

Contribution des centres de recherche dans le développement des énergies renouvelables en Algérie

TAGREROUT Mohamed¹, ATMANIA Hanane², BESSEBA Abdelkadir³

¹ Université Hassiba Ben Bouali de Chlef, m.tagrerout@univ-chlef.dz

² Université d'Oran 2 Mohamed Beb Ahmed, atmania-hanane02@hotmail.fr

³ Université Djillali Liabès Sidi-Bel-Abbès, besseba.abdelkadir@gmail.com

Résumé : Face à la situation économique difficile qui se base sur les exportations en hydrocarbures et avec la chute catastrophique de prix du pétrole, l'Algérie s'engage dans une nouvelle ère énergétique durable basée sur le développement des énergies renouvelables.

Le développement des énergies renouvelables nécessite une combinaison entre plusieurs facteurs, les principaux sont : le potentiel en énergies renouvelables, recherche et développement, un plan de financement, et autres. Pour cela l'Algérie a amorcé un programme ambitieux de développement des énergies renouvelables et d'efficacité énergétique, qui vise à produire 27% de l'électricité d'origine renouvelable à l'horizon 2030. Le programme a bien expliqué la combinaison de ces facteurs.

L'objectif de notre étude est de connaître le rôle des centres de recherche dans le développement de cette nouvelle filière en Algérie.

Mots clés: Hydrocarbures, Energies Renouvelables, Centres de Recherche, Programme, Algérie.

Abstract : Faced with the difficult economic situation based on hydrocarbon exports and with the catastrophic fall in the price of oil, Algeria is embarking on a new sustainable energy era based on the development of renewable energies.

The development of renewable energies requires a combination of several factors, the main ones being: the potential in renewable energies, research and development, a financing plan, and others. For this, Algeria has initiated an ambitious program for the development of renewable energies and energy efficiency, which aims to produce 27% of electricity from renewable sources by 2030. The program has clearly explained the combination of these factors.

The objective of our study is to know the role of research centers in the development of this new sector in Algeria.

Key Words: hydrocarbons, renewable energies, research centers, program, algeria.

I INTRODUCTION

L'exploitation des énergies renouvelables dans un pays comme l'Algérie est une nécessité. Car, l'économie algérienne est une économie de rente dont les exportations en hydrocarbures représente environ 98% du totale des exportations.

Par conséquence, la chute des prix du pétrole a influencé directement sur l'économie nationale. En plus, le pays dispose d'un potentiel important en énergies renouvelables, notamment le solaire. Pour y arriver, il est indispensable de faire des études géographiques et technologiques préalables avant de commencer le travail sur le terrain. Ces actions sont assurées par des centres de recherches spécialisées dans le domaine.

Pour cela, une question centrale est posée : *Quelle contribution des centres de recherche dans le développement de filière du renouvelable en Algérie ?*

II PROGRAMMES NATIONAUX DE DEVELOPPEMENT DES ENERGIES RENOUVELABLES:

Deux principaux programmes ont été dédiés pour le développement des énergies renouvelables en Algérie. Le premier est le programme national de recherche en énergies renouvelable. Le deuxième est celui du programme national de développement des énergies renouvelables et d'efficacité énergétique.

A Programme de recherche en énergies renouvelables :

Lancé en 2010, le programme résume la recherche scientifique et le développement technologique en matière des énergies renouvelables. Lancé en 2010 dont l'objectif est de :

- Evaluer les gisements énergétiques renouvelables que dispose l'Algérie,
- Développer un savoir-faire nécessaire, allant de l'étude jusqu'à la réalisation des installations sur site,
- Affirmer l'adhésion de l'Algérie au développement des ressources renouvelables et leurs applications.

Ces actions doivent se concrétiser sur le terrain et avoir un impact socio-économique. Sachant que la plupart des projets de recherche concernent l'énergie solaire photovoltaïque.¹

Le programme national de recherche en énergies renouvelables englobe six domaines de recherche, chaque domaine contient des axes de recherche et les axes englobent plusieurs thèmes de recherche, comme le montre le tableau ci-dessous.

Domaines de recherche	Axes de recherche	Thèmes de recherche
Energiesolaire	Gisementsolaire	Instrumentation et MesuresRadiométriques
		Etude de Faisabilité et incidence financière
	TechnologiePhotovoltaïque	MatériauxPhotovoltaïques
		ProcédésTechnologiques de la cellule solaire
		Modules photovoltaïques
		Systèmes et applications photovoltaïques
		Centralesphotovoltaïques
Contrôle, régulation et		

	TechnologieThermosolaire	asservissement
		Stockageélectrochimique
		MatériauxSolaires
		Capteursolaireshéliothermiques
		Systèmes et applications thermiques
		CentralesThermodynamiques
		Habitat Solaire
Energieéolienne	Gisementéolien	Instrumentation et MesuresMétéorologiques
		Evaluation du gisement
		Etude de Faisabilité et incidence financière
	Eolienne	Aérodynamique
		Structure et matériaux
		Eoliennesmécaniques
	Applications Eoliennes	/
	FermesEoliennes	/
	Contrôle, régulation et asservissement	/
	Stockage	/
Energiegéothermique Bioénergie	GisementGéothermique	/
	Fluidegéothermique	/
	Technologies d'exploitation	/
	Applications géothermiques	/
	CentralesGéothermiques	/
	Ressources des filières et mobilization	/
	Procédés de bioconversion	/
	Traitement et valorisationénergétique des déchets	/
Hydrogène et piles à combustible	PotentielHydrogène	Procédés de production d'hydrogène par voierenouvelable
		Applications et systèmes de conversion de l'hydrogène
		Stockage
	Piles à combustible	Sécurité
		Membranes
sources d'énergierenouvelable multiple	Systèmes et applications hybrides, (solaire, éolienne, géothermique, diesel, ...)	Stockage
		Injection et stabilité du réseau
		Régulation et électronique de puissance

Tableau 1: Thèmes du programme national de recherche en énergies renouvelables

La source :<https://portail.cder.dz/spip.php?article601>

B Programme de développement des énergies renouvelables et d'efficacité énergétique :

Le programme de 2011 est divisé en trois phases : 2011-2013, 2014-2020 et 2021-2030. Le programme a prévu la production de 40% de l'électricité d'origine renouvelable à l'horizon 2030.

Malheureusement, la période 2011-2014 a vécu un vrai décalage entre les objectifs fixés et les résultats obtenus. Pour cela, le programme est rectifié en 2015.

Le programme de 2015 est divisé en deux phases : 2015-2020 et 2021-2030. Il prévoit la production de 27% à l'horizon 2030.

- La première phase : (2015-2020) : Prévoit la production de 4 525 MW. L'énergie solaire photovoltaïque représente 3 000 MW,
- La deuxième phase : (2020-2030) : Prévoit la production de 17 475 MW. L'énergie solaire photovoltaïque représente 10 575 MW.

Le tableau suivant montre la part de chaque type d'énergies renouvelables dans les deux phases de programme.

Types d'énergies renouvelables	1ère phase 2015-2020 [MW]	2ème phase 2021-2030 [MW]	TOTAL [MW]
Photovoltaïque	3000	10575	13575
Eolien	1010	4000	5010
CSP	-	2000	2000
Biomasse	360	640	1000
Cogénération	150	250	400
Géothermie	05	10	15
Total	4525	17475	22000

Tableau 2 : Les phases du programme par filière technologique

La source : <http://prtail.cder.dz>

Le tableau nous montre qu'une part significative a été consacrée pour l'énergie solaire PV dans toutes les phases de réalisation du programme. C'est une logique expliquée par l'immense gisement solaire que dispose l'Algérie, ce qui encourage l'investissement dans ce type d'énergie. Aussi, la technologie PV est la technologie la plus dominante au niveau mondial par rapport à la technologie de l'énergie solaire thermique.

L'énergie éolienne occupe la deuxième place dans le programme (dans toutes les phases), grâce aussi au gisement éolien important disponible en Algérie. Ces deux types d'énergies renouvelables (solaire PV et éolien) sont suivis, par ordre, la CSP, la biomasse, la cogénération et la géothermie.

On peut illustrer ça dans le graphe suivant :

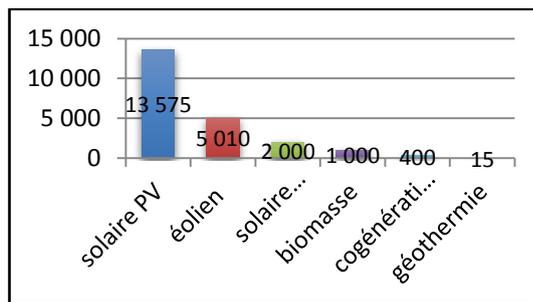


Figure : la part de chaque filière d'énergies renouvelables dans le programme de 2015 à l'horizon 2030

La source : Graphe établi par les auteurs à travers des données extraites du programme national des énergies renouvelables

Le graphe ci-dessus représente la part de chaque type d'énergies renouvelables dans le nouveau programme (2015) de développement des énergies renouvelables et d'efficacité énergétique à l'horizon 2030. Autrement dit, c'est la part de chaque type d'énergies renouvelables dans le programme (durant la période 2015-2030).

Les parts sont présentées comme suit (en Mégawatt) :

- Le solaire photovoltaïque : 13 575 MW, soit (61,70 %),
- L'éolien : 5 010 MW, soit (22,77 %),
- Le solaire thermique : 2 000 MW, soit (9,09 %),
- La biomasse : 1 000 MW, soit (5,54 %),
- La cogénération : 400 MW, soit (1,18 %),
- La géothermie : 15 MW, soit (0,068 %).

On remarque que l'énergie solaire PV a pris la part de lion dans ce programme. Cette logique est expliquée par l'immense en énergie solaire que dispose l'Algérie, qui couvre la majeure partie de la surface de pays. En plus, la technologie photovoltaïque (PV) est la technologie la plus dominante au niveau mondial.

Pour cela, l'énergie solaire photovoltaïque prendra une part importante dans le mix énergétique de l'Algérie à moyen et à long terme. Ça se voit dans la stratégie nationale de développement des énergies renouvelables qui a donné beaucoup d'importance à l'énergie solaire PV par rapport aux autres types d'énergies renouvelables, en terme de recherches, projets, investissements, ... etc.²

III PRINCIPAUX CENTRES DE RECHERCHE EN ENERGIES RENOUVELABLES EN ALGERIE ; IDENTIFICATIONS ET REALISATIONS :

A Le centre de développement des énergies renouvelables (CDER) :

Le centre de développement des énergies renouvelables (CDER) est un centre de recherche issu de la restructuration de haut-commissariat à la recherche, crée le 22 Mars 1988. C'est un établissement public à caractère

scientifique et technologique (EPST) chargé d'élaborer et de mettre en œuvre les programmes de recherche et de développement, scientifique et technologique, des systèmes énergétiques exploitant l'énergie solaire, éolienne, géothermique et l'énergie de la biomasse.

Le CDER en tant que pôle scientifique, participe activement dans le programme national de recherche et de développement technologique défini par la loi d'orientation et de programme à projection quinquennale sur la recherche scientifique et le développement technologique. Les projets nationaux retenus dans ce programme sont orientés sur des priorités économiques et sociétales pour répondre aux principaux besoins stratégiques de développement économique.

Le CDER active depuis sa création de la mise en œuvre de cette stratégie à travers le déploiement et l'intégration de plusieurs réalisations et projets pilotes au niveau national. Le CDER, grâce à ses chercheurs du siège, de ses trois unités de recherche :

- Unité de développement des équipements solaires (UDES) ;
- Unité de recherche appliquée en énergies renouvelables (URAER) ;
- Unité de recherche en énergies renouvelables en milieu saharien (URERMS).

Et de sa filiale commerciale ER2 se déploie dans tout le territoire national comme étant un centre d'excellence en énergies renouvelables à travers ses productions scientifiques et ses innovations au service du secteur socioéconomique au profit des populations notamment isolées.

La mission principale de l'EPST CDER s'articule autour les points suivants :

- Réunir les éléments nécessaires à l'identification des projets de recherche à entreprendre ainsi que les données permettant leur programmation, leur exécution et leur évaluation ;
- Impulser et favoriser l'assimilation, la maîtrise, le progrès des sciences et des techniques ainsi que l'innovation technologique dans le domaine des énergies renouvelables ;
- Assurer une veille scientifique et technologique en rapports avec les énergies renouvelables,
- Rassembler et traiter l'information scientifique et technique tout en assurant la conservation et la diffusion ;
- Contribuer à la valorisation des résultats de la recherche en veillant notamment à leur diffusion, à leur exploitation et leur utilisation ;
- Assurer la formation continue, le recyclage et le perfectionnement de personnel de la recherche ;
- Contribuer à la formation par et pour la recherche ;

- Assurer la coordination, le suivi et l'évaluation des unités, des laboratoires et des équipes de recherche.

L'EPSP CDER possède quatre unités :

Premièrement : Unité de développement des équipements solaires (L'UDES)

Le siège de L'UDES est localisé à 40 Km à l'ouest d'Alger au carrefour Route nationale N°11 en allant d'Alger Vers Bou-Ismaïl (Wilaya de Tipaza) via Douaouda marine et Fouka marine.

L'UDES a été dotée de 02 divisions, de 04 ateliers de fabrication et de deux (02) services administratifs :

- Division Equipements Energies Renouvelables ;
- Division Froid et Traitement des Eaux par Energies Renouvelables.
- ✓ Atelier de fabrication des équipements solaires ;
- ✓ Atelier de mécanique ;
- ✓ Atelier d'électricité, électronique, électrotechnique et automatique ;
- ✓ Atelier de menuiserie métallique générale.
 - * Service Gestion Administrative et Financière ;
 - * Service Moyen Généraux et Maintenance.

Les réalisations de l'UDES dans le domaine de Recherche et développement comprennent ;

- Les réalisations technologiques
 - Lumière d'éclairage PV à LED blanche,
 - Système de rafraîchissement par évaporation (pour économiser l'énergie),
 - Distillateur multi-étage couplé à un capteur solaire plan,
 - Réfrigérateur solaire PV à accumulation de froid,
 - Serre solaire munie d'un dispositif externe de contrôle du processus séchage (séchage des aliments et des produits issus de l'industrie agroalimentaire),
 - Séchoir solaire indirect à convection forcée par panneau PV,
 - Chauffage eau solaire indirecte à échangeur manteau,
 - Photo réacteur tubulaire pour le traitement des eaux polluées par l'énergie solaire.
- Projets de recherche
 - Programme de recherches internes
 - Programme des projets internationaux en partenariat,
 - Programme des projets nationaux de recherche,
 - Programme des projets internationaux.

Deuxièmement : Unité de recherche en énergies renouvelables en milieu Saharien (URERMS) :

L'unité de recherche en énergies renouvelables en milieu saharien (URERMS) est une structure de recherche, créée par arrêté ministériel n° 76 du

22 Mai 2004 au sein de l'EPST CDER de Bouzaréah. Les activités de recherche scientifique et de développement technologique menées à l'URER.MS s'inscrivent dans le cadre du programme national de recherche en énergie renouvelables, considéré par les pouvoirs publics comme prioritaire et mobilisateur.

La vocation essentielle de l'unité est la recherche scientifique appliquée et le développement technologique. Elle est chargée d'entreprendre des activités de recherche et d'expérimentation pour la promotion et le développement des énergies renouvelables dans les régions sahariennes. Il s'agit de :^[3]

- Collecter, exploiter, traiter et analyser l'ensemble des données nécessaires à une évaluation précise des gisements solaires, éoliens et de biomasse dans les régions sahariennes ;
- Effectuer des travaux scientifiques et technologiques sur la conception et le développement des dispositifs et équipements de conditionnement d'énergie solaire et de biomasse ;
- Procéder à des études relatives à la qualification des sites d'installation des systèmes d'énergie solaire et éolienne ;
- Entreprendre des travaux de production et de la valorisation de la biomasse à des fins énergétiques, environnementaux et agronomiques.

L'unité de recherche, comprend deux(02) divisions de recherche :

○ La division conversion photovoltaïque :

La connaissance du gisement solaire et éolien a un important capital pour concevoir et dimensionner les systèmes énergétiques solaires et éoliens. L'objectif principal est la caractérisation énergétique du site d'Adrar, à travers l'exploitation de la chaîne de mesure des différentes composantes du rayonnement solaire sur différentes orientations. L'élaboration d'un Atlas solaire en combinant les données mesurées au sol et celle extraites à partir des images satellitaires.

○ La division conversion thermique et thermodynamique, dont la mission principale est de :

- Développer de nouveaux prototypes d'installation solaire compatible à la région ;
- Assurer des stages de formation au profil des étudiants universitaires en fin d'étude ;
- Organiser des manifestations de vulgarisation scientifique au profit des élèves et du public pour les sensibiliser de l'importance de l'énergie solaire.

Troisièmement : Unité de recherche appliquée en énergies renouvelables (URAER) :

Créée en Novembre 2002, l'Unité de Recherche Appliquée en Energies Renouvelables (URAER), rattachée au centre de développement des énergies

renouvelables (CDER) et située à 1 Kilomètre de l'aéroport De Ghardaïa et à 600 Km d'Alger.

Sa mission principale est la recherche scientifique appliquée. La spécificité de l'unité tient d'abord à son environnement aride et semi-aride qui permet de développer des recherches scientifiques motivées par des problèmes concrets présentant un impact économique certain à la société de la région qui génèrent de nouveaux concepts théoriques.

L'URAER vise à développer, diffuser et valoriser de nouvelles pistes de recherche appliquée en vue d'offrir un lieu de concertation et de coordination pour les activités de recherche liées aux énergies renouvelables.

Parmi les thèmes de recherche, on cite l'essentiel :

- Etude des mini-centrales photovoltaïque ;
- Etude des mini-centrales thermodynamiques ;
- Système énergétique hybride ;
- Thermique des bâtiments ;
- Climatisation solaire ;
- Evaluation du potentiel solaire ;
- Système de pompage solaire ;
- identification et localisation des nouvelles zones à haut potentiel éolien ;
- Production de bioénergie dans les zones arides et semi-arides.

L'URAER demeure un établissement fortement imprégné de son rôle scientifique, notamment en matière de formation. Grâce à son potentiel humain et matériel, l'unité s'est montée capable de répondre à la majorité des besoins socioéconomiques de la région ce qui lui a prévalu une nette visibilité et légitimité. A l'URAER, la continuité de la formation graduée et poste graduée comporte un volume d'enseignements théoriques, méthodologiques et appliqués, mais la grande partie est destinée surtout à l'initiation aux techniques de recherche par des travaux et des stages au laboratoire.

L'URAER assure des stages dans plusieurs disciplines telles que le thermique, le photovoltaïque, la biomasse et le gisement. Ces stages sont conduits suivant une méthodologie qui procure aux stagiaires des connaissances qui lui permettent de dépasser les logiques universitaires traditionnelles et les perspectives disciplinaires exclusives.⁴

L'URAER assure des prestations de service, notamment l'étude de la réalisation des systèmes solaires :

- Etude et réalisation des systèmes photovoltaïques (Eclairage photovoltaïque, pompage solaire, ...)
- Alimentation en énergie solaire des maisons autonomes (électricité, eau chaude sanitaire, ...)
- Serres agricoles intelligentes

- Audits énergétiques
- Données météorologiques (éclairage solaire, température ambiante, humidité, vitesse et direction du vent, ...)

Quatrièmement : La filiale Etudes et Réalisations en Energies Renouvelables (ER2) :^[5]

La création de la filiale commerciale d'Etudes et de Réalisation en Energies Renouvelables (ER2) par le CDER, a permis de réaliser des études de faisabilité et d'élaborer des solutions adaptées aux différents clients publics et privés. La filiale contribue aussi à la veille technologique dans le domaine des énergies renouvelables.

Les divisions de « ER2 » sont :

- Division solaire PV,
- Division énergie éolienne,
- Division hydrogène énergies renouvelables,
- Division bioénergie et environnement,
- Division solaire thermique et géothermique.

Les principales missions de la filière sont :

- Etude de marché en matière des produits relatifs aux énergies renouvelables,
- Etude de conformité technique,
- Choix d'une gamme de produit,
- Offrir un choix judicieux sur les différentes applications et proposer des solutions adaptées aux exigences des clients,
- Etablissement de partenariat dans le but de diminuer les coûts ainsi que le transfert de la technologie.

Les services fournis par cette filière sont :

- Production de l'énergie solaire PV,
- Production de l'énergie éolienne,
- Production de l'énergie thermique,
- Etude et conception,
- Formation.

Le CDER est considéré comme le premier guide des énergies renouvelables en Algérie

Pour réaliser ses objectifs, le CDER a mis en place une stratégie de recherche et de développement dynamique pluridisciplinaire. Ce centre déploie sa stratégie sur sept (07) axes :

- Energie solaire photovoltaïque :
 - Meilleure intégration des énergies renouvelables dans le réseau électrique,

- Développement d'une expertise et d'un savoir-faire dans le domaine des centrales électriques à énergies renouvelables intégrées au réseau électrique dans l'optique de la transition énergétique,
- Intégration des systèmes photovoltaïques dans l'habitat et leur connexion directe au réseau électrique,
- Promotion des systèmes de qualité et maintien de la confiance des utilisateurs finaux dans les produits renouvelables,
- Développement de la climatisation solaire photovoltaïque,
- Développement des systèmes de stockage d'énergie en réponse à l'introduction massive des énergies renouvelables sur le réseau électrique et aux besoins d'électricité en période de pointe.
- Energie solaire thermique :
 - Efficacité énergétique dans le bâtiment,
 - Développement de la technologie solaire à concentration,
 - Développement de la technologie solaire thermique basse température,
 - Exploitation de l'énergie géothermique.
- Energie éolienne :
 - Identification des sites éligibles à l'implantation des éoliennes en Algérie,
 - Maîtrise des techniques de conception, de réalisation et de fonctionnement des aérogénérateurs,
 - Développement d'un savoir-faire et une maîtrise technologique en vue d'accompagner les projets de parcs éoliens,
 - Développement des outils de dimensionnement, d'optimisation et de gestion d'énergie des systèmes multi-sources,
 - Développement d'outils de contrôle et de pilotage de la production d'électricité des systèmes énergétiques connectés au réseau.
- Hydrogène vecteur énergétique :
 - Mise en place d'activités de recherche et de développement de technologies permettant d'asseoir l'hydrogène en tant que vecteur énergétique,
 - Développement d'un savoir-faire et une maîtrise technologique pour l'accompagnement de projets portant sur les technologies d'hydrogène,
 - Maîtrise des technologies de production, de stockage et de valorisation de l'hydrogène produit en tant que vecteur énergétique,
 - Participation aux différentes actions d'élaboration et de mise en œuvre des réglementations, des normes et des systèmes de certification pour les activités hydrogènes vecteur énergétique.
- Bioénergie et environnement :
 - Maîtrise et optimisation des procédés de production et d'utilisation des nouvelles générations de carburants propres,

- Evaluation et exploitation du potentiel en bio ressources locales, valorisable en énergie,
- Maitrise des procédés de production de formes de bioénergie autres que les biocarburants,
- Maitrise des procédés de mesure et de traitement de la pollution,
- Valorisation de la biomasse pour la production des produits secondaires de forte valeur ajoutée,
- Production d'une énergie alternative, verte, renouvelable, intégrée au processus de développement durable, et ce à travers les filières : agricole, élevage, industrie et gestion des déchets.
- Traitement des eaux par énergies renouvelables :
 - Introduction de l'énergie solaire dans le traitement des eaux usées,
 - Développement d'un savoir-faire afin d'accompagner des programmes d'accompagnement des programmes du gouvernement liés aux ressources hydriques et l'environnement,
 - Amélioration des performances des installations d'épuration, de désinfection et de dessalement par le développement et l'élaboration de nouveaux matériaux,
 - Développement des outils de dimensionnement et d'optimisation des stations de dessalement et d'épuration fonctionnant en énergie solaire.
- Froid et climatisation solaire :
 - Introduction de l'énergie solaire dans la production du froid tel que la réfrigération, la climatisation et le rafraichissement,
 - Développement d'un savoir-faire afin d'accompagner des programmes du gouvernement relatifs au secteur de l'habitat et de l'efficacité énergétique,
 - Amélioration des performances des installations frigorifiques par le développement, l'élaboration et l'introduction de nouveaux matériaux et fluides frigorifiques naturels.

La nouvelle loi d'orientation sur la recherche scientifique et le développement technologique est rentrée en vigueur début 2016. Parallèlement, les pouvoirs publics ont lancé le nouveau programme de développement des énergies renouvelables et d'efficacité énergétique. Dans ce cadre, le CDER a tracé son plan d'action afin de répondre à la stratégie de cette nouvelle loi qui vise dans un premier temps à créer de passerelles et de synergie entre la recherche académique et appliquée et les secteurs industriels et socio-économiques. Dans un deuxième temps, il vise à accompagner les deux versions de programme national de développement des énergies renouvelables et d'efficacité énergétique.

En effet, le CDER dispose de tous les atouts qui lui permettent de mener des recherches appliquées basées principalement sur l'ingénierie. En plus, le CDER

se caractérise par la pluridisciplinarité de ses domaines de recherche, de son potentiel chercheurs compétents et de ses plateformes technologiques. Par ailleurs, le CDER participe à de grands programmes de recherche, de transfert de la technologie et de renforcement des capacités à caractères international. Ces programmes sont sous l'égide de la convention-cadre des nation-unies sur les changements climatiques ou dans le cadre des partenariats de coopération bilatéraux et multilatéraux.

Les axes stratégiques de ce plan d'action de CDER qui prend en compte des problématiques posées par le secteur socio-économique et la réalité du terrain et des avancées technologiques dans le renouvelable à travers le monde, sont la production de l'électricité par la voie des énergies renouvelables, l'hydrogène en tenant en vecteur énergétique et la maîtrise de la consommation énergétique dans l'habitat.

Les domaines de recherche concernent essentiellement : les gisements des énergies renouvelables, l'énergie solaire photovoltaïque, l'énergie éolienne, l'énergie solaire thermique, l'efficacité énergétique dans les bâtiments, l'énergie géothermique, le stockage de l'énergie, l'hydrogène et les piles à combustibles, la bioénergie, l'eau, l'environnement et le changement climatique, l'économie et l'impact social des énergies renouvelables, la cogénération, les systèmes hybrides, les matériaux, l'exploitation et la maintenance des centrales à énergies renouvelables et l'intégration au réseau.

La recherche et développement permet une émergence d'entreprises nationales dans le domaine de l'EPC, ce qui permet de sortir graduellement de la dépendance à l'énergie fossile et même de s'affranchir des projets livrés par les multinationales (clé en main). Aussi, la création d'emploi à travers la création des PME/ PMI et des réseaux de sous-traitance.^[6]

Le CDER s'est occupé depuis des années, conformément à ses missions statutaires de la formation par la recherche, du conseil et de l'expertise, de la recherche scientifique, de développement technologique, de la promotion des énergies renouvelables, il s'est engagé dans la réalisation des projets, essentiellement l'installation des équipements solaires dans l'ensemble du territoire national et dans les régions les plus reculées.

Le développement des énergies renouvelables en Algérie va assurer l'indépendance énergétique (la sécurité énergétique), et générera une dynamique de développement économique à travers l'implantation d'industries créatrices de richesse et d'emplois, elle contribuera également à la préservation de l'environnement et à la lutte contre le changement climatique.

La recherche en énergie solaire photovoltaïque avance beaucoup plus en Algérie que d'autres types d'énergies renouvelables, suivi de l'énergie éolienne

grâce à des technologies avancées, intelligentes et sophistiquées de gestion de réseau.^[7]

B Le centre de recherche en technologie des semi-conducteurs pour l'énergétique (Le CRTSE) :^[8]

Le centre de recherche en technologie des semi-conducteurs pour l'énergétique (CRTSE) est un établissement public à caractère scientifique et technologique (EPST). Créé par décret exécutif n°12-316 du 21Août 2012. Le centre est chargé de promouvoir la technologie des dispositifs des semi-conducteurs pour la conversion énergétique.

Sa mission principale est :

- Encadrements spécialisés en post-graduation,
- Développement des procédés technologiques de fabrication des cellules et modules photovoltaïques,
- Maitrise de l'exploitation de moyens de caractérisation et d'analyse physico-chimiques et de simulation,
- Elaboration de procédés métallurgiques pour la valorisation de l'ensemble des segments de traitement de minerai de base à la technologie des semi-conducteurs, même de développer les techniques de croissance cristalline de ces matériaux,
- Maitrise de la technologie photovoltaïque à base des semi-conducteurs pour les filières : « silicium massif » et « couches minces »,
- Développement des technologies industrielles associées aux procédés sur les matériaux et les dispositifs de conversion énergétique,
- Développement des dispositifs à haut rendement de conversion photovoltaïque,
- Elaboration et traitement des matériaux semi-conducteurs
- Mise en point de procédés, couches minces, pour cellules solaires et capteurs pour l'environnement,

Le CRTSE possède quatre divisions :

- **CCPM** : division Croissance Cristalline des semi-conducteurs et Procèdes Métallurgique
- **DDCS** : division Développement des Dispositifs de Conversion à semi-conducteurs
- **CMSI** : division Couches Minces, Surface et Interface
- **TESE** : division Technologies Emergentes des Semi-conducteurs pour l'Energétique

Le cadre de valorisation de recherche et développement comprend :

- Le Savoir-faire :
 - Traitement de la matière première de silicium,

- Technologie d'élaboration de lingots et production de plaquettes de silicium,
- Techniques d'encapsulation des modules photovoltaïques,
- Procédés de fabrication des dispositifs de conversion à semi-conducteurs,
- Procédés physique de modification de la surface des couches minces,
- Analyses structurales, optiques et électriques,
- Procédés de fabrication de cellules photovoltaïques en silicium et en couches minces,
- Maitrise de différentes technologies dans le processus de fabrication.
- Photocatalyse.
- Communications et brevets : (De 2008 à 2018)
 - Plus de 328 publications internationales,
 - Plus de 528 communications internationales,
 - 45 rapports scientifiques et technologiques,
 - 07 brevets INAPI,
 - 01 international PCT. Collaboration CNRS- France, CRTSE.
- Produits/ Expertise :
 - Enrichissement de la silice (jusqu'à très haute pureté),
 - Expertise dans le domaine énergétique,
 - Lingots et plaquettes de silicium,
 - Cellules et modules photovoltaïques,
 - Capteurs pour la protection environnementale et humaine,
 - Anodes pour Batteries.

C Centre de recherche et de développement de l'électricité et du gaz (CREDEG) :

Filiale du groupe Sonelgaz, créée en 01 janvier 2005 sous forme de SPA. Elle est pour principale vocation la recherche appliquée, le développement technologique ainsi que l'expertise des équipements industriels.

Les principales missions sont :

- La production, le transport et la distribution de l'électricité,
- Le transport et la distribution du gaz par canalisation,
- Le développement et la promotion des énergies nouvelles et renouvelables,
- La qualification des équipements électricité et gaz.

Parmi les onze laboratoires de recherche du CREDEG, le laboratoire des énergies renouvelables dispose de multiples équipements de tests et d'essais sur les installations solaires, qui permettent de diagnostiquer une installation PV autonome ou connecté au réseau.

Le laboratoire est constitué des équipements, les principaux sont les suivants :^[9]

- Testeur de panneaux PV,

- Analyseur d'implantation PV,
- Analyseur de réseau,
- Enregistreur de puissance et d'énergie,
- Testeur de batterie,
- Caméra infrarouge,

Le CREDEG a une expérience large dans les énergies renouvelables :^[10]

▪ **Energie solaire photovoltaïque :**

Parmi les études réalisées est l'électrification des 18 villages du sud algérien à l'énergie solaire.

Parmi les expériences dans le domaine :

- Réalisation d'un guide technique pour l'utilisation du PV,
- Durée de vie des batteries rallongées grâce aux limiteurs d'énergie,
- Les équipements installés sont toujours fonctionnels grâce à la maintenance préventive et curative par les pouvoirs publics.

L'impact social de ces études :

- Stabilisation de la population villageoise,
- Etude d'hybridation à l'énergie PV des micros centrales Diesel au sud du pays.

▪ **Energie éolienne :**

CREDEG accompagne le programme national de développement des énergies renouvelables par :

- L'assistance technique dans le choix des sites et des lieux d'installation des stations de mesure,
- L'assistance technique dans le contrôle du montage, la réception et la mise en service des stations de mesures,
- Le recueil et l'analyse des données de l'éolien.

▪ **Energie thermique :**

Plusieurs installations au niveau du siège de CREDEG et des trois écoles de formation d'IFEG ont été réalisées.

▪ **Biomasse :**

La valorisation de ce type d'énergie a été initiée dans le cadre de diversification des sources d'énergies renouvelables. Parmi les études réalisées :

- Une étude préliminaire permet d'avoir un aperçu sur les déchets à valoriser et les procédés utilisés,
- Evaluation de quelques gisements les plus répondeur en Algérie,
- Valorisation du grignon d'olive qui peut générer de grandes quantités de déchets.

IV CONCLUSIONS

Les centres de recherche en Algérie ont donné une forte volonté dans le cadre de promouvoir les énergies renouvelables, notamment dans la recherche en énergie

solaire en tant que l'énergie renouvelable la plus disponible dans le pays. Les centres de recherche ont aussi réussi de faire connaître les opportunités que dispose l'Algérie en matière de potentiel en énergies renouvelables et de potentiel scientifique et technique des ressources humaines. Pour cela, le programme national des énergies renouvelables et d'efficacité énergétique a donné une importance particulière de la contribution des centres de recherche dans le développement de ce nouveau créneau d'investissement en Algérie.

Enjeux et perspectives :

- Assurer une coopération entre les centres de recherche et les opérateurs dans le domaine,
- Développer une industrie nationale à travers la recherche et développement,
- Promouvoir la filière du renouvelable, notamment le solaire,
- Assurer un transfert efficace de la technologie relative au renouvelable,
- Encourager la recherche nationale tout en donnant une priorité à la capacité des chercheurs algériens.

V REFERENCES

- [1] Hanane ATMANIA, "L'investissement dans l'industrie des énergies renouvelables ; Stratégies et enjeux pour l'Algérie", faculté des sciences économiques, commerciales et des sciences de gestion, université d'Oran 2 Mohamed Ben Ahmed, Algérie, 2020, p 108.
- [2] ibid, p 121-124.
- [3] www.urems.dz
- [4] www.uraer.cder.dz
- [5] <https://www.ifalgerie.com/algerie/cooperation/universitaire/pstation-er2-cder-ateliers-filiales.pdf>
www.er2.dz
- [6] Noureddine YESSAA, "Vers une recherche utile pour l'émergence de l'industrie et l'économie du renouvelable", Bulletin des énergies renouvelables, N° 36, 2015, p 1.
- [7] Noureddine YESSAA, "Le CDER, un acteur incontournable dans le développement du renouvelable en Algérie", Bulletin des énergies renouvelables, N° 38, 2016, p1.
- [8] www.crtse.dz
- [9] Revue semestrielle éditée par le CREDEG, numéro special, Avril, 2018, p 7 et 8.
- [10] ibid, p 12.