacité, et par conséquent susceptibles d'être développées. En second lieu, la stratégie de développement des énergies renouvelables et de l'efficacité énergétique, en se basant sur les moyens qui ont été mis en place pour atteindre les objectifs fixés dans le cadre du PNREE. En fin, les avantages liés à la valorisation des sources renouvelables pour le pays.

2.1. Le potentiel Algérien en énergies renouvelables

2.1.1. Le potentiel Solaire

Avec un territoire de 2 381 741 de Km² (composé de 86% de désert saharien), l'Algérie possède le champ solaire le plus important au monde²⁵. L'ensoleillement annuel moyen du pays est évalué à 3500²⁶ heures, avec une moyenne d'ensoleillement de 6,57 kWh/m²/jour. Le

²⁴ Les Coûts des technologies du solaire PV et de l'éolienne terrestre.

²⁵ Algerian Renewable Energy Resource Atlas, Un document du le Cendtre des énergies renouvelbe (CDER) 1st édition 2019.

²⁶ Le guide algérien des EnR, Une publication du ministère de l'énergie et des mines, Edition 2007.

potentiel solaire algérien est équivalent à un volume de 37 000²⁷ milliards de mètres cubes, soit plus de 8 fois les réserves de gaz naturel du pays, à la différence que le potentiel solaire est renouvelable, contrairement au gaz naturel.

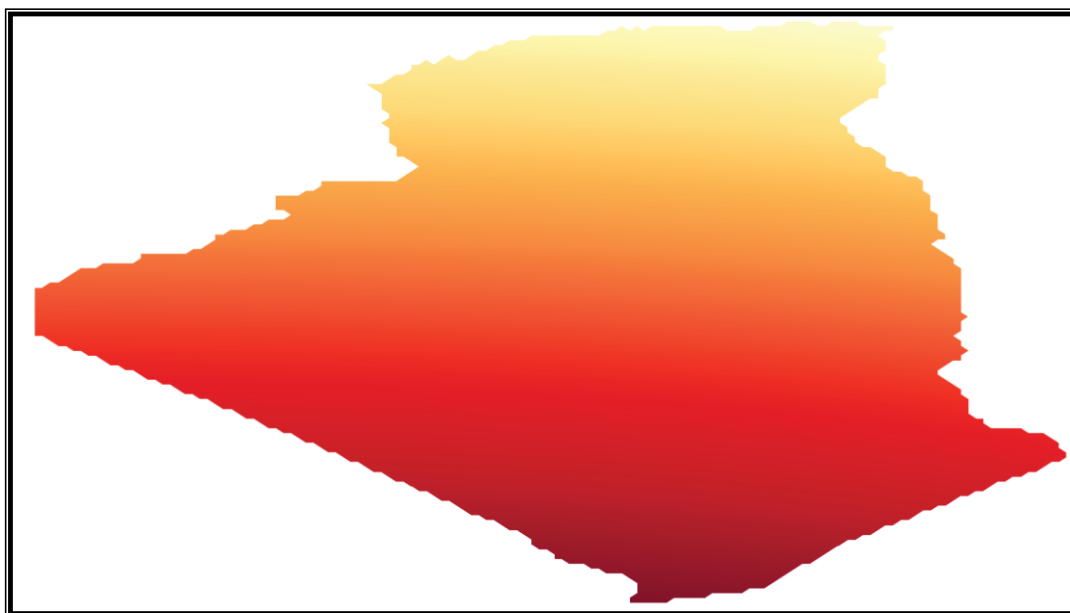
Tableau 31 : Potentiel solaire algérien en durée d'ensoleillement et en énergie reçue (moyenne)

Régions	Régions cottières	Hauts plateaux	Sahara
Superficie (%)	4	10	86
Durée Moyenne d'ensoleillement (heures/An)	2650	3000	3500
Energie reçu KWh/m ² /an	1700	1900	26500

Source : Le Guide algérien des énergies renouvelable, édition 2007

A la lecture du tableau nous constatons que l'énergie reçue quotidiennement sur une surface horizontale de 1 m² est de l'ordre de 5 KWh sur la majeure partie du territoire national, soit près de 1700 KWh/m²/an au Nord et 2263 KWh/m²/an au sud du pays. La durée d'insolation sur la quasi-totalité du territoire national dépasse les 2000 heures annuellement et atteint les 3900²⁸ heures (*hauts plateaux et Sahara*) comme le montre la carte solaire ci-dessus

Figure 26 : Carte de l'irradiation solaire : moyenne annuelle de la durée d'insolation



Source : Atals Solaire Algérien, Un document du le Cendtre des énergies renouvelbe (CDER) 2002.

²⁷ Ambassade de Belgique, Mission Economique « L'essentiel de l'activité économique en Algérie », page 4, 2010

²⁸ Ministère de l'énergie et des mines : <https://www.energy.gov.dz/>

La carte solaire ci-dessus confirme une étude de la mission économique de l'ambassade de France en Algérie consacrée aux énergies renouvelables en Algérie. La mission économique affirme que " *par sa situation privilégiée, l'Algérie dispose du plus grand gisement solaire du bassin méditerranéen* », précisant que « *Le total d'énergie reçue est estimé à 169 400 TWh/an, soit 5 000 fois la consommation d'électricité annuelle du pays et 60 fois la consommation de l'Europe des 15 (estimée à 3000 TWh/an*". Carlo Rubbia²⁹, prix Nobel de physique, rappelle qu'au Sahara Algérien, il « *pleut sous forme solaire* » chaque année l'équivalent d'un baril de pétrole par mètre carré.

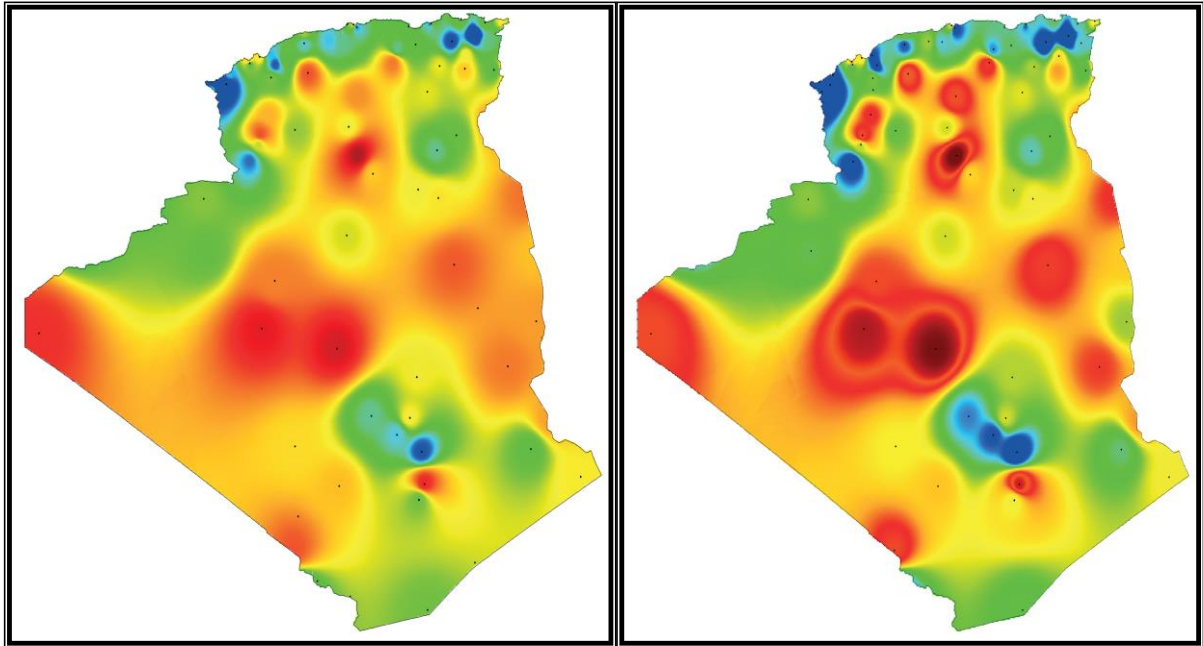
Le potentiel solaire en Algérie est promoteur et sa promotion constitue l'un des axes majeurs de la politique énergétique nationale. Il présente des données favorables et prometteuses pour la production d'électricité. Par ailleurs, il peut être une solution à certaines régions isolées où se pose le problème d'utilisation de l'énergie fossile. Ce qui favorisera l'équilibre économique ville-compagne, verrou essentiel de sous-développement des pays en voie de développement. Toutefois, le programme d'utilisation de l'énergie solaire exige un accroissement de recherches scientifiques et des investissements lourds.

2.1.2. Potentiel Eolien

Avec une topographie et un climat très diversifié, la ressource éolienne en Algérie varie beaucoup d'un endroit à un autre. En effet, le relief algérien est subdivisé en deux zones géographiques distinctes : Le Nord méditerranéen est caractérisé par un littoral de 1200 Km et un relief montagneux, représenté par deux chaînes l'Atlas tellien et l'Atlas Saharien. Entre elles, s'intercalent des plaines et les hauts plateaux d'un climat continental. Le Sud, quant à lui, se caractérise par un climat Saharien.

²⁹Carlo Rubbia est un physicien Italien, prix Nobel de Physique 1984.

Figure n°27 : la cartographie de la vitesse moyenne des vents



Source : Algerian Renewable Energy Resource Atlas, Un document du le Cendtre des énergies renouvelbe (CDER) 1st edition 2019.

La carte représentée ci-dessus montre qu'au Nord du pays « le potentiel éolien se caractérise par une vitesse moyenne des vents modérée (1 à 4 m/s) avec des microclimats sur les sites côtiers autour d'Oran, Annaba, Bejaia, sur les Hauts-Plateaux de Tiaret et Kheiter ainsi que dans les régions délimitées par Bejaia au Nord et Biskra au Sud. Concernant le sud, les vitesses du vent sont plus élevées qu'au Nord, plus particulièrement dans le sud-ouest, avec des vitesses supérieures à 4m/s et qui dépassent la valeur de 6m/s dans la région d'Adrar ».³⁰

Ce potentiel énergétique convient parfaitement au pompage de l'eau, particulièrement sur les Hauts-Plateaux. Selon plusieurs spécialistes en énergies, le potentiel éolien algérien est considérable. En effet, cette forme d'énergie est très chère en raison du nombre de barrage limité dont dispose l'Algérie. Le Professeur CHITOUR Chemsedine suggère que *"pour notre pays, un plan Marshall soit élaboré pour la prise en charge de telles problématiques. L'éolien par exemple, revient cher en Algérie parce qu'on a fait dans la démesure concernant la construction des barrages"*³¹Néanmoins, Le sud Algérien recèle un potentiel éolien très avantageux comme l'illustre le tableau ci-dessous.

³⁰ Le Guide Algérien des énergies renouvelables, Une publication du ministère de l'énergie et des mines, édition 2007

³¹ Les cahiers du CREAD N°969- 2011.

Tableau N°32 : le potentiel éolien Algérie

Hauteur (M)	Adrar	Bechar	In Salah	Timimoune	Tindouf
20	765	394	417	638	569
30	871	460	497	736	673
40	947	512	560	810	751
50	1003	554	611	867	812
60	1048	589	655	913	864
70	1085	621	694	949	907
80	1115	648	727	983	944
90	1141	672	756	1010	976
100	1162	694	783	1035	1004

Source : Revue de Sonatrach : n°14, Novembre 2008, p 39

D'après le tableau ci-dessus, par exemple pour une hauteur de 30m, on trouve à Adrar 871³² maisons électrifiées par l'énergie éolienne pour une consommation de 2 KWh/h par maison. En plus, on constate que la wilaya d'Adrar est la plus ventée par rapport à d'autres mentionnées dans le tableau ci-dessus. Cette source d'énergie renouvelable peut être valorisée dans la production d'électricité, notamment, pour les zones rurales où l'accès à l'énergie fossiles est très difficile en raison d'un relief défavorable.

2.1.3. Potentiel Géothermique

L'Algérie dispose d'un potentiel géothermique important, estimé en termes de production d'électricité à 700 MW³³. Les calcaires jurassiques du Nord algérien constituent un important réservoir géothermique pour le pays. Plus de 200 sources thermales, localisées principalement dans les régions du Nord-est et Nord-Ouest du pays, ont été identifiées. Ces sources se trouvent à des températures souvent supérieures à 40°C, la plus chaude étant celle de Hammam Maskoutaine (96°C). Ces émergences naturelles qui sont généralement les fuites de réservoirs existants, débitent à elles seules plus de 2 m³/s d'eau chaude. Ceci ne représente qu'une infime partie des possibilités de production des réservoirs.

³² Sonatrach News N° 14 Novembre 2008

³³La Commission économique des Nations Unis, bureau pour l'Afrique du Nord, le secteur des énergies renouvelables en Afrique du Nord, septembre 2012.

Des études sur le gradient thermique ont permis d'identifier trois zones dont le gradient dépasse les 5°C/100m³⁵ : Zone de Relizane et Mascara ; Zone d'Aïne Boucif et Sidi Aïssa ; Zone de Guelma et Djebel El Onk. La compilation des données géologiques, géochimiques et géophysique a permis d'identifier plus de deux cent (200)³⁶ sources chaudes qui ont été inventoriées dans la partie Nord du Pays. Un tiers environ (33%) d'entre elles ont des températures supérieures à 45°C. Il existe des sources à hautes températures pouvant atteindre 118°C à Biskra.

2.1.4. Potentiel de Biomasse

L'évaluation gisement national de la biomasse est essentielle pour le développement du secteur de la bioénergie en Algérie. Une étude de ces ressources a évalué le potentiel bioénergétique à plus de 500 000³⁷ Tep. Le tableau ci-dessous illustre le potentiel de la bioénergie en Algérie tel qu'il est présenté dans l'Atlas Algérien des énergies renouvelable.³⁸

Tableau N° 34 : Le potentiel Algérie Biomasse

Ressources en	Potentiel annuel (millions de m3)	Potentiel de production d'électricité (GWh)
Déchets urbains :		
- Fraction organique des déchets ménagers	974	1646
- Eaux usées des stations de purification	22.91	38.72
Industrie des déchets d'olive	-	215.5
- Grignons d'olive	10.5	17.74
- Eaux végétales	2.35	3.97
Lactosérum de l'industrie laitière		
Total	100976	192193

Source : Algerian Renewable Energy Resource Atlas, Un document du Centre des énergies renouvelables (CDER) 1st édition 2019.

Selon l'Atlas Algérien des énergies renouvelables, il est possible d'atteindre une production de l'électricité supérieure à 1900 GWh grâce à la valorisation énergétique en considérant, uniquement, les ressources présentées dans ce tableau. Le potentiel présenté pourrait couvrir les besoins en électricité de plus d'un million et demi d'habitants, sachant que la consommation annuelle moyenne d'électricité par habitant en Algérie est d'environ 1236 kWh³⁹.

³⁵ Bulletin des Energies Renouvelables N°5, juin 2004.

³⁶ Source : ministère de l'énergie et des mines.

³⁷ Algerian Renewable Energy Resource Atlas, Un document du Centre des énergies renouvelables (CDER) 1st édition 2019.

³⁸ Un document édité par le Centre des énergies renouvelables (CDER), 2019.

³⁹ Selon l'Agence internationale de l'énergie (AIE), 2016

2.2. Le Programmes National de développement des Energies Renouvelables et de l'Efficacité Energétique (PNEREE)

2.2.1. Le PNEREE de 2011

Un premier programme de développement des énergies renouvelables et de l'efficacité énergétique a été lancé en février 2011⁴⁰. Il vise un taux de 40 %⁴¹ de capacité de production d'électricité d'origine renouvelable à l'horizon 2030. Quantitativement, il s'agit d'assurer une capacité de production d'électricité renouvelable de 22000 MW, dont 10000 MW seraient destinées à l'exportation. Cette objectif a été fixé à base d'une consommation annuelle globale à terme de 150⁴² TWh/an.

Tableau 35 : Part de chacune des ressources renouvelables retenue dans PNEREE 2011

Solaire Thermique (C.S.P)	Solaire Photovoltaïque (PV)	Eolien	Total
7200 MW	28000 MW	2000 MW	12000 MW

Comme le montre le tableau ci-dessus, les moyens de production de l'électricité verte destinée au marché national (12 GW), ont été planifiés sur la base de trois principales ressources renouvelables, le solaire thermique, le solaire photovoltaïque, et l'éolien. Elles sont déployées selon quatre étapes. **Tableau 36 : les phases de réalisation du PNEREE 2011**

ETAPE	ACTION
2011-2013	Réalisation de projets pilotes totalisant une capacité de 110 MW pour tester les différentes technologies ;
2014-2015	Début du déploiement du programme avec une l'installation d'une puissance totale de près de 650 MW.
2016-2020	Déploiement à l'horizon 2020 d'une capacité minimale de 4600 MW, dont 2600 MW sont destinés au marché intérieur et 2000 MW à l'exportation.
2021-2030	Déploiement à grande échelle du programme en vue d'atteindre à l'horizon 2030 les objectifs respectifs de 12000 MW prévu pour la consommation local et 1000MW à mettre sur le marché international.

Source : PNEREE VERSION 2011, document édité par le ministère des énergies et des mines, 2011

⁴⁰Adopté par le Gouvernement en date du 3 février 2011.

⁴¹Ceci étant sur la base d'une estimation de l'évolution de la puissance installée préalablement établie.

⁴² Programme des énergies renouvelables et de l'efficacité énergétique, un document élaboré par le ministère de l'énergie et des mines, Mars 2011.

2.2.2. La révision du PNEREE 2011 et la genèse du PNEREE 2015

Le Programme (PNEREE) de 2011 a été révisé en 2015. Il est apparu dans sa phase expérimentale et de veille technologique, des éléments nouveaux et pertinents sur la scène énergétique, aussi bien nationale qu'internationale, nécessitant sa révision. Parmi ces éléments, il convient de citer :⁴³

1. Une meilleure connaissance du potentiel national en énergies renouvelables à travers les études engagées, lors de cette première phase, notamment les potentiels solaire et éolien ;
2. La baisse des coûts des filières photovoltaïque et éolienne qui s'affirment de plus en plus sur le marché pour constituer des filières viables à considérer (*maturité technologique, coûts compétitifs ...*) ;
3. Les coûts de la filière solaire thermique qui restent élevés associés à une technologie non encore mature notamment en termes de stockage avec une croissance très lente du développement de son marché.

De ce fait, un nouveau programme 2015-2030 est donc élaboré. Il est composé de cinq axes : le premier, porte sur le développement des énergies renouvelables, le second sur le développement de l'efficacité énergétique et des économies d'énergie. Les capacités industrielles à développer pour accompagner le programme font l'objet du troisième axe. Le quatrième est consacré à la recherche & développement. En fin, le cinquième aborde le cadre juridique et réglementaire.

2.2.2.1. Les objectifs du PNEREE 2015 par filière énergétique à l'horizon 2030

Le nouveau programme lancé en 2015 s'étalera jusqu'au 2030. A la faveur de ce nouveau programme, les énergies renouvelables et l'efficacité énergétique se placent au cœur des politiques énergétique et économique menées par l'Algérie pour atteindre un mix énergétique. Il consiste à installer une puissance d'origine renouvelable de l'ordre de 22000 MW⁴⁴ à l'horizon 2030 pour le marché national, avec le maintien de l'option de l'exportation comme objectif stratégique, si les conditions du marché le permettent. Ainsi d'ici 2030, 37 % de la capacité installée et 27 % de la production d'électricité destinée à la consommation nationale, seront d'origine renouvelable.

⁴³ Programme de développement des EnR et de l'efficacité énergétique, un document du ministère des énergies et des mines, Janvier 2016.

⁴⁴ Idem.

A travers son programme d'énergies renouvelables, l'Algérie vise à être un acteur déterminé dans la production de l'électricité à partir des filières solaire et éolienne en intégrant la biomasse, la cogénération et la géothermie. Ces filières énergétiques seront “les moteurs” d'un développement économique durable à même d'impulser un nouveau modèle de croissance économique.

Selon les objectifs tracés par les autorités Algériennes, ce programme porte sur le développement du photovoltaïque et de l'éolien à grande échelle. L'introduction du solaire thermique (CSP) ainsi que les filières de la biomasse, de la cogénération et de la géothermie interviendra graduellement.

2.2.2.2. Les capacités à installer et les phases de réalisation du PNEREE

Les phases du programme en énergie renouvelables à réaliser pour le marché national sur la période 2015-2030 est de 22 000 MW, répartie par filière comme suit :⁴⁵

- **Première phase 2015 - 2020 :** La première phase du programme de développement et de promotion des énergies nouvelles et renouvelables verra la réalisation d'une puissance de 4010 MW, entre photovoltaïque et éolien, ainsi que 515 MW, entre biomasse, cogénération et géothermie.
- **Deuxième phase 2021 - 2030 :** En Profitant des premières réalisations du programme notamment le développement de l'interconnexion électrique entre le Nord et le Sahara (Adrar), cette deuxième phase permettra l'installation de grandes centrales d'énergies renouvelables dans les régions d'In Salah, Adrar, Timimoune et Bechar et leur intégration dans le système énergétique national. A cette échéance, le solaire thermique pourrait être économiquement viable selon les statistiques et les études du centre de développement des énergies renouvelables (CDER).

Le tableau suivant donne les capacités cumulées du programme EnR, par type et phase, sur la période 2015 - 2030 :

⁴⁵ Energies nouvelles, renouvelables et maîtrise de l'énergie : une publication du ministère des énergies et des mines, Janvier 2016.

Tableau N° 37 : Les capacités cumulées 2015-2030.

Unité : MW	1ère Phase 2015/2020	2ème Phase 2021/2030	Total
Photovoltaïque	3000	10575	13575
Eolien	1010	4000	5010
Thermique (CSP)		2000	2000
Cogénération	150	250	400
Biomasse	360	640	1000
Géothermie	5	10	15
Total	4525	17475	22000

Source : Programme des énergies renouvelables et de l'efficacité énergétique-Document du ministère des énergies et des mines Janvier 2016.

A lecture du tableau ci-dessus on constate que ce programme porte sur le développement du photovoltaïque et de l'éolien à grande échelle. L'introduction du solaire thermique (CSP) interviendra partir de 2021⁴⁶. Les filières de la biomasse, de la cogénération et de la géothermie seront introduites graduellement.

2.2.2.3. Volet Efficacité énergétique du PNEREE 2015

Le PNEREE a consacré un chapitre complet pour l'efficacité énergétique qui est un volet important dans le contexte énergétique national, caractérisé par une forte croissance de la consommation interne d'énergie. Le PNREE s'est focalisé sur les secteurs de consommation qui ont été identifiés comme ayant un impact significatif sur la demande énergétique interne du pays. Il s'agit principalement des secteurs du bâtiment, l'industrie et le transport. Les économies d'énergie cumulées à l'horizon 2030, à l'issue de la mise en œuvre du programme d'efficacité énergétique, dépasseraient 60⁴⁷ millions de TEP (*tonnes équivalent pétrole*).

Les actions phares de ce programme portent sur :

▪ **Pour le secteur du bâtiment & résidentiel :**

1. L'isolation thermique des bâtiments ;
2. La promotion du chauffe-eau solaire et de la climatisation solaire ;
3. une meilleure performance dans l'éclairage ;
4. La promotion de l'efficacité énergétique dans le secteur industriel ;
5. La promotion du GPL/C et du GN/C.

⁴⁶ Un choix dicté par le contexte énergétique national

⁴⁷Programme des énergies renouvelables et de l'efficacité énergétique-un document du ministère des énergies et des mines Janvier 2016.

Les économies d'énergie cumulées à l'horizon 2030, à l'issue de la mise en œuvre du programme d'efficacité énergétique, dépasseraient 60⁴⁸ millions de TEP (*tonnes équivalent pétrole*). Elles se déclinent, par secteur, comme suit :

- Bâtiment : 30 MTEP ;
- Industrie : $\approx$ 30 MTEP ;
- Transport : 16 MTEP (*en essence et gasoil*).

Dans le secteur du transport, l'opération de substitution des carburantes essences et gasoil par le GPL et le GNC, induirait une consommation supplémentaire de ces derniers, de près de 17 millions de TEP, déductible du bilan global des économies d'énergies.

2.2.2.4. Les choix géographiques pour la réalisation du programme

Les capacités et types d'énergies renouvelables seront installés selon les spécificités de chaque région :

1. Région du Sahara, pour l'hybridation des centrales diesel existantes et l'alimentation des sites éparses compte tenu de l'important potentiel solaire et éolien existant au niveau de cette région ;
2. Région des Hauts Plateaux, pour son potentiel d'ensoleillement et d'exposition au vent, avec la disponibilité de terrains. ;
3. Région du littoral selon la disponibilité des assiettes de terrain avec l'exploitation de tous les espaces où des potentiels renouvelables existent.

Par ailleurs, les besoins complémentaires pour d'autres domaines d'application font partie, également, de la capacité totale du photovoltaïque prévue dans le programme, tels que le résidentiel, l'agriculture, le pompage, les ressources en eau, l'industrie, l'éclairage public et les services.

2.2.3 Cadre juridique et réglementaire des EnR

Pour mieux favoriser le développement et la promotion des EnR un cadre juridique a été adopté pour encourager l'investissement et encadrer toutes activités liées aux projets énergétiques renouvelables.

⁴⁸Programme des énergies renouvelables et de l'efficacité énergétique-un document du ministère des énergies et des mines Janvier 2016.

Le développement des énergies renouvelables et de l'efficacité énergétique est encadré par un ensemble de textes législatifs :

1. La loi relative à la maîtrise de l'énergie (n°99-09 du 28 juillet 1999) (Annexe 1)

Cette loi, adoptée en 1999, trace le cadre général de la politique nationale dans le domaine de la maîtrise de l'énergie et définit les moyens d'y parvenir. Elle consacre le développement des énergies renouvelables et leur utilisation en instituant le Programme National de Maîtrise de l'Energie (PNME). A cet effet, la promotion des énergies nouvelles y est inscrite comme l'un des outils de la maîtrise de l'énergie à travers les économies d'énergies conventionnelle qu'elle permet de réaliser.

Dans le cadre de cette loi un Fonds National de Maîtrise de l'Energie (FNME) a été institué. Il finance les projets de maîtrise de l'énergie. Des actions touchant les énergies renouvelables sont prévues pour être financées dans ce cadre au titre du plan National de Maîtrise de l'Energie (PNME). Il s'agit d'opérations touchant les secteurs résidentiel et tertiaire.

Les actions et projets inscrits dans le cadre du PNME sont réalisés grâce à l'apport du Fonds National de Maîtrise de l'Energie (FNME) qui vise à promouvoir aussi bien le marché national de la maîtrise de l'énergie que les projets d'ER. En application de cette loi, une stratégie et un dispositif institutionnel ont été mis en place, s'articulant autour de :

- L'Agence Nationale pour la promotion et la Rationalisation de l'Utilisation de l'Energie (APRUE), chargée de l'impulsion et de l'animation du processus de mise en œuvre des programmes et des actions de maîtrise de l'énergie ;
- La mise en place d'un Conseil Intersectoriel de la Maîtrise de l'Energie (CIME), qui sert de lieu de concertation et de coordination entre les différents acteurs concernés par ce domaine.

2. La loi n° 02-01 du 5 février 2002, relative à l'électricité et la distribution publique du gaz par canalisations

Cette loi a introduit certains principes de libéralisation du marché de l'électricité et du Gaz et a prévu des dispositions pour la promotion de la production d'électricité à partir des énergies renouvelables et son intégration au réseau. Elle consacre un régime spécial pour la production d'électricité à partir des ER en remplacement du régime commun.

En application des dispositions de cette loi, des tarifs préférentiels pour l'électricité produite à partir des EnR sont prévus (tarifs de rachat), la prise en charge du raccordement des installations et l'octroi d'une prime verte variant entre 100 et 300% du coût du KWh.

3. La loi n° 04-09 du 14 Août 2004, relative à la promotion des énergies renouvelables dans le cadre du développement durable

La loi prévoit l'élaboration d'un programme national de promotion des énergies renouvelables. L'un des mécanismes d'encouragement est l'élaboration d'un tarif d'achat garanti. Cette loi prévoit aussi la mise en place d'un Observatoire National des Energies Renouvelables en charge de leur promotion et leur développement.

La réglementation qui régit les énergies nouvelles et renouvelables en Algérie a été renforcée par la publication de plusieurs textes législatifs, essentiellement des décrets interministériels et exécutifs, pour encourager les investissements (Annexe 2).

2.2.4. Les mécanismes d'encouragement aux énergies renouvelables

Les pays où les énergies renouvelables se sont développées rapidement ont tous appliqué des politiques de soutien volontaristes pour encourager et inciter les acteurs économiques à investir dans ces filières qui sont encore peu compétitives par rapport aux filières classiques. Ces politiques consistent en la mise en place des mécanismes d'encouragement pour la promotion et le développement des énergies nouvelles et renouvelables. Avant de présenter les mécanismes d'encouragements prévus dans PNEREE, nous avons jugé utile de rappeler les indications sur les mécanismes de soutiens au EnR appliqués au niveau mondial.

Dans la théorie économique, on trouve deux catégories d'incitation qui visent à renforcer les politiques énergétiques. Celles agissant directement sur les prix pour modifier les niveaux de l'offre et de la demande et celles ciblant les quantités par la fixation d'objectifs quantifiés à des agents économiques identifiés. Trois types de mécanismes de soutien au développement des EnR seront présentés dans cette sous-section. Il s'agit des prix d'achat garantis (Feed in Tariff) qui repose sur une approche par les prix ; les certificats verts et les appels d'offre reposent, quant à eux, sur une approche quantitative.

Après une présentation du fonctionnement théorique de ces mécanismes incitatifs, cette sous-section cherchera à analyser les conditions de leur mise en œuvre et la place qui leur a été réservée dans le P.N.E.R.E.E.

a. Le mécanisme des prix d'achat garantis

Le système de prix garantis (Feed in Tariff) est une structure incitative qui impose aux compagnies d'électricité l'achat de l'électricité renouvelable produite par les producteurs situés sur leur zone de desserte à un tarif fixe, décidé par les pouvoirs publics et garanti sur une certaine période. Les tarifs de rachat sont garantis pour une période allant de 15 à 20 années, l'objectif est de garantir l'amortissement de l'investissement initial. Afin de suivre et d'encourager les baisses des coûts des différentes techniques, un mécanisme de dégressivité tarifaire est parfois prévu, selon lequel le prix (ou le tarif) des nouvelles installations diminue au cours du temps par rapport à celui des précédentes.

Le mécanisme des prix d'achat peut être établi selon un principe de prix total fixe de rachat « fixed feeds in tariffs »⁴⁹ ou selon le principe d'un prix additionnel appelé en anglais « fixed premium systems »⁵⁰ qui correspond à un prix additionnel au prix de l'électricité conventionnelle. Jacques PERCEBOIS précise que pour la réussite du système (feed in tariffs) « Ces prix devraient logiquement refléter le coût marginal à long terme de l'électricité verte en y intégrant un taux de profit raisonnable et ils doivent être suffisamment incitatifs pour rendre les investissements dans le secteur attractifs ».⁵¹ Jacques PERCEBOIS précise que pour la réussite du système (Feed in tariffs) « ces prix devraient logiquement refléter le coût marginal à long terme de l'électricité verte en y intégrant un taux de profit raisonnable et ils doivent être suffisamment incitatifs pour rendre les investissements dans le secteur attractifs ».⁵²

L'objectif des tarifs de rachat est de garantir aux producteurs d'énergie renouvelable leurs prix de vente par des contrats de long terme ce qui faciliterait les investissements dans la production d'énergie verte. Ces prix garantis sont généralement supérieurs aux prix de marché, une compensation est versée aux acquéreurs de ces énergies (*en général les fournisseurs d'électricité*) afin de leur compenser le surcoût d'achat par rapport aux prix de réel de marché.

La mise en place des tarifs d'achat garantis permettrait, en outre, de pousser les constructeurs à baisser les coûts des filières renouvelables pour les ramener au niveau des coûts des filières classiques. Une fois cet objectif atteint les Feed in Tariff n'auront plus d'utilité et

⁴⁹C'est le cas des systèmes autrichiens, français et allemands.

⁵⁰Comme c'est la pratique au Luxembourg et aux Pays-Bas.

⁵¹J. Percebois : « la promotion des énergies renouvelables : prix garantis ou marché de certificats verts », cahier de recherche du C.R.E.D.E.N, n° 04.10.50, 25 octobre 2004.

⁵²J. Percebois : « la promotion des énergies renouvelables : prix garantis ou marché de certificats verts », cahier de recherche du C.R.E.D.E.N, n° 04.10.50, 25 octobre 2004.

peuvent être abandonnés l'exemple de ce qui est advenu pour le solaire photovoltaïque en Allemagne.

Le système de tarifs d'achat garantis n'est qu'un outil de politique énergétique que les pouvoirs publics peuvent utiliser afin d'atteindre les objectifs définis. Ils sont appelés à évoluer dans le temps en fonction des réalisations dans les installations du renouvelables.

b. Le système de quotas basé sur un mécanisme de marché, les certificats verts

Ce système consiste en la délivrance de certificats⁵³ à un producteur d'énergie, comme preuve que l'électricité qu'il produit utilise une source d'énergie renouvelable et une installation certifiée « verte ». Un certificat vert est un « titre »⁵⁴ remis pour la production d'électricité dite « verte ». Les particuliers qui produisent de l'électricité grâce à leur installation renouvelable certifiée (pour leur propre compte ou pour le réinjecter dans le réseau public) reçoivent une compensation, appelée « *certificat vert* ».⁵⁵ Le nombre de certificats verts octroyés dépend étroitement de la puissance de l'installation.

Certains pays ont mis en œuvre un système de Quotas obligatoires associé à un mécanisme de marché sur lequel s'échangent des "certificats verts" dont le nombre dépend des objectifs fixés par les Quotas. Souvent, l'instrument de quotas est adossé à un système de certificats verts octroyés pour la production d'électricité verte. Ces certificats, sont négociables comme des titres sur les marchés nationaux d'abord, mais aussi internationaux. Ainsi, des Quotas obligatoires de fourniture d'électricité verte sont imposés aux distributeurs (fournisseurs) d'électricité ; généralement un % des ventes et ces opérateurs peuvent respecter ces obligations de trois façons :

1. Soit en produisant eux-mêmes l'électricité verte imposée ;
2. Soit en achetant cette électricité verte à un autre producteur, généralement dans le cadre de contrats de fourniture à long terme ;
3. Soit en acquérant sur un marché financier spécifique les certificats verts^d correspondant à la Quantité d'électricité nécessaire au respect du Quota.

⁵³Pour garantir l'origine renouvelable de l'électricité produite. La "garantie d'origine " concerne : la source d'énergie, les dates et lieux de production, et (pour les installations hydroélectriques) la capacité.

⁵⁴Jouant en quelque sorte un rôle de prime.

⁵⁵Les certificats verts(CV) sont des titres (prime)octroyés pour la production d'électricité dite "verte".

Les certificats verts sont en principe des instruments de marché basés sur une incitation à produire au moindre coût.

c. Le mécanisme des Appels d'offres avec enchères

Au début, dans tous les pays du monde les EnR ont été déployés massivement grâce aux mécanismes de soutien comme les Tarifs de rachat et les Compléments de rémunération (*primes sur les prix de marché*). Les programmes de soutiens ont commencé à peser lourdement sur le budget des Etats. De nouvelles formes de subventions ont été trouvées. En conséquence, un revirement important est apparu entre 2010 et 2016, passant du système de Tarif de rachat et de complément de rémunération à un système concurrentiel, basé sur le concept de marché :

Ce système consiste en les appels d'offres à l'investissement pour les installations énergétiques de sources renouvelables. Ils sont lancés par les pouvoirs publics et les producteurs intéressés doivent fournir deux indications : la puissance qui peuvent installer, d'une part, le prix du Mwh qu'ils souhaitent obtenir pour rentabiliser l'installation, d'autre part. Les offres ensuite seront classées par ordre de prix demandé croissant. Les meilleures offres seront retenues jusqu'à concurrence du volume de MW ou Mwh souhaité. Deux systèmes de rémunération sont alors prévu dans le mécanisme : les enchères à « prix limité »⁵⁶ et les enchères à « prix demandé ».⁵⁷

J. PERCEBOIS⁵⁸ explique que le mécanisme d'appels d'offres avec enchères est un système concurrentiel, basé sur le concept de marché : l'appel d'offres. Cette procédure est massivement adoptée, dans plusieurs pays du monde, pour sa capacité à développer les EnR à des coûts inférieurs à n'importe quel autre mécanisme d'attribution. Le principal apport des appels d'offres est de révéler les vrais prix et coûts des projets à travers l'introduction de la concurrence tout en laissant au secteur privé les opportunités de profitabilité qu'ils recherchent.

2.2.4.1. Le mécanisme retenu dans le PNREE 2015

Dans le cadre du PNREE 2015 c'est le système dit de « tarifs d'achat garantis » qui a été mis en place, « *garantissant aux producteurs d'énergie renouvelable de bénéficier de tarifs leur octroyant une rentabilité raisonnable de leur investissement sur une durée d'éligibilité de* »

⁵⁶ Avec ce système tous les offreurs retenus reçoivent le même prix garanti pour le Mwh injecté au réseau et ce, durant toute la période mentionnée dans l'offre.

⁵⁷ Les producteurs retenus au terme de l'appel d'offre reçoivent le prix qu'ils ont demandé et non le prix limité.

⁵⁸ Dans son ouvrage « Energie : Economie et politiques, 2^{ème} Edition » Edition de Boeck 2015.

*20 ans pour le solaire et l'éolien et 15 ans pour la cogénération »*⁵⁹. Au-delà de cette durée, les installations ne peuvent plus bénéficier de ces encouragements car ayant été amorties mais la production sera cependant rémunérée au tarif de l'énergie conventionnelle. Le fond national des énergies renouvelables (F.N.E.R.C) supportera les surcoûts engendrés par ces tarifs au titre des coûts de diversification ; Ainsi, les coûts supplémentaires générés par le renouvelable ne seront pas répercutés sur les consommateurs. Par ailleurs, le distributeur qui achète cette énergie au tarif d'achat garanti se fait donc compenser à hauteur de la différence entre le tarif d'achat garanti et un tarif de référence qui est le prix moyen de l'électricité conventionnelle.

Cette procédure des tarifs d'achat garantis (Feed-in-Tariffs), n'a pas donné des résultats attendus. Selon le rapport⁶⁰ du (C.E.R.E.E), ce mécanisme n'a donné lieu à aucun début d'exécution d'installation bien que ses fondements juridiques et réglementaires aient été finalisés et longuement muris auprès des éventuels investisseurs, une nouvelle procédure basée sur les appels d'offre est venue la remplacer ».

2.2.4.2. L'évolution vers les mécanismes d'appel d'offre

Pour mieux encourager les investissements dans le secteur des énergies renouvelables, les autorités algériennes ont procédé au changement de stratégie⁶¹ d'encouragement en substituant au tarif d'achat garanti le mécanisme d'appel d'offres (aux enchères et à investisseurs), motivé principalement par le prix et la maîtrise des volumes⁶². En effet, un décret exécutif daté du 26 février 2017 instituant l'appel d'offres comme mécanisme d'encouragement a été publié dans le journal officiel. Le texte précise ainsi que les appels d'offre en question couvrent la conception, la fourniture d'équipements, la construction et l'exploitation d'installations de production d'électricité à partir de sources renouvelables, ainsi que la commercialisation de l'électricité produite. Les appels d'offres sont ouverts à tous les investisseurs sous condition de réalisation d'un projet industriels. Le décret exécutif régissant les appels d'offre prévoit deux (02) formes :

a. L'appel d'offres à investisseurs : C'est le ministère de l'énergie et des mines qui est chargé du lancement des appels d'offres à l'investissement. Il peut charger un organisme ou une

⁵⁹ PNREE 2015, édité par le ministère des énergies et des mines, janvier 2016.

⁶⁰ « Transition Energétique en Algérie : Leçons, Etat des Lieux et Perspectives pour un Développement Accéléré des Energies Renouvelables, (Edition 2020) » : Commissariat aux Energies Renouvelables et à l'Efficacité Energétique, Premier Ministre, Alger.

⁶¹ Le changement a été effectué par la publication dans le journal officiel du 05 mars 2017 du décret exécutif 17-98 du 26 février 2017.

⁶² Il s'agit des capacités à installer en EnR.

entreprise publique de la préparation et du traitement de l'appel d'offres. L'Appel d'offres à investisseurs est prévu pour de grandes capacités d'investissement. L'une des conditions majeures pour la participation à l'appel d'offres sera de proposer en parallèle du projet énergétique, un projet industriel sauf décision conjointe contraire du Ministre chargé de l'énergie et du ministre chargé de l'industrie. Les conditions techniques, économiques, pratiques et financières seront fixées au travers du cahier des charges de l'appel d'offres. Les entreprises publiques qui y prennent part, seules ou en partenariat, aussi bien pour le projet énergétique qu'industrielle, sont désigné par le ministère de l'énergie. Les sites d'implantation sont identifiés préalablement. La réalisation des installations d'évacuation et de raccordement aux réseaux est à la charge de l'investisseur.

b. L'appel d'offres aux enchères : L'appel d'offres aux enchères est lancé par la C.R.E.G. Il couvre de petites capacités : installations produisant des quantités d'énergie entre 10 et 20 GWh par site et par an. Le volume ou la capacité à lancer aux enchères est proposé par la CREG et fixé par le ministre des énergies et des mines. Les acquisitions et les choix des sites sont du ressort de l'investisseur. La réalisation des installations d'évacuation et de raccordement aux réseaux sont prise en charge par l'investisseur. Dans le cadre de l'appel d'offres aux enchères, il est prévu qu'en cas de non épuisement du quota par le candidat offrant le prix du kWh le plus bas, les autres peuvent bénéficier du reliquat pour autant qu'il aligne leur prix sur celui du premier.

2.2.4.3 Les principales caractéristiques des appels d'offres

Parmi les mécanismes de soutien, les Appels d'offres restent le meilleur moyen pour encourager et propulser le développement des projets d'énergies nouvelles et renouvelables en donnant les sécurités financières adéquates aux investisseurs. Cependant, Les pays du monde cherchent à trouver un moyen efficace et à moindre coût pour engager ce développement à grande échelle, et pour cela beaucoup de nations considèrent les appels d'offre comme étant la solution et un moyen efficace pour promouvoir les énergies vertes.

Les appels d'offres se distinguent des autres mécanismes de soutiens aux EnR par les caractéristiques suivantes :

- 1.** Le principal apport des appels d'offres et de révéler les vrais prix et coûts des projets à travers l'introduction de la concurrence tout en laissant au secteur privé les opportunités de rentabilité qu'ils recherchent ;

2. Si trois types d'appels d'offres existent (ouvert, restreint et mix), la procédure générale est similaire : l'autorité publique informe le marché sur un projet spécifique de développement des ER et demande au secteur privé de déposer leurs offres de prix et quantité, accompagné d'informations commerciales, financières et sociales sur la façon dont ils vont développer le projet ;

3. Ensuite le(s) gagnant(s) de l'appel d'offres est/sont sélectionné(s), soit sur la base d'une seule offre soit après différentes étapes de négociations, dépendamment du type d'appel d'offres. Une fois que le gagnant, ou le groupe de gagnants est sélectionné, un contrat est signé entre l'autorité publique et les acteurs privés pour une durée de 20 ou 25 ans généralement. Les phases de construction et d'exploitation peuvent alors commencer ;

4. Plusieurs types de contrats existent, cependant le plus commun est le contrat d'achat d'électricité (CAE), en raison de sa grande flexibilité et de son adaptabilité. Des nombreux contrats signés entre l'autorité publique et les compagnies durant le processus, le CAE est le plus important car il permet de sécuriser les flux de paiement durant toute la durée du projet. Ce contrat fixe également les détails de construction, exploitation, maintenance, production etcetera de la centrale de production. Par ailleurs, il inclut souvent les pénalités pour les investisseurs ou le secteur public en cas de manquement aux obligations, les conditions dans lesquelles les producteurs d'électricité peuvent ne pas remplir leur devoir en cas de force majeure ou de rupture du contrat par l'achat ;

5. Globalement, le processus de la mise en place d'un premier appel d'offres prend environ 2 ans. Lorsqu'un pays a déjà mis en place des appels d'offres, cela peut prendre seulement quelques mois pour établir un nouvel appel d'offres. Dans tous les cas, le résultat sera un projet fiable pour les deux parties avec une durée d'exploitation de 20 ou 25 ans.

2.2.4.4. Avantages et inconvénients des appels d'offres

Le tableau suivant, tiré d'une étude de l'agence internationale des énergies renouvelables sur les mécanismes d'encouragement pour les énergies renouvelables «Renewable energy auctions»⁶³, détails les avantages et les inconvénients liés aux procédures d'appels d'offres.

⁶³IRENA and CEM (2015), Renewable Energy Auctions – A Guide to Design.

Tableau 38 : Avantages et inconvénients des appels d'offres

Avantages	Inconvénients
<u>Révélation des coûts</u> introduction de la concurrence dans le processus permet d'obtenir des prix plus bas.	<u>Coûts de transaction</u> Relativement élevés pour le privé et le public, en raison de l'importante préparation exigée pour répondre aux appels d'offres ou les gérer.
<u>Flexibilité :</u> Adaptable à chaque cas dans chaque pays, peu importe le modèle de marché et peut inclure des clauses de développement socioéconomique local.	<u>Sous-construction et délais</u> Les projets en cours et annulés font perdre les investissements préalables aux investisseurs. Les délais peuvent rendre les offres originales caduques si les conditions politico-économiques changent.
<u>Stable & transparent :</u> Désengagements clairs et des responsabilités pour chaque parti ainsi que des sécurités légales pour les investisseurs. Favorise les investissements dans les pays	<u>Concurrence déficiente</u> Possibilité de sous-estimation des coûts par le privé, ou d'offre agressive pour remporter l'appel d'offres rendant le projet non profitable. Les offres agressives peuvent également écarter les petits investisseurs et laisser un oligopole de grandes compagnies choisir les prix.
<u>Meilleure sureté pour les gouvernements :</u> Peuvent sélectionner les prix et les quantités d'EnR.	<u>Autres risques</u> Facteurs de marché extérieurs, coûts de réseau et délais de connexion, requêtes de développement local trop lourde, analyse de l'impact environnementale, pauvreté dans la gestion du projet
<u>Améliore la planification du réseau :</u> L'implémentation programmée permet à l'autorité de planifier le développement du réseau, la connexion des centrales et permet une meilleure prédictibilité de la production	

Source : IRENA and CEM (2015), "Renewable Energy Auctions"

Les procédures d'appels d'offres sont un moyen très efficace pour développer les projets d'énergies renouvelables, plusieurs pays du monde les ont adoptés comme unique mécanisme d'encouragement. Ils présentent plusieurs avantages, et les risques mentionnés dans le tableau ci-dessus peuvent être évités relativement aisément selon l'étude de l'IRENA. En effet, le processus et les contrats découlant des appels d'offres doivent être dument préparés et rédigés, soit par une autorité publique expérimentée, soit par un conseiller externe. Cela permet de poser des garanties pour les acteurs privés et publiques à travers la réduction des risques pour les investisseurs et les acheteurs : l'autorité publique obtient un prix bas et connaît les quantités et le planning de développement ; les compagnies sont rassurées grâce à une possibilité d'investissement fiable, à prix fixes et sur une durée longue et connue.

2.2.5. Mesures incitatives et fiscales

La réalisation du programme des énergies renouvelables et de l'efficacité énergétique est ouverte aux investissements publics et privés, nationaux comme étrangers. Sa mise en œuvre bénéficie de l'apport de l'Etat algérien qui intervient notamment à travers le Fonds National des Energies Renouvelables et Cogénération (F.N.E.R.C). Pour accompagner le P.N.E.R.E.E

des mesures réglementaires ont été mis en place, elles consistent en l'octroi de subventions pour couvrir les surcoûts induits sur le système électrique national. Les lois de finance instituent des mécanismes de financement spécifiques aux énergies renouvelables.

Ainsi, la loi de finances complémentaire (L.F.C) de 2011, prévoit que le pourcentage de la redevance pétrolière consacrée au financement des actions et projets inscrits dans le cadre de la promotion des énergies renouvelables et de la cogénération passe de 0,5%⁶⁴ à 1%. Un fonds national pour les énergies renouvelables et la cogénération (F.N.E.R.C) a été établi par la loi de finances 2010. L'article 63 de la loi indique qu'un compte relatif à ce fonds est ouvert dans les écritures du Trésor et alimenté à hauteur de 0,5% par la fiscalité pétrolière.

2.2.6. Aspects recherche et développement (R&D) liés au PNEREE 2015

Le nouveau programme Algérien de développement des énergies renouvelables a consacré un chapitre complet pour la recherche et le développement des technologies de l'industrie du renouvelables. L'objectif est de favoriser la recherche pour le développement d'une industrie nationale qui valorisera les différentes potentialités algériennes (*humaines, matérielles, scientifiques...etc.*). Pour cela, un panorama de structures de formation et de R&D a été mis en place pour encourager les échanges et créer des synergies entre les entreprises, les différents centres de recherches et les réseaux spécialisés dans les énergies renouvelables.

Le secteur des énergies renouvelables en Algérie compte des centres de recherches affiliés aux entreprises comme le C.R.E.D.E.G, une agence de promotion et de rationalisation de l'utilisation de l'énergie (A.P.R.U.E). Ces organismes coopèrent avec des centres de recherche rattachés au ministère de la recherche scientifique, parmi lesquels figurent le C.D.E.R et le C.R.T.S.E. Les programmes R&D consistent en la réflexion sur des axes qui permettront d'étudier les comportements des équipements dans l'environnement où sont installés, d'améliorer leurs performances et de faciliter l'intégration des EnR dans le système électrique dont les réseaux devront être gérés de manière plus réactive, grâce aux technologies de Smart Grids⁶⁵. Les nouvelles technologies de l'information et de la communication interviendront également afin d'optimiser les flux d'énergie et mieux gérer l'intermittence des énergies

⁶⁴ Le PNEREE 2015, édité par le ministère des énergies et de mines, Janvier 2016.

⁶⁵ Est l'une des dénominations d'un réseau de distribution d'électricité dit « intelligent », c'est à dire utilisant des technologies informatiques d'optimisation de la production, de la distribution et de la consommation, et éventuellement du stockage de l'énergie, pour rendre plus efficient l'ensemble des mailles du réseau électrique, du producteur au consommateur final afin, selon ses initiateurs, d'améliorer l'efficacité énergétique de l'ensemble.

renouvelables. Ce qui permettra d'assurer une livraison d'électricité plus efficace, économiquement viable et techniquement sûre.

En fin, pour un meilleur développement de toutes les activités R&D, L'Algérie encourage la coopération scientifique à travers les échanges entre les entreprises et les différents centres de recherches dans le monde, notamment les réseaux spécialisés dans les énergies renouvelables. Les Organismes de recherche et développement dont elle dispose l'Algérie

1. Le Centre de Développement des Energies Renouvelables (C.D.E.R) ;
2. L'Unité de Développement des Equipements Solaires (U.D.E.S) ;
3. L'Unité de Recherche Appliquée en Énergies Renouvelable (U.R.A.E.R) ;
4. L'Unité de Recherche en Énergies Renouvelables en Milieu Saharien (U.R.E.R.M.S) ;
5. L'Unité de Recherche Matériaux et Énergies Renouvelables (U.R.M.E.R) de l'Université de Tlemcen ;
6. L'Unité de Développement de la Technologie du Silicium (U.D.T.S).

2.2.7. Développement des capacités industrielles

Le renforcement du tissu industriel est un axe fondamental de la stratégie de développement des énergies renouvelables. L'Algérie, prévoit d'atteindre un taux d'intégration des capacités industrielles de 80% dans le solaire photovoltaïque et de 50% dans le solaire thermique et dans l'éolien, sur la période 2015-2020.

Pour accompagner et réussir son PNEREE 2015, l'Algérie envisage de renforcer ses capacités aussi bien sur les plans industriel et technique que sur les plans de l'ingénierie et de la recherche. Il existe des entreprises déjà impliquées dans la production de biens d'équipement et de services en matière d'EnR et d'E.E (les détails en Chapitre 4). L'objectifs est d'investir dans tous les segments créateurs de valeurs et à les développer localement ou en partenariat avec les entreprises étrangères.

2.3. Programme National de Transition Énergétique 2020-2035

Le programme national de transition énergétique 2020-2030 consiste en des actions du gouvernement pour la promotion et le développement des énergies renouvelables à l'horizon 2035. Il ne s'agit nullement de la remise en cause du programme 2015 dont les objectifs ont été revu à la baisse. La transition énergétique à l'horizon 2035, devrait se faire à base du cadre

juridique et réglementaire fixé dans le PNREE 2015, ainsi que les mécanismes⁶⁶ de soutiens aux EnR seront maintenus. En effet, dans le cadre du programme gouvernemental 2020, le secteur des EnR est identifié comme source de croissance économique et il occupe une place importante dans le plan d'action du gouvernement qui se focalise sur « le triptyque d'un renouvellement économique basé sur la sécurité alimentaire, la transition énergétique et l'économie numérique ». Le nouveau programme du gouvernement pour la transition énergétique vise la diversification des sources d'énergies à travers le développement des énergies renouvelables, et la promotion de l'efficacité énergétique en tant qu'action complémentaire de grande importance pour un réalisé des économies d'énergies. A travers ce programme, l'Algérie cherche à s'affranchir progressivement de la dépendance vis-à-vis des hydrocarbures⁶⁷ et amorcer une dynamique de la valorisation de ses sources renouvelables disponible localement et en abondance comme le solaire dont le pays détient un des meilleurs potentiel au monde. La démarche, s'articule en fait sur les considérations Suivantes :⁶⁸

1. La préservation des ressources fossiles et leur valorisation ;
2. Le changement du modèle énergétique de production et de consommation ;
3. Le développement durable et la protection de l'environnement ;
4. La maîtrise des coûts de réalisation des installations des énergies renouvelables.

2.3.1. Au titre du développement des énergies renouvelables

Au titre des EnR, le programme du gouvernement consiste en l'installation d'une capacité de 16.000 MW à l'horizon 2035 et ce, exclusivement à base de solaire photovoltaïque en raison des capacités technologiques dont dispose le pays pour cette filière et l'importance du son gisement. Ainsi, 15 000 MW sont destinés à être produits exclusivement par des centrales solaires connectées au réseau électrique national, dont une première tranche de 4000 MW est à réaliser à l'horizon 2024 alors que les 1000 MW restant, sont à déployer en autonome⁶⁹ à l'horizon 2030. En effet, c'est la société SADEG⁷⁰, qui est appelée à représenter Sonelgaz dans son association avec Sonatrach pour le montage de la société destinée à réaliser ce projet

⁶⁶ L'évolution vers les appels d'offres sera maintenue.

⁶⁷ Qui représentent 99% de la consommation nationale d'énergie et 98% des exportations.

⁶⁸ Transition Énergétique en Algérie : Leçons, Etat des Lieux et Perspectives pour un Développement Accéléré des Energies Renouvelables, (Edition 2020) » : Commissariat aux Energies Renouvelables et à l'Efficacité Énergétique, Premier Ministre, Alger.

⁶⁹ Hors réseau (non connecté au réseau électrique national)

⁷⁰ La nouvelle société de distribution, née en 2017 du regroupement de l'ensemble des quatre anciennes filiales régionales de Sonelgaz (SDA, SDC, SDO et SDE).

connecté au réseau. Concernant le volet développement des énergies renouvelables en hors réseau (productions autonomes), le plan d'action du gouvernement comprend :⁷¹

1. La réalisation d'une capacité cumulée de 1000 MW à l'horizon 2030, dont la moitié avant 2024 et ce à l'aide de moyens de production autonomes mais sans aucune indication des moyens d'accompagnement en matière de stockage ;
2. Promouvoir la maîtrise locale de l'énergie ;
3. Renforcer le cadre réglementaire en incluant la certification obligatoire des installateurs, l'agrément des bureaux d'études impliqués et définir les mécanismes financiers aidant au développement des énergies renouvelables en hors réseau.

2.3.2. Au titre de la politique d'efficacité énergétique

Dans le cadre du programme de transition énergétique 2030-2030, et concernant le volet efficacité énergétique, le gouvernement envisage de mettre en œuvre des actions qui visent essentiellement la réduction drastique du gaspillage énergétique. Encourager les économies d'énergie est une mesure qui a été préconisée et sera mise en œuvre au niveau des différents secteurs d'activité. Le Dispositif du gouvernement pour l'efficacité énergétique tel qu'il est détaillé dans le rapport⁷² du commissariat aux énergies renouvelables et l'efficacité énergétique (CEREE) sera axé sur les mesures suivantes :

1. La généralisation des procédés d'isolation thermiques dans les nouvelles constructions ;
2. La mise en place d'un programme national pour la conversion des véhicules touristiques au GPL et le développement du GNC pour ceux de transport collectif ;
3. L'équipement du réseau d'éclairage public et les divers édifices abritant les services administratifs nationaux avec des dispositifs à basse consommation ;
4. La mise en place d'un cadre réglementaire prohibant l'importation et la production d'équipements énergivores ;
5. L'élargissement du dispositif incitatif à l'investissement aux filières permettant la fabrication locale d'équipements et de composants dédiés à l'efficacité énergétique.

⁷¹ Transition Énergétique en Algérie : Leçons, Etat des Lieux et Perspectives pour un Développement Accéléré des Énergies Renouvelables, (Edition 2020) » : Commissariat aux Énergies Renouvelables et à l'Efficacité Énergétique, Premier Ministre, Alger.

⁷² Transition Énergétique en Algérie : Leçons, Etat des Lieux et Perspectives pour un Développement Accéléré des Énergies Renouvelables, (Edition 2020) » : Commissariat aux Énergies Renouvelables et à l'Efficacité Énergétique, Premier Ministre, Alger.

Section 3 : Les enjeux du développement des EnR en Algérie

L'insertion des énergies renouvelables dans son système énergétique présentent plusieurs avantages pour L'Algérie. Sur le plan énergétique leur exploitation permettrait la valorisation des ressources naturelles non exploitées, économiser l'énergie fossiles, réduire les inégalités en termes d'accès à l'énergie notamment pour les zones isolées du sud, d'assurer la sécurité énergétique pour le pays à long terme. Sur le plan économique les énergies propres et durables permettent aussi la création d'emplois à travers le développement d'un tissu industriel, le développement technologique et technique et l'acquisition de savoir-faire. En fin et sur le plan environnemental, leur développement est une réponse aux émissions de gaz à effet de serre, et une solution pour la désertification dont souffre le pays depuis plusieurs années.

3.1. Enjeux énergétique

L'impact énergétique du développement des énergies renouvelables en Algérie consistent, essentiellement, en la continuité des approvisionnements pour assurer la sécurité énergétique pour la nation, la réduction de la consommation des énergies fossiles, et la réduction des inégalités en termes d'accès à l'énergie.

3.1.1. Assurer la sécurité énergétique

Actuellement, 98% de la demande énergétique Algérienne est satisfaite par les énergies fossiles (*Contre 30% pendant les années 70*)⁷³. Les énergies renouvelables ne contribuent que 01% dans le bilan énergétique national⁷⁴. Quelle est l'avenir énergétique de l'Algérie à l'horizon 2030 ? Les énergies renouvelables sont un des éléments de réponse à cette question.

Actuellement, selon les statistiques de la compagnie Sonelgaz, 96% d'électricité est produite à partir du gaz naturel. Plus de 60% de l'énergie consommée par les ménages, c'est de l'énergie électrique. L'utilisation du gaz pour la production de l'électricité engendre un important manque à gagner de l'utilisation des sources fossiles. « *L'utilisation du gaz torché dans des hydrides solaires-gaz permettrait à l'Algérie de récupérer près de 54 milliards de mètres cubes/an dans les centrales électriques* »⁷⁵. Selon le programme des ER, d'ici 2030,

⁷³ Revue Algérienne de l'énergie N°1 Janvier 2015

⁷⁴ Ministère de l'Energie : www.enrgy.gov.dz

⁷⁵ Tewfik Hasni, Colloque national sur la sécurité énergétique organisée par le Club énergie de l'Association des anciens diplômés de l'Institut algérien du pétrole (AIED-IAP), février 2015.

environ 40% de la production d'électricité destinée à la consommation nationale sera d'origine renouvelable.

A l'horizon 2030, selon l'objectif du PNEREE, 37% de la production d'électricité Algérienne sera d'origine renouvelable (*contre 01% actuellement*). Cette progression, qui devrait représenter une économie de près de 300 milliards de m³ de gaz entre 2021 et 2030, alors disponibles pour l'exportation. Cette objectif est rendue possible par la baisse des coûts de production du solaire et de l'éolien". Avec un potentiel solaire thermique du Sahara équivalent à 10 fois⁷⁶ la consommation globale mondiale, L'Algérie peut être un producteur potentiel de l'électricité d'origine renouvelable.

3.1.2. Economiser les ressources fossiles et réduire la facture de leurs subventions

Pour faire face à cette problématique de la hausse de la demande interne de l'énergie, l'intégration massive du renouvelable dans le mix énergétique constitue, en ce sens, un enjeu majeur pour l'Algérie en vue de préserver ses ressources fossiles, de diversifier les filières de production de l'électricité et de contribuer au développement durable. Toutes ces considérations justifient la forte nécessité d'intégration, des énergies renouvelables dans la stratégie d'offre énergétique à long terme, tout en accordant un rôle important aux économies d'énergie et à l'efficacité énergétique. Ce dernier volet permet, à travers une bonne maîtrise du rythme de croissance de la demande, une meilleure planification des investissements nécessaires à la satisfaction des besoins énergétiques.

Le pays possède un potentiel de réservoir d'énergie solaire important. «*Ce potentiel solaire est l'équivalent de 37 milliards de m³ de gaz, soit 10 grands gisements de gaz nature*»⁷⁷. D'ici 2030, l'Algérie n'a pas d'autres choix énergétiques que de basculer vers des énergies alternatives notamment le solaire et l'éolienne. Les statistiques de L'APRUE affirment que la transition énergétique par le développement des énergies renouvelables et le modèle économique de consommation d'énergie (par le PNEREE) permettent de faire des économies de pétrole et de gaz d'environ 50 à 60% à l'horizon 2030. «*Le volume de gaz naturel à économiser par la mise en place des 22000 MW en renouvelables atteindra environ 300*

⁷⁶ Le Guide Algérien des énergies renouvelables, Document édité par le ministère des énergies et des mines, Edition de 2007.

⁷⁷ Kamel Ait Cherif, Expert en énergie, Journal LIBERTE du 09/10/216.

milliards de m³ équivalant à 8 fois la consommation nationale de l'année 2014".⁷⁸ On peut en déduire qu'il sera ainsi possible d'économiser environ 11 milliards de m³ de gaz par an.

3.1.2.1. Le coût de la consommation des énergies fossiles

Selon le ministère de l'énergie, la consommation énergétique de l'Algérie est évaluée à environ 40 milliards de dollars par année, (*C'est ainsi qu'en Algérie, les subventions dépassent les 10% du PIB*) un chiffre qui devrait doubler d'ici 2030 au regard de l'augmentation significative et constante de la demande nationale en énergie. Les réserves en hydrocarbures du pays assurent encore aujourd'hui 98 % de ses exportations, 70 % de ses recettes fiscales et 40 % de son PIB⁷⁹ mais dans le même temps, les extractions de pétrole ont baissé de 16% depuis 2007 et celles de gaz de 7,5% depuis 2005.⁸⁰ A ce rythme, l'Algérie ne pourrait bientôt plus être en capacité d'assurer des productions équivalentes à l'exportation. D'ici à 2030, le scénario à éviter est celui de la Production égale la consommation. Dans ce cas les exportations seront nulles, ce qui conduira à des problèmes économiques graves.

3.1.2.2. Le coût des subventions des énergies fossiles

1. La subvention d'énergie

On entend par subventions à la consommation d'énergies la différence entre un prix de référence et le prix payé par les consommateurs de l'énergie (à la fois les ménages pour la consommation finale et les entreprises pour la consommation intermédiaire). La consommation est subventionnée lorsque le prix versé par les consommateurs, y compris les entreprises (consommation intermédiaire) et les ménages (consommation finale) est inférieur au prix de référence.

2. Comment calculer la subvention

La subvention "théorique" aux énergies conventionnelles est globalement la différence entre la facture énergétique et la recette du système énergétique sur le marché national.

- **La facture énergétique :** Les calculs se référant aux consommations ou approvisionnements en sources énergétiques primaires. La facture énergétique est la

⁷⁸ Revue Algérienne de l'Énergie N° 2 Février 2015.

⁷⁹ Ministère de l'économie et des finances

⁸⁰ Consommation d'énergie finale en Algérie 2000-2012, un document de de l'Agence Nationale pour la Promotion et la Rationalisation de l'Utilisation de l'Energie (APRUE).

somme des quantités disponibles sur le marché national (*consommation d'énergie primaire*) multipliées par les prix moyens sur le marché international et ce pour chaque produit énergétique.

- **La recette énergétique** : c'est la Somme des quantités finales consommées multiplié par les prix moyens sur le marché intérieur et ce pour chaque produit, y compris l'énergie électrique. Donc,
- **La subvention** : est la différence entre la facture énergétique et la recette, exprimée en monnaie locale.

3.1.2.3. La subvention énergétique dans le monde

Le recours aux subventions généralisées des prix de l'énergie a pour objectifs de fournir une protection sociale, garantir l'accès à l'énergie pour toutes les couches sociales, et partager la richesse des hydrocarbures. Les subventions à l'énergie pèsent sur les finances publiques des Etats. Elles créent, en outre, des distorsions qui nuisent à l'économie par l'importance des budgets consacrés à leurs couvertures.

5 300 milliards de dollars sont dépensés, Chaque année dans le monde, par les Etats pour soutenir les énergies fossiles, soient 10 millions de dollars par minute selon les statistiques du Fonds monétaire international (FMI). Ces subventions sont qualifiées, par l'institution de Breton Wood, comme une "*Entreprise onéreuse*"⁸¹, leur suppression permettrait des rentrées fiscales supplémentaires, une réduction des émissions de gaz à effet de serre et une meilleure compétitivité des énergies renouvelables. En effet, selon les experts du FMI, les énergies fossiles sont rendues artificiellement moins chères que leur coût réel, décourageant l'investissement dans les énergies renouvelables.

3.1.2.4. Les subventions énergétiques en Algérie

*« Les prix de l'énergie à la consommation dans toutes ses formes sont subventionnés par l'Etat. Ils sont fixés sur la base de critères socio-économiques. Les subventions sont indirectes, elles ne sont pas assurées à travers des transferts directs du budget de l'Etat mais par le biais d'une réduction appliquée sur les bénéfices des sociétés étatiques de production, i.e. NAFTEC pour les combustibles et SONEGAS pour l'électricité et le gaz. »*⁸²

⁸¹ Subvention à l'énergie en Moyen orient et Afrique du Nord : Enseignement pour la réforme - publication du FMI Mars 2014.

⁸² Fonds monétaire international, les subventions de l'électricité des pays en voie de développement.

A l'ère des rationalisations des dépenses publiques, de réduction des factures d'importations et de l'augmentation des exportations hors hydrocarbures en vue de réduire davantage le déficit budgétaire, estimé à plus de 13 milliards de dollars environ en 2015⁸³, l'impact des subventions à la consommation d'énergie est en cœur du débat sur la transition énergétique en Algérie.

Les subventions énergétiques en Algérie, consistent, en grande partie, à des subventions aux produits pétroliers, et le reste se sont des subventions à l'électricité et au gaz naturel. Selon une récente étude du PNUD⁸⁴ ayant exploité les données de l'Agence internationale de l'énergie (AIE), l'Algérie figure parmi les pays arabes qui subventionnent le plus les produits énergétiques, avec 10,59 milliards de dollars annuellement (*800 milliards de DA*). Selon la même source, les subventions de gaz naturel et d'électricité s'élèvent à 3,5 et 2,9 milliards de dollars respectivement, tandis que les carburants ont coûté 8,46 milliards de dollars (*environ 650 milliards de DA*). Le total Energie subventionné serait donc supérieur à 20 milliards de dollars, soit 10% du PIB et environ 50% de la valeur de toutes les subventions.

Le recours aux énergies renouvelables permettrait de réduire la consommation des fossiles et par conséquent leurs subventions directes et leurs externalités⁸⁵. Néanmoins, les énergies renouvelables peuvent exiger des subventions en raison des coûts très élevés de la technologie nécessaire à leur exploitation. La réduction des subventions aux fossiles par l'exploitation des renouvelables ne signifie pas le basculement des subventions d'une source d'énergie vers une autre, au contraire, il conduira à les rendre rentables et constituera un signal pour la transition énergétique en Algérie.

Dans les prochaines années, avec les progrès technologiques attendus, les énergies renouvelables deviendront plus compétitives et dépendront moins des subventions, expliquent les experts de la BAD.

3.1.3. Réduire les inégalités en termes d'accès à l'énergie

L'accès à l'énergie est un prérequis au développement économique et humain. L'amélioration de l'accès à l'énergie est une nécessité, pour répondre aux différents enjeux du développement, et une composante clé pour atteindre les «huit objectifs du Millénaire de

⁸³Information publiée par le ministère des finances reprise par le Quotidien économique " Chiffre d'affaire" du 29 Janvier 2016.

⁸⁴ Programmes des nations unies pour le développement.

⁸⁵ Les coûts indirects qui sont liés à l'utilisation des énergies fossiles.

développement fixé par les Nations Unis »⁸⁶. L'accès à l'énergie est ainsi devenu une priorité dans de nombreux pays, et se trouve de plus en plus souvent avancé comme une priorité des gouvernements et des états qui multiplient des initiatives et programmes d'actions.

Un des avantages des énergies renouvelables est leur dispersion dans l'espace. Elles peuvent, par conséquent, être utilisées partout où elles se trouvent. Du fait de cet avantage, le rôle qui est dévolu aux énergies renouvelables, dans le cadre de la politique énergétique nationale, « *est de répondre à la demande énergétique sur les sites isolés et loin des réseaux d'électricité et de gaz naturel* »⁸⁷. L'Algérie, à l'instar des autres pays en développement, est confrontée au problème d'accès à l'énergie, surtout pour certains sites isolés au sud et les zones rurales où le relief est difficile.

Les énergies renouvelables, notamment le solaire photovoltaïque, présentent une solution technico-économique aux problèmes énergétiques des zones isolées. L'un des points forts du Photovoltaïque, réside dans une utilisation décentralisée avec absence des coûts de transport de l'énergie produite. Ce qui est particulièrement indiqué pour desservir les usagers isolés dans les territoires à faible densité et dont la demande consiste essentiellement à satisfaire les besoins énergétiques de base.⁸⁸

Une première expérience a été une réussite au sud du pays. Dans le cadre du programme national d'électrification, Sonelgaz a introduit la filière solaire photovoltaïque pour 20 villages isolés du sud dans le but d'impulser l'utilisation des énergies renouvelables et non polluantes.

3.2. Les enjeux économiques

Sur le plan économique, l'impact du développement des EnR est l'émergence de nouvelles activités industrielles nécessaires aux projets d'énergies renouvelables et aussi les nouveaux postes d'emploi qui vont être générés par ces activités.

3.2.1. Développement des activités industrielles

Sur le plan industriel, les enjeux du développement des énergies renouvelables et de l'efficacité énergétique consistent en l'implantation d'une véritable industrie Algérienne des énergies renouvelables, en particulier, le solaire photovoltaïque et l'éolienne. Le PNEREE devrait être un vecteur directeur d'un développement du tissu industriel et technologique en

⁸⁶ L'Accès à l'énergie : Etat des lieux et perspectives. Document d'E.N.E.A Consulting, une société de conseil en énergie et développement durable pour l'industrie. Juillet 2004.

⁸⁷ Extrait du Guide Algérien des énergies renouvelables op cite p 4, Edition de 2007.

⁸⁸ La consommation domestique.

matière de formation d'études, de fabrication et de travaux de recherches et de développement dans le domaine des énergies renouvelable. Le renforcement du tissu industriel et technologique est un axe fondamental pour le déploiement des énergies alternatives à grande échelle. Pour une meilleure intégration nationale, Il est indispensable de disposer de capacités de fabrication des matériaux entrant dans les différents composants des moyens de production des ENR (*silicium, panneaux photovoltaïques, miroirs, etc.*). L'intégration nationale permettrait l'émergence d'un marché de sous-traitance intervenant dans le domaine des énergies renouvelables (*Bureaux d'études spécialisés, organismes de contrôle et installateurs, etc...*).

Selon les objectifs fixés dans le PNREE, l'Algérie, prévoit d'atteindre un taux d'intégration des capacités industrielles de 80% dans le solaire photovoltaïque et de 50% dans le solaire thermique et dans l'éolien, sur la période 2015-2020⁸⁹. Sur la période 2021-2030, le taux d'intégration devrait être supérieur à 80%. Actuellement les capacités industrielles existent en Algérie. Elles sont portées par les filiales de la Sonelgaz et les entreprises privées. Certains projets sont en partenariat avec les entreprises étrangères qui détiennent la technologie et le savoir-faire de l'industrie du renouvelables.

La mise en œuvre du PNEREE, à l'horizon 2030, est une opportunité pour disposer d'une industrie Algérienne du renouvelable. Des investissements importants sont nécessaires sur toute la chaîne de valeur des énergies renouvelables. La réalisation d'un tel programme créerait des opportunités d'investissements et ne manquera pas de générer une demande importante dans les activités suivantes :

1. La production industrielle : Il s'agit de la production d'équipements et de composants nécessaires aux installations pour la production d'électricité d'origine renouvelables :(*à compléter une référence théorique*) :

- La fabrication de panneaux ou composants ; fabrication de cellules et leur encapsulation pour fabriquer le module photovoltaïque ;
- La fabrication du silicium ;
- Les onduleurs et appareils d'acquisition de données ;
- Les transformateurs et les batteries solaires indispensables à la construction de centrales
- Fabrication de miroirs thermiques ;

⁸⁹ Le programme des énergies renouvelables et de l'efficacité énergétique (2015), Un document publié par la Sonelgaz : www.Sonelgaz.dz.

- Fabrication d'équipements de fluide caloporteur et de stockage d'énergie ; fabrication des équipements du bloc de puissance ;
- Fabrication de mâts et de rotors d'éoliennes ;
- Fabrication des équipements de la nacelle ;
- La fabrication de câbles ;
- Les éléments connexes à une installation solaire ; structures d'intégration, châssis ;
- Les équipements solaires ; le chauffe-eau solaire, les systèmes de climatisation solaire, les pompes solaires.

2. L'ingénierie et les études : L'ingénierie comprend les études techniques permettant la maîtrise des activités de conception, de contrôle de fabrication des équipements, de construction et de mise en service des installations. C'est le domaine fondamental pour intégrer les fabrications et les entreprises de travaux dans différents travaux d'investissement. Les capacités actuelles disponibles incarnées principalement par les capacités du CDER et du CREDEG et d'une dizaine de bureaux d'études.

3. Les travaux de réalisation : Les travaux de réalisation concernent la construction de stations et installation d'équipements solaires. Cela se résume essentiellement à des travaux de génie civil, de construction métallique et de fixation, de couverture et d'installation électrique et de modules solaires.

4. Les micros activités constituant les réseaux de sous-traitance : Il s'agit des activités de fabrication d'accessoires, de services connexes et de logistique.

5. Les travaux d'entretien et de maintenance : Il s'agit des travaux nécessaires pour la maintenance des installations de production des énergies renouvelables ! En effet, l'installation de ces nouvelles énergies, notamment en milieux ruraux, implique le besoin de les entretenir, de les maintenir dans un bon état. Et pour cela, on forme des personnes qui vivent dans le voisinage des générateurs d'énergie renouvelable pour qu'elles entretiennent non seulement les générateurs mais aussi les réseaux de lignes électriques.

6. La formation : La maîtrise de la technologie des matériaux, et la capacité à innover dans le domaine des renouvelable, impose une formation des cadres et techniciens du futur. L'offre de formation et d'apprentissage disponible aujourd'hui est absolument insuffisante pour porter le programme de développement des énergies renouvelables. Cette insuffisance se manifeste sur le plan quantitatif et qualitatif :

A. Sur le plan quantitatif : les infrastructures, places pédagogiques et personnel de formation sont très insuffisants ;

B. Sur le plan quantitatif : les offres de formation disponibles ne couvrent pas tous les besoins en formation, apprentissage et perfectionnement qui seront générés par les investissements prévus. Ces besoins se rapportent aux technologies et procédés industriels, modes de management, modes de commercialisation, normes de sécurités, normes d'homologation et exigences réglementaires et environnementales. Tous ces domaines représentent autant d'opportunités d'investissements en infrastructures de formation spécialisée, Ingénierie de formation spécialisée et conception de programmes adaptés.

3.2.2. Création d'emploi

Le nombre et les types d'emplois que l'on peut créer dans le secteur des ER varient selon le type d'énergie (*solaire, éolienne*), le type de conditions du cadre économique et législatif qu'offre le pays et le niveau de développement des sous-secteurs connexes .D'après un rapport de (Irena)⁹⁰, le secteur des ER a employé 9,8 millions de personnes dans le monde en 2016.La plupart des emplois sont liés aux activités d'installation, au fonctionnement et à la maintenance des projets d'ER. Le potentiel d'emplois futurs dans le secteur des ER est moins lié à la nature du processus de production d'énergie lui-même qu'aux activités connexes de recherche et développement, d'études conseils, de promotion de l'énergie et du mécanisme de contrôle de l'énergie.

3.2.2.1. Les type d'emplois dans le secteur des ER

Les emplois dans le secteur des ER peuvent être classés en emplois directs (*production ou génération d'énergie, installation, construction de sites, maintenance*) et en emplois indirects (*ventes, études conseils, formation*). Généralement le nombre d'emploi diffère selon la chaîne de valeur des énergies renouvelable comme le souligne le rapport de BAD sur l'emploi des jeunes dans le secteur des ER au Maghreb. « *Les types d'emplois peuvent être divisés en un nombre plus élevé d'emplois à court terme (dans les phases de démarrage, de construction et*

⁹⁰ Rapport de l'Agence internationale des énergies renouvelables(IRENA) sur la création d'emploi dans le secteur des énergies renouvelables dans le monde. Mai 2017. Publié sur le site web : www.irena.org.

*d'installation) et un nombre plus petit d'emplois permanents à moyen et long terme (dans les domaines de la maintenance, de la promotion, de la formation ».*⁹¹

Selon le rapport de la BAD, 1 mégawatt⁹²(MW) d'énergies renouvelables génère cinq emplois temporaires à la phase de démarrage ou de construction, mais seulement deux emplois durables (*principalement dans le domaine de la maintenance*). Le nombre d'emplois potentiels peut être calculé selon le volume d'investissement (par exemple, 1 milliard d'Euros investi en ESC = 30 000 emplois)⁹³ou selon le volume de MW produits par an (par exemple, photovoltaïque : 1000 MW/an = 3000 emplois). Une autre méthode consiste à calculer selon le nombre de m² d'installations : la planification et l'installation ont davantage de potentiel de création d'emplois (13,6 emplois/1000 m²)⁹⁴que la fabrication de composantes (5,2 emplois/1000 m²) ».

Tableau 39 : Nombre d'emplois indirects créés dans le secteur des ER

Technologie	Chaîne de valeur en amont	Chaîne de valeur en aval
EnR en Général	5emplois/MW installé(temporaire)	2emplois/MW installé(durable)
CES (Chauffe-Eau Solaire)	3 à 5,2 emplois/1000m ²	14,4 emplois / 1000 m ²
PV (Photovoltaïque)	3,5 emplois/MW installé	5 à 14 emplois/MW installé
ESC (Solaire thermique)	5 emplois / MW installé	8 emplois/ MW installé

Source : Banque Africaine de Développement (B.A.D)

En général, et comme l'illustre le tableau ci-dessus, le nombre d'emplois indirects créés à l'aval de la chaîne de valeur (*ingénierie, construction, installation, exploitation, maintenance ;14,5 emplois par MW*) ; est supérieur au nombre d'emplois au début de la chaîne de valeur (fabrication de composantes PV ; 4 emplois par MW). Dans le domaine des technologies d'ESC, l'on note également un impact plus important sur la création d'emplois au bout de la chaîne de valeur (8 emplois par MW) qu'au début de la chaîne de valeur (*3,5emplois par MW*) ; la plupart des emplois peuvent être créés dans les travaux de construction publics (5 à 7 emplois par MW), tandis que la fabrication des composantes d'ESC ne crée que 0,4 à 1,5 emploi par MW.

⁹¹ Le secteur des énergies renouvelables et l'emploi des jeunes en Algérie, Libye, Maroc, Tunisie- un document de la Banque africaine de développement (BAD) 2015.Opcit. Page 34.

⁹² Un Mégawatt = un million de watts (le watt, c'est la quantité d'électricité soutirée chaque seconde (=puissance))

⁹³ Desertec Energy (Dii 2013): The Economic Impacts of Desert Power. Socio-economic aspects of an EUMENA renewable energy transition. Munich: Dii GmbH

⁹⁴ Promotion de l'emploi à travers les énergies renouvelables et l'efficacité énergétique dans la région MENA, une étude réalisée par la Coopération allemande au développement - GIZ 2013.

3.2.2.3. Les emplois dans les énergies renouvelables dans le monde

Les investissements consentis dans les EnR offrent des opportunités d'emploi en amont et en aval de la chaîne de valeur de la filière. L'adoption généralisée des technologies d'énergie renouvelable, par plusieurs pays, a permis la création de environ 11,5⁹⁵ millions d'emplois (*direct et indirect*) dans le monde⁹⁶. L'Asie représentait 63 % du total des effectifs du secteur des énergies renouvelables à l'échelon mondial. L'industrie du Solaire photovoltaïque emploie 3,8 millions de personnes dans le monde et domine les autres filières des énergies inépuisables en terme de création d'emploi.

Tableau n° 40 : Le Nombre d'emplois dans Les EnR par pays (10³)

PAYS	Chine	Brésil	Inde	Usa	Union Européenne
Nombre d'emplois	4 361	1158	824	756	1317

Source : Agence internationale des énergies renouvelable (IRENA)

L'essentiel des emplois énergétiques se trouve dans les pays asiatiques (*Chine et l'Inde*). La Chine reste le leader avec une part de 38% du total mondial en raison de l'importance du volume de ses investissements dans les EnR. Le Brésil avec 1,2 million d'emploi arrive en deuxième position suivi de l'Inde avec 824000 Emplois, en majorité dans le solaire. Les États-Unis abritent environ 755600 emplois énergie renouvelable. Enfin, les emplois dans 28 membres de l'Union européenne sont estimés à 1,3⁹⁷ million, une grande partie dans la filière bioénergie.

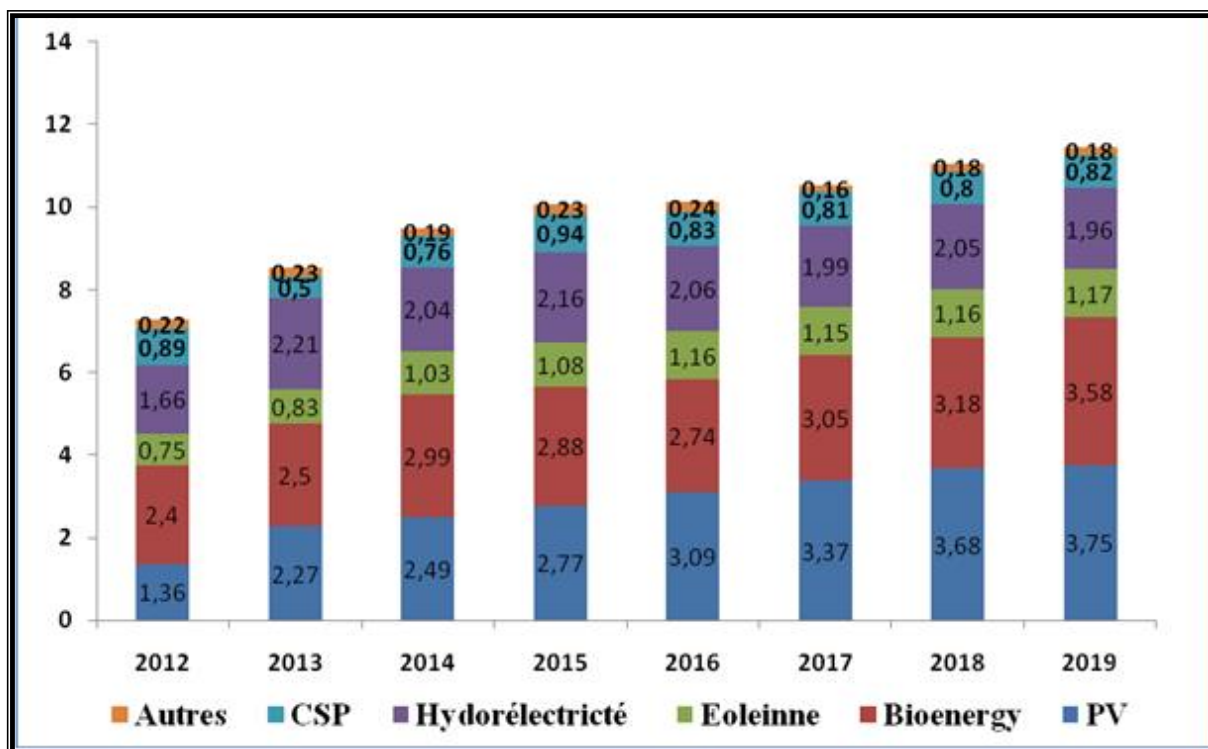
Le graphique ci-dessus montre l'évolution des emplois, par technologie, créés dans les EnR à l'échelle mondiale de 2012 à 2019.

⁹⁵ Statistiques arrêtée à l'année 2019, selon l'agence IRENA.

⁹⁶ Septième édition de la série *Énergies renouvelables et emplois*, édition 2020

⁹⁷ L'Allemagne reste le plus grand employeur du renouvelable dans l'Union européenne.

Figure 29 : l'évolution des emplois, par technologie, créés dans les EnR à l'échelle mondiale de 2012 à 2019.



Source : IRENA 2020.

Par technologie. Les industries du solaire photovoltaïque (PV), de la bioénergie, de l'hydroélectricité et de l'énergie éolienne ont été les plus gros employeurs. Le solaire photovoltaïque est resté le premier employeur parmi les technologies d'énergie renouvelable et ce depuis l'année 2016. A la fin de l'année 2019, il représentant un tiers du flux de travail du secteur. Cette domination est due, principalement, aux choix de nombreux gouvernements de donner la priorité, dans le cadre de leur politique énergétique, au développement du solaire photovoltaïque. Le continent asiatique a accueilli plus de 3 millions d'emplois photovoltaïques, soit près des neuf dixièmes du total mondial. L'emploi dans l'énergie éolienne soutient 1,2 million d'emplois dans le monde. Le solaire concentré (CSP), la valorisation énergétique des déchets et l'énergie océanique emploient moins de personnes.

3.2.2.4. Potentiel de création d'emplois dans le secteur des EnR en Algérie

La mise en œuvre du programme des énergies renouvelables et de l'efficacité énergétique (PNEREE) devrait générer 137 000⁹⁸ emplois directs et indirects à l'horizon 2025. La réalisation de 67 projets d'ER prévus dans le PNREE pour la production d'électricité

⁹⁸ Promotion des jeunes et des femmes dans l'économie verte en Algérie, une étude réalisée par la Coopération allemande au développement - GIZ en Algérie, Mars 2012.

d'origine renouvelables portera la capacité installée à 22000 MW en 2030, et augmentera ainsi le nombre d'emplois dans le domaine des ER de 3000 actuellement à 252 000 en 2030.

Tableau N°41 : Les prévisions de création d'emplois associées à la capacité à installer dans le secteur des ER en Algérie

	2020	2025	2030
Capacité Produite	46000MW	120000MW	22000MW
Nombre d'emplois Prévisionnels	52000	137000	252000

Source : GIZ Algérie, Mars 2012

Selon l'étude qui a été réalisé par la coopération Allemande au développement (*Giz Algérie*) sur l'employabilité et entrepreneuriat pour les jeunes et les femmes dans l'économie verte en Algérie, les emplois qui seront susceptibles d'être créés suite à la réalisation du PNEREE dans le secteur des énergies renouvelables concerneraient les activités suivantes : la production industrielle, l'ingénierie et les études, les travaux de réalisation, les travaux d'entretien et de maintenance, les micros activités constituant les réseaux de sous-traitance, et la formation. Ces activités, qui constitueraient un tissu industriel des énergies renouvelable en Algérie, nécessiteraient des profils suivant :

- Chef de projet en énergie renouvelable ;
- Technicien de développement des énergies renouvelables ;
- Electrotechnicien en énergie renouvelable ;
- Électricien de maintenance des systèmes solaires photovoltaïques ;
- Ingénieur commercial en énergie renouvelable ;
- Conseiller technique de système solaire ;
- Ingénieur génie climatique ;
- Ingénieur thermicien ;
- Ingénieur génie électrique ;
- Monteur d'installation solaire ;
- Nettoyeur d'installations solaires photovoltaïques ;
- Chef de projet spécialisé dans les fondations d'éoliennes ;
- Electrotechnicien spécialisé dans les générateurs ;
- Responsable d'exploitation de ferme éolienne.

3.3. Les enjeux environnementaux et du développement durable

Tout développement est inéluctablement corrélé à la consommation d'énergie, cette dernière, en croissance régulière, est à l'origine des dégradations de l'environnement (pollutions de l'air, pollution de l'eau, augmentation du gaz à effet de serre, accumulations des déchets indésirables,). L'enjeu est donc de voir comment concilier progrès économique et social sans mettre en péril l'équilibre naturel de la planète ? « Le tryptique » : (énergie – développement - environnement) doit être respecté. Tout développement doit se faire en étant économiquement efficace, socialement équitable et écologiquement tolérable. Depuis le début des années 90, les préoccupations de réchauffement climatique, et plus récemment de développement durable, ont relancé l'intérêt autour des ressources renouvelables. Mais toujours dans la même ambiguïté sur les enjeux réels qu'on peut leur assigner réellement à long terme. Autrement dit, quelles sont les enjeux attachés à leurs développements sur le plan environnemental et du développement durable ? L'usage de ses ressources est-il une garantie pour un développement soutenable, et une solution pour le réchauffement de la planète ?

3.3.1. Environnement et développement durable en Algérie : état des lieux

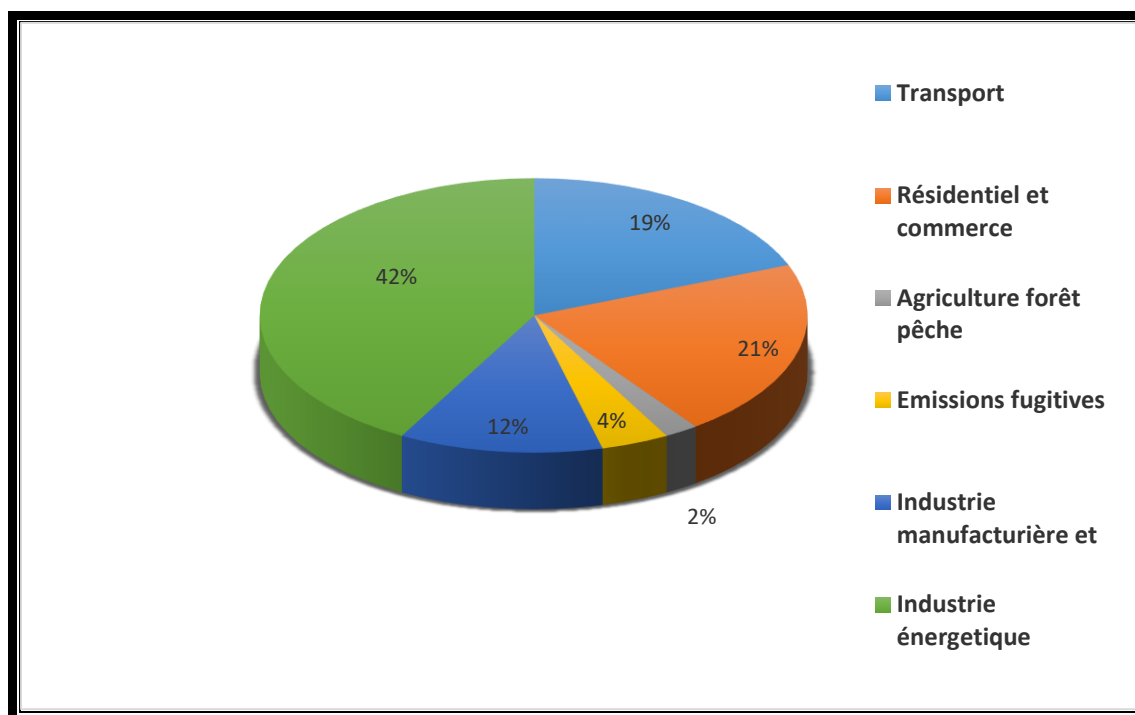
L'Algérie, à l'instar des autres pays en voie de développement, fait face à une problématique environnementale complexe : une situation hydrique difficile (*une disponibilité en eau inférieure à 1000 m³/habitant/an*)⁹⁹, Une désertification qui affecte plus de 85% de la surface total du pays, un capital forestier assez limité ;la pollution engendrée par une forte urbanisation et une concentration des activités économiques sur le littoral ne cesse de croître (transport généralisé, insuffisance des infrastructures de traitements des déchets et des eaux usées, particulièrement au niveau des industries. Les émissions de gaz à effet de serre (GES), même si leur niveau demeure faible par rapport au niveau international¹⁰⁰, ont significativement augmenté pour atteindre 130.36 M tonnes en 2015¹⁰¹ (Elles étaient de 3.3 M tonnes en 2010). Cette augmentation est due essentiellement au développement du parc automobile et de l'activité industrielle, conjuguée à de faibles niveaux d'efficacité énergétique et de développement des énergies renouvelables.

⁹⁹ Modes de consommation et de production durables en Algérie : état des lieux, Une 'étude menée par le CNTPP dans le cadre du programme européen SWITCH MED avec l'appui du PNUE, Septembre 2015.

¹⁰⁰ L'Algérie est classée 39ème sur les 58 pays représentant 90% des émissions dans le monde, au CCPI/2015(Climate Change Performance Index). Les émissions de GES Algérienne représentent 0.34% des émissions des pays concernés.

¹⁰¹ Algeria : Indicators for 2015, AIE 2015.

Figure 30 : Répartition des émissions de GES par source de production énergétique



Source : Modes de consommation et de production durables en Algérie : état des lieux, Une étude menée par le CNTPP dans le cadre du programme européen SWITCH MED avec l'appui du PNUE, Septembre 2015.

Tableau 42 : Les principaux indicateurs environnementaux en Algérie.

Principaux indicateurs environnementaux	
Potentiel des ressources en eau douce renouvelable en m ³ /habitant/ an	297
% de prélèvement d'eau douce du total des ressources renouvelables	48.9%
Taux d'approvisionnement en combustibles fossiles	99,9%
Surface forestière en pourcentage de la surface totale, 2011	0.6%
Tendance de l'étendue et évolution annuelle des forêts au cours de la période 1990-2010	0.35%
Aires protégées en pourcentage du territoire, 2013	6.2%
Pourcentage de la population vivant sur des terres dégradées, 2010	28,8%
Emission de Co2 en tonnes par habitant (2015)	3,9
Taux de recyclage des déchets ménagers	7%

Source : Industrie et économie verte en Afrique du Nord : enjeux, pratiques et enseignements, Une publication de la commission économique de l'ONU pour l'Afrique du Nord, Septembre 2015.

Les indicateurs environnementaux (tableau ci-dessus) rapportés par une étude la commission économique des nations unies pour l'Afrique du Nord, confirment la problématique environnementale dans laquelle se trouve l'Algérie. Pour traduire l'importance de ces questions et relever les défis environnementaux et du développement durable, L'Algérie a mis en œuvre des stratégies et des politiques adaptées, conformément aux priorités nationales

et aux dispositions des différents accords internationaux¹⁰² sur la protection de l'environnement et du développement durable qu'elle a ratifié.

3.3.2. La stratégie Nationale de l'environnement et du développement durable

Depuis le début des années 2000, l'Algérie a formalisé une prise de conscience sur les enjeux environnementaux et de développement durable, et notamment au travers :

1. Le Plan National d'Action pour l'Environnement et le Développement Durable en 2002 (PNAEDD) et la mise en place des instruments de politique spécifiques en l'occurrence le programme national d'action pour la gestion des déchets spéciaux (Le PNAGDES), et programme national d'action pour les déchets ménagers (PROGDEM) ;
2. Le Schéma National d'Aménagement du Territoire SNAT à l'horizon 2030 : ce schéma met en exergue trois exigences, à savoir : répondre aux déséquilibres de localisation de la population et des activités dans le territoire, la mise en attractivité des territoires, la préservation et la valorisation du capital naturel du pays ;
3. Le Plan National Climat (2015-2050).

Cette démarche stratégique a abouti sur :

- L'élaboration et le parachèvement d'un cadre légal et réglementaire sur tous les aspects de l'environnement et du développement durable ;
- La mise en place d'un cadre institutionnel constitué d'agences et d'organismes spécialisés dans les domaines environnementaux et de développement durable ;
- La mise en place de programmes spécialisés et de financements d'appui en matière de développement durable.

Dans le même temps, l'Algérie a pris ses responsabilités au niveau international en ratifiant l'ensemble des accords, conventions et protocoles en matière d'environnement et de développement durable.

Aujourd'hui, l'ensemble de ces instruments font l'objet d'une évaluation dans le cadre de la mise en place d'un nouveau plan stratégique permettant des actions de deuxième

¹⁰² L'Algérie a ratifié toutes les conventions internationales liées au développement durable et en rapport avec les MCPD et notamment : La Convention Internationale sur l'intervention en haute mer en cas d'accident entraînant ou pouvant entraîner une pollution par les hydrocarbures. La Convention Cadre des Nations Unies sur le Changement Climatique. La Convention des Nations Unies sur la Biodiversité. Le protocole de KYOTO à la convention cadre des nations unies sur les changements climatiques. La Convention de Bâle sur le contrôle des mouvements, transfrontières de déchets dangereux et de leur élimination. Le protocole de Montréal et ses amendements sur la protection de la couche d'ozone. Convention de Stockholm sur les Pops.

génération allant plus dans le sens de la mesure et le suivi de l'efficacité et de la performance des politiques environnementale et du développement durable. A ce titre une nouvelle édition du PNAEDD est en préparation, incluant une référence assez claire aux MCPD. De même, un certain nombre de textes d'application et de mécanismes opérationnels est en cours d'évaluation pour en accroître l'efficacité pour la période à venir, sur deux niveaux d'horizons de planification :

- L'horizon quinquennal à 2019-2020 ;
- L'horizon 2030.

3.3.2.1. Les objectifs de la stratégie Nationale de l'environnement et du développement durable (D.V.D)

Les objectifs de la stratégie nationale de l'environnement et du développement durable sont : la lutte contre le réchauffement climatique, la préservation des ressources naturelles, une meilleure gestion des déchets, diminution des émissions de gaz à effet de serre, la préservation du cadre de vie, développement du capital humain, et le changement du modèle économique du développement. Ces objectifs se combinent à la fois à ceux du développement économique et social, et à ceux de la diversification économique pour construire une économie moins dépendante des ressources hydrocarbures.

3.3.3. L'impact du développement des EnR sur la protection de l'environnement et D.V.D en Algérie

*« La prolifération de GES est le résultat de la consommation excessive d'énergies fossiles. Une des meilleures voies pour réduire ces émissions est la réduction de la consommation d'énergies par des politiques d'efficacité énergétique et le développement des énergies propres. ».*¹⁰³

Compte tenu de ses indicateurs environnementaux et du développement durable, les énergies renouvelables et l'efficacité énergétique constituent un enjeu majeur pour l'Algérie. Les dégradations environnementales et les changements climatiques impactaient le pays à hauteur de 7%¹⁰⁴ de son PIB. Le coût des dommages à l'environnement induits par le seul

¹⁰³Atlas Mondiale des énergies, Edition 2014.

¹⁰⁴ Gille Bonafi, consultant et expert du Comité Intergouvernemental des Experts de l'ONU, extrait de son intervention lors du Colloque international sur la transition énergétique en Afrique « L'Algérie "peut devenir le premier producteur mondial en électricité solaire ». APS 02/10/2016.

secteur industriel correspond à environ 1,8 à 2,0%¹⁰⁵ du PIB national. Les activités industrielles et les transports constituent les premiers secteurs consommateurs d'énergie. Par ailleurs, elles sont une source majeure de pollutions.

3.3.3.1. Les énergies renouvelables une alternative aux proliférations de GES

Les émissions de GES sont, en règle générale, d'autant plus importantes que la consommation d'énergie est élevée car, il y a une corrélation forte entre les quantités d'énergies consommées et les quantités de CO₂ produites [Bernard Duran 2007]. Le fait de la domination des énergies fossiles dans notre approvisionnement énergétique, et le poids de leurs externalités sur l'économie nationale, font clairement apparaître les enjeux des énergies renouvelables et de l'efficacité énergétique sur le plan environnemental et du développement durable en Algérie.

L'exploitation des énergies renouvelables permet la réduction de la consommation des énergies fossiles et limite ainsi leurs impacts environnementaux [Alexandre Rojey 2014]. Donc, le déploiement des énergies alternatives diminue les externalités négatives¹⁰⁶ engendrées par la pollution et les émissions de GES. De ce fait, elles permettent une meilleure protection de l'environnement, une lutte contre les changements climatiques et assurent un développement écologique soutenable. L'amélioration de l'efficacité énergétique et le déploiement des énergies renouvelables à grande échelle offre, ainsi, à l'Algérie une voie économique vers une croissance rapide, durable et équitable. Ce qui permettra par ailleurs d'atteindre les objectifs fixés dans le cadre de la stratégie nationale pour la protection de l'environnement et du développement durable. « *La mise en œuvre du programme national des énergies renouvelables et celui de l'efficacité énergétique constitue la seule "garantie" d'une croissance durable et équilibrée* »¹⁰⁷.

3.3.3.2. La valorisation énergétique des déchets

La valorisation des déchets est un acte de protection de l'environnement et une source d'énergie. Dans un contexte de D.V.D, cette activité permet une économie d'énergies fossiles et contribue à la prévention du risque climatique.

La valorisation des déchets ou « *revalorisation* » est un ensemble de procédés par lesquels on transforme un déchet matériel ou organique dans l'objectif d'un usage spécifique

¹⁰⁵ Industrie et économie verte en Afrique du Nord : enjeux, pratiques et enseignements, un document de la commission économique des Nations Unis, Bureau pour l'Afrique du nord, Septembre 2015.

¹⁰⁶ Les coûts qui sont engendré par la pollution et les émissions de GES.

¹⁰⁷ Ministre des énergies et des mines, Noureddine BOUTERFA, colloque international sur la transition énergétique en Afrique, Alger Octobre 2016.

comme le recyclage, le compostage ou encore la transformation en énergie. Un déchet peut, au moins partiellement, devenir une ressource énergétique s'il est convenablement recyclé [Lacona 2009].

La valorisation des déchets est généralement considérée comme une solution préférable à l'élimination des déchets. « *Les déchets non traités présentent une source de pollution non négligeable, notamment, les décharges, les centres d'enfouissement techniques, les rejets industriels... A cet effet, la valorisation des GES (gaz à effet de serre) émis par ces déchets à des fins énergétique (sous forme de biogaz) est envisageable* »¹⁰⁸. Certains déchets domestiques peuvent être valorisés par récupération des matières premières qui les constituent. D'autres peuvent être utilisés pour produire de l'énergie. L'énergie produite à base de traitement des déchets est désignée par le terme de « *Biomasse* ». Un des atouts de cette filière est la production de Biogaz à base des déchets ménagers. Les voies de valorisation du Biogaz sont : chaleur seule, électricité seule, cogénération, carburant automobile, injection dans le réseau de gaz naturel.

En Algérie, La biomasse représente un potentiel de 3,7 millions de TEP sous la forme de bois de forêt et 1,33 million de TEP/an provenant des déchets végétaux et urbain. La valorisation des déchets et principalement ménagères 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.

¹⁰⁸Majda Amina AZIZA « Perspectives de développement de la bioénergie Algérie » Bulletin des Energies Renouvelables - N° 17, 2010.

Conclusion

En Algérie, les énergies renouvelables constituent une alternative réelle aux énergies fossiles. Vu le potentiel dont il dispose le pays, ces sources d'énergies durables sont à même de répondre à ses besoins énergétiques actuels et futurs, et de soutenir une croissance économique durable. Avec ses 3500 heures d'ensoleillement dans l'année, l'Algérie dispose d'un meilleur potentiel solaire dans le monde et un potentiel éolien qui n'est pas négligeable. Pour mieux valoriser ses ressources renouvelables et les transformer en sources d'énergie, une nouvelle réorientation de la politique énergétique s'est opérée, depuis 2011, par la mise en place d'un programme de développement des énergies renouvelables et de l'efficacité énergétique à l'horizon 2030.

Le PNEREE véhicule la stratégie Algérienne de transition vers un nouveau système énergétique plus durable basé sur la valorisation des ressources inépuisables. Une priorité est accordée à la filière solaire photovoltaïque et l'éolienne en vue d'énormes potentiels dont dispose le pays. L'objectif tracé à l'horizon 2030 est de produire 27% d'électricité d'origine renouvelables et 37 % de la capacité installée. Le développement des EnR est encouragé par l'adoption d'un cadre juridique favorable à leur promotion et à la réalisation d'infrastructures y afférentes. Outre le cadre juridique, des mesures incitatives et fiscales sont notamment prévues par le programme pour stimuler l'investissement. Un fonds national pour la maîtrise de l'énergie (FNME) a été institué pour contribuer au financement des projets d'EnR. L'objectif de ces mesures est d'encourager l'industrie locale des énergies renouvelables et fournir des conditions avantageuses aux entreprises pour atteindre un taux d'intégration très élevé.

En plus d'être une alternative en énergies fossiles, les énergies renouvelables présentent plusieurs enjeux pour le pays. Elles permettent de conserver les réserves fossiles qui sont en voie d'épuisement, de garantir la sécurité énergétique en diversifiant les options d'approvisionnement sur le long terme. Sur le plan économique, leur développement permet l'émergence de nouvelles activités industrielles, et autres services nécessaires aux projets des EnR. Le développement d'un tissu industriel national, à travers les entreprises, permettrait la création de nouveaux emplois directs et indirects. Les impacts environnementaux et les externalités négatives dues à la consommation des combustibles fossiles vont être réduits.

D'une manière générale, le développement des énergies renouvelables est identifié comme source de croissances économiques et un facteur clé d'un développement durable. Le

grand défi à venir pour l'Algérie est de réussir sa transition vers un nouveau système énergétique plus soutenable basé sur les ressources renouvelables. La mise en œuvre du PNEREE permettrait l'émergence d'un nouveau secteur, celui des énergies nouvelles, source d'approvisionnement énergétique et créateur de valeur pour l'économie nationale.

Chapitre IV

Introduction

Comme expliqué dans le chapitre précédant, L'Algérie a réorienté sa politique énergétique vers la valorisation des sources d'énergies renouvelables à travers la mise en place d'un programme pour leur déploiement dans la structure énergétique du pays. En choisissant d'investir massivement dans les EnR et de l'efficacité énergétique, l'Etat Algérien vise à instaurer un modèle énergétique durable, où l'efficacité serait un élément déterminant. À travers le PNEREE, plusieurs projets ont été lancés depuis 2011, notamment dans la filière solaire et éolien où la compétitivité - coûts est plus importante comparativement aux autres filières. Plusieurs structures ont été mises en place, et sont destinées à encadrer la mise en œuvre des programmes d'actions déjà lancés et leurs états d'avancement respectifs, notamment en termes d'arrangements institutionnels et réglementaires. Plusieurs projets ont été réalisés ou encours de réalisation, et constituent un premier pilier d'un secteur qui commence à se structurer de manière effective dans le pays.

Au-delà de garantir son indépendance énergétique et de pouvoir exporter de l'énergie, l'objectif de déployer un secteur des énergies vertes pour l'Algérie est, à terme, de développer une véritable industrie des EnR. Une industrie qui permettrait au pays d'atteindre un taux d'intégration très élevé, et créer de la valeur pour l'économie nationale. Plusieurs entreprises nationales et étrangères opèrent dans le secteur pour la production d'équipements et services nécessaires aux projets d'EnR. Pour mieux développer des opportunités, des synergies entre les différents acteurs, de diffuser les bonnes pratiques et d'améliorer la compétitivité des entreprises, un cluster a été constitué dénommé « cluster d'énergie Solaire ». Il regroupe les différents acteurs, entreprises et autres centres de recherche, intervenant sur le long de la chaîne de valeur de la filière.

C'est sur la base d'entretiens réalisé avec des responsables de certains organismes intervenants dans le secteur des EnR, et selon les données assez actualisées de différents organismes nationaux et internationaux, reflétant au mieux la réalité du secteur des énergies renouvelables et de l'efficacité énergétique en Algérie, qu'une analyse sereine est menée dans ce chapitre afin d'évaluer les réalisations en termes de capacités installées, et en terme du taux d'intégration de l'industrie locale des EnR. Dans ce contexte, une analyse objective de diverses contraintes réglementaires et structurelles pour l'essor des énergies renouvelables en Algérie a été abordée. Les perspectives de développement, les synergies et les opportunités de partenariat dans le cadre de la coopération régionale et internationale sont également soulignées. Des

recommandations sont faites pour réduire les barrières au développement et l'émergence d'un véritable secteur des énergies renouvelables en Algérie.

Section 1 : Présentation du secteur Algérien des EnR

Le secteur des énergies renouvelables en Algérie est de naissance récente. Il n'a commencé à se structurer de manière effective dans le pays qu'au milieu des années quatre-vingt. Cela coïncide avec la création des premières institutions publiques chargées de son développement et suivi respectifs : soit le Centre de Développement des Energies Renouvelables (CDER) en 1988 et l'Agence Nationale pour la Promotion et la Rationalisation de l'Utilisation de l'Energie (APRUE) en 1985. Cela a été suivi par la mise en place de plusieurs programmes sectoriels visant un déploiement énergétiques renouvelables décentralisées en faveur des zones rurales, notamment dans les hauts plateaux et le sud du pays. Ces programmes ont été initiés avec un appui financier direct de l'Etat. En effet, deux programmes du grand sud dont celui du balisage solaire entrepris par le CDER, ainsi que celui de l'électrification solaire autonome de 18 villages réalisé par Sonelgaz (1998- 2001)¹, ont été finalisés.

Les différents textes réglementaires adoptés au cours des dernières années (loi sur la maîtrise de l'énergie, loi sur la promotion des énergies renouvelables dans le cadre d'un développement durable, loi sur l'électricité,)² ont donné un essor pour le secteur en lui offrant un cadre juridique favorable pour son développement et la réalisation d'infrastructures y afférentes. Le lancement du programme de développement des énergies renouvelables et de l'efficacité énergétique, le PNEREE 2011 et sa version révisée en 2015, a donné une dynamique nouvelle pour l'émergence effective du secteur des énergies renouvelables et de l'efficacité énergétique en Algérie.

Dans cette section nous donnerons un aperçu général sur le secteur Algérien des énergies renouvelables. Il s'agit, en premier lieu, de présenter les principaux acteurs institutionnels qui le composent et qui contribuent à son développement, les entreprises qui y opèrent ; et en second lieu son évolution et ses caractéristiques. En fin, nous aborderons sa contribution dans mix énergétique National.

1.1. Les grands acteurs du secteur

1.1.1 Les acteurs institutionnels

1. Le ministère de l'énergie : D'une manière générale, le ministère des énergies et des mines élabore les politiques et stratégies de recherche, de production et de valorisation des

¹ Ce programme a mobilisé une capacité globale de 344 KWc.

² La loi n° 99-09 du 28 juillet 1999 relative à la maîtrise de l'énergie incluant la promotion des énergies renouvelable et la création du fonds national dédié à leur développement (FNER)², ainsi que la loi n° 04-09 du 14 août 2004 relative à la promotion des énergies renouvelables dans le cadre du développement.

ressources d'hydrocarbures, minières et énergétique et des industries s'y rapportant. En outre, il assure la mise en œuvre conformément aux lois et aux règlements en vigueur. En matière des énergies renouvelables, il intervient à travers la Direction des Energies Nouvelles et renouvelables et de l'Efficacité Énergétique. Placée sous la coupe de la Direction Générale de l'Electricité, du Gaz et des Energies Nouvelles et Renouvelables, sous tutelle du Ministère de l'Energie ;

2. Le Ministère de l'environnement et des EnR : Créé lors du remaniement ministériel de Mai 2017, le Ministère de l'environnement et des EnR se voit amputer de ses missions et de ses attributions en matière des énergies nouvelles après la création du ministère de la transition énergétique en juin 2020. Il est à noter que Direction du Développement, de la Promotion, et de la Valorisation des Energies Renouvelables a été mise sous la tutelle de l'Ex-Ministère de l'Environnement et des Energies Renouvelables ;

3. Le ministère de la transition énergétique : Créé lors du remaniement ministériel du 23 juin 2020, le ministère de la transition énergétique a pris une partie des attributions du ministère de l'environnement et des EnR et du ministère de l'Energie en matière des EnR. Les attributions du ministre de la Transition énergétique ont été fixées par un décret exécutif³ publié dans le journal officiel (N°69). Dans le cadre de développement des énergies renouvelables et de l'efficacité énergétique, la mission première du ministre de la Transition énergétique est "l'élaboration des politiques et stratégies visant à promouvoir la transition énergétique et les énergies renouvelables" ainsi que leur "suivi" et leur "contrôle". A ce titre, il est chargé : ⁴

1. D'assurer la mise en œuvre des politiques et des stratégies nationales dans les domaines de la transition énergétique et des énergies renouvelables et de définir les moyens juridiques, humains, financiers et matériels nécessaires ;
2. De proposer, en relation avec les secteurs concernés et en conformité avec le programme du gouvernement, le modèle énergétique basé sur les économies d'énergie, les énergies renouvelables et un mode de consommation et de production d'énergie durable ;
3. De développer et de valoriser les énergies renouvelables ;
4. De développer et de promouvoir la maîtrise de l'énergie et de la substitution inter-énergétique.

³Le Décret exécutif n° 20-322 du 22 novembre 2020 fixant les attributions du ministre de la transition énergétique et des énergies renouvelables.

⁴Tirer journal officiel de la république algérienne n° 69 du 22 novembre 2020 fixant les attributions du ministre de la transition énergétique et des énergies renouvelables.

3. Le Commissariat aux énergies renouvelables (CEREFEE) : Quelques années après le lancement du programme national des énergies renouvelables et de l'efficacité énergétique, il s'est avéré que sa mise en œuvre est entravée par plusieurs obstacles et difficultés dont le financement, l'insuffisance en matière de compétences techniques locales et le manque de coordination entre les différents secteurs. Pour mieux y remédier aux insuffisances dans la mise en œuvre du PNEREE, un commissariat aux énergies renouvelables et à l'efficacité énergétique a été mis en place. Il est créé auprès du Premier Ministre par décret exécutif n°19-280 du 20 Octobre 2019⁵. Le Commissariat aux Energies Renouvelables et à l'Efficacité Energétique (CEREFEE) est un établissement public doté de la personnalité morale et de l'autonomie financière. C'est "un organe de conception de la stratégie nationale de développement des énergies renouvelables et de l'efficacité énergétique, et un instrument d'aide à la mise en œuvre et à l'évaluation de la politique nationale, dans le domaine des énergies renouvelables et de l'efficacité énergétique".

Ses missions et ses attributions se résument comme suit :⁶

1. Définir la stratégie industrielle de réalisation du programme national de développement des énergies renouvelables et de l'efficacité énergétique ;
2. Participer à l'élaboration des plans sectoriels et territoriaux dans le domaine des énergies renouvelables et de l'efficacité énergétique ;
3. Participer à l'élaboration d'un cadre législatif et réglementaire attractif pour le développement des énergies renouvelables et l'efficacité énergétique ;
4. Identifier et proposer des mécanismes de financement innovant pour le développement des énergies renouvelables et de l'efficacité énergétique ;
5. Mener des études de valorisation et de promotion des énergies renouvelables et de l'efficacité énergétique ;
6. Concevoir et proposer des programmes de promotion et de développement des utilisations des énergies renouvelables ;
7. Suivre l'évolution technique et économique se rapportant à son objet, en vue, notamment, d'éclairer les institutions gouvernementales sur toutes les questions liées à ses activités ;
8. Rassembler, traiter, exploiter, conserver, valoriser et diffuser l'information scientifique et technique liée à ses activités ;

⁵Source : le site officiel du Commissariat aux énergies renouvelables à l'efficacité énergétique (CEREFEE)<http://www.cerefe.gov.dz>

⁶ Idem.

9. Identifier et évaluer le potentiel en ressources énergétiques renouvelables disponibles dans les différentes régions du pays.

1.1.2. Organes publics

1. L'Agence pour la Promotion et la rationalisation de l'énergie (APRUE) : L'APRUE est un établissement public à caractère industriel et commercial dépendant du Ministère des Energies et des Mines⁷. Cette agence a pour mission⁸ principale la mise en œuvre de la politique nationale de la maîtrise de l'énergie, notamment à travers la promotion de l'efficacité énergétique. L'Aprue est chargée de coordonner et d'animer la politique Algérienne de maîtrise de l'énergie, et la mise en œuvre du Programme National de maîtrise de l'Energie (PNME), mais aussi de sensibiliser et d'informer sur la maîtrise de l'énergie de grand public et les professionnels.

2. La Commission de régulation de l'électricité et du Gaz (CREG) : Elle a été créée selon la loi n°02-01 du 05 février 2002⁹ relative à l'électricité et à la distribution du gaz par canalisations, La CREG a pour objectif de surveiller et de contrôler le respect des lois et règlements relatifs au marché de l'électricité et au marché intérieur du Gaz. Elle exerce un rôle de conseil auprès des pouvoirs publics pour tout ce qui touche à l'organisation et au fonctionnement du marché électrique et gazier dans le pays.

4. Le centre de développement des Energies Renouvelables (CDER) : Le CDER¹⁰ a pour rôle de mettre en œuvre des programmes de recherche et de développement scientifique et technologique des systèmes énergétiques exploitants des sources d'énergies renouvelables (*énergies solaire, éolienne, géothermique, biomasse*).

Le CDER dispose également d'une branche négoce à travers sa filiale commerciale, Etudes et Réalisation en énergies renouvelables (ER2). L'ER2 réalise aussi bien des études de faisabilité que des solutions pour ses clients publics ou privés, afin qu'ils puissent bénéficier du potentiel Algérien en Energie Renouvelables.

L'Unité de développement des Energies Solaires (UDS) est intégrée au CDER en 2007. L'UDS intervient dans la conception et l'innovation des énergies renouvelables. Elle est chargée également du contrôle de la qualité des composants, une fois la production réalisée.

⁷Créé par décret présidentiel en 1985

⁸C'est la loi n° 99- 09 du 28 juillet 1999 relative à la maîtrise de l'Energie, qui détermine les missions de l'Aprue

⁹Relative à l'électricité et à la distribution du gaz par canalisations.

¹⁰CDER est un Centre de Recherche, issu de la restructuration du Haut-commissariat à la Recherche, créé le 22 mars 1988.

L'unité de développement des équipements solaires (UDES), unité rattachée à la CREG, a pour mission de réaliser les travaux de conception, de dimensionnement et d'optimisation des équipements en Energies Renouvelables. Elle aussi la charge d'établir des études technico-économiques et d'engineering pour mettre en place des installations pilotes en vue d'assurer le transfert et la maîtrise de nouvelles technologies. Enfin, l'UDES a la charge de mettre en place les techniques de caractérisation, de tests, de contrôle qualité et de conformité, en vue d'assurer la qualification, l'homologation et la certification des équipements.

5. Le Centre de Recherche en Technologie des Semi-conducteurs pour l'Energétique (CRTSE) :

Créé par Décret exécutif N°12-316 du 21 Août 2012, le Centre de Recherche en Technologie des Semi-conducteurs pour l'Energétique (CRTSE) est une entité de R&D sous tutelle du Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique et de la Direction Générale de la Recherche et du Développement Technologique (DGRSDT)¹¹. La mission¹² qui a été confié au CRTSE est de mener des actions de recherche scientifique, d'innovation technologique, de valorisation et de formation dans les domaines des sciences et des technologies des matériaux et dispositifs à semi-conducteurs pour applications dans plusieurs domaines : photovoltaïque, détection, optoélectronique, photonique, stockage de l'énergie, environnement, ...etc.

6. Le Centre de Recherche et de Développement de l'Electricité et du Gaz (CREDEG) :

filiale du groupe Sonelgaz, le CREDEG a été créé en janvier 2005 en société par actions (SPA). Il a pour principale mission la recherche appliquée, le développement technologique, l'expertise des équipements industriels en phase d'exploitation et de fabrication dans le domaine des métiers de base des sociétés du Groupe Sonelgaz.

7. Ecole Nationale Supérieure des Energies Renouvelables, Environnement et Développement Durable :

créée par décret exécutif n° 20-152 du 8 juin 2020 et placée sous tutelle du Ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche scientifique. Assurer la formation supérieure, la recherche scientifique et le développement technologique dans les domaines et les filières des énergies renouvelables, environnement et développement durable, notamment, le génie électrique et les réseaux intelligents, la métrologie, les énergies

¹¹Le CRTSE est un prolongement des entités suivantes : Unité de Développement de la Technologie du Silicium (UDTS, arrêté du 24 Janvier 1988- UDTS-CDTA 1988-2012), Laboratoire des Matériaux Solaires (LMS-Centre de Développement des Matériaux 1984-1988) de l'ex. Commissariat aux Energies Nouvelles (CEN) évoluant ensuite en Haut-commissariat à la Recherche), Laboratoire des Cristaux et Couches Minces (LCCM-Centre des Sciences et de la Technologie Nucléaire 1972-1984) et Laboratoire de Physique de IEN (1962-1972).

¹² Information recueillie sur le site officiel du CRTSE : <https://crtse.dz>.

nouvelles et renouvelables, l'environnement, la santé publique et l'économie verte est la mission principale qui a été attribué à cette école.

1.1.3. Les principales entreprises du secteur

1.1.3.1 Les entreprises étrangères

- 1. Le groupe ABB :** Le groupe ABB à travers sa filiale italienne, a construit pour le compte de SKTM une centrale Solaire photovoltaïque mis en service en 2014 Située dans la wilaya de Ghardaïa, elle dispose d'une capacité de 1 100 KWc en 4 tranches, chacune correspondant à une technologie différente. Cette ferme photovoltaïque servira de démonstrateur pour SKTM.
- 2. ABENGOASOLAR :** Est une société espagnole, elle opère en Algérie dans le cadre 'un contrat de partenariat avec la société NEAL¹³, portant sur la réalisation d'une centrale solaire hybride. Cette centrale est située à Hassi R'mel et dénommée SPP (Solar Power Plant One), première du genre en Algérie, est en exploitation depuis juillet 2011.Elle est d'une capacité total 150 MW : 30 MW sont obtenus à l'aide de 224 panneaux solaires thermique au total, le reste étant assuré par des turbines à Gaz à cycle combiné.
- 3. YINGLI :** Leader Chinois du photovoltaïque, a signé au début 2014 un contrat avec SKTM pour l'installation en groupement avec sa compatriote SINOHYDRO de 320 MW de panneaux photovoltaïques répartis sur 19 sites. Ces centrales solaires ont été mises en services entre 2015 et 2017.
- 4. BELECTRIC :** est une entreprise Allemande, en Décembre 2013 a été désigné par S.K.T.M pour réaliser 80 MW de panneaux photovoltaïques sur 4 sites du Nord du pays. Ces centrales ont été livrées entre 2015 et 2017.
- 5. CEGELEC :** La société française CEGELEC a réalisé en Algérie le premier projet de ferme éolienne, situé à Adrar. Cette centrale, achevée en 2004, est d'une capacité totale de 10MW.

1.1.3.2. Les entreprises publiques

- 1. Sonelgaz :** Société Nationale d'Electricité et du Gaz est actuellement en situation de monopole pour ce qui est lié au transport et à la distribution d'énergie électrique. En matière

¹³C'était une Société par actions détenue par Sonelgaz, Sonatrach et SIM (Le groupe Semoulerie Industrielle de la Mitidja), respectivement à raison de 45 %, 45 % et 10 %. Une filiale de Sonelgaz qui n'opère plus dans le renouvelable. Elle a été dissoute en 2012.

de production d'électricité, elle contrôle 54%¹⁴ des capacités installées, le reste étant propriété de société ayant un lien capitalistique partiel avec Sonelgaz. Tous les aspects énergétiques passent par ce groupe énergétique public.

Deux filiales du groupe interviennent sur le marché des EnR.

SKTM :est une filiale¹⁵ de Sonelgaz, en charge de la production d'électricité à partir des énergies renouvelables, son siège social est basé à Ghardaïa. Créée le 07 avril 2013, par scission de la société SPE, elle s'occupe aussi des réseaux électriques isolés du Sud (Sites non interconnectés). Les centrales photovoltaïques acquises depuis 2014 et la ferme éolienne à Adrar font partie du parc de production de SKTM. La société est née dans un contexte de prise de conscience de l'urgence du changement du modèle énergétique national en introduisant d'autres sources d'énergies renouvelables non épuisables. L'épuisement des ressources énergétiques traditionnelles, le pétrole, le gaz naturel entre autres, le recours aux énergies propres, n'est plus une question de choix mais beaucoup plus une question de devenir des nations. D'autant plus que l'Algérie jouie d'un potentiel solaire des plus importants de par le monde, et d'un potentiel éolien également non négligeable, ajoutés à l'étendue de son territoire, lui permettant d'implanter les ouvrages de production d'électricité par les procédés renouvelables sans encombre.

Pourquoi SKTM est créée ?

S.K.T.M a été créée, par les autorités algériennes, pour répondre à des enjeux stratégiques de l'heure. Il s'agit:¹⁶

- De la volonté de concrétiser l'ambitieux programme national de développement des Energies Renouvelables, en mettant en valeur les potentialités énormes dont dispose le pays, notamment l'étendue de son territoire et la durée d'ensoleillement ;
- Des spécificités qui caractérisent la gestion du parc de production Diesel des RIS (Réseaux Isolés du Sud) ;
- De satisfaire aux meilleures conditions de continuité et de qualité de service fourni aux populations des régions du sud du pays.

S.K.T.M a pour missions principales :¹⁷

¹⁴Le bilan énergétique Algérie 2015-Documents du ministère des énergies et des mines.

¹⁵Dont le capital est souscrit entièrement par la holding Sonelgaz.

¹⁶ Informations recueillies sur le site internet de la société SKTM : www.sktm.dz

¹⁷ Idem.

1. L'exploitation des réseaux d'énergie électrique isolés du sud (production d'électricité en conventionnel) et des énergies renouvelables pour l'ensemble du territoire national ;
2. Le développement des infrastructures électriques du parc de production des Réseaux Isolés du Sud, de l'Engineering, de la maintenance et de la gestion des centrales électriques relevant de son champ de compétences ;
3. La commercialisation de l'énergie produite pour les filiales de distribution notamment après le déploiement des Energies Renouvelables sur les réseaux interconnectés.

CEEG : La compagnie d'Engineering de l'Electricité et du Gaz (CEEG) est une société par action (*filiale 100% du Groupe Sonelgaz*). Elle assure la maîtrise d'œuvre (études d'avant projets, mise en place des contrats, conduite et coordination de la réalisation, essais, réception et mise en service) des projets de réalisation des ouvrages de production et de transport de l'électricité. La CEEG gère les procédures d'appels d'offres nationaux et internationaux pour l'étude et la réalisation d'infrastructures énergétiques du groupe Sonelgaz. Elle dispose pour cela, d'une direction de l'engineering des Energies Renouvelables. Cette société publique, filiale de Sonelgaz, emploie plus de 900¹⁸ personnes dans le pays.

1.1.3.3. Les entreprises privées

1. **ALSOLAR** : est une société privée développant ses activités dans les Energies renouvelables sur l'ensemble du territoire national. Elle s'est spécialisé dans le Solaire, essentiellement dans l'électrification rurale par Kit Solaire, l'éclairage de panneaux publicitaires avec de l'énergie solaire, l'électrification photovoltaïque centralisé et le pompage solaire. Elle assure le commerce et l'installation des équipements solaires. Depuis 2014, l'entreprise a commencé à développer une nouvelle activité dans le pompage éolien.
2. **ALPV** : Créée sur la base d'une ancienne entreprise de traitement des métaux et d'injection de plastic, l'entreprise privée ALPV est spécialisée dans la production de panneaux photovoltaïques. Elle est la première entreprise à ouvrir une usine de fabrication de panneaux photovoltaïques "Made in Algérie ». Cette dernière est basée à Tlemcen. L'usine est dotée d'une ligne moderne modulable d'encapsulation de modules photovoltaïques possédant une capacité de production de 12 Millions Watt Annuellement¹⁹. A sa création en 2010, SARL ALGERIAN PV COMPANY se positionne comme une entreprise industrielle fournissant

¹⁸Source : www.Sonelgaz.dz.

¹⁹Source : le site officiel de l'entreprise <http://alpvcompany.com>

des panneaux solaires photovoltaïques conformes aux normes Algériennes NA10454²⁰ et NA16562. La mission principale de ALGERIAN PV COMPANY est de développer, sous sa marque ALPV, des produits de qualité supérieure « Made in Algeria ». L'entreprise fabrique des modules photovoltaïques de technologie et puissances variées, à base de cellules poly cristallines ou monocristallines vont du 100 Wc au 280 Wc.

3. CONDOR : Cette entreprise, spécialisée dans l'électronique grand public et l'électroménager, a mis en service en 2014 une importante ligne d'encapsulation et de production de panneaux photovoltaïques sur son principal site de Bordj Bou Arredj.

L'usine de Condor dédiée à l'énergie solaire est destinée à la fabrication de panneaux photovoltaïques avec la technologie du silicium dont la puissance peut varier entre 70²¹W à 28 W (mono et poly). Ce produit sera destiné à un usage en industrie (stations solaires), aux habitations, au pompage agricole, à l'électrification rurale et à l'éclairage public. Condor prendra en charge le dimensionnement des installations, la fabrication des panneaux solaires, l'installation et le service après-vente.

4. ENIE SOLAR PHOTOVOLTAÏQUE : Filiale de l'entreprise publique ENIE, ENIE-Photovoltaïque est spécialisée dans la fabrication des panneaux solaires photovoltaïques, la commercialisation, l'étude et l'installation des solutions dans le domaine des énergies renouvelables. Elle a acquis une ligne d'encapsulation installée au sein de son principal site industriel situé à Sidi Bellabes. Ces principales activités sont -Eclairage public solaire-Pompage solaire-Habitations isolées, Chauffe-eau Solaire, Chariot mobile-Installations professionnelles (*centrales solaires*), Autres solutions selon le besoin.

5. THERMOCAD : L'entreprise privée TERMOCAD est basée à Bejaïa, produit des chauffe-eau solaires. Elle présente sur le marché Algérien des chauffe-eau solaire de marque THERMOSIPHON avec des capacités différentes.

6. AURES SOLAIRE : est une joint-venture²²entre la société française REVA et un entrepreneur Algérien dans le cadre de la loi du 51/49. Elle est spécialisée dans la production de panneaux photovoltaïques depuis Avril 2017. Son usine est implantée dans la wilaya de Batna et plus précisément dans la zone d'activité d'Ain Yagoutet. Son objectif, à moyen terme, est de

²⁰ Norme de certification de l'industrie photovoltaïque appliquée en Algérie.

²¹ Source le site officiel de l'entreprise <http://www.condor.dz>

²² Forme d'alliance entre entreprise du même secteur et de la même activité.

produire 30 MW²³ par an de panneaux solaires photovoltaïques de type NICE, une technologie innovante qui utilise une nouvelle technique d'encapsulation des cellules solaires. Dans le cadre de ce projet, Aurès solaire ambitionne d'être, non seulement, un leader national dans le domaine des énergies renouvelables et notamment dans le photovoltaïque, mais aussi et surtout, un exportateur de panneaux solaires vers tous les pays du monde, tant que sa production répondra à toutes les normes mondiales en vigueur. Le but principal d'Aurès solaire est de jouer un rôle important dans la réalisation du programme de la transition énergétique en contribuant à la construction du tissu industriel des énergies renouvelables.

Pour une meilleure coordination entre tous les acteurs²⁴ du secteur, et pour mieux renforcer les capacités de développement des compétences industrielles dans les domaines des EnR ; un cluster de l'énergie solaire a été créé en mois de Juin 2017. Ce cluster regroupe les entreprises²⁵ qui interviennent sur tout le long de la chaîne de valeur de la filière des renouvelables ainsi que les institutions publiques.

1.1.4. Groupements professionnels du secteur des énergies renouvelables : (Le cluster Algérien de l'énergie solaire (C.E.S))

Avant d'aborder en détails le cluster de l'énergie solaire en Algérie, nous essayerons de donner une brève explication de la notion du cluster selon la littérature économique.

1.1.4.1. La notion du cluster

En économie, « *un cluster correspond à une concentration géographique et interconnectée d'entreprises, de fournisseurs, et d'institutions dans un domaine particulier, et qui allie compétition et coopération* ». ²⁶ Autrement dit, le cluster est un réseau, structuré certes, mais qui permet aux sphères économiques, académiques et publiques de se rencontrer autour d'un intérêt commun.

1.1.4.2. L'objectif de la création d'un cluster

L'objectif principal d'un cluster est de développer des opportunités, des synergies entre les différents acteurs, de diffuser les bonnes pratiques et d'améliorer la compétitivité des

²³Le site officiel de l'entreprise [www.http://www.aures-solaire.com](http://www.aures-solaire.com)

²⁴Il s'agit des bureaux d'études, les développeurs, les fabricants, les fournisseurs, les installateurs, les acteurs de la formation professionnelle, les acteurs de la recherche et des universités, etc.) qui entendent contribuer au développement de la filière énergie solaire ;

²⁵Il s'agit des entreprises privées du droit Algérien et des joint-ventures entre entreprises Algériennes et étrangères.

²⁶ Mickael Porter « *Avantage Compétitif* » Edition Dunod 1981.

entreprises membres. Il permet d'ouvrir les horizons de son activité, de développer des contacts, de faciliter l'accès aux marchés publics, d'échanger régulièrement avec les acteurs-clé de la filière.

D'une manière générale, les services proposés par les clusters correspondent aux besoins des entreprises en matière d'information, de veille, de formation et d'innovation.

1.1.4.3. Présentation du cluster Algérien de l'énergie Solaire

Le cluster de l'énergie solaire est 4ème cluster industriel après ceux des boissons, de la mécanique de précision et de l'économie numérique déjà en activité. Il regroupe les entreprises de la filière solaire.

Le cluster de l'énergie solaire a été créé dans un contexte de valorisation des ressources renouvelables par la mise en place d'un programme de développement des énergies renouvelables et de l'efficacité énergétique. La réussite de ce programme nécessite une intégration industrielle et technologique sur toute la chaîne de valeur de filière des EnR. La création d'un cluster est le moyen le plus approprié pour lancer, dans des délais courts, des rencontres professionnelles et opérationnelles pour un examen de toutes les propositions et de toutes les initiatives permettant la mise au point et le renforcement d'un programme industriel et technologique puissant et diversifié, dédié à la réussite du programme national des EnR et de l'efficacité énergétique. C'est pour répondre à ces considérations que des acteurs du secteur économique se sont associés pour créer un cadre de concertation sous la forme d'un cluster dédié à l'énergie solaire.

Pour mieux présenter ce cadre, nous essayerons de s'intéresser à ses objectifs, ses missions, ses axes stratégiques et les différents membres qui le composent.

1.1.4.4. Les objectifs poursuivis par le cluster

Le cluster de l'énergie solaire vise plusieurs objectifs²⁷

- 1. Création d'un réseau d'entreprises** et d'acteurs nationaux exerçant dans la chaîne de valeur du solaire (*les bureaux d'études, les développeurs, les fabricants, les fournisseurs, les installateurs, les acteurs de la formation professionnelle, les acteurs de la recherche et*

²⁷Boukhalfa Yaïci, Président du Cluster Energie Solaire « Aperçu sur l'industrie algérienne du solaire. Faciliter la transition énergétique : saisir les opportunités, relever les défis, 1ère Journée Algéro-Allemande de l'Energie 24 Avril 2018, Alger.

des universités, etc.) qui entendent contribuer au développement de la filière énergie solaire :

- 2. Renforcement des capacités et développement des compétences industrielles dans les domaines des EnR :** les entreprises algériennes entendent développer leur potentiel sur toute la chaîne de valeur des EnR et promouvoir la création d'emploi depuis l'ingénierie, la fabrication des équipements de production, de stockage, de transformation, d'évacuation, de contrôle, de gestion, d'installation jusqu'à l'exploitation et la maintenance de systèmes et centrales photovoltaïques.
- 3. Promotion des activités de formation et de recherche dans le secteur des EnR :** Le recours à la recherche scientifique et à la formation permettra de stimuler l'innovation, la créativité, l'amélioration du savoir-faire des entreprises, des compétences de la ressource humaine, en vue d'assurer la compétitivité des acteurs locaux sur les différents segments de la chaîne de valeur et sur les différents marchés (*local et international*) ;
- 4.** Facilitation pour l'émergence des compétences nationales et recherche des synergies entre ses membres ;
- 5.** Sensibilisation et encouragement à l'utilisation des énergies renouvelables en général et du solaire PV en particulier ;
- 6.** Contribution à la transition énergétique de notre pays ;
- 7.** Soutien aux pouvoirs publics qui entendent produire, à l'horizon 2030, 27% de la production énergétique à partir des sources renouvelables ;

1.1.4.5. Les missions du cluster de l'énergie Solaire²⁸

Nous présenterons ici les missions du cluster telles qu'elles sont définies par les membres²⁹ qui le composent :

- L'initiation et le développement des contacts avec les Pouvoirs Publics et autres Institutions dans l'objectif d'optimiser les actions du cluster pour en faire un partenaire crédible et incontournable ;
- Communiquer sur les compétences industrielles des Entreprises qui composent le cluster ;
- Intégrer de nouveaux acteurs de la chaîne de valeur ;
- Développer l'intégration locale entre les différents acteurs ;
- Améliorer la compétitivité des entreprises algériennes dans le secteur des énergies renouvelables ;

²⁸Le site officiel du cluster : www.ces.algerie.org

²⁹Il s'agit des entreprises qui composent ce cluster.

- Stimuler la coopération entre ses membres ;
- Développer des partenariats public-privé ;
- Travailler avec les pouvoirs publics pour permettre à ses membres d'être éligibles aux différents fonds et dons nationaux et internationaux ;
- Produire de l'information sur les EnR en Algérie et à l'étranger ;
- Organiser des rencontres sur des thématiques propres aux EnR ;
- Faciliter la relation entre les membres du cluster et son environnement institutionnel ;
- Rehausser les compétences des membres dans les domaines de la technologie, de l'innovation ;
- Mener des actions de formation, des projets de recherche intéressant les membres du Cluster ;
- Favoriser l'internationalisation des champions locaux au bénéfice des membres du Cluster et du pays ;
- Mener des activités de coordination, d'analyse et de positionnement de la filière, la communication et la participation à des réseaux internationaux.

1.1.4.4. Les Axes stratégiques du cluster

Les axes stratégiques poursuivis par le cluster sont en accord avec les objectifs affichés par le pays dans le cadre de la mise en œuvre du programme du développement des EnR. Le cluster développe ses activités selon deux axes stratégiques :

- 1. Stratégie industrielle :** La stratégie industrielle du cluster consiste en le développement et le renforcement des activités devant concourir à la mise en place d'une véritable industrie nationale des EnR. Cette vision stratégique vise à déployer les nouvelles technologies y compris celles destinées aux réseaux intelligents pour une meilleure intégration dans la filière des renouvelables.
- 2. Stratégie énergétique :** Les produits et services issus de l'industrie nationale des EnR constitueront une base pour produire l'énergie verte dont a besoin notre économie pour prospérer, contribuer à la couverture de la demande interne en énergie et dégager des excédents pour l'exportation. Cette vision stratégique cherche à rendre accessible le recours aux EnR par les différentes strates de la société (*ménages, agriculteurs, industries, etc.*)

La vision stratégique du cluster se fera en agissant sur les différents leviers réglementaires, financiers, techniques, et de formation ; qui auront pour objectifs la création d'un marché interne durable pour les entreprises algériennes, l'élargissement des compétences

nationales à des technologies de pointe et l'encouragement de la recherche & développement pour une remontée de la filière dans l'industrie et les services correspondants.

1.1.4.6. La gouvernance au sein du CES³⁰

Le Cluster est organisé en groupement³¹ sans capital social. Il s'agit des entreprises opérant dans la filière des énergies renouvelables, leur association est régie par le droit³²Algérien.

Le C. E. S est organisé selon un règlement intérieur et des statuts adoptés lors de l'Assemblée Générale Constitutive du 14/06/2017³³. L'assemblée générale (**AG**) est composée de trois catégories de membres : les membres fondateurs (**MF**), les membres adhérents (**MAD**) et les membres associés (**MAS**). Les M.A.S sont les autres entités formées par les universités, les écoles, les centres de recherche, les associations professionnelles, etc. qui possèdent des voix consultatives.

La gestion du CES est assurée par un Conseil d'administration (C.A) par délégation de l'Assemblée Générale (AG). Le CA élit un Président pour un mandat de 3 ans. Sur le plan financier, un Commissaire au Compte (CAC) est chargé de certifier les comptes du Cluster.

1. Liste des membres du CES : Le cluster est composé des entreprises nationales qui sont des membres fondateurs, et les autres entreprises qui sont des entreprises en joint-venture avec les entreprises Algériennes, et en fin les membres associés, à l'exemple des entités de la R&D à l'exemple des entités de la R&D (CDER et CRTSE) ainsi la DGPME du Ministère de l'Industrie et des Mines.

2. Les membres fondateurs (MF) : Les membres fondateurs du cluster sont des entreprises du droit Algérien qui interviennent généralement en Amont de la chaîne de valeur des énergies renouvelables, principalement dans la production des panneaux solaires photovoltaïque : ALPV, Aurès Solaire, Condor Electronics, Enie, ER2, Innova Contracting, Innova Solar, IRIS.JC.Ind, Mekénergie et Sungy

A) Les membres Adhérents (MAD) : ABB Algérie, Armorgreen Algérie, Cabinet Energy, Constalica Algérie, Milltech, Zergoun Green Energy ;

³⁰Le site officiel du cluster : www.ces.algerie.org

³¹ Il s'agit de groupement d'entreprises qui compose le cluster.

³² Articles 796 à 799 bis 4 du code de commerce fixant les conditions de création et de fonctionnement applicables au Groupement.

³³Source :Le site officiel du cluster : www.ces.algerie.org

B) Les membres associés (MAS) : Il s'agit des entités de la R&D (CDER et CRTSE) ainsi la DGPME du Ministère de l'Industrie et des Mines.

1.2. Caractéristiques et évolution du secteur des Energies renouvelables

Le secteur des énergies renouvelables en Algérie présente plusieurs opportunités d'investissement. Un potentiel de développement de 22 Gw en EnR, un marché solvable, avec une situation géographique favorable à l'exportation (proche de l'Europe et de l'Afrique) ayant un programme de développement des EnR de 60³⁴ Mds de dollars. D'importants besoins d'approvisionnement en fourniture et pour la maintenance des installations. En fin, un besoin d'expertise pour le développement des EnR.

1.2.1. Aides et Appuis publics pour le développement du secteur

Pour mieux encourager les investissements dans le secteur, les autorités algériennes ont mis en place, dans le cadre de la stratégie de développement des EnR et de l'efficacité énergétique, un fonds national pour les énergies vertes et la cogénération(FNE). Il est alimenté par une redevance sur les hydrocarbures de l'ordre de 1%³⁵. Il permettra de subventionner les investissements et le fonctionnement d'installations exploitant les EnR et la cogénération.

Outre le cadre général régissant le développement de l'investissement dont le régime spécifique de la convention peut être ouvert à la promotion des EnR, le cadre juridique en prévoit des soutiens directs et indirects aux énergies renouvelables. Aussi et afin d'encourager et soutenir les industriels dans la réalisation de ce programme, il est prévu, entre autre, la réduction des droits de douanes et de la TVA³⁶ à l'importation pour les composants, matières premières et produits semi finis utilisés dans la production des équipements en Algérie dans le domaine des EnR et de l'efficacité énergétique.

1.2.2. Les modalités d'investissements dans le secteur : les appels d'offres

Après avoir adopté un mécanisme d'encouragement basé sur les tarifs d'achat garantis³⁷ où le producteur d'énergies renouvelables bénéficie ainsi de tarifs d'achat qui sont garantis pour une durée de 20 ans pour les installations en photovoltaïque et en éolien, L'Algérie a procédé au changement des modalités d'investissement en optant pour la procédure d'appels d'offres

³⁴Source : Le Ministère des énergies et des mines

³⁵Selon le programme des énergies renouvelables et de l'efficacité énergétique 2015, un document du ministère des énergies et des mines, janvier 2016.

³⁶Prévu dans la loi de finance 2019 article 37.

³⁷ Il consiste en la garantis de vendre l'électricité produite à la compagnie nationale Sonelgaz.

(détaille en chapitre 03). En Mars 2017, un décret exécutif ³⁸ régissant les appels d'offre a été publié dans le journal officiel de la république Algérien, il prévoit deux (02) formes :

1. L'Appel d'offres à investisseurs : C'est le ministère de l'énergie et des mines qui est chargé du lancement des appels d'offres à l'investissement. Il peut charger un organisme ou une entreprise publique de la préparation et du traitement de l'appel d'offres. L'Appel d'offres à investisseurs est prévu pour de grandes capacités d'investissement³⁹. L'une des conditions majeures pour la participation à l'appel d'offres sera de proposer en parallèle du projet énergétique, un projet industriel sauf décision conjointe contraire du Ministre chargé de l'énergie et du ministre chargé de l'industrie⁴⁰. Les conditions techniques, économiques, pratiques et financières seront fixées au travers du cahier des charges de l'appel d'offres. Les entreprises publiques qui y prennent part, seules ou en partenariat, aussi bien pour le projet énergétique qu'industrielle, sont désigné par le ministère de l'énergie. Les sites d'implantation sont identifiés préalablement. La réalisation des installations d'évacuation et de raccordement aux réseaux est à la charge de l'investisseur.

2. L'appel d'offres aux enchères : L'appel d'offres aux enchères est lancé par la C.R.E.G. Il couvre de petites capacités : installations produisant des quantités d'énergie entre 10 et 20 GWh⁴¹ par site et par an. Le volume ou la capacité à lancer aux enchères est proposé par la CREG et fixé par le ministre des énergies et des mines. Les acquisitions et les choix des sites sont du ressort de l'investisseur. La réalisation des installations d'évacuation et de raccordement aux réseaux sont prise en charge par l'investisseur. Dans le cadre de l'appel d'offres aux enchères, il est prévu qu'en cas de non épuisement du quota par le candidat offrant le prix⁴² du kWh le plus bas, les autres peuvent bénéficier du reliquat pour autant qu'il aligne leur prix sur celui du premier.

³⁸ Le décret exécutif n°17-98 du 26 février 2017, a été publié dans le Journal Officiel de la République algérienne le 5 mars 2017. Ce décret a pour objectif de présenter la procédure d'appel d'offres concernant la production des énergies renouvelables et de cogénération, ainsi que leur intégration dans le système national d'approvisionnement en énergie électrique.

³⁹ Essentiellement la construction des centrales solaires ou éoliennes.

⁴⁰ Mme. Bouali Amel, « Cadre réglementaire de l'encouragement des énergies renouvelables en Algérie, Communication lors de la 1ère journée Algéro – Allemande de l'énergie, Le 24 Avril 2018.

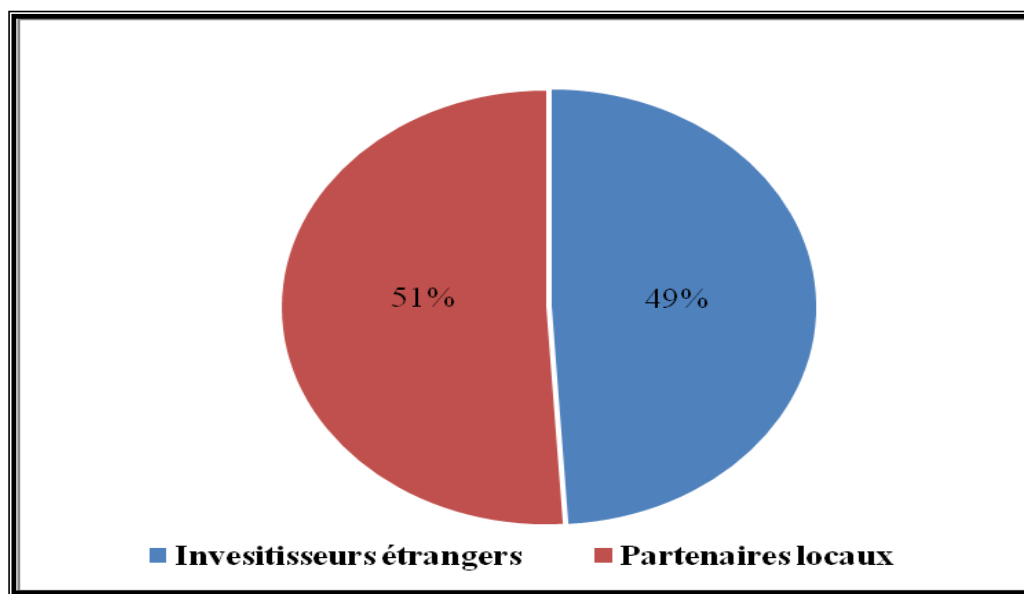
⁴¹ Idem.

⁴² Est le prix concurrentiel le moins cher.

1.2.2.1. Détails réglementaires encadrant la mise en place d'un futur appel d'offres

1. La règle 51/49 % : La règle 51/49 %, instaurée par la loi de finances de 2009, régit les investissements étrangers en Algérie. Cette règle détermine le partage du capital social entre les partenaires locaux et les investisseurs étrangers de la manière suivante :

Figure 31 : Division du capital sociale dans le cadre d'investissements étrangers



Source : Loi de finances de 2009 sur les investissements étrangers

Il est à noter que les cahiers des charges de certains Appels d'offre internationaux peuvent prévoir l'obligation, pour les soumissionnaires étrangers, d'investir dans le cadre d'un partenariat, dans la même branche d'activité, avec une entreprise nationale ayant un capital à majorité Algérienne.

2. Le Contrat d'achat de l'électricité (PPA) : La durée de contrat d'achat d'électricité entre le producteur privé et l'acheteur a été fixée jusqu'ici par le Décret du 02 février 2014⁴³ à 20 ans. Ce contrat sera réalisé dans le cas d'un appel d'offres entre les producteurs d'électricité et l'opérateur système. L'acheteur obligé de l'électricité produite par les centrales photovoltaïques reçoit une compensation des surcoûts de diversification. Ces surcoûts de diversification peuvent être couverts par l'une des options suivantes :

- Le fonds (FNMEERC) dédié aux EnR : 1% de la redevance pétrolière ; 55% de la taxe de torchage ;
- Le client final à travers les tarifs :

⁴³Loi relative à l'électricité et à la distribution du gaz par canalisations et ses textes d'application.

- La combinaison des deux possibilités.

3. Connexion au réseau : La Loi n° 02-01 du 05 février 2002⁴⁴garantie le droit d'accès au réseau national pour les producteurs privés. Pour obtenir un droit d'accès, le producteur privé devra soumettre une demande au gestionnaire du réseau électrique. Les conditions techniques quant à la convection des producteurs privés sur le réseau sont définies par l'arrêté soumis en février 2008. Selon le décret n°17-98, le raccordement aux réseaux ayant lieu dans le cadre d'un appel d'offres pour le développement d'un projet d'énergie renouvelable sera à la charge de l'investisseur.

4. Coûts et conditions de transmission : Les coûts de transmission sont établis par la CREG et devront être entièrement couvert par le consommateur. Les conditions générales de transmission sont établies dans un accord passé avec le GRTE⁴⁵ préalablement approuvé par la CREG.

5. Accès au terrain : La plupart des terrains disponibles appartiennent à l'Etat et sont mis à disposition aux investisseurs privés. L'Agence National d'Intermédiation et de Régulation Foncière (ANIREF) a pour rôle d'identifier les terrains disponibles. Dans le cadre d'un appel d'offres pour le développement de projets d'énergies renouvelables, les sites d'installation seront désignés par le ministre sur proposition de la CREG. Les coûts liés à la concession devront être pris en charge par le développeur de projet et sera établi au cas par cas en fonction de la localisation du projet.

6. La certification de garantie d'origine de l'électricité produite : « Le certificat de garantie d'origine consiste à attester l'origine renouvelable de l'électricité produite »⁴⁶. Ce document est octroyé par la CREG. Il doit être obtenu préalablement à la mise en service de l'installation de production d'électricité. Pour les installations de puissance supérieure ou égale à 1 MW, l'opérateur doit se doter d'équipements de mesure de données et de logiciels permettant la détermination du potentiel réel du site. Ces valeurs sont validées par les auditeurs énergétiques. Un dispositif d'enregistrement des données de comptage et de potentiel énergétique réel du site doit être mis en place par le producteur.

⁴⁴La loi relative à l'électricité et à la distribution du gaz par canalisations.

⁴⁵GRTE (Spa), filiale du Groupe SONELGAZ, a été créée le 1er janvier 2004, conformément à cette loi et enregistrée sous l'appellation « SONELGAZ Transport de l'Electricité, GRTE Spa » en septembre 2004. A cet égard, le Gestionnaire dispose d'une autorisation d'exploiter le réseau de transport délivrée par le ministère de l'énergie et des Mines, après avis de la Commission de Régulation de l'électricité et du gaz (CREG).

⁴⁶Mme. Bouali Amel « Cadre réglementaire de l'encouragement des énergies renouvelables en Algérie »1ère journée Algéro –Allemande de l'énergie organisé par le Ministère de l'Energie Le 24 Avril 2018.

Pour un meilleur fonctionnement, l'installation subit deux contrôles :

a. Avant sa mise en service : Avant sa mise en service, l'installation subit un contrôle de conformité. Il s'agit d'un contrôle qui intervient après la réalisation de l'installation et qui vise à vérifier la conformité par rapport aux caractéristiques établies dans le C.G.O⁴⁷. Il est effectué sous la supervision de la CREG et suivi immédiatement de la mise en exploitation du comptage.

b. Après la mise en service (et pendant leur durée de vie) : Après la mise en service des installations, des contrôles périodiques sont effectués pour la vérification du maintien des caractéristiques initiales de l'installation, et pour prouver que les quantités injectées sont d'origine renouvelable. Des contrôles imprévus : qui peuvent être effectués à tout moment, sur demande de la CREG, notamment lors de la constatation d'anomalies ou de dysfonctionnement sur les mesures de comptage. Il est à noter que ces contrôles sont effectués par des experts ou organismes habilités. Ces contrôles sont suivis par la CREG qui se charge de l'habilitation des experts ou organismes pour une période de 03 ans. La liste des experts et organismes de contrôle de la certification d'origine habilités est publiée par la commission (CREG). Durant la période transitoire ce sont les auditeurs énergétiques qui assurent le contrôle de la certification de l'origine. Il débouche sur l'octroi d'un certificat de conformité attestant que les quantités produites et facturées sont d'origine renouvelable.

Toutes les caractéristiques du secteur citées dans cette sous-section consistent en des mesures prises par les autorités Algériennes en faveur du développement et de l'évolution du secteur des énergies renouvelables et de l'efficacité énergétique. En effet, des mesures douanières et fiscales⁴⁸ ont été prises pour encourager les investissements et de ce fait impliquer les opérateurs privés dans la réalisation de projets d'énergies renouvelables.

1.3. La contribution du secteur dans le mix électrique national

Le marché des énergies renouvelables est en plein essor dans plusieurs pays du monde. Augmenter la part des énergies renouvelables au futur mix énergétique est devenu une priorité majeure de plusieurs nations. Les pays cherchent à diversifier leurs sources d'énergies dans un contexte de demande énergétique en forte croissance. Selon BP Statistical Review of World Energy 2020, les sources renouvelables commencent à s'introduire dans le mixte

⁴⁷ La certification de garantie d'origine de l'électricité produite.

⁴⁸ La réduction des droits de douanes et de la TVA à l'importation des équipements nécessaires aux projets d'énergies renouvelables.

énergétique mondiale d'une manière progressive. Néanmoins, les combustibles fossiles restent dominants dans la production d'électricité à l'échelle mondiale. Pour l'Année 2019, la production mondiale d'électricité a atteint 27004.7TWh. En termes de parts de production, les combustibles fossiles représentaient 62,8% de la production mondiale brute totale d'électricité, les centrales hydroélectriques 15,6% ; centrales nucléaires,4% ; les énergies renouvelables 10.4%. Dans cette sous-section nous intéresserons au cas Algérien en présenterons la contribution du secteur des énergies renouvelables dans le mix énergétique Algérien. Nous intéresserons à la part d'énergie renouvelable dans la puissance installée et dans la production d'électricité (connectées au réseau et hors réseau).

1.3.2. La part des énergies renouvelables dans la production d'électricité

L'Algérie est le premier marché de l'électricité au Maghreb, avec une production totale (y compris l'autoproduction) qui a atteint en 2020 76,7 TWh⁴⁹ et un taux de pénétration du réseau électrique de 99,4%. Le groupe public Sonelgaz détient le monopole de la distribution et du transport de l'électricité. Il contrôle directement ou indirectement plus de 80% de la production électrique nationale.

Tableau N° 43 : La répartition de la production d'électricité par source (TWh)

Source	1990	%	2000	%	2010	%	2016	2017	2018	% 2018
Pétrole	0,87	5,4	0,77	3	0,96	2,1	0,97	0,32	0.37	
Gaz naturel	15,1	93,7	24,6	96,7	44,6	97,5	69,69	75,06	75.5	
Totale fossiles	15,97	99,2	25,36	99,8	45,56	99,6	70,66	75,38	75.87	98.88%
Hydraulique	0,135	0,8	0,054	0,2	0,17	0,4	0,22	0,06	0.11	
Solaire							0,09	0,57	0.65	
Éolien							0,03	0,008	0.1	
Total EnR	0.135	0.8	0.054	0.2%	0.17	0.4	0.34	0.638	0.86	1.12%
Total	16,1	100	25,41	100	45,73	100	71	76,02	76.73	100

Source : Agence internationale de l'énergie, AIE « Atlas des énergies 2019. »

Comme illustré dans le tableau ci-dessus, la production d'électricité par filière énergétique reste dominée par les combustibles fossiles avec 99% du total de production, les énergies renouvelables (y compris hydroélectricité) ne contribuent que de 1% dans le mix électrique national.

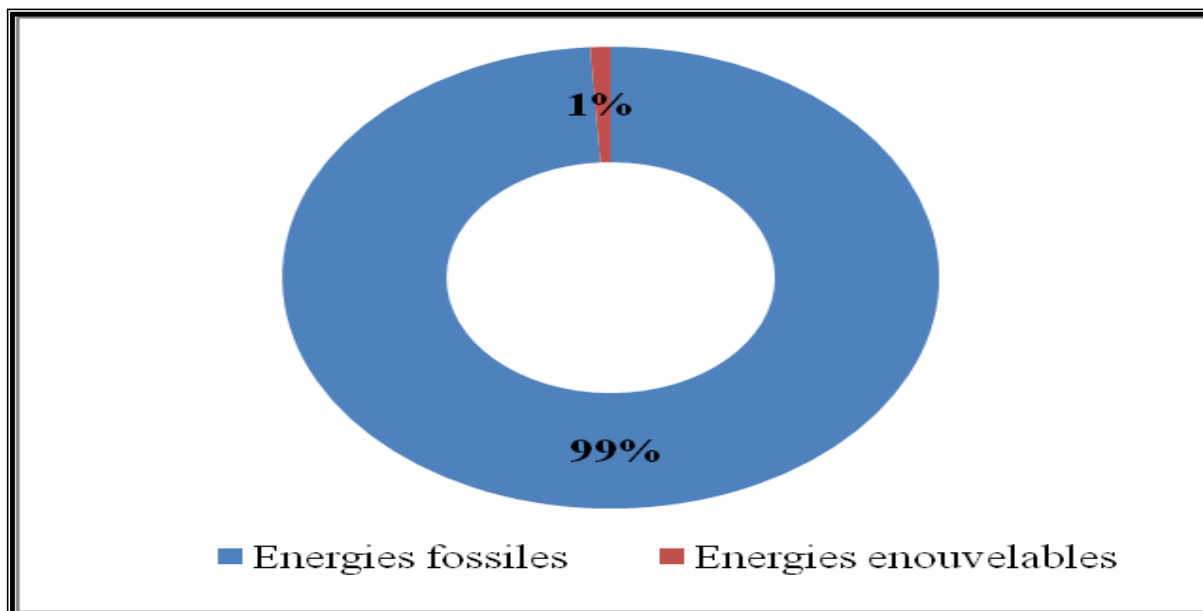
1.3.2.1. La structure de production d'électricité par source en Algérie

En Algérie, Malgré un potentiel énorme en énergie renouvelables, leur part dans le bilan énergétique national demeure faible. En effet, les EnR ne contribuent que de 1% dans la

⁴⁹Chiffre publié par la compagnie Sonelgaz sur son site internet www.Sonelgaz.dz

production d'électricité. Le mix électrique Algérien repose presque entièrement les combustibles fossiles (99%)⁵⁰ pour répondre aux besoins croissant de l'électricité, et d'une très faible part sur les EnR, à hauteur de 0.1% de la production électrique nationale (*y compris les turbines hydrauliques*).

Figure 32 : La structure de production d'électricité par source en Algérie



Source : Ministères des énergies et des mines

1.3.1. La part d'énergie renouvelable dans la puissance installée d'électricité

Tableau 44 : la part des énergies renouvelables dans la puissance installée d'électricité

2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	TCAM
2,2%	1,9%	1,7%	1,7%	1,8%	2,5%	3,4%	3,2%	2,9%	2,8%	4%

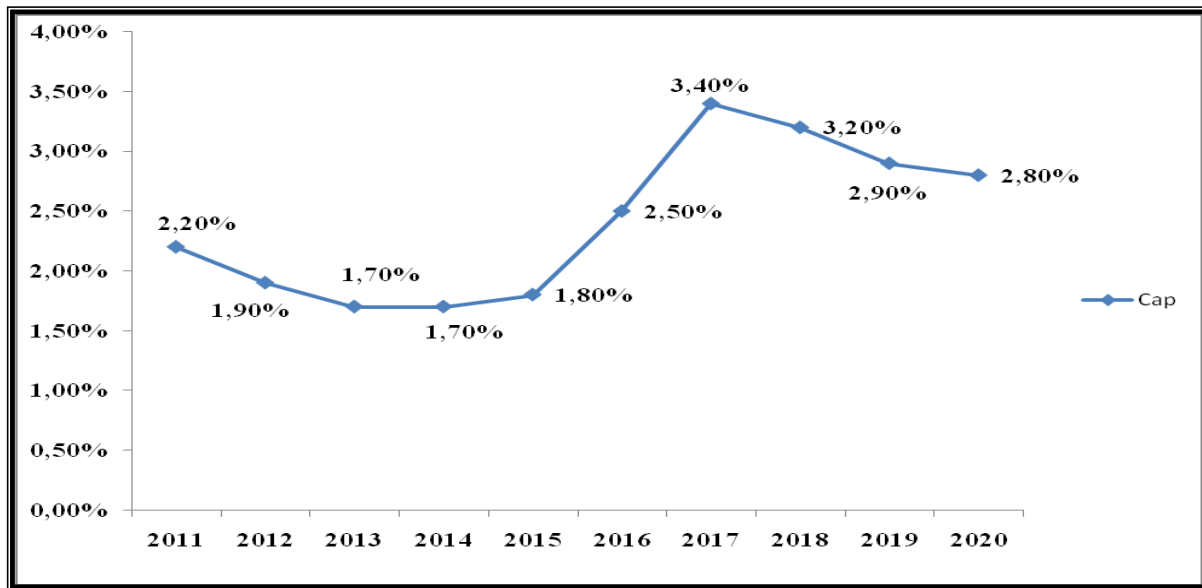
Source: IRENA (2021), Renewable capacity statistics 2021 International Renewable Energy Agency (IRENA), Abu Dhabi

Selon les dernières statistiques⁵¹ publiées par l'agence internationale des énergies renouvelables (I.R.E.NA) la part des énergies vertes dans la puissance globale installée d'électricité est de 2.8% en 2020. Un TCAM de 4% est enregistré cette dernière décennie (2011-2020). Cette évolution a été plus remarquable à partir 2014, soit l'année de la réception et de la mise en service des premières centrales produisant de l'électricité à base du solaire photovoltaïque et de l'éolien.

⁵⁰ Pour l'Année 2018

⁵¹Renewable capacity statistics 2021 International Renewable Energy Agency IRENA (2021), Abu Dhabi.

Figure 33 : L'évolution de la part des EnR dans la puissance installée d'électricité (2011-2020)



Source : Agence internationale de l'énergie, AIE « Atlas des énergies 2019. »

Aujourd'hui, la puissance installée d'électricité reste dominée par les sources fossiles. Leur part relative n'a pas baissé sur la dernière décennie ; elles restent encore prépondérantes, bien que les installations d'énergies de ressources renouvelables commencent à se mettre en place dans le pays. La puissance installée d'électricité en Algérie est constituée principalement, de centrales utilisant le gaz comme énergie primaire dans la production d'électricité.

Section 2 : Les réalisations dans le secteur des énergies renouvelables

Cette section vise à donner un aperçu global et détaillé de l'ensemble des réalisations effectives relevant du domaine des énergies renouvelables en Algérie, notamment depuis le lancement du premier PNEREE en 2011. Il s'agit en premier lieu, de la présentation des capacités installées⁵² dans le cadre des deux programmes : 2011 et 2015, en second lieu les réalisations sur le plan technologique pour mieux évaluer l'intégration de l'industrie nationale des renouvelables. En fin, nous aborderons les contraintes au développement du secteur des énergies alternatives en Algérie.

2.1. Puissance installée et évolution des Energies Renouvelables

⁵²Connectées au réseau et hors réseau.

Selon les statistiques publiées par le ministère de l'énergie et des mines, la phase d'expérimentation du programme des EnR⁵³ a connu la réalisation de plusieurs projets et actions, il s'agit notamment de l'installation des centrales de production d'électricité d'origine solaire photovoltaïque et éolienne. Les installations en énergies renouvelables en Algérie sont de deux catégories : celles connectées au réseau⁵⁴ et celles qui ne le sont pas. La puissance installée va être évaluée séparément pour chacune des installations pour mieux comparé par rapport aux objectifs fixés initialement.⁵⁵

2.1.1. Les installations connectées au réseau électrique National

2.1.1.1. Les installations dans le cadre du PNEREE 2011

Dans le cadre du planning des réalisations du PNEREE 2011, il a été prévu l'installation d'une capacité totale de 110 MW. En effet, sur l'ensemble des projets pilotes attendus, seules trois réalisations ont vu le jour avec une puissance globale de 36.3 MW soit :

1. La centrale hybride (gaz-solaire thermique) de Hassi-Rmel, avec 25 MWc de solaire thermique à concentration CSP (mise en service en 2011).
2. La centrale photovoltaïque (PV) de 1.1 MWc de Ghardaïa, englobant les quatre technologies PV, avec et sans poursuite du soleil (mise en service en 2014).
3. La centrale éolienne de 10.2 MWc de Kabertène (Adrar), englobant 12 aérogénérateurs de puissance nominale de 850 KW chacun (mise en service en 2014).

Pour le reste des réalisations, seul un programme totalisant 343 MWc⁵⁶ de centrales solaires photovoltaïques a été lancé début 2014, sous forme de projet en EPC (Engineering, Procurement & Construction), par SKTM. Celle-ci, ayant pour missions principales l'exploitation des réseaux d'énergie électriques isolés du sud (production en conventionnel) et des énergies renouvelables pour l'ensemble du territoire national. C'est dans ce contexte que dix centrales solaires photovoltaïques totalisant 265 MW et réparti en trois lots (Est, Centre et Ouest) ont été réalisées au niveau des hauts plateaux, alors que dix autres l'ont été dans le cadre du lot sud (78 MW).

2.1.1.2. Les installations dans le cadre du PNEREE 2015

⁵³ Il s'agit du programme de 2011 et la version révisée de 2015.

⁵⁴ Il s'agit du réseau électrique national qui appartient à la compagnie nationale, Sonelgaz

⁵⁵ Objectifs fixés dans les deux PNEREE (2011 et 2015) concernent que les installations connectées au réseau nationale d'électricité.

⁵⁶ Depuis leur mise en service 1850 GWh⁵⁶ (1765 GWh Photovoltaïque et 84 GWh Éolien) ont été produits.

Au même titre que la première version du programme (PNREE 2011), le planning tracé dans le cadre du PNREE 2015 n'a été ni suivi ni même vu un début d'application quelconque.⁵⁷ En effet, la seule activité visible sur le terrain dans le domaine des énergies renouvelables dans le pays depuis 2015 est la réception (étalée jusqu'en 2017) des centrales solaires photovoltaïques totalisant 343 MW du programme lancé en 2014 par SKTM (voir section 2.1.1). En plus de SKTM, Sonatrach, dans le cadre de sa stratégie SH 2030⁵⁸, a mis en service en 2018 une première centrale solaire photovoltaïque de 10 MWc à Ouargla (Bir Rebaa Nord), qui vise à déployer une capacité totale de 2300 MW en énergie solaire à l'horizon 2030.

Le Tableau ci-dessus résume l'ensemble des installations dans le secteur des énergies nouvelles réalisées en Algérie à la fin de l'année 2019. C'est installations relèvent toutes du PNREE 2011.

Tableau N° 45 : Les installations dans le secteur des énergies nouvelles réalisées en Algérie à la fin de l'année 2019

Réalisation	Capacité (MWc)	Année de mise en service
Centrale pilote hybride (gaz-solaire thermique à concentration ou CSP) de Hassi-Rmel	25 (CSP)	2011
Centrale pilote à base de solaire photovoltaïque de Ghardaïa	1,1	2014
Centrale éolienne de Kabertène (Adrar)	10,2	2014
Centrales solaires photovoltaïques du programme lancé début 2014 par SKTM (au nombre de 22)	343	2018
Centrale solaire photovoltaïque de 10 MWc de Sonatrach (Bir Rebaa Nord ou BRN) près de Ouargla	10	2018
Total	389.3 MW	

Source : CEREFEE (2020) : Transition Energétique en Algérie : Leçons, Etat des Lieux et Perspectives pour un Développement Accéléré des Energies Renouvelables, (Edition 2020) : Commissariat aux Energies Renouvelables et à l'Efficacité Energétique, Premier Ministre, Alger.

Selon les informations du tableau ci-dessus la capacité installée en énergies renouvelables depuis le lancement du premier programme des énergies renouvelables et de l'efficacité énergétique (PNREE 2011) est de 389,3 MW. Toutes ces installations sont dominées par la filière solaire et l'éolienne en vue du potentiel énorme dont dispose le pays. Il est à signaler que les installations dans le secteur des énergies renouvelables ont vu le jour sous le PNREE 2011 alors que la version 2015 n'a enregistré aucun projet concret à signaler. Ces installations réalisées relèvent toutes de programmes initiés par des institutions publiques (SKTM, CREG, Sonatrach) et réalisées sur fonds propres de l'Etat".

⁵⁷Jusqu' au début de l'année 2021.

⁵⁸SH 2030 : la stratégie de la Sonatrach à l'horizon 2030.

Le développement des énergies renouvelables pêche par un manque de visibilité pour toutes les parties prenantes (développeurs, industriels, financiers, centres de R&D, éducation et universités, etc.) en l'absence d'un plan d'actions étalé sur 3 à 5 ans.

Cela a eu pour effet d'avoir un faible taux de réalisation et des actions sporadiques et non continues. Les chiffres du tableau ci-dessous renseignent sur les écarts entre les objectifs affichés et les résultats obtenus. Depuis 2011.

2.1.1.3. Tendances de la capacité installée connecté au réseau par source (en MW)

Les données sur les capacités électriques renouvelables présentées dans ce tableau représentent la capacité maximale nette de génération des centrales électriques et autres installations utilisant des sources d'énergies renouvelables pour produire de l'électricité. Les données reflètent la capacité installée et connectée à la fin de l'année civile.

Tableau 46 : tendances de la capacité installée connecté au réseau par source (en MW)

Source	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	TCAM ^e
Hydroélectricité	228	228	228	228	228	228	228	228	228	228	0
Eolienne					10	10	10	10	10	10	0
PV				1	49	219	400	423	423	423	173%
SCP	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	0
Total Solaire	25	25	25	26	74	244	425	448	448	448	51%
Total	253	253	253	264	312	482	663	686	686	686	15%

Source: IRENA (2020), Renewable Energy Statistics 2020 The International Renewable Energy Agency, Abu Dhabi.

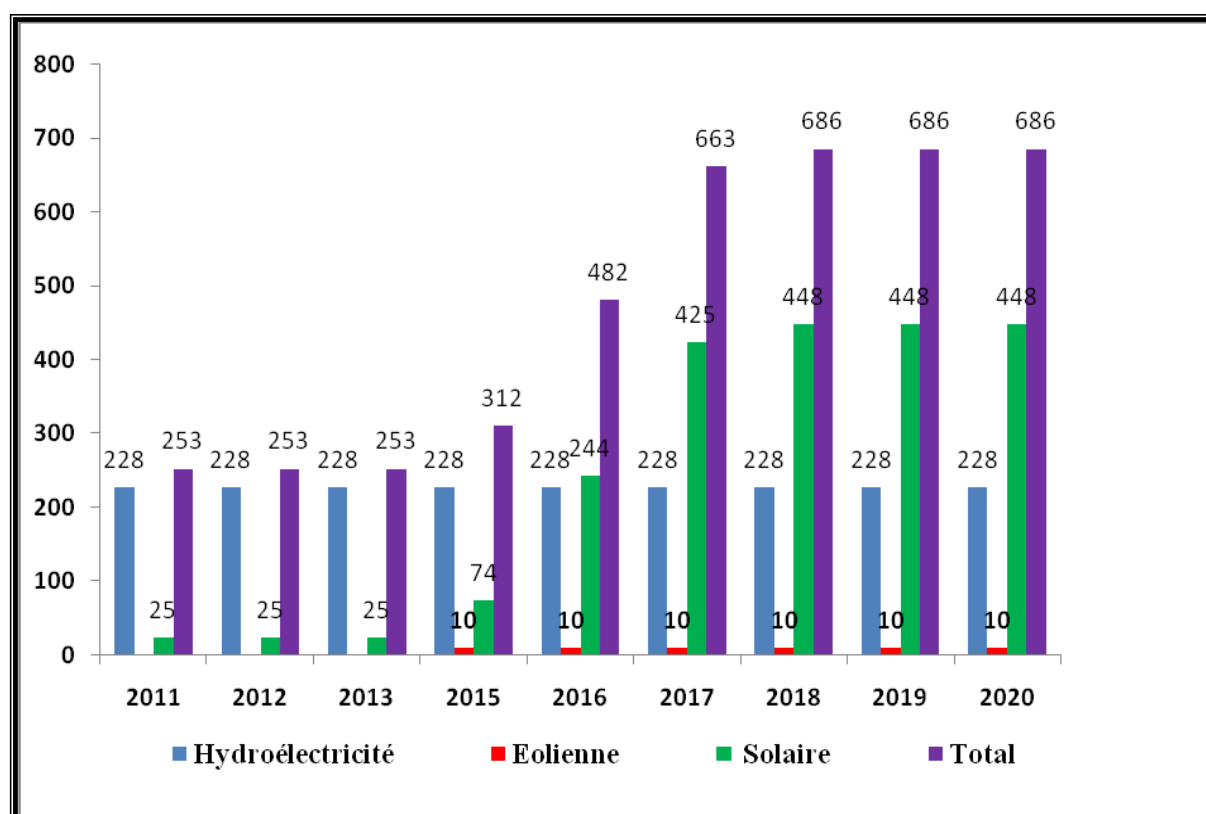
^e: Calculé par nous-même.

A la lecture de statistiques publiées dans le tableau ci-dessus, le total installé en EnR est de 686 MW à la fin de l'année 2019. C'est dans la filière solaire le photovoltaïque qu'on a enregistré une tendance très élevée des capacités installées, avec 448 MW et un T.C.A.M de 173% suivie de l'hydroélectricité avec 228 MW, et en fin l'éolien avec 228Mw. Pour ce qui est du total des installations à la fin de l'année 2020, selon les statistiques⁵⁹ publiées par l'agence internationale des énergies renouvelables (y compris hydroélectricité) ont atteint 686 MW et un T.C.A.M de 15%. Le potentiel important dont dispose le pays dans le solaire et l'éolien a poussé

⁵⁹ IRENA (2021), Renewable capacity statistics 2021 International Renewable Energy Agency (IRENA), Abu Dhabi

les pouvoirs publics à accorder une priorité d'investissement⁶⁰ pour ces deux filières. C'est un choix stratégique pour le développement des ressources renouvelables porté par les deux versions du PNEREE (2011.2015). Ceci explique le nombre élevé de centrales installées, solaires et éoliennes, comparativement à d'autres filières d'énergies renouvelables qui sont carrément négligées.

Figure 34 : l'évolution de la capacité installée en MW (2011-2020)



Source : IRENA 2020

2.1.1.4. Tendance de la production d'énergies renouvelables connectées au réseau

Nous présenterons dans le tableau ci-dessous les quantités d'énergies renouvelables produites par source (y compris l'hydroélectricité) et injecté au réseau électrique national, de la période allant de 2010 à 2018. En l'absence des statistiques des organismes nationaux, on s'est penché sur l'agence internationale des énergies renouvelables (IRENA) qui, dans sa publication « statistiques d'énergie renouvelable 2020 »⁶¹, a présenté le bilan mondial des énergies

⁶⁰Priorité d'investissement dans le cadre du programme national des énergies renouvelables et de l'efficacité énergétique.

⁶¹IRENA (2020), Renewable Energy Statistics 2020, The International Renewable Energy Agency, Abu Dhabi.

renouvelables par pays⁶². Les données de production sont présentées en gigawatt-heures (GWh).

Tableau n° 47 : les quantités d'énergies renouvelables produites par source

Source	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	TCAM ^e
Hydroélectricité	173	378	389	98	193	145	72	56	117	-6%
Eolienne					1	19	19	19	160	255%
PV					1	14	205	374	374	339%
SCP		103	193	193	197	148	134	186	133	5%
Total Solaire		103	193	193	198	162	339	560	507	37%
Total	173	481	583	291	391	327	431	635	784	28%

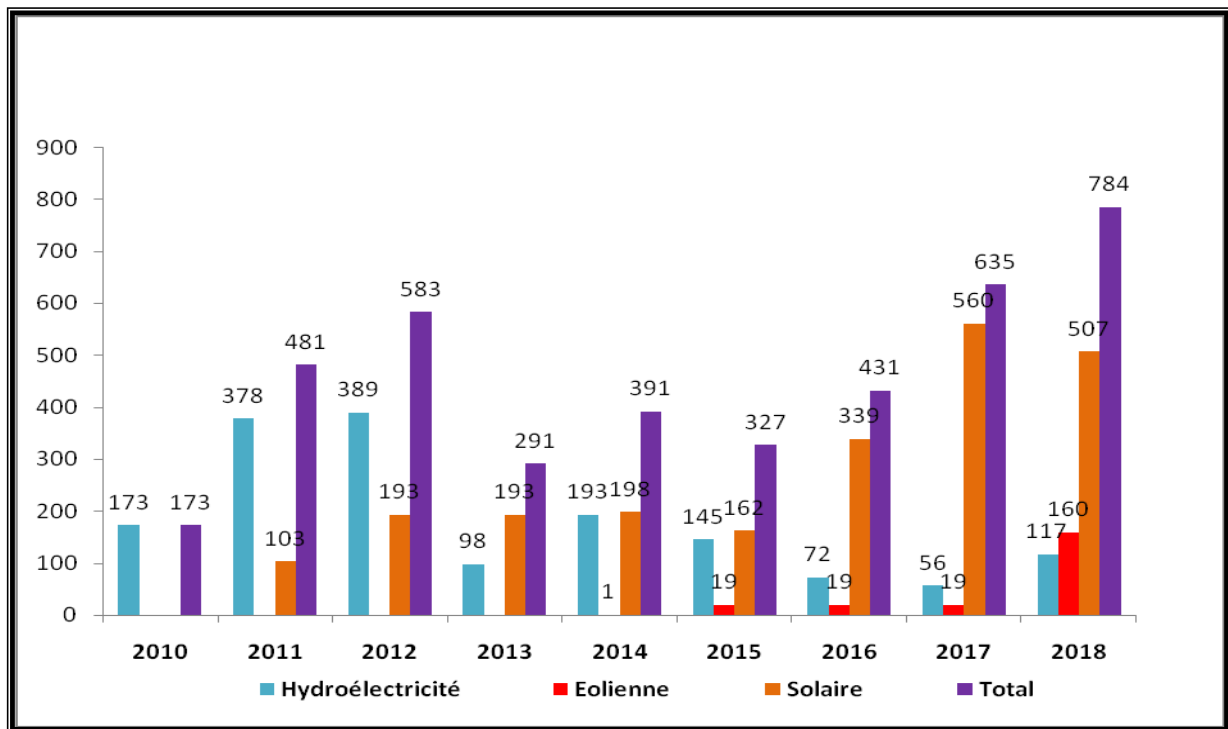
Source : Agence internationale des énergies renouvelables (Irena)

^e : Calculé par nous même

En analysant le total des quantités produites d'énergies renouvelables (y compris l'hydroélectricité) en Algérie, on constate un taux de croissance annuel moyen (T.C.A.M) de 28 %. La mise en œuvre du PNEREE de 2011 à donner un essor à l'investissement dans les ressources renouvelables à travers la construction de plusieurs centrales solaires et éoliennes. Comme pour les capacités installées, c'est la filière éolienne et solaire photovoltaïques qui ont enregistré le plus important T.C.A.M avec respectivement 255% et 339% sur la période allant de 2010 à 2018. En termes de quantité produites, l'évolution est remarquable qu'à partir de 2014 en raison de la réception des premières centrales réalisées dans le cadre du PNEREE 2011. Avec un potentiel abondant encore sous-exploité, le photovoltaïque et l'énergie éolienne sont avantageux sur le plan économique et environnemental pour l'Algérie. Ceci explique le choix stratégique pour ces deux filières en terme d'installation et de ce fait les quantités produites sont plus importantes comparativement à d'autres sources renouvelables.

Le graphe ci-dessous illustre l'évolution des quantités produites (en Gwh) d'énergie renouvelables par source (y compris l'hydroélectricité) de 2010 à 2018.

⁶² Dont l'Algérie.

Figure n°35 : l'évolution de la production d'énergies renouvelables connectées au réseau (Gwh) de 2010 à 2018.

Etablis à base du tableau N° 13

2.1.2. Les installations hors réseau

Les installations hors réseaux sont des installations de production autonome d'électricité à base de sources renouvelables. L'énergie électrique produite est consommée par le producteur lui-même d'une manière autonome. Les programmes⁶³ de développement des énergies renouvelables et de l'efficacité énergétique n'as pas fixé d'objectifs pour ce type d'installations car elles ne sont pas connectées au réseau électrique national. Le manque de références réglementaires quant à leur réalisation rend difficile l'établissement d'un bilan précis en la matière. Néanmoins, le Commissariat aux énergies renouvelables et à l'efficacité énergétique (CEREE) a publié, dans son rapport sur la transition énergétique en Algérie, les résultats des réalisations par secteur en matière d'installations solaires photovoltaïques hors réseaux.

⁶³Il s'agit du PNEREE 2011 et de la version révisée de 2015.

Tableau n° 48 : Bilan cumulé des installations (hors réseau) en 2019

Secteurs recensés	Capacités Installées (KWc)
Ministère de la Défense Nationale	3859
Ministère de l'Intérieur	9146
Ministère de l'Energie	34 344 44
Ministère de l'Agriculture et du Développement Rural	4197
Ministère de la Poste et de la Télécommunication	937
Ministère de l'Habitat, de l'Urbanisme et de la Ville	256
Ministère du Tourisme de l'Artisanat et du Travail Familial	612
Ministère de la Culture	20
Ministère du Transport et des Travaux Publics	1721
Ministère des Ressources en Eaux	244
Ministère de Commerce	27
Ministère de l'Enseignement et de la Formation professionnels	12
Ministère de l'Environnement et des Energies Renouvelables	0
Total	21374

Source : CEREF (2020) : Transition Énergétique en Algérie : Leçons, Etat des Lieux et Perspectives pour un Développement Accéléré des Energies Renouvelables, (Edition 2020) : Commissariat aux Energies Renouvelables et à l'Efficacité Énergétique, Premier Ministre, Alger.

Les informations illustrées dans le tableau ci-dessus montrent que pratiquement tous les secteurs ont plus ou moins intégré, à divers degrés, les énergies renouvelables dans leurs plans de développement respectifs. Ceci étant soit pour satisfaire la demande en électricité de certaines applications isolées, pour lesquelles l'accès au réseau de distribution est difficile ou trop coûteux⁶⁴, soit dans le but d'assurer une certaine autonomie à l'aide d'une production locale destinée à des besoins précis.

Comme l'indique le tableau ci-dessus, c'est le Ministère de l'Intérieur, des Collectivités Locales et de l'Aménagement du Territoire (MICLAT) ainsi que celui de l'Agriculture et du Développement Rural (MADR) qui semblent avoir été les plus actifs au vu des capacités cumulées de leurs installations solaires photovoltaïques qui ont respectivement atteint 9146 KWc et 4197 KWc.

Pour le MICLAT, ses installations concernent essentiellement la consommation électrique à la charge des collectivités locales (écoles primaires, collèges, cliniques municipales...et l'éclairage public). Quant au Ministère de l'Agriculture, ces installations consistent en la distribution de kits solaires pour les ménages isolés dans le cadre du

⁶⁴C'est le cas du ministère de l'intérieur qui souhaite réduire la facture d'électricité des collectivités locales qui est très coûteuse.

développement rural ainsi que des installations de systèmes solaires et éoliens pour le pompage d'eau, notamment pour les puits de parcours pour l'abreuvement du cheptel.

2.1.2.1. Tendances de la capacité installée hors réseau par source (en MW)

Le tableau ci-dessous présente les capacités installées hors réseau par source d'énergies renouvelables en Algérie de 2011 à 2020.

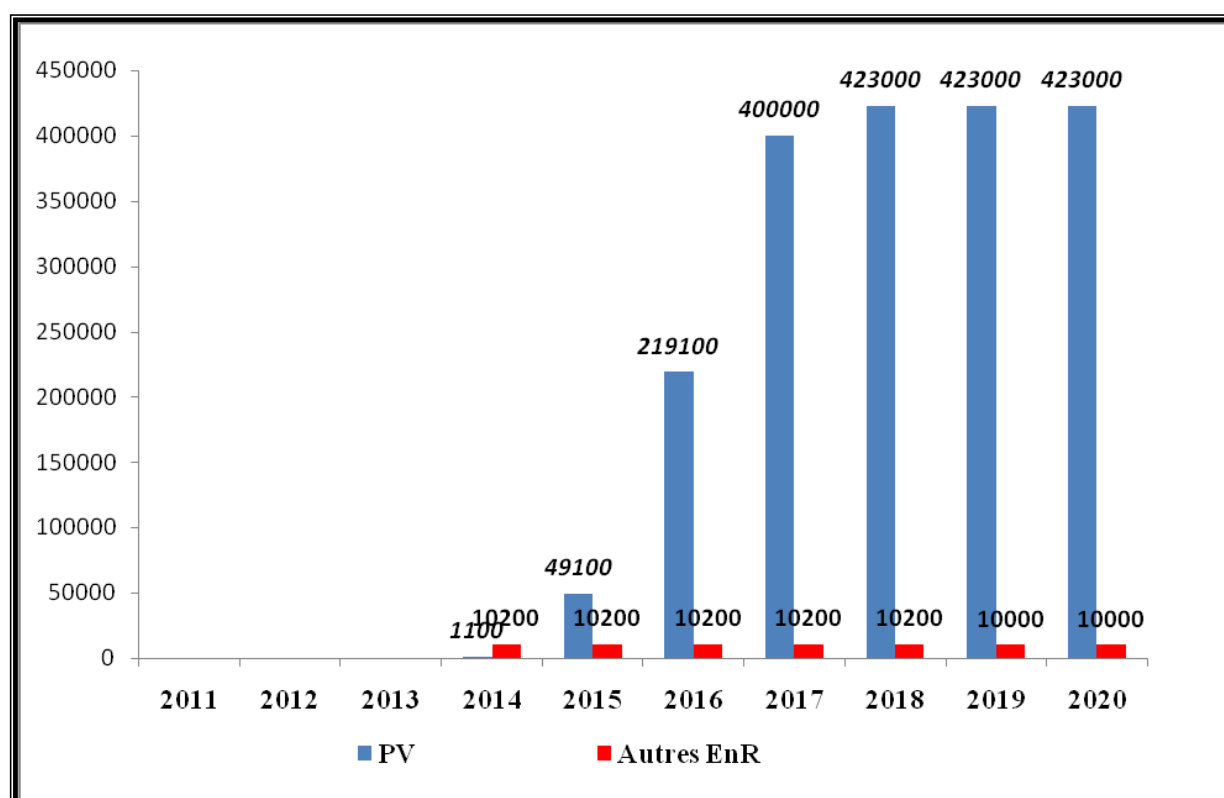
Tableau 49 : Tendances de la capacité installée hors réseau par source (en MW)

Source	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	TCAM
PV	1 100	49 100	219 100	400 000	423 000	423 000	423 000	
Autres EnR	10 200	10 200	10 200	10 200	10 200	10 000	10 000	
Total	11 300	59 300	229 300	410 200	433 000	433 000	433 000	84%

Source: IRENA (2021), Renewable capacity statistics 2021 International Renewable Energy Agency (IRENA), Abu Dhabi

Selon les statistiques de l'I.R.N.A publiées dans son bilan annuel des capacités installées dans le monde en 2021, le total des installations hors réseau, en Algérie, a enregistré un T.C.A.M de 84% sur la période allant de 2014 à 2020. Elles étaient de 11300 Mw en 2014 pour atteindre 433000 en 2020. La tendance de leur évolution n'est pas différente de celles qui sont connectées au réseau électrique national. En effet, c'est la filière solaire photovoltaïque qui enregistre plus de capacités installées avec une croissance de près de 422000 MW⁶⁵ sur les sept dernières années. Les avancées technologiques dans la filière et le taux d'intégration industriel très élevé atteint par le pays ont encouragé les administrations, les ministères, les collectivités locales, les entreprises et autres particuliers privés à faire ce choix stratégique pour la réalisation de leurs projets d'électrification par les sources renouvelables. L'essor de l'industrie des panneaux solaires et autres équipements nécessaires aux projets d'énergies renouvelables en Algérie a rendu les coûts de production de l'électricité verte plus compétitifs et la filière photovoltaïque plus attractive comparativement aux autres sources d'énergies renouvelables.

⁶⁵ Chiffre obtenu à base des données du tableau 49.

Figure 36 : L'évolution des installations hors réseau de 2011 à 2020

Etablis à base du tableau N° 16

Cette section nous a dévoilé que, selon le bilan global des réalisations dans le secteur des énergies renouvelables (connectées au réseau ou hors réseau, montre), l'Algérie n'a réalisé qu'environ 411 MWc en comptabilisant l'ensemble des projets liés aux énergies renouvelables. Les installations en mode raccordé au réseau sont de 390 MWc (Tableau 12), soit environ 95% du total ; En mode autonome près de 21 MWc (Tableau 9) ont été installées dont la part ne représente que 5% du total.

Une analyse globale des réalisations montre que l'objectif tracé pour la première phase⁶⁶ du PNREE dans sa deuxième version révisée de 2015 n'est pas atteint. Il a été prévu d'installer 4000 MW, alors que la capacité installée à ce jour (2020) est d'environ 10%⁶⁷ de ce qui a été prévu soit 390 Mw⁶⁸. Il est à signaler que les réalisations dans le secteur des énergies renouvelables ont vu le jour sous le PNREE 2011 alors que la version 2015 n'a enregistré aucun projet concret à signaler.

⁶⁶ La première phase du PNREE 2015 allant de 2015-2020.

⁶⁷ Ce pourcentage ne prend pas en considération les installations hors réseau qui ne sont pas prévu dans les deux versions du PNREE (2011 et 2015).

⁶⁸ Ce chiffre ne prend pas en compte les capacités hors réseau car elles n'ont pas d'objectifs bien précis dans les deux PNREE.

2.2. Les réalisations technologiques et intégration industrielle

Dans le cadre de sa stratégie de développement des énergies renouvelables et de l'efficacité énergétique, l'Algérie prévoit d'atteindre un taux d'intégration des capacités industrielles de 80% dans le solaire photovoltaïque et de 50% dans le solaire thermique et dans l'éolien à l'horizon 2030. Le PNEREE de 2011 et la version révisée de 2015 ont accordé une importance fondamentale au développement des capacités industrielles qui constitue un axe stratégique de la nouvelle politique énergétique du pays. L'objectif est la mise en place d'"une véritable" activité économique orientée vers les énergies renouvelables grâce à l'industrie locale, en alliant l'intégration nationale des énergies renouvelables à grande échelle, à travers un tissu d'entreprises de PME et de sous-traitants englobant les divers métiers tout au long de la filière. En effet, il s'agit de la création d'un réseau d'entreprises et d'acteurs nationaux exerçant dans la chaîne de valeur des renouvelables (les bureaux d'études, les développeurs, les fabricants, les fournisseurs, les installateurs, les acteurs de la formation professionnelle, les acteurs de la recherche et des universités, etc.) qui entendent contribuer au développement de la filière énergétique verte.

Dans cette sous-section nous essayerons de présenter un état des lieux de l'industrie des énergies renouvelables en Algérie, et le taux d'intégration atteint par le pays sur tout le long de la chaîne de valeur de la filière des renouvelables. L'implication des entreprises qui lui sont affiliées quant au développement industriel du domaine, leur capacité de production et de contribution au développement industriel seront détaillées. La politique d'importation des équipements nécessaires aux projets énergétiques renouvelables sera abordée. L'objectif de cette sous-section est de savoir si l'Algérie a réussi à mettre en place une véritable industrie des énergies renouvelables tel que prévu dans le PNREE 2015 : « Pour accompagner et réussir le programme de développement des énergies renouvelables et de l'efficacité énergétique, l'Algérie envisage de renforcer le tissu industriel pour être à l'avant-garde des mutations positives, aussi bien sur les plans industriel et technique que sur les plans de l'ingénierie et de la recherche ».⁶⁹

⁶⁹Extrait du chapitre III « Développement des capacités industrielle » du PNEREE 2015.

2.2.1. L'offre d'équipements technologiques et son positionnement sur la Chaîne de valeur des énergies renouvelables

Avant de présenter l'offre d'équipements technologiques nécessaires au développement de projets d'EnR, nous avons jugé utile de présenter, d'abord, la chaîne de valeur des énergies renouvelables pour mieux illustrer le positionnement des entreprises nationales et l'état de l'industrie locale sur tout le long de la filière.

2.2.1.1. La Chaîne de valeur : Un rappel théorique

La chaîne de valeur présentée par M. Porter est un outil d'analyse stratégique permettant d'identifier, au sein d'une entreprise ou d'une organisation, les différentes activités clés créatrices de valeur pour le client et génératrices de marge pour l'entreprise. Cet outil s'intéresse à une question fondamentale de la performance d'une entreprise : Comment la valeur est-elle créée au sein de l'organisation ? L'exploitation de cette donnée permet de localiser les gisements de valeur. Elle met en exergue le comportement des coûts et les sources de différenciation. Ce type d'analyse est la base d'une stratégie performante. Elle oriente l'allocation de moyens pour développer des avantages concurrentiels et s'imposer ainsi sur ses marchés.

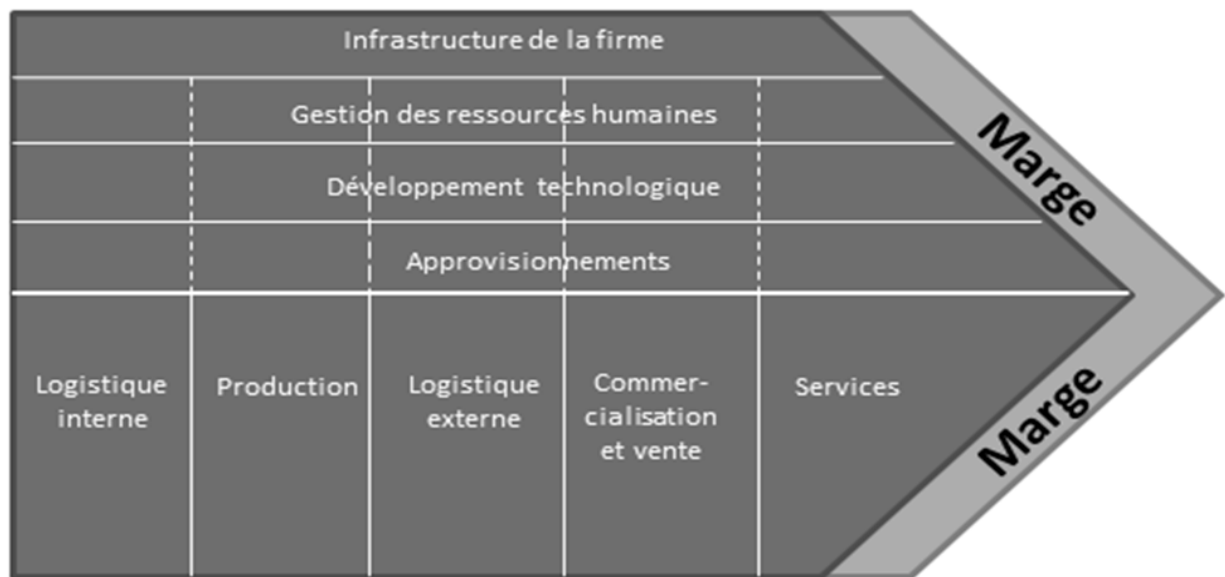
Selon Porter, la chaîne de valeur repose sur l'enchaînement, la succession d'activités étape par étape, jusqu'au produit ou au service final. Chaque étape permet d'y ajouter de la valeur et donc de contribuer à l'avantage concurrentiel de l'organisation.

Les objectifs de cette analyse :

1. Comprendre comment chaque activité, c'est à dire chaque maillon qui compose l'entreprise, crée ou lui fait perdre de la valeur.
2. Allouer les ressources et concentrer les efforts sur les activités charnières pour rendre l'entreprise plus compétitive sur son marché.

Les différentes étapes de la chaîne de valeur⁷⁰ telle que présentée par M. Porter se présente comme suit :

⁷⁰«STRATEGOR»4^{ème} édition, Edition DUNOD Opt-cite page 82.



Source: « STRATEGOR » 4^{ème} édition, Edition DUNOD Optic page 82.

Remarquons que cette représentation demeure un schéma normatif ne pouvant être transposée à toutes les entreprises ; chaque entreprise se caractérise par une chaîne de valeur qui lui est propre, en fonction des activités qu'elle effectue et maîtrise. La chaîne qui convient à une entreprise industrielle ne convient pas automatiquement à une entreprise de service. Néanmoins cet outil permet de mettre à plat la chaîne d'activités de l'entreprise. Il met en relief celles qui sont créatrices de valeur et celles qui, au contraire, n'apportent rien, voire induisent des coûts [M. Porter 1981]

Nous présenterons ici la Chaîne de valeur des EnR pour pouvoir énumérer et regrouper les différentes activités par étapes de cycle de vie des projets de la filière.

2.2.1.2. La Structure de la chaîne de valeur du secteur de l'énergie renouvelable

La chaîne de valeur du secteur de l'énergie renouvelable est assez complexe. Elle est répartie entre six segments : Planification des projets, manufacture, réalisation, connexion au réseau, exploitation et enfin démantèlement. Pour chacune de ces étapes la nature des acteurs économiques, ainsi que leur modèle économique diffèrent.

- 1. Planification de projet :** L'étape de planification de projet est la première étape de la chaîne. Elle consiste à mettre en œuvre les *moyens* nécessaires pour la réalisation du projet. Les entreprises qui interviennent dans cette étape ont pour rôle le développement de projet ; Elles coordonnent les travaux préliminaires : étude de gisement, études de faisabilité, conception des centrales, autorisations administratives. Cette étape nécessite beaucoup de

compétences techniques avérées des intervenants. Les acteurs locaux sont indispensables pour l'accomplissement de cette étape. En effet, les acteurs publics d'une part, lorsqu'il s'agit d'autorisations (normes, agréments, cadre de régulation...) ; mais aussi les acteurs privés concernant les juridictions, les entités agréées par le secteur.

- 2. Manufacture :** Il s'agit d'une étape de la fourniture des équipements et des composants des installations par des industriels spécialisés. Ces installations diffèrent d'une technologie à une autre. On distingue trois types d'industries : les industries spécialisées, souvent leaders du marché et détenteurs de technologies. Ces derniers se focalisent dans la partie « génératrice » d'énergie de l'installation (ex : turbine éolienne, cellule PV, récepteur CSP)⁷¹. La seconde catégorie, ce sont des industriels dont les activités sont "*adjacentes*". Ainsi, ils adaptent une partie de leur activité aux besoins des installations du renouvelable (câblerie, composantes électroniques, stockage, structure...). Enfin, une dernière catégorie, regroupe des industries dont l'activité déjà existante répond à certains besoins des installations.
- 3. Réalisation :** C'est l'étape des installations qui comprend l'ensemble des travaux de pré-construction et de constructions des installations. Les entreprises locales sont fortement sollicitées durant cette étape (travaux de préparation des sites, de génie civil, d'infrastructure, d'assemblage...).
- 4. Connexion au réseau :** Cette étape de la chaîne de valeur des énergies renouvelables consiste en les travaux de raccordement et de réalisation par des entreprises locales spécialisées. Cette partie du projet se fait en collaboration avec le gestionnaire du réseau, les travaux nécessitent des compétences internes (hautement qualifiées notamment pour la conception et la mise aux normes). La connexion au réseau est régulée par des normes nationales de réseau, et gérée par les opérateurs du réseau national.
- 5. Exploitation et maintenance :** La phase d'exploitation et maintenance est la phase la plus longue de toute la chaîne de valeur des énergies renouvelables. Elle se prolonge tout en long de la durée de vie du projet⁷². Cette phase offre des opportunités de création d'emplois

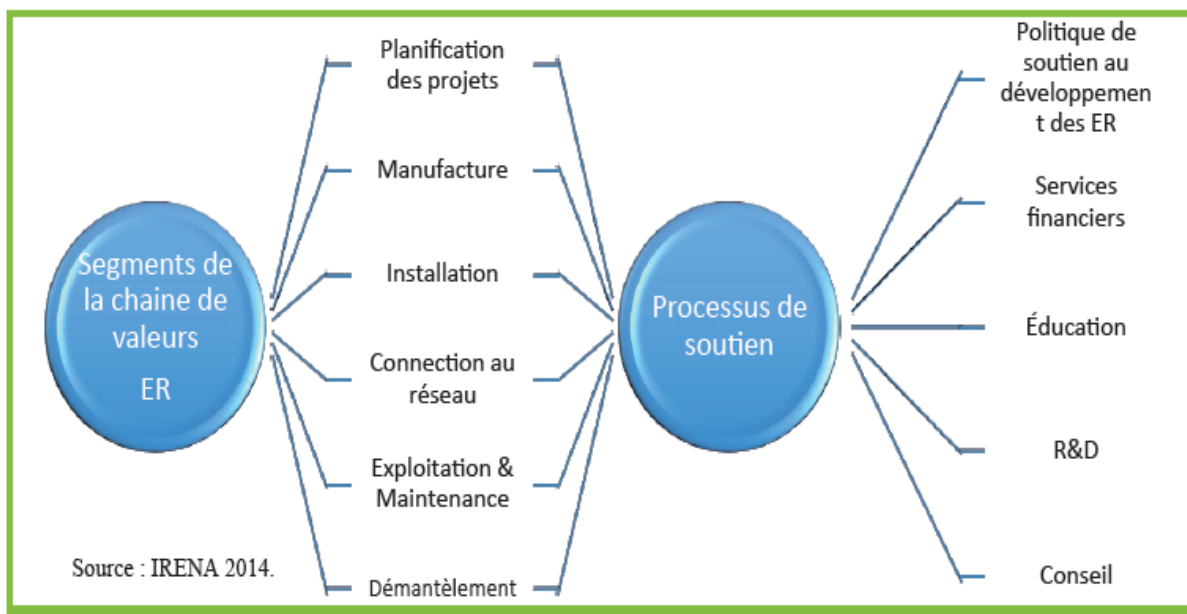
⁷¹ AKBI Amine, « La sous-traitance dans le secteur des énergies renouvelables », Le bulletin des énergies renouvelables N° 41. CDER, 2017

⁷² Selon l'Agence IRENA, cette phase peut durer jusqu'à une vingtaine d'années.

locaux⁷³, indépendamment des phases précédentes (IRENA, 2014). La gestion et la maintenance des installations sont habituellement assurées par des entreprises locales.

- 6. Démantèlement :** Cette phase finale, comprendra le démantèlement des installations mais aussi le recyclage des composantes. Ces opérations font intervenir les entreprises locales de recyclage et de traitement des déchets.

Figure 37 : Segments typiques de la Chaîne de valeur énergétique renouvelables



Source : IRENA 2014

Cette présentation simplifiée n'aborde que les aspects communs des projets d'énergies renouvelables. Les intervenants et les phases du projet peuvent varier en fonction du type de technologie, mais aussi de la taille du projet. Finalement, le développement des EnR se fait avec la contribution d'un large éventail d'entreprises sur toute la filière.

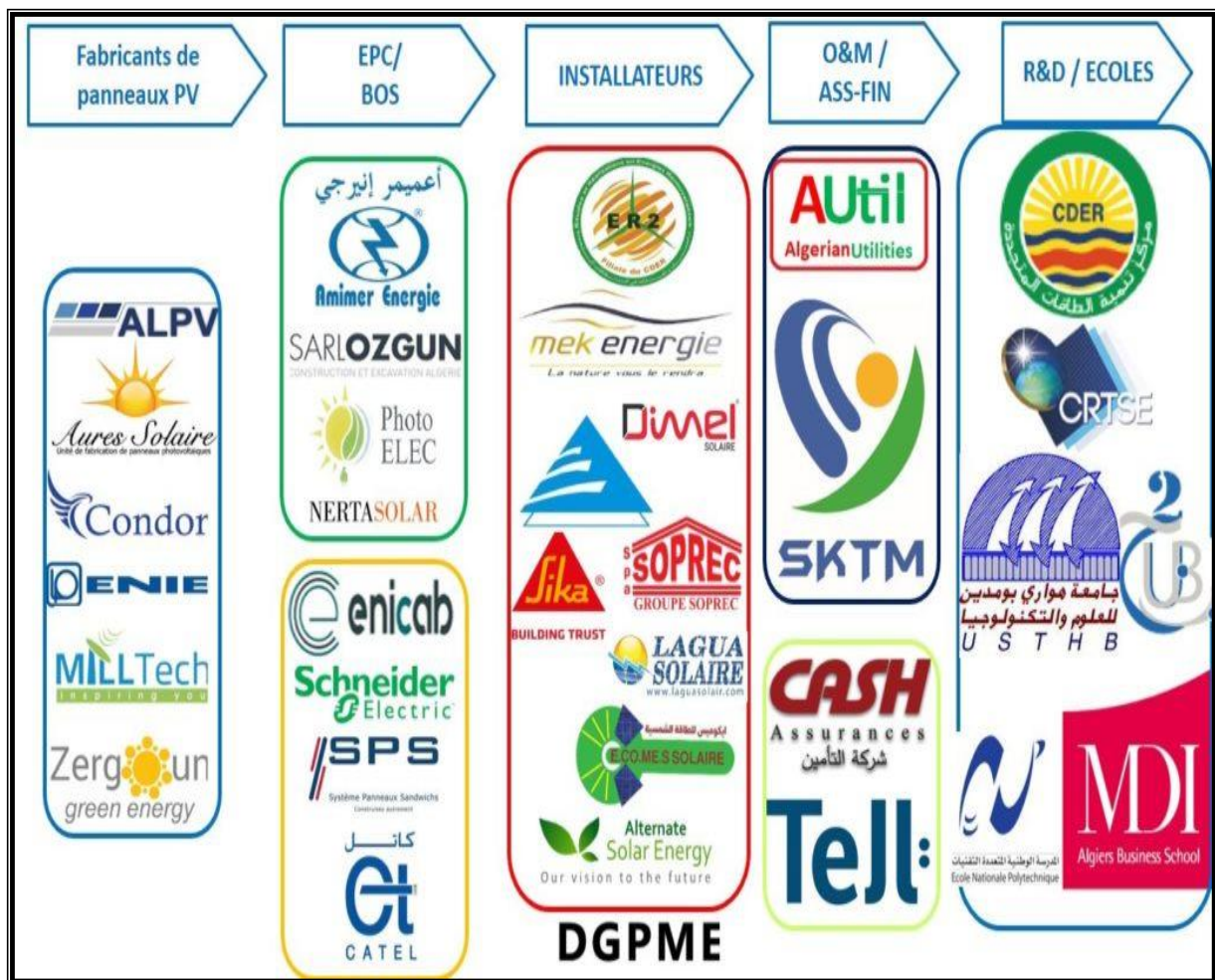
2.2.1.3. La Chaîne de valeur des énergies renouvelables en Algérie

Nous présentons ici les entreprises qui occupent toute la chaîne de valeur de la filière solaire photovoltaïque depuis la Recherche & Développement (R&D) jusqu'à l'exploitation & la maintenance (O&M) des centrales solaires⁷⁴ photovoltaïques, qu'elle soit de petites ou de grandes puissances. Ces entités sont accompagnées par des assureurs et des financiers.

⁷³ Les emplois créés sont des emplois durables, contrairement aux emplois de la phase des installations qui sont des emplois temporaires.

⁷⁴ Les centrales solaires sont destinées à produire de l'énergie électrique de grande ampleur par l'entremise de la vente de l'électricité via les réseaux de distribution ou de transport existants ou via des micro- réseaux isolés

Figure 38 : la Chaine de valeur des énergies renouvelables en Algérie.



Source : le site internet du cluster d'énergie solaire : <http://www.clustersolaire-algeria.com/>

2.2.2. La production locale d'équipements

La production locale d'équipement d'énergies renouvelables est dominée par le solaire photovoltaïque. La filière solaire représente en Algérie la principale source d'énergie renouvelable. Aussi, l'offre locale est limitée aux solutions photovoltaïque et à une petite production de chauffe eaux solaire. La production industrielle des énergies renouvelables est consolidée autour de l'industrie du solaire principalement les panneaux photovoltaïques.

2.2.2.1. Les équipements de filière photovoltaïque

La production d'équipements photovoltaïques est concentrée sur la production des panneaux solaires PV. Quatre société Nationale, membres du Cluster Energie Solaire (CES),

pour les agglomérations et pour l'agriculture pouvant alimenter des superficies de plusieurs milliers d'ha (pour des exploitations ou des périmètres agricoles).

détiennent le marché. Il s'agit de la Société ALPV, Condor Electronics, Aurès Solaire, et ENIE Electronics.

- 1. La société ALPV** dispose d'une unité d'encapsulation opérationnelle depuis juillet 2011. Sa capacité de production est de 12 MW/an. Elle se situe dans la région de Tlemcen, à Chetouane. Elle produit des panneaux à cellules polycristallines de puissances comprises entre 245 et 255 W avec des rendements de 15% à 15,7%.
- 2. Condor** : la filiale électronique et électroménagère du groupe privé Benhamadi, a mis en service en 2013 une unité de production de panneaux photovoltaïques (encapsulation des cellules) d'une capacité de 50 MW/an.
- 3. Aurès Solaire** : Une joint-venture qui dispose depuis Avril 2017 d'une usine d'encapsulation à Batna de 86 000 panneaux Aurès Solaire ont une puissance de 250W et sont produits avec des cellules polycristallines.
- 4. ENIE** : l'entreprise Nationale des industries électroniques (ENIE), affiliée au groupe public Elec El Djazair, a créé en 2016 une ligne d'encapsulation qui devrait lui permettre de produire annuellement 15 à 20 MW en panneaux photovoltaïques. Les divisions Solar ENIE proposent aussi divers composants tels que les onduleurs convertisseurs et des batteries.

Le tableau ci-dessus présente un récapitulatif de la production de panneaux solaires photovoltaïques en Algérie.

Tableau 50 : production de panneaux solaires photovoltaïques en Algérie.

Fabrication de panneaux PV	ALPV	AURES SOLAIRE	CONDOR ELECTRONICS	ENIE ELECTRONICS	TOTAL
Capacités de production annuelle (MWC)	12	30	130	18	190
Capacités produites (MWc)		18,9	15		33,9
Lieu de production	Tlemcen	Ain Yagout, Batna	Bordj Bou Arreridj	Sidi Bel Abbes	

Source : CEREF (2020) : Transition Énergétique en Algérie : Leçons, Etat des Lieux et Perspectives pour un Développement Accéléré des Énergies Renouvelables, (Edition 2020) : Commissariat aux Énergies Renouvelables et à l'Efficacité Énergétique, Premier Ministre, Alger.

Selon des informations obtenues au niveau du Cluster de l'énergie Solaire (CES), l'Entreprise MILLTECH va lancer sa production dans la wilaya de Mila tandis que ZERGOUN GREEN ENERGY compte lancer son usine vers la fin du 1er semestre de l'année en cours. D'ici quelques mois, l'industrie solaire photovoltaïque comportera 6 acteurs pour une capacité de 450 MW.

2.2.2.2. Les industries du B.O.S (hors panneau photovoltaïque)

D'autres acteurs industriels se sont impliqués dans les équipements hors panneau photovoltaïque appelés BoS (Balance of System)⁷⁵. Il s'agit des industries de l'acier galvanisé et du câble toutes sections confondues. Certaines Entreprises comme SPS- Panneaux Sandwichs et Amimer Energie ou Enicab sont déjà actives sur ce marché. On peut encore citer le cas de Schneider Electric Algérie pour la partie protection électrique.

Pour mieux illustrer l'implication des entreprises nationales dans les projets d'énergies renouvelables, le tableau ci-dessous définit le phasage de la construction d'une centrale et les différents acteurs intervenant sur le long de la chaîne de réalisation.

Tableau 51 : L'expertise des acteurs locaux dans l'EPC (Engineering - Procurement & Construction)

Phases ou Composants	Caractéristiques techniques	Qualité des entreprises locales	Observations
Phase d'engineering Etude de conception et d'ingénierie des centrales solaires hybrides y compris le réseau de distribution	-Les études se concentrent sur les bilans d'énergie, leurs évolutions dans le temps y compris au pas de l'heure. -Le design de la centrale hybride solaire – diesel, un stockage par batterie est possible. -Toutes les études (électrique, mécanique, génie civil, etc.) sont menées -Toute les études économiques sont menées (investissement, rentabilité, financement, etc.)	Les entreprises d'ingénierie -Autil, -Amimer energie Les entreprises de soutien (finance / assurances) : -Tell markets - Cash assurances	-Les centrales solaires peuvent aller de quelques MW (Mégawatts) à dizaines de MW ; - Un réseau électrique est aussi prévu.
Composant Module photovoltaïque	Sert à convertir le rayonnement solaire en électricité de type à courant continu (DC)	Fabrication du produit : • ALPV • AURES SOLAIRE • ENIE ELECTRONICS • CONDOR ELECTRONICS • MILLTECH • ZERGOUN GREEN ENERGY	Le potentiel de la capacité locale en production de panneaux solaires photovoltaïque est de l'ordre de 190 MW (actuellement) devant atteindre 450 MW à la fin du semestre I de 2020.
Composant Onduleur triphasé	Sert à convertir le courant continu issu des panneaux photovoltaïques pour produire de l'électricité de type alternative sous 480V 50 Hz	Fabrication du produit : GATECH Commercialisation du produit : Condor electronics , Dimel	Cet onduleur est un produit industriel importé. Des perspectives d'intégration locales sont attendues.

⁷⁵La balance du système (en anglais : Balance of System, également connue sous l'acronyme BOS) comprend tous les composants d'une installation photovoltaïque à l'exception des panneaux photovoltaïques.

Composant Diesel	Groupe	Sert à produire de l'énergie électrique à partir d'un carburant liquide (gas-oil ou gaz naturel)	Fabrication du produit : •AMIMER •ENERGIE Existence d'autres producteurs locaux	Le Groupe Diesel est un équipement disponible en Algérie depuis très longtemps. Il est fabriqué localement par au moins une dizaine d'entreprises locales : AMIMER ENERGIE : 1500 Unités/an
Composant transformateur électrique		Sert à élever la tension de l'onduleur vers celle du réseau à 30Kv 50 Hz	Fabrication du produit : ELECTRO-INDUSTRIES Commercialisation du produit : • ABB • Schneider Electric Algérie • El Sewedy • Etc.	moyenne tension.
Composant câbles électriques		Sert à élever la tension de l'onduleur vers celle du réseau à 30 kV 50 Hz.	Fabrication du produit : • ENICAB Commercialisation du produit: • ABB • Schneider Electric Algérie • El Sewedy • Etc.	Produit très mature utiliser dans la moyenne tension. • 25.000 T/an (Enicab)
Composant structure métallique		Faite à base d'acier galvanisé destiné à recevoir les panneaux solaires photovoltaïques ; • Support pour le transport des câbles électrique en moyenne tension	Fabrication du produit : • SPS Panneaux Sandwiches • Rouiba Eclairage • Bordj Stee	Produit très mature utilisé dans la construction métallique 25.000 T/an (Bordj Steel) : 10.000 T/an Pylones en treillis (Rouiba Eclairage) : 40.000 T/an galvanisation des produits (Rouiba Eclairage)
Phase Approvisionnement et Construction		Il s'agit de fournir, d'installer et de mettre en service la centrale solaire sur le site (pour une ou plusieurs exploitations agricoles ou le périmètre)	Entreprises actives : • AUTIL • AMIMER ENERGIE Entreprises d'installation : • NGT MEZIANI • MEKENERGIE	L'entreprise locale est présente sur ce segment depuis très longtemps. Disponibilité d'une grande expertise locale y compris pour la partie liée à la maintenance de ces systèmes.

Source : Cluster de l'énergie solaire

2.2.2.3. La certification des composants

Pour mieux répondre aux exigences du secteur, les producteurs locaux ont mis à niveau leurs outils de production ; la production commence à répondre aux normes internationales. Un

Laboratoire de certification⁷⁶ a été mis en place, à cet effet, au niveau du centre de développement des énergies renouvelable (CDER) portant projet de certification des modules PV selon le référentiel IEC 61215⁷⁷.

La certification des composants apporte garantis et sécurité aux projets d'énergies renouvelables, offre une nouvelle opportunité aux producteurs, et aux autres acteurs du secteur de démontrer leur volonté d'adopter une approche durable et sécurisante de la gestion de la chaîne de valeur des énergies renouvelables. La certification facilite le commerce à l'échelle nationale et internationale, ouvrant ainsi la voie aux exportations et à l'amélioration du potentiel commercial des entreprises nationales.

2.2.3. Les importations des équipements technologiques

Même si les autorités publiques favorisent les équipements et services produits localement, mais le manque d'offres sur le marché local pousse à recourir à l'importation pour mener à terme le processus d'installation des centrales de production d'énergies renouvelables. Le matériel importé est essentiellement destiné à équiper des fermes solaires photovoltaïques. Les importations d'éoliennes sont marginales et représentent en moyenne 60 000⁷⁸ Euro par an.

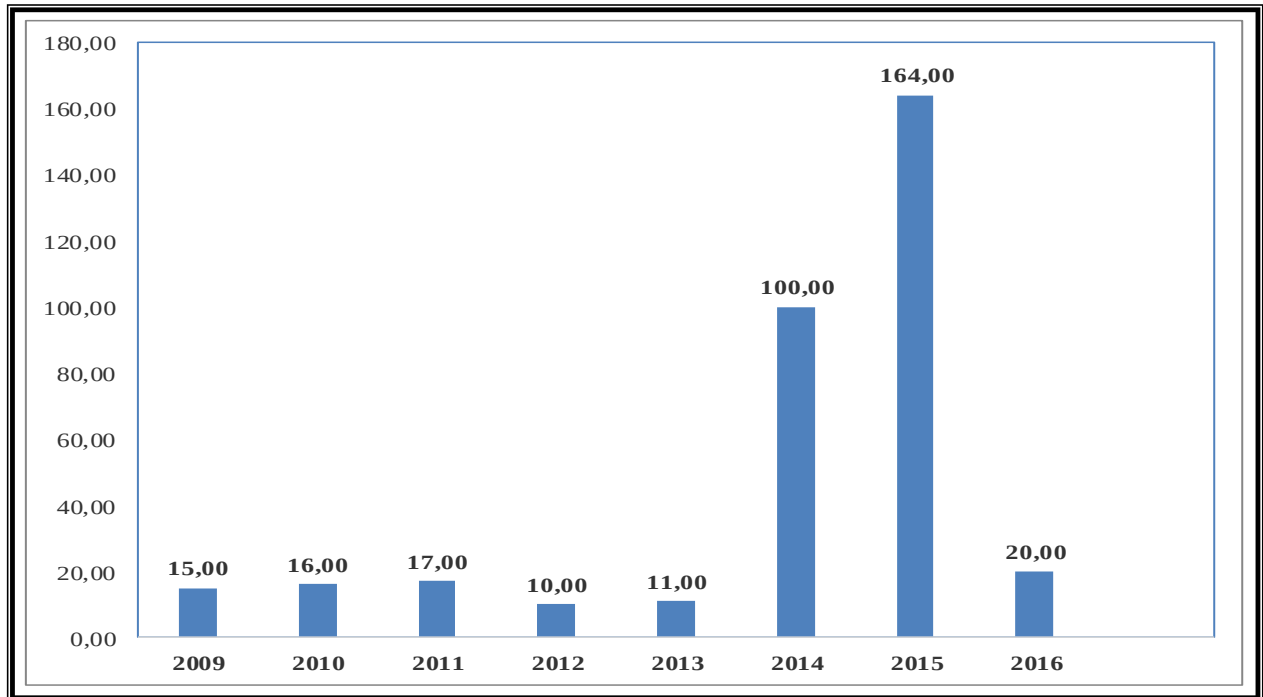
Bien que les besoins de panneaux photovoltaïques soient relativement limités jusqu'en 2013 (Moins de 5MW/an), les importations Algériennes ont connu une augmentation progressive jusqu'en 2011, avant une baisse sensible en 2012. Néanmoins, en 2014 un bon « gigantesque » a été réalisé à la faveur du programme de construction, pour SKTM, de 23 fermes solaires totalisant 343 MW et dont les livraisons se sont étalées entre 2015 et 2017. Les importations ont été multipliées par 26 entre 2013 et 2016 pour atteindre un maximum à 164 Millions d'euros en 2015. En 2016, un net recul est observé puisque les achats se situaient à près de 20 Millions d'euros, la plupart des équipements sont destinés à SKTM ayant été acquis les deux années précédentes.

⁷⁶La certification se fait en collaboration avec le Laboratoire Américain, National Renewable Energy Laboratory (NREL)

⁷⁷Référentiel de vérification des modules photovoltaïques en Avis Technique.

⁷⁸Information disponible à la fin de l'année 2017.

Figure n° 39 : Evolution des importations de dispositifs Photosensibles a semi-conducteurs y compris les Cellules photovoltaïques (SH 854 140) en Millions d'euros.

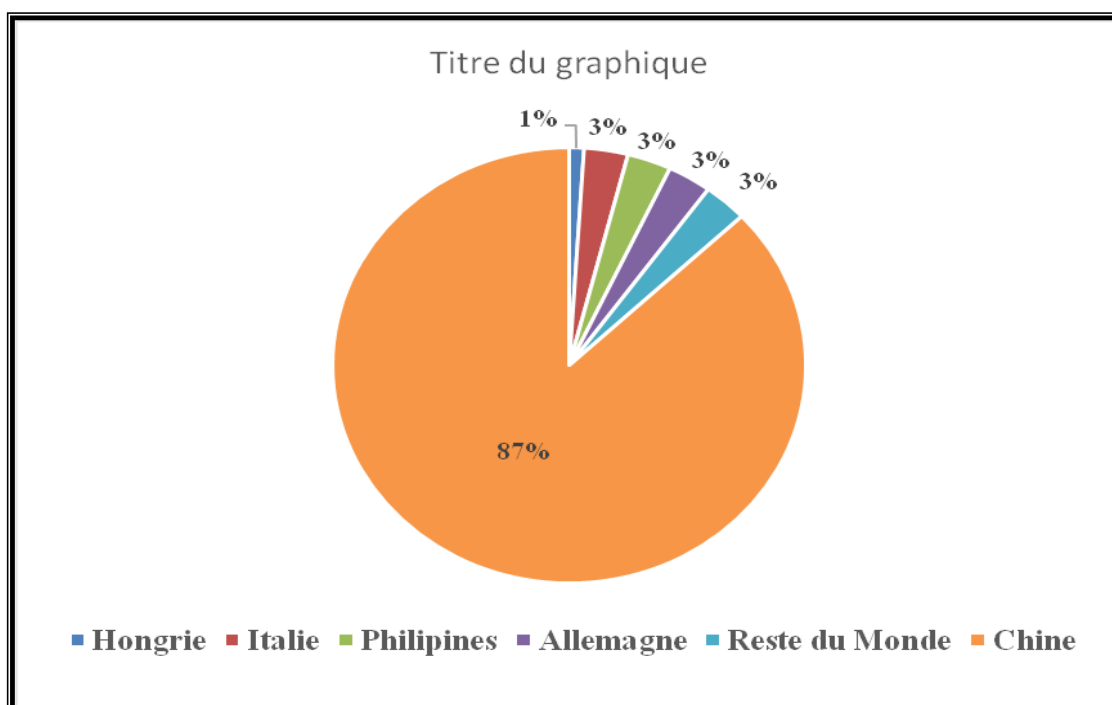


Source : GTA 2017

2.2.3.1. Les pays fournisseurs

L'évolution du marché Algérien des équipements technologiques n'aura été bénéfique qu'aux fournisseurs chinois puisque leur part de marché est passé de 30% en 2013 à 87% en 2016, après avoir connu un pic historique de 99% en 2015. Pour ce qui est des ventes françaises, elles sont très faibles et en baisse depuis 2013 car elles sont passées de 10% en 2011 à 0,5% du marché en 2016. L'Allemagne et les philippines sont respectivement deuxième et troisième fournisseur du pays avec environs 3% chacun.

Figure 40 : Part des pays fournisseurs de dispositifs photosensibles à Semi-Conducteurs y compris les cellules Photovoltaïques en 2016.



Source : GTA 2017.

En générale, les achats des entreprises publiques telles que Sonelgaz se font par avis d'appel d'offres publiés dans la presse. Cependant, il arrive que les achats se fassent par des contrats de gré à gré. Dans le secteur des EnR, une marge de préférence nationale de 25 % est accordé au produit local et / aux entreprise de droit Algérienne, dont le capital est détenu par les nationaux résidents, ou à la part Algérienne des soumissions quand le soumissionnaire est un groupement d'entreprises de droit Algérien et d'entreprise étrangères⁷⁹. Les cahiers des charges de certains Appels d'offre internationaux peuvent prévoir l'obligation, pour les soumissionnaires étrangers, d'investir dans le cadre d'un partenariat, dans la même branche d'activité, avec une entreprise nationale ayant un capital à majorité Algérienne.

2.2.3.2 Le circuit d'importation

Dans le cas des acheteurs publics, et notamment de Sonelgaz, le recours aux Appels d'offres sera généralement la règle pour les grands projets. Au niveau des droits de douane et de la TVA, le législateur a séparé l'assemblage d'un panneau photovoltaïque d'un panneau PV importé fini. En rendant le module photovoltaïque éligible au dispositif CKD1, un différentiel

⁷⁹ Le Guide des investissements Algérien 2015.

au niveau du coût de production est créé rendant le prix du module photovoltaïque assemblé en Algérie compétitif par rapport au même produit importé ;

La conclusion qu'on peut tirer de la situation de l'industrie des énergies renouvelables en Algérie est que malgré l'existence d'un tissu industriel composé des entreprises nationales produisant des biens et services nécessaires au projet d'énergies renouvelables, le taux d'intégration demeure faible par rapport aux objectifs fixés par PNEREE. L'offre d'équipements reste insuffisante pour satisfaire toute la demande locale d'où le recours à l'importation. Une forte concentration de l'activité industrielle dans photovoltaïques ou le pays a atteint un taux d'intégration de près de 30 %⁸⁰ au détriment des autres filières notamment l'éolien où l'offre locale est presque inexistante.

2.3. Les contraintes de développement des énergies renouvelables en Algérie

2.3.1. Les barrières à l'investissement

Compte tenu de l'ampleur des investissements dans les projets d'EnR, la contribution du secteur privé est fondamentale pour le financement de la mise en œuvre du programme national d'EnR et de l'efficacité énergétique. Toutefois, la participation du secteur privé se heurte à de multiples barrières notamment celles qui sont liées à la réglementation. Le cadre réglementaire et législatif mis en place pour le développement de projets d'EnR est une contrainte pour l'investissement plus particulièrement pour les projets de production d'électricité. En effet, les opérateurs privés peuvent produire de l'électricité mais ils ne peuvent pas injecter au réseau électrique national qui reste la propriété de la Sonelgaz. Pour remédier à cette contrainte, le cadre réglementaire prévoit le contrat d'achat garantis⁸¹ de l'électricité produite par la compagnie Nationale. Dans ce cas, même avec les conditions de rentabilité les plus intéressantes, les projets ne peuvent pas voir le jour.

Autre barrière pour l'investissement privé dans le secteur des énergies renouvelables est la forte subvention aux énergies conventionnelles (fossiles) qui rend la rentabilité de certaines filières d'EnR faible pour les opérateurs économiques privés.

⁸⁰ Information obtenue auprès du C.E.S

⁸¹ Feed in tariffs.

2.3.2. Contraintes d'accès au financement

Les coûts élevés d'accès au financement⁸² des grands projets est une contrainte majeure pour l'investissement notamment pour les petites et moyennes entreprises. Dans de telles conditions, les systèmes de financement conventionnels (banque, etc.) sont souvent insuffisants pour lancer les projets d'énergies renouvelables, d'où la nécessité de mesures de financement spécifique permettant de tenir compte des caractéristiques propres de ces projets. L'implication des opérateurs privés dans le développement de projets d'énergies renouvelables permettrait, non seulement l'amélioration de la qualité de l'offre énergétique, mais encouragerait aussi la création d'emploi et la protection de l'environnement.

2.3.3. Capacités de R&D limitées

Il existe en Algérie des centres de recherches qui travaillent en synergie avec l'industrie pour l'atteinte des objectifs d'intégration des ER dans le mix énergétique au cours des prochaines Années. Les structures de R&D dont disposent ces centres ne répondant pas aux besoins spécifiques du pays. L'essor des énergies renouvelables passe impérativement par une intégration industrielle laquelle nécessite des moyens financiers et humains pour mieux répondre aux exigences de l'industrie des énergies renouvelables.

En plus de manque de moyens, les programmes de recherche sur les EnR n'impliquent pas les industriels, les opérateurs économiques, les bureaux d'études et les universités. Il n'existe pas de liaison entre toutes les structures pour mieux coordonner leurs synergies et créer ainsi de la valeur tout au long de la chaîne requise pour les projets d'énergies renouvelables, en termes de production de matériaux et composants, construction, exploitation et maintenance. Les structures existantes en matière de R&D dans le pays s'inscrivent dans des logiques nationales, alors que les enjeux technologiques, économiques et sociaux au niveau mondial impliquent une réponse régionale. Les moyens financiers et humains nécessaires ne peuvent être réunis que dans le cadre d'une stratégie régionale⁸³ de R&D, en partenariat avec des structures similaires.

⁸² Les systèmes de financement conventionnels (banque.) sont insuffisants pour lancer les grands projets d'EnR

⁸³ Méditerranéenne, africaine et Arabe.

2.3.4. Faible intégration industrielle

Le développement des énergies renouvelables passe préalablement par un développement d'un tissu industriel local. A ce titre, la Recherche Scientifique et le Développement Technologique jouent un rôle important dans l'émergence d'une véritable industrie nationale des énergies renouvelable, moderne, compétitive et innovante. L'intégration industrielle devrait être conçue dans une approche globale tenant compte des possibilités d'intégration sur le tout le long de la chaîne de valeur de la filière. Cela nécessite la mise en place de tout un volet de transfert technologique et de renforcement des compétences locales dans les différents métiers requis de l'amont à l'aval de la filière.

Malgré la création d'un cluster qui regroupe toutes les entreprises de l'industrie des EnR, le taux d'intégration demeure faible par rapport aux objectifs fixés dans le PNEREE. Les contraintes de financement et les barrières à l'investissement ont fait que l'industrie des énergies renouvelables en Algérie est en phase de démarrage d'où le recours à l'importation.

Section 3 : Les perspectives de développement du secteur

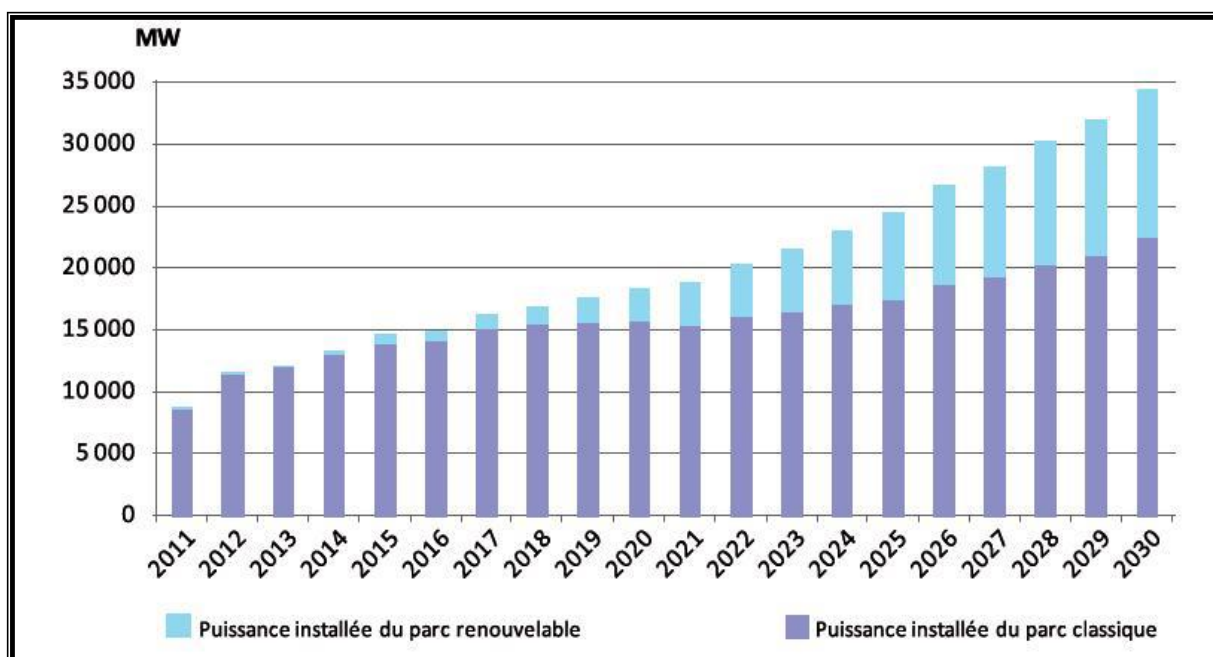
Dans cette section nous présenterons les perspectives de développement des EnR à l'horizon 2035 en termes de production d'électricité verte et d'installations industrielles, perspective d'intégration ainsi les opportunités de coopération régionale.

3.1. Les perspectives en termes de capacités à installer

3.1.1. Les perspectives dans le cadre du PNEREE.

- **PNREE 2011** : Dans le cadre du PNREE 2011, il a été prévu un taux de 40 % de capacité de production d'électricité d'origine renouvelable à l'horizon 2030. Ceci étant sur la base d'une estimation de l'évolution de la puissance installée préalablement établie (Graphe 10) et présentée par le Ministère de l'Energie et des Mines (M.E.M), qui a tablé sur une consommation annuelle globale à terme de 150 TWh/an⁸⁴. L'objectif était d'assurer une capacité de production d'électricité renouvelable de 12000 MW, dont 10000 MW seraient dédiés à l'exportation.

⁸⁴Selon le CREG. : <https://www.creg.dz/index.php/operateur/producteurs-de-l-electricite/energies-renouvelables/mecanisme-d-encouragement130>.

Figure n°41 : les perspectives en termes de capacités à installer


Source : Ministère des énergies et des mines www.mem.gov.dz

- **PNEREE 2015** : Dans le cadre du PNEREE version révisée de 2015, l'objectif tracé est l'installation d'une capacité de 22000 Mw toute source confondue. Une plus grande part a été donnée au solaire photovoltaïque en raison de la baisse des coûts technologique sur les marchés internationaux.

Tableau n°52 : les capacités à installés à l'horizon 2030.

Source	Capacité à installer à l'horizon 2030 (MW).
PV	13 575
Eolienne	5 010
SCP	2 000
Cogénération	400
Biomasse	1 000
Géothermie	15
Total	22 000

Source : PNREE 2015.

Le programme sera principalement solaire (PV : 62% et CSP : 9%) et éolien (23%) mais aussi biomasse (4%), cogénération (2%) et géothermie (0,09%).

3.1.2. Les perspectives dans le cadre programme nationale de transition énergétique (P.N.T.E) à l'horizon 2035.

Pour les perspectives d'installation, la nouvelle stratégie Algérienne d'énergies renouvelables prévoit une capacité à installer de 16.000 MW à l'horizon 2035, et ce exclusivement à base de solaire photovoltaïque en raison des capacités technologiques dont dispose le pays pour cette filière, l'importance de son gisement, et vu la baisse des coûts des équipements sur le marché international. Ainsi, 15 000 MW sont destinés à être produits exclusivement par des centrales solaires connectées au réseau électrique national, dont une première tranche de 4000 MW est à réaliser à l'horizon 2024 alors que les 1000 MW restant, sont à déployer en autonome⁸⁵ à l'horizon 2030.

Tableau n°53 : Capacité à Installée à l'horizon 2035(Mw).

Année	2024	2035
Capacité à Installée(Mw)	1000	16000

Source : Le rapport du CERE 2020.

Ces installations qui rentrent dans le cadre la nouvelle stratégie de transition énergétique à l'horizon 2035 seront réalisé à base de la procédure d'appels d'offre fixé par Le décret exécutif n° 17-98 du 26 Février 2017 (JO n°15 paru le 5 Mars 2017), définissant la procédure d'appel d'offre pour la production des énergies renouvelables ou de cogénération et leur intégration dans le système national d'approvisionnement en énergie électrique. Parmi ces projets, il y a lieu de citer celui du Ministère de l'Energie (4050 MWc)⁸⁶, Creg (150 MWc) et SKTM/Sonelgaz (50 MW c).

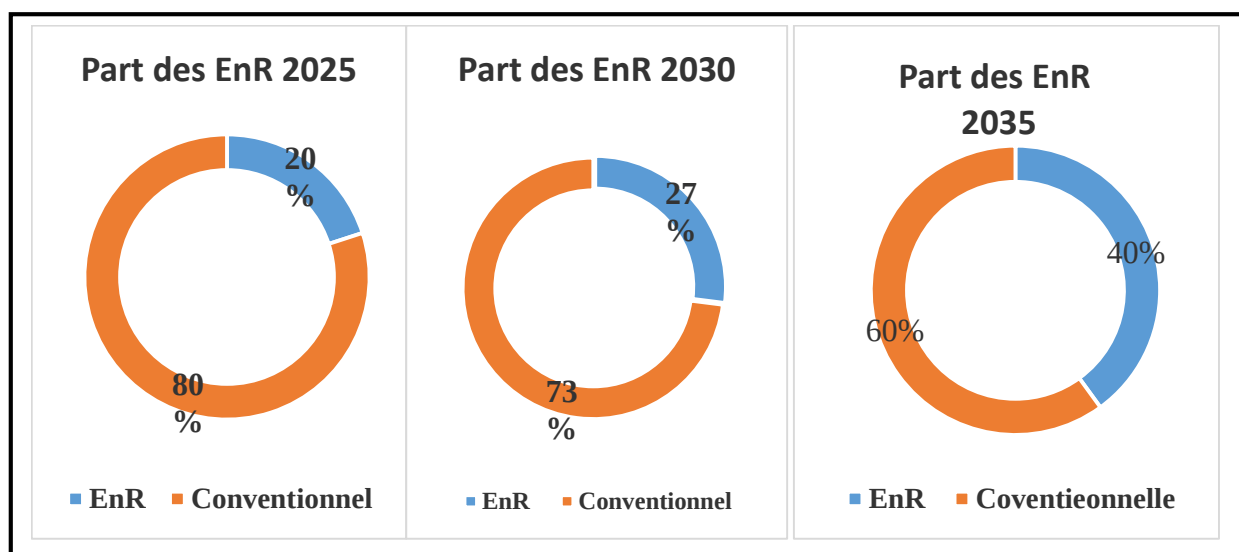
3.2. Les perspectives en termes de production d'électricité verte

En termes de production d'électricité, les perspectives consistent en l'amélioration de la part des énergies renouvelables dans la production totale d'électricité. Selon le PNREE 2015 l'objectif est d'atteindre 20% d'électricité verte en 2025 et 27% en 2030. Et dans le cadre de la nouvelle stratégie de transition énergétique, l'objectif est d'atteindre une part de 40% à l'horizon 2035.

⁸⁵Hors réseau (non connecté au réseau électrique national)

⁸⁶ Selon la rapport CERE 2020.

Figure n°42 : les perspectives en termes de production d'électricité verte.



Source : Ministère des énergies et des mines

L'augmentation de la part des énergies renouvelables dans la production d'électricité et leur intégration dans le réseau électrique national permettrait d'économiser les énergies fossiles. A travers la réalisation du PNEREE, et à l'horizon 2030, un gisement d'économie d'énergie de l'ordre de 63 millions de tep⁸⁷ (soit : près de 38 milliards de \$ valorisé à l'exportation). La nouvelle stratégie de transition énergétique, qui vise la production de 4 000 mégawatts à l'horizon 2024 et de 16 000 mégawatts à l'horizon 2035, permettra une économie de près de 240 milliards m3 de gaz naturel et une réduction 193,3 millions de tonnes de CO₂(soit : 1,1 milliards de \$)⁸⁸ à l'horizon de 2030.

3.3. Les perspectives sur le plan technologique et intégration industrielle.

L'évolution de la législation régissant les énergies renouvelables vers les appels d'offres⁸⁹ devrait permettre une dynamique nouvelle sur le plan de l'intégration industrielle. En effet, les consortiums⁹⁰ (sociétés) retenus devraient s'engager à produire ou fournir localement la plus grande partie des équipements. Aussi, les opportunités résidents à terme dans la production d'équipements dans le pays, soit en joint-venture, soit par le biais de transfert de technologies, cet ensemble visant un taux d'intégration de 80% in fine. Par ailleurs, toutes les

⁸⁷ Source ; ministère de l'énergie et des mines <https://www.energy.gov.dz>

⁸⁸ Source ; ministère de l'énergie et des mines <https://www.energy.gov.dz>

⁸⁹ Trois appels d'offres sont prévus : Il s'agit des 4050 MWc du ministère de l'énergie, 1050 MWc du CREG, et 50 MWc de SKTM/Sonelgaz

⁹⁰ Désigne une société.

autorités privilégient le développement d'une filière industrielle qui produirait localement des CES.

3.3.1. Le solaire photovoltaïque

Pour la filière photovoltaïque, l'objectif est la construction d'usines de fabrication de modules photovoltaïques pour répondre à la réalisation d'une capacité de l'ordre de 13500 MW à l'horizon 2030 soit un taux de 60 %⁹¹ des capacités installées. Pour le développement des capacités industrielles de la filière, La priorité est donnée au renforcement de l'activité d'engineering et d'appui au développement de l'industrie photovoltaïque avec concours des centres de recherche en énergies renouvelables.

Outre les usines de production de panneaux photovoltaïques d'ENIE, ALPV, CONDOR, et AURES SOLAIRE, le ministre de l'industrie et des mines ainsi que le ministère de l'Energie envisagent de monter des usines de fabrication de silicium et de cellules photovoltaïques afin d'atteindre un taux d'intégration industriel de 80% dans le pays. En parallèle, la création, par les entreprises filiales de holding public ELEC EL Djazair, d'usine de fabrications d'onduleurs, de Batteries, transformateurs, câbles et autres équipements utilisés dans la construction de centrales, viendrait appuyer la poursuite de cet objectif.

3.3.2. Solaire thermique à concentration

L'objectif tracé pour cette filière est d'atteindre, un taux d'intégration de 50% à long terme. Le pays dispose déjà d'une certaine expérience et des capacités de production de tous les composant de la filière solaire thermique (C.S.P). Pour les industries du verre, des capacités importantes existent en Algérie, la compagnie CEVITAL détiennent une capacités de production du verre miroir pour C.S.P de 3 lignes de 600, 700 et 900/tonnes par jours⁹².

La filière solaire thermique ne sera développée qu'à partir de 2021, c'est à dire lors de la deuxième période de la réalisation du programme des énergies renouvelables. Pour le développement des capacités industrielles, sur la période 2021 - 2030, il est prévu de promouvoir le partenariat, avec les entreprises étrangères, pour la mise en œuvre de projets pour le renforcement des capacités d'engineering⁹³, de conception, de procurèrent et de réalisation pour la fabrication d'équipements intervenant dans une centrale C.S.P par des moyens propres.

⁹¹ Le PNEREE 2015, éditer par le ministère des énergies et de mines, Janvier 2016.

⁹² La commission économique des Nations Unis pour l'Afrique du Nord.

⁹³ Les capacités de savoir-faire industriel.

3.3.3. L'Eolien

Largement sous-équipée en capacités de production éolienne terrestre, avec seulement 10 MW⁹⁴ de puissance installée depuis juillet 2014, l'Algérie entend accélérer de manière significative le développement de la filière éolienne sur son territoire. La Société de l'électricité et des énergies renouvelables (SKTM) a identifié, dans ce cadre, 21 zones disposant d'un fort potentiel éolien et sur lesquelles plusieurs dizaines de projets pourraient voir le jour.

L'objectif fixé pour l'éolien est d'atteindre à terme, 50% d'intégration industrielle locale. Le taux d'intégration devrait être supérieur à 80% sur la période 2021-2030, grâce au développement d'un réseau de sous-traitance nationale ainsi que la maîtrise des activités d'engineering.

3.3.4. Prévision de développement du cluster Algérien de l'énergie solaire.

Etant un acteur majeur de l'industrie du solaire Algérien, nous nous sommes intéressés à la stratégie et autre action menées par le C.ES pour son développement et l'élargissement de sa contribution dans l'intégration industrielle. En effet, Régulièrement le plan d'action est mis à jour pour tenir compte de l'évolution du marché, de la technologie, de la réglementation, etc. en considérant trois objectifs fondamentaux :

1. La consolidation de la filière industrielle autour du panneau photovoltaïque
2. La recherche d'une plus grande visibilité du marché pour les 3 à 5 prochaines années
3. Le renforcement de la base du Cluster Energie Solaire

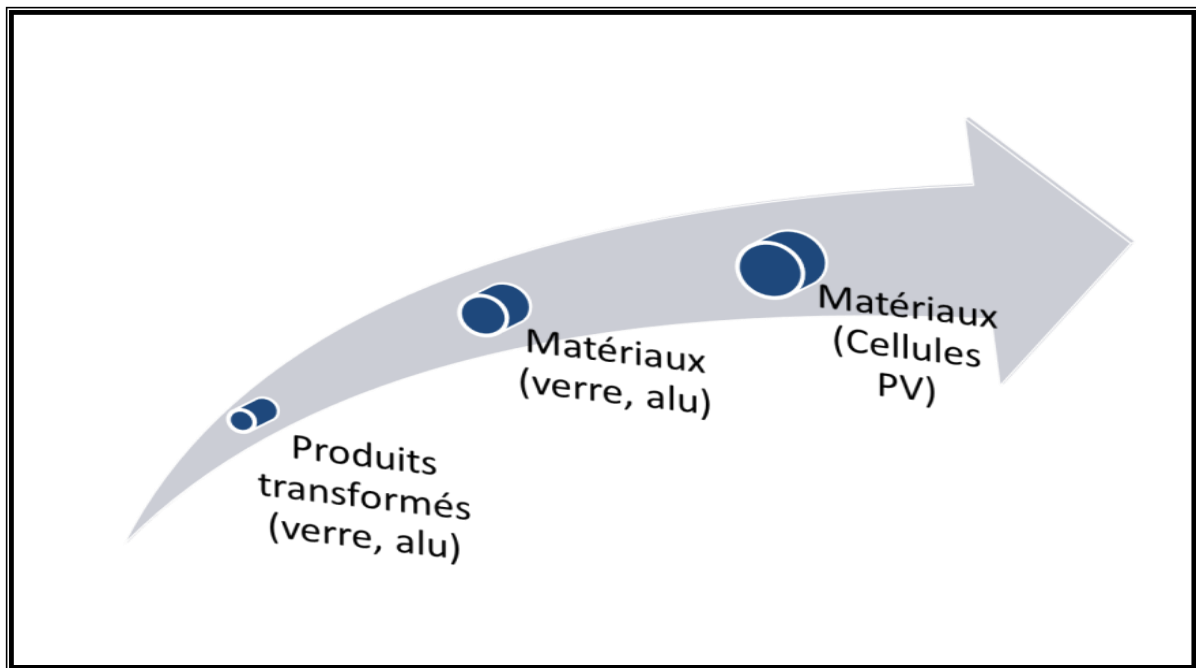
Parmi les actions phares prévues pour les prochaines années, nous citons la mise en œuvre d'une roadmap d'intégration nationale devant porter le taux actuel de 5/7% à 25%⁹⁵ sur une période de 3 ans à travers : la transformation du verre extra clair (découpe, perçage et trempe) et l'extrusion, la transformation de l'aluminium, la fabrication du verre extra clair.

Cette roadmap, en cours d'élaboration, est tributaire de la mise en place d'un plan d'action effectif et la mise en œuvre d'un environnement favorable aux EnR. Au-delà de cette perspective, la fabrication de la cellule photovoltaïque pourrait être envisagée.

⁹⁴Le bilan des réalisations en énergies renouvelables Algérie, un document du ministère des énergies et des mines, 2015.

⁹⁵ Information publié sur le site internet du cluster d'énergie solaire : www.clustersolaire-algeria.com

Figure n°43 : Roadmap d'intégration nationale



Sources : www.clustersolaire-algeria.com

Afin d'augmenter la crédibilité et l'assise du Cluster, il est prévu d'assurer l'élargissement continu du Cluster à travers l'invitation des plus importants acteurs de la chaîne de valeur à l'exemple des entreprises de droit algérien, des universités et centres de recherche, des écoles et centres de formation professionnelle à faire partie du Cluster.

L'intégration industrielle est une condition sine qua non pour le développement des projets d'énergies renouvelables. Un des objectifs du CES pour les prochaines années est de faire passer le taux d'intégration nationale de 7% à 25%⁹⁶ sur une période de 3 années, Créer les conditions favorables pour un marché pérenne et durable en mesure d'attirer de nouveaux investissements nationaux ou étrangers.

3.4. Les perspectives de la coopération régionale

Le secteur de l'énergie est un levier de développement économique et social des nations voire même des régions. De ce fait, il pourrait constituer un moteur de l'intégration régionale, compte tenu de l'importance des ressources énergétiques⁹⁷. La forte dépendance des pays vis-à-vis des échanges énergétiques (certains pour équilibrer leurs bilans énergétiques, d'autres pour mieux rentabiliser leurs exportations énergétiques qui constituent souvent l'essentiel de la

⁹⁶ Source : Acteur de la transition énergétique en Algérie, un document publié par le CES Mars 2020

⁹⁷Hydrocarbures, solaire et éolien...selon les pays.

richesse créée) plaident en faveur d'une action collective à l'échelle régionale pour la mise en œuvre de la transition énergétique qui permettrait de garantir la continuité des approvisionnements en énergie et d'assurer un développement durable.

La mise en œuvre de la transition énergétique dans le cadre d'une coopération régionale offre l'opportunité de création de la valeur ajoutée à travers la constitution de nouvelles filières industrielles dans les énergies renouvelables au niveau régional (éolien, photovoltaïque, CSP, efficacité énergétique), créatrices d'emplois et de richesse. Les investissements importants sont nécessaires pour développer ces filières et la nécessité d'organiser le transfert de technologies correspondant offre autant d'occasions de bâtir de réels partenariats publics-privés novateurs dans le cadre d'une politique de coopération régionale dans le secteur des énergies renouvelables.

Une politique de coopération régionale doit viser comme objectif de créer les meilleures conditions de coopération entre les pays et de favoriser le développement à grande échelle et à moindre coût des énergies renouvelables, en tirant partie des opportunités d'intégration et de complémentarités régionales.

Plusieurs initiatives ont été lancées pour la coopération dans le domaine des énergies renouvelables au niveau régional, dont l'Algérie est partie prenante. Nous essayerons de présenter, dans cette section, les structures opérantes dans le développement des capacités en EnR ainsi que toutes les perspectives de coopération pour le développement des EnR et la mise en œuvre de la transition énergétique.

3.4.1. Les objectifs de la politique de coopération régionale dans le secteur des EnR

La politique de coopération régionale dans le secteur des énergies renouvelables vise à créer les meilleures conditions de coopération entre les pays, au niveau régional⁹⁸, en vue de favoriser le développement à grande échelle et à moindre coût, les projets d'EnR, en tirant partie des opportunités d'intégration et de complémentarités régionales. Les partenariats énergétiques au niveau régional doivent conduire les pays à profiter au maximum de plusieurs atouts qu'ils présentent. Il s'agit en premier lieu des effets de synergies et conjugaison des efforts et des ressources entre les pays dans tous les domaines liés au développement des EnR (*R&D, industrialisation, transfert technologique, formation, partage de savoir, financement*). En second lieu, la réalisation des économies d'échelle obtenues à partir d'une intégration du marché

⁹⁸L'Algérie est concernée par la coopération au niveau de l'Afrique du Nord (U.M.A), le monde Arabe, le continent Africain.

régional et par le développement de projets communs (intégration des réseaux, moyens de stockage commun, etc.), et enfin l'amélioration du pouvoir de négociations par l'adoption, dans la mesure du possible, de positions communes vis-à-vis des partenaires étrangers.

Plus précisément, la politique de coopération régionale doit être orientée vers les objectifs suivants⁹⁹ :

- Soutenir les objectifs nationaux et les programmes de développement des énergies renouvelables, en facilitant le dialogue et l'échange d'information, la mobilisation des ressources financières et le transfert de connaissances et de technologies ;
- Créer un marché régional de l'électricité à partir des énergies renouvelables et accroître les échanges électriques dans les régions et sous-région ;
- Accompagner le développement de l'intégration industrielle et renforcer la compétitivité des filières d'énergies renouvelables ;
- Coordonner les activités régionales notamment celles ayant pour objectif de développer les ER dans la région MENA telles que l'Union pour la Méditerranée avec le plan solaire méditerranéen, l'initiative DESERTEC,
- Adopter une politique extérieure commune en matière de coopération avec l'Union Européenne, et les grands bailleurs de fonds internationaux.

3.4.2. Les axes stratégiques de la politique de coopération régionale dans le secteur des EnR

La politique de coopération régionale dans les projets d'EnR peut compléter ou faciliter l'adoption de politiques nationales en créant de la valeur ajoutée par les complémentarités qui peuvent exister entre les différents partenaires. L'élaboration de la politique régionale en matière d'énergies renouvelables doit être intégrée à l'ensemble des politiques et stratégies nationales actuellement en vigueur au niveau régional. Pour mieux atteindre ses objectifs, la coopération régionale doit s'articuler autour de plusieurs axes stratégiques.

En se basant sur des études qui ont été menées par plusieurs organismes spécialisés¹⁰⁰, nous avons essayé de résumer les principaux axes stratégiques de la politique de coopération régionale en EnR.

⁹⁹Extrait des recommandations de la commission économique des nations unies pour l'Afrique « Politique de coopération régionale pour le développement des énergies renouvelables en Afrique du Nord »

¹⁰⁰ CEA, CEDEAO, RCEE, IRENA et IMEDR.

- **Développement d'un marché régional d'énergies renouvelables attractif** : notamment pour la production d'électricité verte afin de dépasser les contraintes économiques liées à l'étroitesse des marchés nationaux et les contraintes techniques liées à la faible capacité d'absorption des réseaux électriques nationaux ;
- **Accroître les investissements** : à travers la mobilisation des ressources financières auprès du secteur privé et des institutions financières internationales, régionales et nationales dans le cadre d'une approche de partenariat multi-acteurs ;
- **Promouvoir le développement d'un tissu industriel régional compétitif** et renforcer la position de la région comme plateforme d'industrialisation des technologies d'ER ;
- **Développer des compétences techniques et scientifiques communes** : à travers l'échange d'expériences, le partage des bonnes pratiques et des résultats de la R&D.

3.4.3. Les Structures régionales opérant dans le développement des capacités en énergies renouvelables.

Au-delà des structures nationales, il existe plusieurs institutions qui œuvrent pour le développement de la coopération régionales¹⁰¹ dans les énergies renouvelables. Ces réseaux, dont l'Algérie est membre, jouent un rôle important en matière de renforcement des capacités (*institutionnelles et humaines*) et d'appui à la mise en œuvre des stratégies nationales des énergies renouvelables. Parmi ces institutions, on citera notamment :

1. RCREEE : Centre Régional des énergies renouvelables et de l'efficacité énergétique a été créé en vertu de la Déclaration du Caire qui a été signée en juin 2008 par les représentants gouvernementaux de dix pays arabes (l'Algérie, l'Egypte, le Maroc, la Tunisie, la Lybie, le Liban, le Yémen, la Jordanie, Palestine, la Syrie). Le RCREEE a acquis son statut juridique, comme étant une organisation internationale indépendante à but non lucratif, en août 2010, à travers la conclusion d'un Accord de Siège avec le gouvernement égyptien. Fort de l'adhésion de 17 pays arabes à ce jour.

- **Objectifs et thématique** : Politiques et stratégies, R&D, Développement des capacités

Principales activités liées au développement des capacités et à la R&D : Formation en énergie éolienne (conception, exploitation et maintenance, software) Financement des EnR y

¹⁰¹ Dans le cas de l'Algérie, il s'agit de la coopération dans le cadre de l'Union du Maghreb, Union pour la méditerranée, et la ligue des pays Arabes.

compris tarifs de rachat, audits énergétiques, labellisation, codes réseau (grid codes) Bourses pour jeunes chercheurs.

2. MEDREC : Centre Méditerranéen des Energies Renouvelables, basé à Tunis, a été lancé par le Ministère Italien de l'Environnement et du Territoire. Aujourd'hui il implique les Etablissements Internationaux et Gouvernementaux de l'Algérie, de l'Egypte, de la Libye, du Maroc et de la Tunisie. Le centre est le point focal du Programme Méditerranéen des Energies renouvelables (MEDREP).

- **Objectifs et thématique**

Formation et diffusion de l'information ; développement des projets pilotes

- **Principales activités liées au développement des capacités et à la R&D**

Étude sur l'identification des besoins en renforcement des capacités en EnR en Afrique du nord (2009-01-10) Cycle de formation sur le CES Programme de renforcement des capacités sur l'MDP.

3. MEDENER : Association méditerranéenne des agences nationales de maîtrise de l'énergie, créée en 1997 à partir de la Conférence Ministérielle Euro-méditerranéenne qui a eu lieu en novembre 1995 à Barcelone. Ses objectifs visent à :

Accroître la qualité des projets en développant des normes, des labels, des outils et des méthodologies communes. Organiser le renforcement des compétences des membres et partenaires du réseau MEDENER afin de rationaliser les investissements. Établir des synergies et promouvoir les échanges nationaux entre les acteurs institutionnels, privés et de la société civile. Soutenir la mise en œuvre des projets d'efficacité énergétique et des EnR grâce à l'expertise collective de MEDENER pour identifier les bonnes pratiques et les diffuser. Créer une interface avec les acteurs publics et privés au sein de la région Méditerranée pour favoriser l'identification et la mise en œuvre de projets dans les secteurs de l'Energie et du développement urbain durable.

- **Objectifs et thématique**

Renforcer le partenariat interrégional : savoir-faire et "bonnes pratiques

- **Principales activités liées au développement des capacités et à la R&D**

Evénements sur les ER pour les pays méditerranéens et élaboration de propositions conjointes à soumettre aux instances internationales. Activités marginales en matière de R&D et développement des capacités.

4. IRENA : l'Agence internationale des énergies renouvelables est une organisation intergouvernementale¹⁰², créée en 2006 à Bonn. Elle apporte une expérience en matière d'applications pratiques, un appui sur toutes les questions liées aux EnR, une aide aux pays pour qu'ils bénéficient du développement efficace et du transfert des connaissances et des technologies des renouvelables. Les travaux de l'IRENA¹⁰³ ont comme objectifs l'intégration des énergies renouvelables dans les réseaux électriques, l'évaluation de l'état de la compétitivité et des perspectives liées aux technologies solaires ainsi que sur le développement de cadres réglementaires nationaux et mondiaux pour stimuler l'innovation et l'adoption des technologies d'énergie solaire les plus performantes.

▪ **Objectifs et thématique**

Elle fournit des analyses de pointe sur les coûts et les avantages des énergies renouvelables, ainsi que des recommandations politiques.

▪ **Principales activités liées au développement des capacités et à la R&D**

Elle encourage la gestion des connaissances, l'innovation technologique et le renforcement des capacités de développement de projets d'énergies renouvelables.

Il est à noter que d'autres structures régionales opèrent dans le développement de projets d'énergies renouvelables dont l'Algérie n'est pas membre, n'ont pas été développées dans cette sous-section. C'est le cas de l'Institut Méditerranéen des Energies Renouvelables (IMEDER) qui travaille pour les pays de l'Union pour la Méditerranée.

3.4.4. Les principales initiatives pour la coopération régionale dans le secteur des énergies renouvelables

3.4.4.1. Les initiatives de l'Union du Maghreb (U.M.A)

Les pays du Maghreb font face à des défis similaires dans le domaine énergétique. Ils doivent répondre à une forte demande interne en énergie satisfaite, majoritairement, par les énergies fossiles. Cela s'est traduit par le lancement de projets de développement des EnR dans tous les pays de l'U.M.A. Depuis 2009 (l'Algérie à partir de 2011), des investissements

¹⁰²L'adhésion est ouverte aux États membres des Nations Unies et aux organisations intergouvernementales d'intégration économique régionale qui sont désireuses et en mesure d'agir conformément aux objectifs et aux activités énoncés dans les présents Statuts.

¹⁰³Pour pouvoir être membre de l'Agence, une organisation intergouvernementale d'intégration économique régionale doit être constituée d'États souverains dont l'un au moins est membre de l'Agence et ses États membres doivent lui avoir transféré leurs compétences dans l'un au moins des domaines relevant des attributions de l'Agence.

significatifs ont ainsi été réalisés. Toutefois, de nombreux obstacles en termes de financement, de formation, de recherche-développement et, d'intégration industrielle sont apparues.

Les solutions à ces obstacles ne pourront être apportées que dans le cadre d'une véritable stratégie régionale de coopération qui doit être favorisée par de nombreuses opportunités et de multitudes de complémentarités existantes. En Outre, des règles communes pour la création d'un marché intégré des EnR et l'établissement de partenariats innovants, notamment sur le plan du développement des capacités, de l'échange d'expériences et du transfert de technologies. Actuellement, la région de l'U.M.A est considérée comme la moins intégrée du monde en matière d'énergies renouvelables alors qu'elle dispose d'atouts significatifs : potentiel en main d'œuvre jeune, expériences avérées dans les domaines du chauffe-eau solaire, de la technologie PV et de l'éolien.¹⁰⁴

La première initiative menée dans le cadre de l'UMA est la création de Comité Maghrébin de l'électricité (COMELEC)¹⁰⁵, pour promouvoir un marché régional de l'électricité. Pour les années à venir, les pays de l'U.M.A envisagé :¹⁰⁶

- Le renforcement des réseaux du transport transfrontalier de l'électricité, du gaz naturel et des produits pétroliers ;
- La mise en commun des compétences au sein de technopôles spécialisés dans les différents segments du secteur de l'énergie, permettant de réduire à terme la dépendance technologique ;
- La réalisation de projets communs fédérateurs dans les domaines de l'électronucléaire, du solaire et de la production d'équipements ;
- La création d'un cadre permanent de concertation, de coordination et de réflexion en vue de stimuler l'intégration du secteur, d'harmoniser les politiques énergétiques et de proposer des stratégies de coopération à l'échelle du Maghreb ou avec d'autres régions.

S'agissant plus spécifiquement des énergies renouvelables, les actions prévues par l'UMA portent sur :

- La poursuite des efforts de développement des infrastructures liées aux échanges électriques entre les pays de l'UMA ;

¹⁰⁴ La coopération énergétique dans les énergies renouvelables en Afrique du Nord.

¹⁰⁵ Le COMELEC est le Comité Maghrébin de l'Electricité qui a pour objet : (a) de promouvoir le commerce de l'électricité entre ses pays membres en développant les interconnexions intermaghrébines (réalisation d'une autoroute électrique en 400 kV) et (b) de faciliter le processus d'intégration du marché maghrébin au marché Européen dans un contexte de libéralisation progressive.

¹⁰⁶ Politique de coopération régionale pour le développement des énergies renouvelables en Afrique du Nord, un Rapport de la commission économique pour l'Afrique (CEA) bureau Afrique du nord, Décembre 2013.

- L'adoption d'une stratégie maghrébine unifiée des énergies renouvelables et la préparation d'une étude sur le développement des industries locales des ER ;
- L'élaboration des règles commerciales et techniques nécessaires à la facilitation des échanges électriques entre les pays de l'UMA ;
- L'harmonisation des normes et standards relatives aux énergies renouvelables ; - L'élaboration d'un ATLAS solaire et éolien maghrébin ;
- Le plaidoyer pour la création de régulateurs nationaux et la mise en place d'un forum maghrébin entre les institutions de régulation électrique ;
- La création d'un forum maghrébin regroupant les institutions chargées de la maîtrise de l'énergie.

3.4.4.2. Les initiatives dans le cadre de La ligue des Etats Arabes(LEA)

Les pays Arabes ont adopté, dans le cadre de la LEA, la Stratégie des Energies Renouvelables (2010-2030), Sur la base des ambitions annoncés par les Etats membres. Le secteur des énergies renouvelables se développe depuis de nombreuses années dans les pays de LEA, Cependant, la pénétration des ER dans le mix énergétique reste faible¹⁰⁷. La stratégie prévoit d'augmenter le taux pénétration des EnR dans les systèmes énergétique nationaux. Elle comprend cinq objectifs spécifiques :¹⁰⁸

- Améliorer la sécurité énergétique par la diversification des ressources énergétiques ;
- Utiliser l'abondance des ressources en EnR dans la région et remédier à la pénurie des ressources en eau ;
- Répondre aux besoins de développement nationaux et régionaux ;
- Conserver le pétrole et le gaz naturel en tant que réserves stratégiques ;
- Contribuer à résoudre les problèmes environnementaux.

Pour atteindre ces objectifs, les pays de LEA prévoient, dans le cadre de leur stratégie des EnR, un certain nombre de mesures clés¹⁰⁹ :

- L'adoption de politiques nationales et régionales visant la mise en place d'un environnement attractif pour le développement des technologies des énergies renouvelables ;

¹⁰⁷ Selon la CEA il est de l'ordre de 3%.

¹⁰⁸ Politique de coopération régionale pour le développement des énergies renouvelables en Afrique du Nord, un Rapport de la commission économique pour l'Afrique (CEA) bureau Afrique du nord, Décembre 2013.

¹⁰⁹ Politique de coopération régionale pour le développement des énergies renouvelables en Afrique du Nord, un Rapport de la commission économique pour l'Afrique (CEA) bureau Afrique du nord, Décembre 2013.

- L'échange d'expertise et la promotion de mécanismes pour renforcer la coopération régionale et internationale ;
- L'encouragement du secteur privé à participer au développement des technologies et à la recherche.

Ces Objectifs ne peuvent être atteints qu'à travers un renforcement de la coopération entre les pays de L.E.A. La stratégie panarabe des énergies renouvelables adoptée en 2013, en collaboration avec l'agence internationale des énergies renouvelables (IRENA) et le Centre régional du Caire pour les énergies renouvelables et l'efficacité énergétique (RCREEE), représente un consensus entre les États arabes sur la poursuite d'un avenir énergétique durable. La stratégie prévoit un développement à grande échelle de l'énorme potentiel d'énergie renouvelable de la région arabe, y compris des ressources pour la production d'électricité renouvelable, d'ici 2030. La réalisation de cet objectif dépendra en partie de l'ouverture du marché, grâce à l'accès au réseau pour les producteurs d'électricité indépendants, des outils pour faciliter le financement et des efforts pour renforcer les capacités du secteur privé pour un déploiement accéléré des énergies renouvelables.

La mise en œuvre de cette stratégie va nécessiter une action concertée des Etats membres de la Ligue Arabe et des organisations régionales et internationales notamment le RCREEE, l'union arabe d'électricité, et IRENA.

3.4.4.3. Les initiatives euro-méditerranéennes

Le développement des énergies renouvelables nécessite des investissements¹¹⁰ importants en matière d'équipements technologiques et autres installations pour produire de l'électricité verte. Des distorsions existent entre les pays de la méditerranées en terme de potentiel en ressources, de capacités de financement et de technologies nécessaires pour la mise en œuvre de projets des renouvelables. Une politique de coopération entre les pays du Nord, comme du Sud et de l'Est peut-être une opportunité pour faire de la méditerranée un marché régional intégré dans les énergies vertes.

Plusieurs initiatives ont été menées dans le cadre du partenariat Euro-méditerranéen, telles que le Plan Solaire Méditerranéen(PSM)¹¹¹ que l'Algérie n'a pas ratifié , les initiatives menées dans le cadre de l'UMA (COMELEC), plateforme maghrébine de recherche

¹¹⁰ Estimé à un investissement mondial annuel de près de 280 milliards de dollars (IRENA, 2017)

¹¹¹Le PSM prévoit la production de 20 GW en énergies renouvelables à l'horizon 2020 et le développement du réseau méditerranéen d'interconnexion électrique qui devrait à plus long terme, servir de base à l'établissement d'un réseau Euro-méditerranéen.

scientifique et universitaire dans le domaine des ER), et autres accords existants entre l'UE et certains pays de l'Afrique du Nord comme l'Algérie, offrent des cadres et d'actions communes, susceptibles d'améliorer la coopération technique (technologique) et financière pour un développement d'un marché régional de l'électricité et la construction d'un réseau électrique euro-méditerranéen. Ce qui ouvrira la voie à la coopération et partenariats pour l'émergence de filières industrielles régionales dans une logique de coproduction des EnR.

1. U.M.A-UE

La coopération entre les pays de l'union du Maghreb avec les pays de l'union européenne concerne, essentiellement, le projet de l'intégration des marchés de l'électricité de l'Algérie, la Tunisie et le Maroc avec celui de l'UE. Les premières actions de cette coopération consistent en l'harmonisation des cadres réglementaires et législatifs ainsi que le renforcement des infrastructures pour la création d'un marché maghrébin viable de l'électricité. Ce partenariat énergétique entre les pays de l'U.M.A et l'union européenne se réalise dans le cadre du COMELEC et MEDREG¹¹² pour Intégration des Marchés Maghrébins de l'Electricité (IMME).

En plus de MEDREG d'autres initiatives comme MED-TSO20 sont engagés dans l'établissement d'une Communauté Méditerranéenne de l'énergie en mettant en place un schéma directeur des interconnexions électriques en Méditerranée à l'horizon 2030. MEDREG, a développé une stratégie globale 2020-2030 qui vise à créer les conditions de la mise en place d'une Communauté méditerranéenne de l'énergie.

Pour mieux favoriser la coopération énergétique en méditerranée et afin de promouvoir l'intégration des marchés méditerranéens de l'énergie, la Commission européenne a présenté plusieurs propositions, dans la perspective de la création d'une communauté énergétique UE-Méditerranée méridionale. Dans ce sens, un projet de coopération Algérie - Union Européenne a été mis en place dans le cadre de l'accord d'association entre les deux parties.

2. Projet de coopération Algérie - Union Européenne

La coopération Algérie - Union Européenne dans le domaine de l'énergie s'inscrit dans le cadre de mise en œuvre de l'accord d'association entre l'Union Européenne et l'Algérie¹¹³. La filière es EnR est concerné par un programme de financement, portant sur un appui d'un

¹¹² MEDREG est l'association des Régulateurs méditerranéens de l'énergie, qui rassemble 27 régulateurs d'énergie de 22 pays, couvrant l'Union européenne (UE), les Balkans et la région MENA : Albanie, Algérie,

¹¹³ Signé le 22 avril 2002 et entré en application le 1^{er} septembre 2005. Dans le cadre de l'application de cet accord d'association, un Mémoire d'Entente a été signé, par les deux parties, le 07 juillet 2013, suivi par la signature, le 13 mars 2017, à Bruxelles, d'une convention de coopération financière.

budget 11millions¹¹⁴ d'euros avec un cofinancement parallèle d'un million d'euro de la partie algérienne L'acquisition d'équipements (logiciels, appareils de mesure et vérification, laboratoires d'essais, etc.) sera financée, par l'UE, à travers un ou deux marchés de fournitures, pour un montant total de 300 000¹¹⁵ Euros.

▪ **L'initiative industrielle Desertec (DII)**

Desertec¹¹⁶ (Dii) est un projet d'EnR de grande envergure qui prévoit l'exploitation du potentiel énergétique renouvelable des déserts d'Afrique du Nord et du Moyen-Orient pour produire d'électricité verte et approvisionner durablement les régions avoisinantes (en particulier l'Europe).

Elle travaille dans l'objectif de créer un marché de l'électricité verte entre l'Afrique du Nord, le Moyen-Orient et l'Europe. Son nouveau plan d'action « Power : Getting Started » publié en juin 2013 présente les activités futures de DII qui travaillera sur les conditions cadres politiques, les sites adéquats, le développement du marché de l'électricité, les lignes de transport et les impacts socio-économiques des EnR sur la région.

L'Algérie, après l'échec des premières négociations, est intéressée par la coopération avec le consortium allemand Dii Desert Energy (Desertec), afin de renforcer les capacités de production d'énergie d'origine renouvelables. Pour l'Algérie, les objectifs principaux de cette coopération portent sur l'initiation et la réalisation des études techniques et économiques pour mieux profiter des potentiels solaires et éolien dont elle dispose, et généraliser les EnR. La promotion des projets communs de développement des EnR au niveau national et international et la promotion en commun de la recherche dans le domaine de la fabrication, de l'installation, de l'exploitation et du stockage des EnR. Il s'agit également de l'examen en commun des voies et moyens pour l'accès aux marchés extérieurs pour l'exportation de l'électricité d'origine renouvelables et le renforcement du partenariat en termes de formation dans les industries des énergies renouvelables et le transfert du savoir-faire et de la technologie.

¹¹⁴ Un financement dans le cadre de la mise en œuvre de la politique algérienne de développement des énergies renouvelables (EnR) et de l'efficacité énergétique (EE).

¹¹⁵Source : ministère de l'énergie et des mines

¹¹⁶Dii (Desertec Industrial Initiative) est créée en 2009, elle a fini par se dissocier de DII. L'Initiative Industrielle est passé de 17 partenaires à trois seulement : L'Allemand RWE, le saoudien Acwa Power ET LE Chinois State Grid.

3.4.4.4. Le Programme de coopération Afrique-UE dans le domaine des énergies renouvelables

Dans l'objectif d'exploiter le potentiel africain en énergies renouvelables, et pour mieux profiter des synergies qui peuvent exister entre les pays de l'union africaines et de l'union européenne, un programme de coopération (RECP) a été élaborer pour créer des opportunités pour les énergies nouvelles. Conçu comme un cadre de coopération non limitatif entre les deux continents, ce programme a pour objet d'accroître l'utilisation des énergies renouvelables sur le continent africain.

Pour un meilleur développement des infrastructures et des interconnexions énergétiques au sein de l'Afrique et entre celle-ci et l'Europe, le partenariat Afrique-UE dans le domaine des énergies renouvelables (PAEE) vise à mobiliser davantage de ressources financières, techniques et humaines en appui au des énergies renouvelables et de l'efficacité énergétique. Le financement du (RECP) sera assuré par diverses sources et une partie importante devrait provenir d'institutions publiques européennes et africaines : le Fonds pour l'énergie, la, le Fonds d'affectation spéciale UE -Afrique pour les infrastructures, ainsi que de nombreux instruments bilatéraux. En plus de développement des infrastructures énergétiques, Des activités de développement des compétences techniques et professionnelles, en coopération avec des établissements de formation professionnelle dans des pays africains, sont en cours.

Enfin, La coordination entre toutes ces initiatives devrait permettre le renforcement de la coopération régionale dans les projets d'EnR et d'optimiser ainsi leurs impacts, en mettant à profit les synergies et les complémentarités qui existent entre les différents pays au niveau régional. La coopération régionale est un élément essentiel du processus de développement de projets d'EnR. Elle doit passer par la mise en place d'un cadre fédérateur permettant une harmonisation des politiques énergétiques nationales, une optimisation des synergies potentielles et une meilleure répartition des rôles entre les acteurs. L'adoption d'une approche régionale pour le développement de projets d'EnR permettrait d'accompagner et de coordonner les efforts des pays dans l'atteinte de leurs objectifs de transition énergétique. Les organisations régionales et internationales doivent favoriser tous rapprochement énergétique entre pays afin d'ouvrir de nouvelles perspectives pour les énergies renouvelables.

Conclusion

Le secteur des énergies renouvelables en Algérie est à peine émergent, malgré l'existence d'un tissu d'entreprise intervenant sur le long de la chaîne de valeur de la filière, sa contribution au mix énergétique est toutefois assez marginale puisqu'elles ne représentaient que 0.02% du mix énergétique en 2019 (solaire et éolien essentiellement), le reste étant composé de gaz naturel et du pétrole. Pourtant le pays dispose d'un potentiel suffisant pour réduire la dépendance aux énergies fossiles notamment pour les différents services fournis par l'électricité comme l'éclairage, la climatisation, le chauffage et les télécommunications...

Malgré le développement d'un cadre réglementaire par des lois incitant à l'investissement, création des institutions spécialisées et des centres de recherches, et la mise en place des mécanismes financiers ; le pays accuse un retard conséquent dans la réalisation des installations des EnR. Ce retard est expliqué, en premier lieu, par les obstacles liés à l'investissement et les barrières réglementaires qui rendent difficile l'accès au marché, d'où une faible implication des opérateurs privés dans le développement de projets d'EnR. S'ajoute les obstacles liés au coût très élevé des EnR, concurrencés par les subventions accordées aux énergies fossiles par l'Etat. La non maîtrise des technologies et à la faiblesse des capacités de production locale de biens d'équipement et de services rendent plus coûteux les installations d'énergies renouvelables. Malgré l'existence d'un tissu industriel regroupant les entreprises nationales et étrangères intervenant dans le secteur des EnR, le taux d'intégration demeure faible d'où le recours à l'importation des composants et autres produits nécessaires à la construction des centrales solaires et éoliennes.

L'absence d'une vision stratégique pour la mise en œuvre du programme national des énergies renouvelables et de l'efficacité énergétique a fait que le pays a raté la première étape de sa transition énergétique. L'objectif tracé pour la période 2015-2020 n'est pas atteint, et il n'est pas exclu qu'à l'horizon 2030 la production de 37% de l'électricité verte, comme prévu dans le dit-programme, ne peut être assurée. Le non recours à une stratégie de coopération et de partenariat a empêché l'Algérie d'une part, de bénéficier des transferts technologiques et du savoir-faire étranger au niveau régional et international, et d'autre part, de réduire le coût global de son projet qui est évalué à plus de 60 Milliards de Dollars.

Malgré la création d'un cluster qui regroupe toutes les entreprises de l'industrie des EnR, Les contraintes de financement et les barrières à l'investissement ont fait que l'industrie des énergies renouvelables en Algérie est restée en phase de démarrage.

Conclusion générale

Notre travail de recherche a été consacré à l'étude et à l'évaluation de la stratégie Algérienne de développement des EnR dans le cadre de la nouvelle politique énergétique du pays. L'objectif de cette thèse était d'analyser l'efficacité des diverses politiques visant à promouvoir des énergies renouvelables dans la production électrique, et à favoriser l'émergence d'un système énergétique basé sur les sources non épuisables ; se référant aux problématiques d'économie des ressources naturelle (combustible fossiles, ressources renouvelables) et de l'environnement tout en prenant en compte, explicitement, le changement technique. Pour ce faire, nous nous sommes appuyés sur la notion de transition énergétique en proposant de l'appréhender sous une approche mixte. L'approche mixte consiste à renforcer la diversité de l'offre de l'énergie tout en prenant en considération la dimension institutionnelle, technologique, sociologique, regulationniste, et managériale de la transition énergétique.

Le premier chapitre a éclairé la problématique de l'épuisement des ressources fossiles et la nécessité d'une transition vers d'autres formes d'énergies. Sur le plan conceptuel, notre analyse part de la théorie des ressources épuisables de HOTELLING qui justifie l'épuisement future des combustibles fossiles. Cette approche théorique a démontré que les ressources non renouvelables sont épuisables et leur exploitation est limitée dans le temps. Le phénomène de rareté qui les caractérise a attribué pour leurs détenteurs une position de « monopole ». La raréfaction de ces ressources a, en effet, offert la possibilité aux pays producteurs d'introduire une rente de rareté (premier choc de 1973) ainsi qu'une rente de monopole (deuxième choc de 1979) dans le prix du brut, repoussant de la sorte l'échéance d'épuisement de leur stock en terre. Les deux chocs pétroliers et les crises économico-financières qui s'en est suivie ont révélé le lien entre l'énergie et la croissance économique, cela s'est manifesté par un effondrement des investissements dans le secteur énergétique ainsi qu'une baisse de la demande, et les importations énergétiques pèsent, en effet, sur les PIB de certains pays industrialisés, grands consommateurs d'énergie. Pour les prochaines années, la réfraction des ressources engendrera la hausse des coûts de leur extraction alors que la production commencera à se déclinier. Cette phase, appelé le pic de « Hubert » ou le « pic de la production pétrolière », devrait se situer avant 2030 selon les prévisions de l'agence internationale de l'énergie (AIE).

Dans un contexte énergétique mondial marqué par une utilisation massive des énergies fossiles, la mise en place d'une stratégie cohérente visant à modifier le système énergétique actuel, arrivée à maturité, est nécessaire. Le développement économique, technologique et la hausse de la population mondiale sont des facteurs favorisant la hausse de la consommation d'énergie dans le monde. La satisfaction de la demande en énergies fossiles nécessitera de

remplacer les gisements existants, par de nouvelles découvertes, ce qui entraînera un besoin d'investissements importants dans l'amont pétrolier et gazier. La réalisation de ces investissements est un facteur clé de l'équilibre offre-demande à moyen terme. En d'autres termes, le principal problème n'est pas la disponibilité des ressources dans le sous-sol, mais la réalisation en temps utile des investissements nécessaires à la mise en valeur de ces gisements, pour augmenter la durée de vie des réserves.

Le regain d'intérêt pour les ressources naturelles, dont l'épuisement appelle des solutions alternatives, doit être accompagné par des politiques d'efficacité et de sobriété énergétique où les économies devront apprendre à être plus efficaces dans l'utilisation de l'énergie et moins dépendantes des combustibles fossiles. La dégradation environnementale provoquée, notamment, par le réchauffement climatique et l'émission de gaz à effet de serre, soulève la problématique de choix énergétiques plus rationnels pour la collectivité, c'est-à-dire, socialement soutenable. Nous atteignons aujourd'hui les limites du modèle énergétique actuel fondé sur l'exploitation massives des combustibles fossiles sans la prise en compte des coûts sociaux et environnementaux (externalités) qui sont associés à leur production. Si nous choisissons le développement viable et un accès équitable à l'énergie, alors une refonte du système énergétique est inéluctable. La sécurité et la continuité des approvisionnements en énergie ne peut être assurée que par la transition vers un nouveau modèle faisant appel aux ressources renouvelables.

L'accroissement des besoins énergétiques dans le monde, l'avenir des ressources fossiles, l'effet du développement durable, le réchauffement climatique sont des facteurs qui justifient la nécessité et l'urgence pour promouvoir la transition vers un nouveau système énergétique basé sur les ressources renouvelables. En effet, l'impact négatif des combustibles fossiles sur l'environnement et leur caractère épuisable rendent nécessaire une transition vers des énergies renouvelables. L'épuisement des ressources fossile représente un risque pour les approvisionnements futurs en énergie, l'importance de leurs émissions de gaz à effet de serre est un risque pour le climat. Il est donc nécessaire d'engager une transition vers un système énergétique faisant appel d'une manière prédominante à des sources d'énergies propres et renouvelables.

Conséquemment, la transition énergétique doit être abordée sous une approche multiple en tenant compte des caractéristiques énergétiques et de la situation socio-économique de chaque pays. L'approche multiple permettrait l'implication de tous les acteurs économiques, énergétiques, sociologiques et politiques dans le processus de transition. L'objectif, à court et

moyen terme, est d'arrivé à établir un mix énergétique privilégiant une domination progressive des énergies vertes, pour atteindre ensuite un déploiement massif et généralisé des ressources renouvelables. La mise en œuvre de la transition énergétique doit permettre l'émergence d'un système énergétique plus durable et plus soutenable ce qui permettrait une sécurité des approvisionnements en énergie et la limitation des gaz à effet de serre.

Néanmoins, plusieurs contraintes freinent le développement des énergies renouvelables ; promises sur le moyen et le long terme à un développement important, les technologies des énergies renouvelables n'ont, pour la plupart pas encore atteint une maturité suffisante pour entrer en compétition avec les énergies classiques sur une grande échelle. Il existe bien sûr une exception qui est l'hydroélectricité, ainsi que certaines formes d'énergies renouvelables qui commencent à être économiquement viable. C'est certainement les coûts de production qui handicape leur compétitivité, et plus particulièrement celles qui produisent de l'électricité car les investissements sont (lourds) important. Ils portent sur les structures de productions, les réseaux de distribution et autres sommes allouées à la recherche et développement. La compétitivité, enfin, est une préoccupation majeure au niveau mondial. Les prix des énergies ne reflètent pas toujours les coûts sociaux et environnementaux (externalités) qui sont associés à la production de ces ressources. La recherche de compétitivité conduit aussi, dans un contexte de prix croissant des énergies, à la mise en œuvre d'actions de maîtrise de la demande, et rejoint en cela l'enjeu climatique. La priorité donnée à chacun de ces enjeux dépend, pour chaque, pays du contexte économique, énergétique, social qui lui est propre, ce qui se traduit par des trajectoires énergétiques sensiblement différentes d'un pays ou d'une région à l'autre.

Dans le deuxième chapitre, l'étude sur les principaux indicateurs économiques du pays ont révélé que l'Algérie enregistre une démographie dynamique, un PIB par habitant faible comparativement aux potentialités économiques du pays avec un taux de chômage très élevé et une dépendance aux hydrocarbures qui représentent 35% du PIB national. Le secteur de l'énergie occupe une place prédominante dans l'économie nationale. Il est basé sur une conciliation entre la satisfaction des besoins énergétiques internes, et constituent une source de revenus importante pour le pays. La politique énergétique mené depuis la nationalisation des hydrocarbures va dans le sens d'encouragement de la consommation par les subventions de l'énergie qui pèsent sur les finances publiques du pays.

L'analyse des indicateurs énergétiques a dévoilé, indépendamment du volume de ses réserves qui constituent une opportunité pour le pays, que le défis des prochaines années pour l'Algérie, en matière énergétique, est l'augmentation de nombre de découvertes d'hydrocarbures par la réalisation d'investissements importants dans l'Amont pétrolier et Gazier pour une la sécurité de ses approvisionnements en interne et la continuité de ses exportations. La consommation interne est en croissance permanente est satisfaite majoritairement par les ressources fossiles. Une contribution exigüe des énergies renouvelables au mix énergétique, malgré l'existence d'un potentiel important. Une infrastructure de distribution de l'Electricité et de Gaz naturel insuffisamment développée et vieillissante. Une faible participation du secteur privé aux investissements énergétique ce qu'à laisser la place à la domination des entreprises publiques.

Les perspectives de la demande énergétique imposent aux autorités algériennes la mise en place des politiques d'efficacité énergétique pour une meilleure maitrise de la consommation interne et une utilisation rationnelle de l'énergie d'une manière générale. Pour s'assurer de disposer d'approvisionnements 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 voir même des cadres réglementaires appropriés ; à titre d'exemple la suppression des subventions des prix locaux pourrait grandement contribuer à la diminution de la consommation domestique. En plus des économies d'énergie que le pays doit réaliser, le deuxième chapitre de ce travail nous a révélé que le système énergétique national est basé essentiellement sur les énergies fossiles et une contribution exigüe des énergies renouvelables au mix énergétique, malgré l'existence d'un potentiel important.

Le troisième chapitre est consacré à la présentation de la stratégie qui a été mise en œuvre dans le cadre des deux versions du PNEREE. Nous avons débuté par la présentation du potentiel algérien en EnR qui a révélé, qu'avec un ensoleillement annuel moyen évalué à 3500 heures, une puissance solaire estimée à environ 2.650 KWh/m²/an dans le sud et un territoire composé de 86% de désert saharien, l'Algérie possède un énorme potentiel en énergie renouvelable dans le monde. Ce résultat confirme notre **première hypothèse** de recherche. Ensuite, l'analyse des deux versions du PNEREE nous a permis de dégager une réponse à notre **problématique de recherche**, en faisant apparaître la stratégie qui été mise en place pour le déploiement des EnR dans le cadre de la nouvelle politique énergétique algérienne. En effet, l'Algérie a adopté des réformes dans le secteur de l'énergie, en orientant sa politique

énergétique vers la valorisation des ressources renouvelables et de l'efficacité énergétique à l'horizon 2030. Un programme a été mis en œuvre en 2011, où la priorité a été donnée au solaire thermique, puis révisé en 2015 avec un changement d'orientation stratégique qui a confirmé le solaire photovoltaïque et l'éolien comme filières viables à considérer en raison de leur maturité technologique, et de leurs coûts compétitifs. Ce programme ayant pour objectif de produire, d'ici 2030, 37% d'électricité à partir de sources renouvelables vise, en outre, à développer une véritable industrie du solaire pour atteindre 30% du taux d'intégration. Un plan de formation et de capitalisation qui permettra, à terme, d'asseoir un savoir-faire efficient, notamment en matière d'engineering et de management de projets est également associée à ce programme. Afin de réaliser cet objectif, l'Etat Algérien a mis en place d'importantes réformes des cadres institutionnels, législatifs et réglementaire (lois, décrets et arrêtés) en vue de promouvoir les énergies renouvelables et l'efficacité énergétique. Ainsi, des institutions spécifiques ont été créés et la réglementation revue pour favoriser, à des degrés divers, une plus grande ouverture du marché des énergies renouvelables. En matière de financement, des fonds ont été établis et des mécanismes de financement mis en place. Ces mesures évoquées dans le chapitre trois confirment notre deuxième hypothèse de recherche,

Le Chapitre trois nous a permis également d'identifier les enjeux qui sont liés au développement des énergies renouvelables et de l'efficacité énergétique. Ces enjeux sont économiques, énergétiques, technologiques et environnementaux. Sur le plan énergétique, l'insertion des énergies renouvelables dans mix énergétique national se traduirait par une économie d'énergies fossiles notamment le Gaz naturel dont la quantité est évaluée à 300 milliards de m³ à l'horizon 2030. Les quantités économisées vont servir de surplus qui sera destiné à l'exportation. Le déploiement des énergies renouvelables permet également de réduire les inégalités en terme d'accès à l'énergies notamment dans les zones rurales et les zones isolées du sud du pays. Le développement d'un tissu industriel des EnR qui va générer près de 252 000 emplois est l'enjeu économique principal des EnR en Algérie. Sur le plan du développement durable, la substitution des énergies fossiles par les renouvelables contribuera à la protection de l'environnement par la réduction des émissions de gaz à effet de serre, qui coûte à l'Algérie annuellement 7% de son PIB. S'ajoute les engagements internationaux de l'Algérie pour le climat (protocole de Kyoto) qui oblige le pays à réduire la consommation et l'utilisations des fossiles au profit des renouvelables. Enfin, et d'une manière globale, l'enjeu principal du déploiement des énergies renouvelables est, en premier lieu, de faire émerger un secteur stratégique qui va garantir la sécurité énergétique pour le pays, et qui constituerait une source

de financement du développement économique et social, comme ils y sont actuellement les hydrocarbures. En second lieu, la recherche du maintien du rang de l'Algérie sur la scène énergétique mondiale en gardant son statut du pays producteur et exportateur d'énergie.

Quatrième chapitre de notre thèse est consacré à notre étude empirique à savoir les réalisations et les perspectives dans le secteur des énergies renouvelables en Algérie. On a essayé d'évaluer la stratégie de développement des énergies renouvelables et de l'efficacité énergétique, mise en œuvre depuis 2011. D'une part, notre étude s'est focalisée sur les capacités installées et les quantités d'électricité verte produites, ce qui nous a permis de dégager le taux de contribution des EnR au mix énergétique national. D'autre part, on a analysé les réalisations technologiques qui nous ont dévoilé le taux d'intégration national. Enfin, nous avons analysé les perspectives du développement du secteur, ceci nous a fait découvrir les capacités dont dispose le pays pour atteindre ses objectifs à l'horizon 2030-2035, et ses opportunités en termes de coopération régionale et internationale.

L'évaluation des installations réalisées montre que malgré un ambitieux programme national de développement des énergies renouvelables et de l'efficacité énergétique lancés en 2011, l'Algérie n'a pas atteint l'objectif tracé pour la première phase de ce programme révisée en 2015. Il a été prévu d'installer une capacité de 4000 MW à la fin de l'année 2020, alors qu'on a réussi à réaliser que 390 MW, soit environ 10% de ce qui a été attendu. Il est à signaler que les réalisations dans le secteur des renouvelables ont vu le jour sous le P.N.E.R.E.E 2011 alors que la version 2015 n'a enregistré aucun projet concret à signaler. Ces résultats infirment notre troisième hypothèse.

Le manque d'efficacité des moyens mobilisés, l'absence d'une vision stratégique pour la mise en œuvre PNEREE, et la focalisation sur une approche purement technique de la transition énergétique, ont fait que le pays a raté la première étape de son programme de développement des EnR. L'objectif tracé pour la période 2015-2020 n'est pas atteint, et il n'est pas exclu qu'à l'horizon 2030 la production de 37% de l'électricité verte, comme prévu dans le dit-programme, ne peut être assurée. Pour tenter de combler ce grand retard un nouveau programme de développement des énergies renouvelables a été lancé en 2019 avec l'objectif de réaliser une capacité de 16.000 MW à l'horizon 2035, et ce, exclusivement à base de solaire photovoltaïque. 94% produits par des centrales solaires connectées au réseau électrique national, dont une première tranche de 4.000 MWc est à réaliser à l'horizon 2024 et les 6% restants sont à déployer en mode autonome à l'horizon 2030.

Sur le plan technologique, La production locale d'équipement d'énergies renouvelables est dominée par le solaire photovoltaïque. La filière solaire représente en Algérie la principale source d'énergies renouvelables. Aussi, l'offre local est limitée à cette filière et à une petite production de chauffe eaux solaire. Malgré l'existence d'un cluster qui regroupe toutes les entreprises de l'industrie du solaire photovoltaïque. Les contraintes de financement et les barrières à l'investissement ont fait que l'industrie des énergies renouvelables en Algérie est restée à la phase de démarrage. A l'heure actuelle, elle ne contribue qu'à environs de 30% dans les réalisations de projets d'où le recours aux importations des composants et autres équipements nécessaires aux installations solaires et éoliennes.

Notre étude a dévoilé l'absence de la coopération malgré les opportunités offertes au pays que ce soit sur le plan régionale ou international. Plusieurs initiatives telles que le Plan Solaire Méditerranéen (PSM), le partenariat Euro- Méditerranéen, les accords entre l'UE et certains pays de l'Afrique du Nord, le projet DESERTEC ou encore les initiatives menées dans le cadre de l'UMA (COMEEC, plateforme maghrébine de recherche scientifique et universitaire dans le domaine des ER) et de la Ligue Arabe, constituent autant de cadres de concertation et d'actions communes, susceptibles d'améliorer la coopération technique et financière pour un développement effectif des énergies renouvelables. Ces partenariats offrent des perspectives certaines pour accroître les investissements et développer des projets de production et de distribution d'énergies renouvelables, renforcer les interconnexions et créer un marché régional porteur pour l'électricité. Le non recours à une stratégie de coopération et de partenariat a empêché l'Algérie d'une part, de bénéficier des transferts technologiques et du savoir-faire étranger, et d'autre part, de réduire le coût global de son projet qui est évalué à plus de 60 Milliards de Dollars.

Le débat sur la transition énergétique n'est pas clos dès lors que l'on prend en considération le processus de sa mise en œuvre. Un consensus semble prendre forme autour de l'urgence de construire un nouveau paradigme associant efficacité énergétique et efficacité sociale. Cela signifie qu'il faut repenser les normes d'exploitation de l'énergie dans le sens de l'amélioration du bien-être de l'ensemble de la population du globe et la protection de l'environnement. A cet effet, il convient, d'une part, de parvenir à satisfaire la demande mondiale d'énergie, et d'autre part, utiliser rationnellement l'énergie de façon à réduire la consommation sans compromettre le développement. Aujourd'hui, la transition énergétique est devenue incontournable pour répondre aux besoins croissants en énergie, atténuer les risques liés à la tendance à la baisse des réserves des énergies fossiles qui affectent les marchés et

réduire les émissions de Gaz à effet de serre. Par conséquent, ces limites, assez proche, doivent nous obliger à nous tourner vers d'autres façons de produire de l'énergie.

Ce constat suggère un prolongement de recherche sur les instruments de soutien au développement des sources d'énergie renouvelables dans un contexte où l'énergie est au cœur des conflits géopolitiques au niveau régional et international.

Le premier prolongement porterait sur une vision globale de la transition énergétique associant pays en développement et pays industrialisé pour créer des synergies entre possesseurs de ressources énergétiques et détenteurs du savoir-faire technologique. Ces partenariats peuvent favoriser l'émergence des marchés électriques régionaux.

Le second prolongement porterait sur l'approche dynamique de ces instruments en univers incertain en tenant compte de leurs effets endogènes. Comment concevoir les modalités de flexibilisation des dispositifs afin d'assurer leur stabilité et donc leur crédibilité institutionnelle dans la durée, dans un domaine où les investisseurs ont besoin d'une prévisibilité à long terme pour s'engager ?

Bibliographie

1. Agence Nationale pour la Promotion et la Rationalisation de l'Utilisation de l'Energie (APRUE) « Consommation d'énergie finale en Algérie 2000-20012 ». 2013
2. AKBI Amine « La sous-traitance dans le secteur des énergies renouvelables ». Le bulletin des énergies renouvelables publié par le CDER, N° 41,2014.
3. Alain Grandjean et Mireille Martini « Financer la transition énergétique dans le monde » Éditions de l'Atelier, 2016.
4. Alexandre Rojey, « Énergie et climat : réussir la transition énergétique » Paris : Éditions Technip, 2008
5. AMUNDSEN Eirik Schröder « Théorie des ressources épuisables et rente pétrolière » Economica,1992
6. ANGELIER, J. P. « Economie industrielle : une méthode d'analyse, », 3e édition, PUG, 2002
7. ANGELIER, J. P. « Les exportations d'hydrocarbures et le développement économique et social de l'Algérie : réflexions à propos du syndrome Hollandais », texte d'une conférence donnée à la faculté d'économie de l'université de Constantine (2004),
8. ANGELIER, J. P., « La consommation mondiale d'énergie », Economica 2009
9. AOUN, M.C, « Impact de la rente pétrolière sur les économies des pays exportateurs de pétrole », la lettre de transparence, n°31, Décembre2006.
10. AYOUB Antoine/PERCEBOIS Jacques « Pétrole : marchés et stratégies. » Economica 1987,
11. BAIROCH. P : « Diagnostic de l'évolution économique du tiers monde », Paris, Gautiers-villars, 1967.
12. BELAÏD, A. « Le gaz Algérien, stratégies en enjeux », Bouchéne, Alger.1989
13. BELAÏD, A. « Le pétrole et le gaz naturel en Algérie », Edition ANEP, 2012
14. Bernard bourgeois, Dominique finnon et jean Marie Martin, « Energie et changement technologique, une approche évolutionniste », Economica 2000.
15. Bernard Durand, « Energie et environnement : les risques et les enjeux d'une crise annoncée » Les Ulis 2007
16. Bernard WIESENFELD, « Promesses et réalités des énergies renouvelables », Edition sciences 2013
17. BONTEMS.P, G. ROTILLON , « l'économie de l'environnement » La Découverte,2003
18. Bouali Amel, « Cadre réglementaire de l'encouragement des énergies renouvelables en Algérie, Communication lors de la 1ère journée Algéro – Allemande de l'énergie, Le 24 Avril 2018.

Bibliographie

19. BOUSSENA, S., J. P. PAUWELS, C. LOCATELLI, C. SWARTENBROEKX ,« Le défi pétrolier : questions actuelles du pétrole et du gaz », Vuibert, Paris 2006.
20. Bruno Lapillonne « Le concept d'efficacité énergétique comme indicateur de performances énergétiques de l'économie » Liaison Énergie Francophonie, n° 34, .1997
21. Bruno Rebelle « Libérons, les énergies : pour une transition énergétique ambitieuse » Ligne de repères, 2014.
22. Buttigieg Stéphane « Transition énergétique : stratégies d'innovation des groupes électriques européens », Thèse de doctorat, Université Paris 9,2016.
23. Centre des énergies renouvelables (CDER « Atlas Solaire Algérien »2002
24. Centre des énergies renouvelables (CDER) « Algerian Renewable Energy Resource Atlas » 1st Edition 2019.
25. CHEVALIER, J. M. , « Les grandes batailles de l'énergie » FOLIO actuel, 2004.
26. Christophe Beslay et Marie-Christine Zélem, « La sociologie de l'énergie : Gouvernance et pratiques sociales » C.N.R.S Éditions, 2015.
27. CNTPP dans le cadre du programme européen SWITCH MED avec l'appui du PNUE, « Modes de consommation et de production durables en Algérie : état des lieux », Septembre 2015.
28. D. RICARDO : « Des principes de l'économie politique et de l'impôt » Paris, Flammarion 1971.
29. DAUTRAY, R., « Quelle énergies pour demain ? » Ed. ODILE JACOB, Paris.2004.
30. DELESTRANGE, C., C. A. PAILLARD, P. ZELENKO « Géopolitique du pétrole », Technip 2005.
31. Dosi Giovanni « Changement technique et théorie économiques » Edité dans la série de Livre du laboratoire d'économie et de Gestion (LEM), Ecole d'Etudes Supérieures Sant'Anna, Pise, Italie 1988.
32. Du Castel, Viviane « intelligence stratégique et énergie : un tandem indissociable au service d'une nouvelle géopolitique » L'Harmattan 2013
33. École de Francfort-PNUE (Programme des nations unies pour l'environnement). « Le rapport Global Trends in Renewable Energy Investment 2020 »
34. Eddrief-Cherfi Souhila « Les perspectives énergétiques de l'Algérie : Quelles seraient les perspectives de consommation, de production, d'exportation du pétrole et du gaz » PAF,2015

Bibliographie

35. Ellis, J. « L'effet de la réforme de la subvention des combustibles fossiles : examen de la modélisation et des études empiriques », l'Institut international du développement durable, mars 2010.
36. Estelle Iacona, Jean Taine, Bernard Tamain « Les enjeux de l'énergie », DUNOD -Paris 2012
37. Francis Meunier, Christine meunier- Castelain « adieu le pétrole vive les énergies renouvelables », DUNOD 2006
38. Freundlich, marie claire « La promotion des énergies nouvelles et renouvelables parmi les priorités d'une stratégie de développement spécifique à l'Afrique », Thèse de doctorat, université de Nice, 1991
39. Hache Emmanuel, « La géopolitique des énergies renouvelables : amélioration de la sécurité énergétique et / ou nouvelles dépendances ? » IRIS éditions, 2014
40. HAJA ANDRIAMADISON, « Du problème de la substitution énergétique à la mise en valeur des énergies renouvelables dans les pays en développement le cas de Madagascar » Thèse de Doctorat, Université PARIS I 2001.
41. Hansen-Jacques PERCEBOIS « Energie : Economie et politique » De Boeck 2015.
42. J. PERCEBOIS.J: « Énergie et théorie économique : un survol », revue d'économie politique, n°111, Novembre-Décembre, 2001
43. J.P. Favennec, Y. Mathieu « ATLAS mondial des énergies : Ressources, consommation et scénarios d'avenir », Armand Colin, 2014.
44. Jacques Vernier, « Evaluation des énergies renouvelables pour les pays en voie de développement », Sema 1991.
45. Jacques verniers, « Les énergies renouvelables, presse universitaire de France », Paris 2009
46. Jean Christian, Lhomme « Les énergies renouvelables : histoires et états des lieux et perspectives », Dunod 2001
47. Jean François Sacadura « Initiation aux transferts thermiques », Lavoisier, Paris, 1993
48. Jean Marie Chevalier " Comprendre le nouveau monde de l'énergie" Edition Maxima, Paris 2013.
49. Jean Marie Martin « Economie et politique de l'Energie » Armand Colin, Paris 1992
50. Jean-Claude Sabonnadière, « Nouvelles technologies de l'énergie : Les énergies renouvelables », Lavoisier 2006
51. Jean-Claude Sabonnadière, « Nouvelles technologies de l'énergie : les énergies renouvelables », Lavoisier 2006.

Bibliographie

52. Jean-Pierre Hauet « Comprendre l'énergie : pour une transition énergétique responsable » L'harmattan 2014.
53. KHELIF. A « Dynamique des Marchés Valorisation des Hydrocarbures », CREAD, Alger 2005.
54. L'Agence Internationale de l'énergie, « Key World Energy Statistics », 2019.
55. L'Agence Internationale des énergies renouvelables (IRENA) « création d'emploi dans le secteur des énergies renouvelables dans le monde » Mai 2017.
56. L'Agence Internationale des énergies renouvelables (IRENA) « Global Landscape of Renewable Energy Finance, 2020 » 2020.
57. La Banque africaine de développement (BAD) « Le secteur des énergies renouvelables et l'emploi des jeunes en Algérie, Libye, Maroc, Tunisie », 2015.
58. La Commission de régulation de l'électricité et du Gaz (C.R.E.G) « Programme indicatif d'approvisionnement du marché national en gaz naturel 2019-2028 ». 2019
59. La commission économique des Nations Unies, Bureau pour l'Afrique du nord (C.E.A) « Industrie et économie verte en Afrique du Nord : enjeux, pratiques et enseignements », Septembre 2015.
60. La Commission économique des Nations Unies, bureau pour l'Afrique du Nord (C.E.A) « Le secteur des énergies renouvelables en Afrique du Nord » Septembre 2012.
61. La commission économique pour l'Afrique (CEA) bureau Afrique du nord, « Politique de coopération régionale pour le développement des énergies renouvelables en Afrique du Nord, un Rapport » Décembre 2013.
62. Laroche Jean Claude, « Le défi énergétique : de l'épuisement des ressources au développement durable », les Éditions de Paris, 2006
63. Le Commissariat aux Energies Renouvelables et à l'Efficacité Energétique (CEREE) « Transition Energétique en Algérie : Leçons, Etat des Lieux et Perspectives pour un Développement Accéléré des Energies Renouvelables, Edition 2020.
64. Le Fonds monétaire international (FMI) , « les subventions de l'électricité des pays envois de développement », 2017.
65. Le Fonds Monétaire International (FMI) « Subvention à l'énergie en Moyen orient et Afrique du Nord : Enseignement pour la réforme » Mars 2014.
66. Le ministère Algérien des énergies et des mines (M.E.M) « Le programme de développement des énergies renouvelables et de l'efficacité énergétique » Alger 2016.
67. Le ministère Algérien des énergies et des mines (M.E.M) « Le guide Algérien des énergies renouvelables », Alger 2007.

Bibliographie

68. Le ministère Algérien des énergies et des mines (M.E.M) « Le programme de développement des énergies renouvelables et de l'efficacité énergétique » Alger 2011.
69. Le ministère Algérien des énergies et des mines « Bilan énergétique National »2008-2018.
70. Le ministère Algérien des énergies et des mines « Politique gouvernementale dans le domaine de l'énergie », Septembre 2015.
71. Le Ministère des énergies et des mines (M.E.M) « Energies nouvelles, renouvelables et maîtrise de l'énergie », Alger , Janvier 2016.
72. M.CHATELUS : « Nouvelles orientations de la politique pétrolière Algérienne », revue Maghreb-Machrek, n° 166, 1999.
73. Marc Delepouve ;« Transition énergétique, changement de société » Éditions du Croquant, 2016.
74. Marleen Van de Kerkhof, Anna Wieczorek « Apprentissage et participation des parties prenantes processus de transition vers la durabilité : considérations méthodologiques », Revue Prévision technologique et changement social N°6 (du 01/07/2005) Volume 72
75. Mathieu Baudin, « Le développement durable : nouvelle idéologie du XXIe siècle, » l'Harmattan , Paris 2009.
76. Maurice Reyne, « Les énergies : comparaisons techniques et socio-économiques » Lavoisier 2009.
77. Meunier Francis, « les énergies renouvelables », le cavalier bleu 2010.
78. Nicholas Stern « l'effet du changement climatique et du réchauffement global sur la planète » Le rapport Stern rédigé et présenté au gouvernement anglais en Octobre 2006.
79. Percebois J. « La promotion des énergies renouvelables : prix garantis ou marché de certificats verts », cahier de recherche du C.R.E.D.E.N, N° 04.10.50. Octobre 2014.
80. Philippe Bihoux, benoit de Guillebon « Quel future pour les métaux ? Raréfaction des métaux un nouveau défi pour la société », Edition Sciences,2010.
81. Philippe Naccache « Economie de l'environnement et développement durable ». Pearson 2013
82. Renault Gicquel, May Gicquel « Introduction au problèmes énergétique globaux », Transvalor 2016.
83. René Kempf, Derk Loorbach et Jean Rotmans, « La gestion de transition comme modèle pour gérer les processus de co-évolution vers un développement durable » Revue internationale du développement durable et Écologie mondiale, Volum14, N°1, 2007.
84. Robert Bell, « La bulle verte : la ruée vers l'or des énergies renouvelables », Paris 2007.

Bibliographie

85. Samuel Ferfari « Politique et Géopolitique de l'énergie » Edition Technip, Paris 2012
86. Sheer Herman, « l'autonomie énergétique une nouvelle politique pour les énergies renouvelables », Dunod 2007.
87. SIDDAYAO, C.M., J. PERCEBOIS, « Politique d'efficacité de l'énergie et environnement, expériences pratiques dans les pays en développement », Economica 1994.
Vincent Baggioni, « La transition énergétique : un défi pour les sciences humaines et sociales » Presses Universitaires de Rennes, 2019.
88. IRENA and CPI (2020), « Global Landscape of Renewable Energy Finance, 2020 », International Renewable Energy Agency, Abu Dhabi 2020.
89. La Coopération allemande au développement - GIZ (2013) « Promotion de l'emploi à travers les énergies renouvelables et l'efficacité énergétique dans la région MENA » 2013.
90. La Coopération allemande au développement - GIZ (2012) « Promotion des jeunes et des femmes dans l'économie verte en Algérie » 2012.
91. BABUSIAUX D., BAUQUIS P.R (2007). « Que Penser de la Raréfaction des Ressources Pétrolières et de l'Evolution du Prix du Brut ? », Les Cahiers de l'Economie n° 66 , IFP, Sept. 2007.
92. HOTELLING, H. (1931), « The Economics of Exhaustible Resources », Journal d'économie politique Vol. 39, n° 2, avril 1931.
93. Gray, L.C. (1914). « Rent under the Assumption of Exhaustibility ». Quarterly Journal of Economics, volume 28, n°3.
94. L'Agence Internationale de l'Energie « World énergie Outlook », 2018,2019,2020.2021.
95. JEAN BAPTISTE SAY, « Traité d'économie politique », 6^{ème} édition, Zeller 1966.
96. CORBEAU, A. S. « Perspectives des marchés gaziers », LAUSANNE 2010.
97. Nelson R., Winter S.G. [1982], « Une théorie évolutionniste du changement économique », Presse universitaire Harvard.
98. PERCEBOIS Jacques « L'économie de l'énergie », Ed. Economica 1989.
99. AYOUB, A. « Le pétrole : Economie et politique », Economica 1996.
100. Jacques verniers « Les énergies renouvelables », Puf 2005
101. Breukers. S, 2007. « La mise en œuvre de l'énergie éolienne dans le changement institutionnel : une comparaison internationale » Energy Policy N° 35.
102. Thiam, Djiby-Racine, 2010. « Les énergies renouvelables décentralisées dans les pays en développement : Bilan d'un projet de micro-réseaux au Sénégal », Energy Policy N° 35, Août 2010.
103. Haut Jean pierre « Comprendre l'énergie » L'Harmattan 2014.

Bibliographie

104. High M., Smith J., 2019 « La constitution éthique des dilemmes énergétiques » Journal de l'institut Royal de l'anthropologie, Tome 25, n° S1, numéro spécial: Energie Ethique, Avril 2019.
105. Statistical Review of World Energy (2019, 2020, 2021) : Une revue annuelle de la compagnie British Petroleum.

ANNEXE 1

Guide d'entretien avec le Commissaire aux énergies renouvelables et l'efficacité énergétique

Dans le cadre de notre thèse de Doctorat intitulée : « Le secteur des énergies renouvelables en Algérie : Stratégie et moyens de développement » nous souhaitons réaliser un entretien avec vous, en votre qualité du Commissaire aux énergies renouvelables et à l'efficacité énergétique. L'objectif est d'avoir des informations concernant les réalisations en termes d'installations (connectées et non connectées au réseau électrique national) dans le secteur des énergies renouvelables. A travers cet entretien, nous cherchons à connaître les capacités installées et les quantités d'électricité produites à base des énergies renouvelables dans le cadre de la mise en œuvre du PNEREE (2011 et 2015).

Coordonnées de la personne interviewée

Nom : YASSA

Prénom : Nouredine

Fonction : Commissaire aux énergies renouvelables et à l'efficacité énergétique.

Questionnement

Q1 : Pourquoi la création du CEREE et quels sont ses missions ?

Q2 : Quel est le bilan de réalisation en énergies renouvelables depuis le premier programme en 2011 ?

Q4 : Quelle est la capacité installée en EnR en connexion au réseau ?

Q5 : Quelle est la capacité installée en EnR en hors réseau ?

Q6 : Quelles sont les difficultés rencontrées lors de la réalisation du PNEREE 2011 et 2015 ?

Q7 : Quel sont les objectifs de la nouvelle politique des EnR à l'horizon 2035 ?

ANNEXE 2

Guides d'entretiens avec le Président du Cluster de l'Energie Solaire

Introduction et présentation

Dans le cadre de notre thèse de Doctorat intitulée : « Le secteur des énergies renouvelables en Algérie : Stratégie et moyens de développement » nous souhaitons réaliser un entretien avec vous, en votre qualité du Président du cluster de l'énergie solaire. L'objectif est d'avoir des informations concernant l'état de l'industrie du solaire en Algérie pour pouvoir connaître le taux d'intégration dans les installations solaires. Cet entretien va nous permettre d'évaluer les objectifs fixés dans le cadre la stratégie de développement des énergies renouvelables et de l'efficacité énergétique pour l'intégration industrielle et technologique.

Coordonnées de la personne interviewée

Nom : YAICI

Prénom : BOUKHALFA

Fonction : Président du CLUSTER ENERGIE SOLAIRE

Questionnement

Q1 : Pouvez-vous nous présenter le cluster de l'Energie solaire ?

Q2 : Quels sont vos objectifs à court et moyen terme ?

Q3 : Quels est l'état de l'industrie du solaire dans notre pays ?

Q4 : Quel est le taux d'intégration atteint aujourd'hui dans l'industrie des énergies renouvelables d'une manière générale et dans le solaire en particulier ?

Q5 : Quelles sont les difficultés rencontrées par les entreprises formant le Cluster ?

Q6 : Quels sont vos objectifs à court et moyen terme ?

Q7 : Comment vous-voyez l'avenir de l'industrie du solaire en Algérie et quelles sont les conditions pour atteindre un meilleur taux d'intégration ?

ANNEXE 3

Guides d'entretien avec le directeur de recherche au CDER

Dans le cadre de notre thèse de Doctorat intitulée : « Le secteur des énergies renouvelables en Algérie : Stratégie et moyens de développement » nous souhaitons réaliser un entretien avec vous, en votre qualité de directeur de recherche au CDER. L'objectif est d'avoir des informations concernant l'état de la recherche scientifique dans le domaine des énergies renouvelables en Algérie.

Coordonnées de la personne interviewée

Nom : BOUHEDJAR

Prénom : Omar

Profession : Directeur de Recherche au centre des énergies Renouvelables

Questionnement

Q1 : pouvez-vous nous présentez le CDER ?

Q2 : Quelles sont ses missions et ses objectifs de recherche depuis sa création ?

Q3 : Est- ce qu'il dispose de tous les moyens nécessaires pour mener à bien ses missions ?

Q4 : Quel est l'état de la recherche dans le domaine des énergies renouvelables ?

Q5 : Quelle est la contribution du CDER dans la mise en œuvre du programme du développement des énergies renouvelables et de l'efficacité énergétique en Algérie ?

Remerciements

Dédicaces

Liste des abréviations

Liste des figures

Liste des tableaux

Sommaire

Introduction générale..... 1

Chapitre I : La problématique d'épuisement des ressources fossiles et la nécessité de transition énergétique.

Introduction 10

Section 1 : Le cadre théorique relatif à l'épuisement des ressources fossiles 12

1.1. Rente minière et théorie des ressources épuisables 12

1.1.1. La notion de rente.....12

1.1.2. La rente minière.....13

1.1.3. La Théorie des Ressources Epuisables.....15

1.2. La formalisation de la règle de Hotelling.....16

1.2.1. Le juste prix d'une ressource épuisable.....18

1.3. La théorie du « Peak Oil » 19

1.3.1. La notion de « Réserves » 20

1.3.2. Le concept de pic Oil 22

Section 2 : Le Contexte énergétique Mondial.....23

2.1. Le marché énergétique mondiale 23

2.1.1. L'offre..... 23

2.1.2. La demande 25

2.1.3. Les réserves.....27

2.1.4. Les prix de l'énergie..... 28

2.1.4.1. L'effet des hydrocarbures non conventionnel sur les prix de l'énergie.....28

2.1.4.2. Les tensions géopolitiques et les prix de l'énergie 28

2.2. Les perspectives énergétiques mondiales à l'horizon 2040..... 29

2.2.1. Evolution de la demande.....29

2.2.1.1. Evolution de la demande selon les sources de l'énergie.....30

2.2.1.2. Les pays émergents et l'évolution de la demande.....	31
2.2.2. Evolution de l'offre.....	32
2.2.2.1. Les énergies fossiles.....	32
2.2.2.2. Les énergies renouvelables.....	32
2.2.3. Evolution des besoins d'investissements énergétique dans le monde.....	33
2.3. Le contexte énergétique mondiale et le réchauffement climatique.....	34
Section 3 : La nécessité de transition énergétique.....	36
3.1. Le cadre théorique de la transition énergétique.....	37
3.1.1. Définition et conceptualisation de la notion de transition énergétique.....	37
3.1.2. Les théories de la transition énergétique.....	38
3.1.2.1. Approche institutionnelle de la transition énergétique.....	39
3.1.2.2. L'approche technologique	39
3.1.2.3. Approche sociologique de la transition énergétique.....	40
3.1.2.4. Approche regulationniste de la transition énergétique.....	41
3.1.2.5. Approche managériale de la transition énergétique.....	42
3.1.2.6. Limites des approches existantes	43
3.2. Les facteurs déterminants de la transition énergétique.....	44
3.2.1. L'accroissement des besoins énergétiques.....	44
3.2.2 L'avenir des ressources fossiles.....	45
3.2.3 L'effet du développement durable.....	46
3.3.3.1. La notion du développement durable.....	46
3.3.3.2. L'énergie et le développement durable.....	46
3.3. Les enjeux de la transition énergétique.....	47
3.3.1. Réduire la consommation d'énergie.....	48
3.3.1.1. L'efficacité énergétique.....	48
3.3.1.2. Economie de l'efficacité énergétique.....	49
3.3.1.3. Economie d'énergie.....	49
3.3.2. Réduire les émissions de Gaz à effet de serre (G.E.S).....	50
3.3.3. Développement des énergies nouvelles et renouvelables.....	50
3.4. Les contraintes de la transition énergétique.....	51
Conclusion.....	53

Chapitre II : La situation énergétique en Algérie : état des lieux et perspectives

Introduction.....	55
Section 1 : Généralités sur la situation énergétique en Algérie.....	57
1.1. Contexte général de l’Algérie : Principaux indicateurs socio-économiques.....	57
1.1.1. La population.....	57
1.1.2. Les indicateurs de croissance économique.....	57
1.1.3. Indicateurs socio-économiques	58
1.2. Présentation du secteur de l’énergie en Algérie.....	59
1.2.1. Cadre juridique et institutionnel	61
1.2.2. Le secteur de l’énergie dans l’économie nationale.....	62
1.3. La politique énergétique en Algérie.....	64
1.3.1. La notion de politique énergétique.....	64
1.3.2. La branche hydrocarbures.....	64
1.3.2.1. Les lignes directrices de la politique énergétique.....	67
1.3.3. La branche électricité et distribution de Gaz naturel.....	72
1.3.3.1. La branche électricité	73
1.3.3.2. La distribution du Gaz naturel.....	81
1.4. La Politique des Prix des Produits Energétiques.....	85
Section 2 : l’analyse du bilan énergétique Algérien	85
2.1. Présentation du bilan énergétique Algérien	86
2.1.1. La notion du bilan énergétique.....	86
2.1.2. Structure et cadre comptable du bilan	86
2.1.3. Taux de conversion.....	87
2.1.3.1. Cas de l’électricité.....	87
2.2. L’analyse des indicateurs énergétiques	88
2.2.1. L’état des réserves	88
2.2.1.1. Les réserves pétrolières	88
2.2.2.1. Les réserves Gazières	89
2.2.1.3. Hydrocarbures non Conventionnels.....	90
2.2.2. L’état de la Production.....	90
2.2.2.1. La production d’énergie primaire (Mtep).....	90
2.2.2.2. La production d’énergie dérivée (Mtep).....	92

2.2.3. L'état de la consommation.....	93
2.2.3.2. Consommation d'énergie par habitant.....	94
2.2.3.3. La consommation finale d'énergie primaire par produit énergétique.....	95
2.2.3.4. Consommation finale d'énergie primaire par secteur d'activité.....	96
Section 3 : Prévion de la demande énergétique à l'horizon 2030.....	97
3.1. Prévion de la demande d'électricité à l'horizon 2030.....	98
3.1.1. Prévion de la demande électrique à l'horizon 2030 sur le R.I.N.....	101
3.1.1.2. Les prévisions de la production de l'électricité sur le R.I.N.....	101
3.1.1.2. Les prévisions de la demande de l'électricité sur le R.I.N.....	102
3.2. Prévion de la demande de Gaz Naturel à l'horizon2030.....	104
3.2.2. Les prévisions de la demande Gazière du marché national.....	105
3.2.3. Les prévisions de la demande des centrales électriques.....	106
3.2.5. Les prévisions de la demande de l'industrie.....	107
Conclusion.....	109

Chapitre III : La stratégie Algérienne de développement des énergies renouvelables et de l'efficacité énergétique.

Introduction	111
Section 1 : Présentation des énergies renouvelables	113
1.1. Généralités sur les énergies renouvelables.....	113
1.1.1. Définition et caractéristiques.....	113
1.1.2. Les sources des énergies renouvelables.....	114
1.1.3. L'émergence des énergies renouvelables.....	115
1.1.4. Les avantages et les inconvénients des sources des énergies renouvelables...	115
1.1.4.1. Les avantages.....	115
1.1.4.2. Les inconvénients.....	116
1.2. Les différentes filières des Energies Renouvelables	117
1.2.1. L'énergie Solaire.....	117
1.2.2. Energie Eolienne.....	118
1.2.3. La Biomasse.....	118
1.2.4. Energie géothermique.....	119
1.3. Les énergies renouvelables dans le monde	120

1.3.1. Volume des investissements et évolutions des coûts.....	120
1.3.1.1. Le volume des investissements et évolution des coûts par technologie.....	121
1.3.1.2. Le volume des investissements par pays.....	123
1.3.2. Ressources renouvelables et capacités installés dans le monde.....	125
1.3.2.1. Capacités installées par technologie.....	126
1.3.2.2. Ressources renouvelables et production d'électricité dans le monde.....	127
Section 2 : Le plan d'action national de développement des EnR et de l'E.E	129
2.1. Le potentiel Algérien en énergie renouvelables	129
2.1.1. Le potentiel Solaire.....	129
2.1.2. Le potentiel éolien.....	131
2.1.3. Potentiel Géothermique.....	133
2.1.4. Potentiel Biomasse.....	135
2.2. Le programme national de développement des EnR et de l'E.E.....	136
2.2.1. Le PNEREE de 2011.....	136
2.2.2. La révision du PNREE 2011 et la genèse du PNREE 2015.....	137
2.2.2.1. Les objectifs du PNEREE 2015 par filière énergétique à l'horizon 2030.....	137
2.2.2.2. Les capacités à installer et les phases de réalisation du PNEREE2015.....	138
2.2.2.3. Volet Efficacité énergétique du PNEREE 2015.....	139
2.2.2.4. Les choix géographiques pour la réalisation du programme	140
2.2.3 Cadre juridique et réglementaire des EnR.....	140
2.2.4. Les mécanismes d'encouragement aux énergies renouvelables.....	142
2.2.4.1. Le mécanisme retenu dans le PNREE 2015	145
2.2.4.2. L'évolution vers les mécanismes d'appel d'offres.....	146
2.2.4.3 Les principales caractéristiques des appels d'offres.....	147
2.2.4.4. Avantages et inconvénients des appels d'offres	148
2.2.5. Mesures incitatives et fiscales	149
2.2.6. Aspects recherche et développement liés au PNEREE 2015	150
2.2.7. Développement des capacités industrielles	151
2.3. Le programme National de Transition Energétique 2020-2035.....	151
2.3.1. Au titre du développement des énergies renouvelables	152
2.3.2. Au titre de la politique d'efficacité énergétique	153
Section 3 : Les enjeux développement des énergies renouvelables	154
3.1. Les enjeux énergétique	154
3.1.1. Assurer la sécurité énergétique.....	154

3.1.2. Economiser les ressources fossiles	155
3.1.2.1. Le coût de la consommation des énergies fossiles	156
3.1.2.2. Le coût des subventions des énergies fossiles	156
3.1.2.3. La subvention énergétique dans le monde.....	157
3.1.2.4. Les subventions énergétiques en Algérie	157
3.1.3. Réduire les inégalités en termes d'accès à l'énergie	158
3.2. Les enjeux économiques.....	159
3.2.1. Développement des activités industrielles.....	159
3.2.2. Création d'emploi.....	162
3.2.2.1. Les type d'emplois dans le secteur des EnR	162
3.2.2.3. Les emplois dans les énergies renouvelables dans le monde	164
3.2.2.4. Potentiel de création d'emplois dans le secteur des EnR en Algérie	165
3.3. Les enjeux environnementaux et du développement durable.....	167
3.3.1. Environnement et développement durable en Algérie : état des lieux	167
3.3.2. La stratégie Nationale de l'environnement et du développement durable	169
3.3.2.1. Les objectifs de la stratégie Nationale de l'environnement et du (D.V.D) ..	170
3.3.3. L'impact des EnR sur la protection de l'environnement et D.V.D en Algérie	170
3.3.3.1. Les énergies renouvelables une alternative aux proliférations de GES	171
3.3.3.2. La valorisation énergétique des déchets	171
Conclusion.....	173

Chapitre IV : Réalisations et perspectives du secteur des énergies renouvelables en Algérie

Introduction	175
Section 1 : Présentation du secteur	177
1.1 Concentration du secteur et grands acteurs	177
1.1.1 Les acteurs institutionnels	177
1.1.2. Organes publics	180
1.1.3. Les principales entreprises du secteur	182
1.1.3.1. Les entreprises étrangères.....	182
1.1.3.2. Les entreprises publiques	182
1.1.3.3. Les entreprises privées	184

1.1.4. Groupements professionnels (C.E.S)	186
1.1.4.1. La notion du cluster	186
1.1.4.2. L'objectif de la création d'un cluster.....	186
1.1.4.3. Présentation du cluster Algérien de l'énergie Solaire	187
1.1.4.4. Les objectifs poursuivis par le cluster	187
1.1.4.5. Les missions du cluster de l'énergie Solaire	188
1.1.4.6. Les Axes stratégiques du cluster	189
1.1.4.7. La gouvernance au sein du CES	190
1.2. Caractéristiques et évolution du secteur des Energies renouvelables	191
1.2.1. Aides et Appuis publics pour le développement du secteur	191
1.2.2. Les modalités d'investissements dans le secteur : les appels d'offres	191
1.2.2.1. Détails réglementaires encadrant la mise en place d'un futur appel d'offres	193
1.3. La contribution du secteur dans le mix énergétique	195
1.3.2. La part des énergies renouvelables dans la production d'électricité.....	196
1.3.2.1. La structure de production d'électricité par source en Algérie	197
1.3.1. La part d'énergie renouvelable dans la puissance installée d'électricité	197
Section 2. Les réalisations dans le secteur des énergies renouvelables.....	198
2.1. Puissance installée et évolution des Energies Renouvelables	199
2.1.1. Les installations connectées au réseau électrique National	199
2.1.1.1. Les installations dans le cadre du PNEREE 2011	199
2.1.1.2. Les installations dans le cadre du PNEREE 2015	200
2.1.1.3. Tendances de la capacité installée connecté au réseau par source (en MW)	201
2.1.1.4. Tendance de la production d'énergies renouvelables connectées au réseau .	202
2.1.2. Les installations hors réseau	204
2.1.2.1 Tendances de la capacité installée hors réseau par source (en MW)	206
2.2. Les réalisations technologiques et intégration industrielle.....	208
2.2.1. L'offre d'équipements technologiques	209
2.2.1.1 La Chaîne de valeur : Un rappel théorique.....	209
2.2.1.2. La Structure de la chaîne de valeur du secteur des énergies renouvelables ..	210
2.2.2.3. La Chaîne de valeur des énergies renouvelables en Algérie	212
2.2.2. La production locale d'équipements	213
2.2.2.1. Les équipements de filière photovoltaïque.....	213
2.2.2.2. Les industries du B.O.S (hors panneau photovoltaïque)	215
2.2.2.3. La certification des composants	216

2.2.3. Les importations des équipements technologiques	217
2.2.3.1. Les pays fournisseurs	218
2.2.3.2 Le circuit d'importation.....	219
2.3. Les contraintes de développement des énergies renouvelables en Algérie	220
2.3.1. Les barrières à l'investissement.....	220
2.3.2. Contraintes d'accès au financement	221
2.3.3. Capacités de R&D limitées	221
2.3.4. Faible intégration industrielle.....	222
Section 3 les perspectives de développement du secteur	222
3.1. Les perspectives en termes de capacités à installer.	222
3.1.1. Les perspectives dans le cadre du PNEREE.....	222
3.1.2. Les perspectives dans le P. N.T.E à l'horizon 2035.....	224
3.2. Les perspectives en termes de production d'électricité verte	224
3.3. Les perspectives sur le plan technologique et intégration industrielle	225
3.3.1. Le solaire photovoltaïque	226
3.3.2. Solaire thermique à concentration.....	226
3.3.3. L'Eolien.....	227
3.3.4. Prévision de développement du cluster Algérien de l'énergie solaire	227
3.4. Les perspectives de la coopération régionale	228
3.4.1. Les objectifs de la politique de coopération régionale dans le secteur des EnR...	229
3.4.2. Les axes stratégiques de la politique de coopération dans le secteur des EnR	230
3.4.3. Les Structures régionales opérant pour le développement des EnR	231
3.4.4. Les principales initiatives pour la coopération régionale dans les EnR.....	233
3.4.4.1. Les initiatives de l'Union du Maghreb (U.M.A).....	233
3.4.4.2. Les initiatives dans le cadre de La ligue des Etats Arabes(LEA)	235
3.4.4.3. Les initiatives euro-méditerranéennes.....	236
3.4.4.4. Le Programme de coopération Afrique-UE	239
Conclusion.....	240
Conclusion Générale	242
Annexes	
Bibliographie	
Tables des matières	

Résumé

La transition énergétique vise à étudier les conditions, moyens et conséquences de la modification des structures de production énergétique existantes basées sur les technologies fossiles vers celles intégrant les technologies propres. L'analyse de la transition énergétique propose une architecture institutionnelle, technologique, sociologique, réglementaire et managériale favorisant la convergence vers un système énergétique durable à travers la diffusion et l'adoption des technologies renouvelables.

Cette thèse porte sur la stratégie qui a été mise en place pour promouvoir les EnR dans le cadre de la nouvelle politique énergétique Algérienne. Dès 2011, L'Etat a mis en place un programme de transition vers les sources d'énergies renouvelables. L'objectif de notre thèse est double : faire apparaître la stratégie permettant de converger vers un nouveau modèle énergétique durable, d'une part, et évaluer le choix des politiques incitatives au déploiement des énergies renouvelables en terme de projets réalisés et de capacités installées, d'autre part.

Notre recherche montre que les résultats obtenus, jusque-là, sont en deçà des objectifs assignés à ce programme notamment une maigre contribution des sources d'énergies renouvelables dans le bilan énergétique nationale et une faible diversification des sources énergétique du pays.

Mots clés : Politique énergétique, énergies renouvelables, transition énergétique, efficacité énergétique, développement durable.

Summary

The energy transition aims to study the conditions, means and consequences of modifying existing energy production structures based on fossil technologies towards those integrating clean technologies. The analysis of the energy transition proposes an institutional, technological, sociological, regulatory and managerial architecture promoting convergence towards a sustainable energy system through the dissemination and adoption of renewable technologies.

This thesis focuses on the strategy that has been put in place to promote renewable energies within the framework of the new Algerian energy policy. In 2011, the State set up a transition program towards renewable energy sources. The objective of our thesis is twofold: to reveal the strategy making it possible to converge towards a new, more sustainable energy model, on the one hand, and to evaluate the choice of incentive policies for the deployment of renewable energies in terms of installed capacities, on the other hand.

Our research shows that the results obtained, so far, are below the objectives assigned to this program, in particular a meager contribution of renewable energy sources in the national energy balance and a weak diversification of the country's energy sources.

Keywords: Energy policy, renewable energies, energy transition, energy efficiency, sustainable development.

ملخص

هدف انتقال الطاقة إلى دراسة الظروف والوسائل والعواقب المترتبة على تعديل هياكل إنتاج الطاقة الحالية القائمة على التقنيات الأحفورية نحو تلك التي تدمج التقنيات النظيفة. يقترح تحليل انتقال الطاقة بنية مؤسسية وتكنولوجية واجتماعية وتنظيمية وإدارية تعزز التقارب نحو نظام طاقة مستدامة من خلال نشر واعتماد التقنيات المتجددة. تركز هذه الأطروحة على الاستراتيجية التي تم وضعها لتعزيز الطاقات المتجددة في إطار سياسة الطاقة الجزائرية الجديدة. في عام 2011، وضعت الدولة برنامجاً انتقالياً نحو مصادر الطاقة المتجددة. الهدف من أطروحتنا ذو شقين: الكشف عن الاستراتيجية التي تجعل من الممكن التقارب نحو نموذج طاقة جديد أكثر استدامة، من ناحية، وتقييم اختيار سياسات الحوافز لنشر الطاقات المتجددة من حيث القدرات المركبة، من ناحية أخرى. يظهر بحثنا أن النتائج التي تم الحصول عليها، حتى الآن، هي دون الأهداف المحددة لهذا البرنامج، ولا سيما مساهمة ضئيلة لمصادر الطاقة المتجددة في ميزان الطاقة الوطني وتنويع ضعيف لمصادر الطاقة في البلاد.

الكلمات المفتاحية: سياسة الطاقة، الطاقات المتجددة، انتقال الطاقة، كفاءة الطاقة، التنمية المستدامة

