

L'ÉNERGIE SOLAIRE : UN MOTEUR DU DÉVELOPPEMENT DURABLE EN ALGÉRIE

Sarah CHERIFI*
Mohamed HADDAD**

Received: 04/03/2019 / Accepted: 25/12/2019 / Published : 09/03/2020
Corresponding authors: cherifisarah9393@gmail.com

RÉSUMÉ

Depuis peu, l'énergie solaire s'avère être l'une des solutions alternatives face à notre dépendance aux énergies fossiles, cette énergie propre, inépuisable permet de fournir dix mille fois plus d'énergie que celle consommée par toute la population mondiale (Funk, 2010). De ce fait, développer cette filière demeure une priorité pour de nombreux pays et ce afin d'y parvenir à un développement durable sur ces trois dimensions : économique, sociale et environnementale.

Ainsi, notre étude consiste à évaluer la contribution de l'énergie solaire au développement durable en Algérie. Pour ce faire, nous avons opté pour une méthodologie descriptive et analytique qui nous a conduits à conclure que les réalisations des projets d'énergie solaire en Algérie, dominées par la photovoltaïque, restent timides ne dépassant pas les 375 MW (Ministère de l'Énergie, 2018a), néanmoins cette capacité installée a réussi à résoudre une partie des problèmes environnementaux et socio-économiques qui entravent le pays, ce qui nécessite plus de volonté afin de corriger les mécanismes de son développement et aboutir aux résultats souhaités.

* Laboratoire de la mondialisation et des politiques économiques, Université d'Alger3, cherifi.sarah@univ-alger3.dz, Algérie.

** Laboratoire de la mondialisation et des politiques économiques, Université d'Alger3, haddadm02@yahoo.fr, Algérie.

MOTS CLÉS :

Energie Solaire; Photovoltaïque; Capacités Installées; Développement Durable ; Algérie.

JEL CLASSIFICATION : Q2, Q01.

**SOLAR ENERGY : A DRIVER FOR SUSTAINABLE
DEVELOPMENT IN ALGERIA**

ABSTRACT

Recently, solar energy is proving to be one of the alternative solutions to our dependence on fossil fuels, this clean, inexhaustible energy can provide ten thousand times more energy than that consumed by the entire world population. As a result, developing this sector remains a priority for many countries in order to achieve sustainable development on these three dimensions: economic, social and environmental.

Thus, our study consists of evaluating the contribution of solar energy to sustainable development in Algeria. To do this, we opted for a descriptive and analytical methodology that led us to conclude that the achievements of solar energy projects in Algeria-dominated by photovoltaic, remain timid not exceeding 375 MW, nevertheless this installed capacities has managed to solve some environmental and socio-economic problems that hinder the country, which requires more willingness to correct the mechanisms of its development and achieve the desired results.

KEY WORDS

Solar Energy, Photovoltaic, Installed Capacities, Sustainable Development, Algeria.

JEL CLASSIFICATION : Q2, Q01.

الطاقة الشمسية كمحرك للتنمية المستدامة في الجزائر

ملخص

تهدف هذه الدراسة إلى تقييم التجربة الجزائرية في مجال تطوير الطاقة الشمسية من أجل تنمية مستدامة، باعتبارها أحد الحلول الراهنة أمام تبعيتنا الكبيرة للطاقات الناضبة، حيث تعتبر الطاقة الشمسية، طاقة نظيفة، غير ناضبة وبإمكانها أن توفر أكثر بعشرة آلاف مرة من الطاقة عن تلك التي يستهلكها سكان العالم بأكمله، مما يجعلها ضمن أولويات العديد من البلدان من أجل تجسيد أبعاد التنمية المستدامة الثلاثة: الاقتصادية والاجتماعية والبيئية. وقد توصلت هذه الدراسة الوصفية التحليلية إلى أن الانجازات المحققة في مجال الطاقة الشمسية في الجزائر - بالتحديد في مجال الطاقة الكهروضوئية، لازلت تعد في مراحلها المبتدئة بقدرات مركبة لا تتجاوز 375 ميغاوات، رغم ذلك فإنها لم تقضي دورها في حل جزء من المشاكل البيئية والاقتصادية الاجتماعية للبلاد، الأمر الذي يستدعي المزيد من الإرادة لتفعيل مسار تطويرها من أجل بلوغ النتائج المرجوة.

كلمات مفتاحية:

الطاقة الشمسية، الطاقة الكهروضوئية، القدرات المركبة، التنمية المستدامة، الجزائر.

تصنيف جال: Q01, Q2.

INTRODUCTION

La protection de l'environnement et le développement durable n'ont cessé de prendre de l'ampleur ces dernières années. Ces concepts sont toutefois apparus après une longue réflexion sur les effets de la pollution qu'engendre l'utilisation des énergies conventionnelles. C'est ainsi que la nécessité de recourir à de nouvelles sources d'énergie dans le monde est devenue indispensable aux fins de réduire les émissions de gaz à effet de serre (GES) et limiter l'élévation des températures à 2 °C d'ici 2100 (SYMBIOSE, 2017).

À cet effet, plusieurs pays se sont lancés à renforcer leurs politiques de transition énergétique visant à adopter ces sources propres et inépuisables d'une grande partie dans le mix énergétique.

En ce sens, l'Algérie s'est engagée sur la voie des énergies renouvelables par le lancement d'un programme ambitieux visant à atteindre 22000 MW à l'horizon 2030, dont 62% seront consacrés à l'énergie solaire (Ministère de l'Énergie, 2016).

Ce choix stratégique est motivé par l'immense potentiel solaire que recèle le pays, fournissant une durée d'ensoleillement qui peut atteindre les 3900 h/an ; soit 10 fois la consommation mondiale (FCE, 2019).

Dans ce cadre, cette énergie pourrait donc être le levier social et économique pour le pays en participant à la création de plusieurs postes d'emplois et de richesse. Et aussi, l'alternative aux défis environnementaux actuels. Dès lors, la question qui se pose est celle de savoir :

L'énergie solaire pourrait-elle contribuer significativement au développement durable en Algérie?

Afin de pouvoir répondre à cette question, nous avons émis l'hypothèse suivante :

- « La contribution du développement de l'énergie solaire au développement durable en Algérie est explicite, et largement proportionnelle à l'appui exclusif de l'État à travers son programme adopté en 2011 ».

Pour confirmer ou infirmer cette hypothèse, nous avons adopté une démarche méthodologie descriptive analytique basée sur une recherche bibliographique et une enquête sur les lieux (des interviews). De cette manière, notre travail s'articule autour des points suivants:

1. En premier lieu, nous présenterons brièvement les concepts théoriques de base sur l'énergie solaire et le développement durable, ainsi nous mettrons l'accent sur les différents liens existant entre ces deux derniers ;
2. En second lieu, nous exposerons la tendance mondiale en énergie solaire pour un développement durable ;
3. Et en dernier, nous intéresserons de plus près à l'exploitation de cette énergie en Algérie à des fins de développement durable : potentiels et investissements réalisés, projet à l'avenir, opportunités et challenges, impact environnemental et socio-économique.

La thématique de la présente recherche a été orientée par les nombreuses études qui ont traité la question basée principalement sur des rapports et des articles. Notamment l'étude référencée : Amir kouadri Boudjelthia, Énergies renouvelables : un moteur principal du développement durable en Algérie, (CDER, 2014), dans laquelle l'auteur a exposé en quelques points la possibilité de ces ressources à couvrir les zones rurales et de créer de l'emploi et les industries, tout en illustrant son travail avec des chiffres enregistrés dans des expériences à l'échelle mondiale.

Une deuxième étude peut être citée, référencée : Sara Atouk. (2013), les énergies renouvelables et les populations rurales pauvres : le cas du Maroc, Essai présenté au Centre universitaire de formation en environnement en vue de l'obtention du grade de maître en environnement (M. Env.)Université de Sherbrooke. Dans cette étude, l'auteur a déterminé les différents impacts des énergies renouvelables sur les dimensions du développement durable au Maroc. Ainsi, l'auteur a pu conclure que les projets d'énergies renouvelables au Maroc présentent des impacts environnementaux et économiques très attrayants et aussi une contribution sociale considérable, notamment

par rapport à l'inclusion sociale des populations rurales en leur permettant de ne plus être isolées.

De ce fait, notre recherche est venue compléter et donner plus de détails structurés à ce qui a été développé dans les études précédentes en se basant uniquement sur la contribution de la filière solaire au développement durable (à travers ses trois volets) en Algérie.

1- FONDEMENT THÉORIQUE DE L'ÉNERGIE SOLAIRE ET DU DÉVELOPPEMENT DURABLE :

Cette première section peut être répartie en trois points principaux ; à savoir :

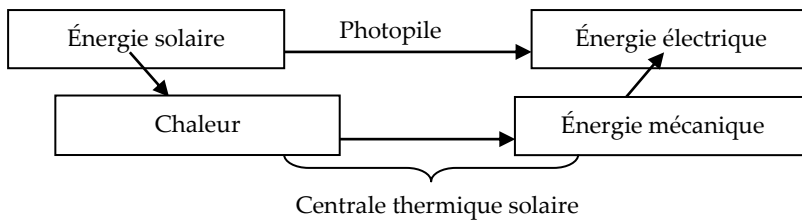
1.1. Généralités sur l'Énergie solaire :

L'énergie solaire est parmi les plus anciennes sources d'énergie que l'humanité ait connue. Cette énergie est fournie pour 30 %, soit l'équivalent de 102 W/m², à la terre par les rayonnements solaires. Le reste de ses rayonnements est utilisé principalement pour assurer les mouvements de l'eau et de l'air ; et enfin pour assurer l'équilibre thermique du sol (Weissenfels, 2005).

Le Soleil est ainsi la source d'énergie la plus puissante sur la planète. L'énergie reçue par ce dernier en une heure est égale à celle dont la Terre a besoin pendant environ un an.

L'énergie solaire peut être convertie en électricité, soit directement par effet photovoltaïque, soit indirectement après conversion en chaleur puis en énergie mécanique dans les centrales thermiques solaires (Weissenfels, 2005). (Figure 1).

Figure 1 : Conversion du rayonnement solaire en énergie électrique



Source : Wiesenfeld (2005)

1.2- Généralités sur le Développement Durable

En 1988 le rapport Brundtland fonde le concept du développement durable sur la définition suivante il s'agit : « d'un mode de développement qui s'efforce de répondre aux besoins du présent sans compromettre la capacité des générations futures à satisfaire les leurs » (Raynal, 2009).

L'objectif perçu par cette définition est de dépasser le modèle de développement basé sur la croissance, et offrir un cadre cohérent qui s'appuie sur trois axes principaux :

- Un développement qui préserve l'environnement ;
- Un développement qui prend en considération des notions d'efficacité économique ;
- Un développement qui respecte une certaine équité sociale.

Il s'agit donc d'un développement à la fois vivable, viable, et équitable (Raynal, 2009).

Ces trois interfaces, sont le résultat des croisements existants entre les dimensions : sociale, économique, et environnementale. Le durable se situe à la confluence de ces trois interfaces :

- On qualifie de viable le lien entre les dimensions environnementales et l'économique. C'est donc l'état ou l'environnement procure des ressources naturelles qui sont exploitables et essentielles à la survie de l'économie. Cependant, pour qu'une économie soit durable et bénéfique pour les générations futures, ces ressources naturelles doivent être exploitées et gérées convenablement, donc de façon viable.
- Le vivable se situe au croisement des dimensions environnementale et sociale. Un environnement sain procure de la nourriture, de l'eau potable, un air de qualité, des abris, et des emplois à une société. Notons que l'ensemble des décisions d'une société déterminera l'avenir de cet environnement.
- L'équitable relie entre la dimension économique et sociale. De ce fait, conduit à une économie performante et durable et une société dont tous les membres ont accès à des revenus distribués d'une manière équitable, des emplois à long terme et des biens et services de

qualité. Par ailleurs, ce sont ces membres qui décident comment distribuer la richesse économique.

Cet équilibre est théoriquement possible, mais parfois difficile à atteindre pratiquement, pour y remédier la mise en œuvre des pratiques de bonne gouvernance est indispensable.

En ce qui concerne les objectifs fixés pour ce développement, l'assemblée générale des Nations unies a adopté en 2015, une nouvelle vision internationale qui offre une couverture sur tous les domaines du développement et intègre ainsi les trois dimensions du développement durable. C'est alors que les États du monde se sont accordés sur dix-sept objectifs d'un développement durable à l'horizon 2030.

Ces objectifs sont représentés dans la figure ci-dessous :

Figure 2 : Les objectifs du développement durable à l'horizon 2030



Source : UNESCO, disponible sur : <https://fr.unesco.org/sdgs>, consulté le 28 avril 2019.

1.3- Liens possibles entre l'énergie solaire et le développement durable :

Comme on a pu le constater précédemment, la promotion des énergies renouvelables fait l'objet du septième objectif du développement durable. Donc pour aboutir à un développement durable il faudra garantir l'accès de tous à des services énergétiques fiables, durables et modernes, à un coût abordable.

Il s'agit de mettre l'accent sur l'accès universel à l'énergie, l'efficacité énergétique accrue et l'utilisation accrue des énergies renouvelables grâce à de nouvelles opportunités économiques et

professionnelles afin de créer des communautés plus durables et inclusives et une résilience aux problèmes environnementaux tels que le changement climatique.

À l'heure actuelle, environ 3 milliards de personnes n'ont pas accès à des solutions de cuisson propres et sont exposées à des niveaux dangereux de pollution atmosphérique (Nations Unies, 2018). En outre, un peu moins d'un milliard de personnes fonctionnent sans électricité et 50 % d'entre elles se trouvent en Afrique subsaharienne (Nations Unies, 2018). Heureusement, des progrès ont été réalisés au cours de la dernière décennie en ce qui concerne l'utilisation de l'électricité renouvelable à partir de l'eau, de l'énergie solaire et éolienne et le ratio de l'énergie consommée par unité de PIB sont également en baisse (Nations Unies, 2018).

Ainsi, le développement durable repose sur l'exploitation efficace de toutes les filières d'énergies renouvelables, particulièrement la filière solaire comme étant l'une des technologies les plus prometteuses. Il est important donc d'améliorer l'accès à cette technologie et progresser vers son intégration dans les applications finales dans les bâtiments, les transports et l'industrie. Également accroître les investissements publics et privés dans les énergies solaires et mettre davantage l'accent sur les cadres réglementaires et les modèles d'entreprises innovants dans les filières solaires. Et cela afin de pouvoir transformer les systèmes énergétiques mondiaux.

En contrepartie, déployer les énergies solaires contribue à réaliser l'ODD 7 et peut renforcer également la mise en œuvre des autres objectifs du développement durable dans les autres dimensions ; à savoir : la durabilité de l'environnement, le développement humain et le développement économique durable (IRNA, 2017).

➤ La durabilité environnementale :

Les énergies solaires peuvent aider à atténuer les impacts de la consommation de l'énergie sur l'environnement aux niveaux local et mondial, en soutenant d'autres ODD tels que l'Action pour le climat (ODD 13), Villes et Communautés durables (ODD11) et la vie sur terre (ODD15).

➤ Développement humain :

L'énergie solaire facilite l'accès aux services de base (éducation, santé, eau et nourriture, par exemple) et améliore la disponibilité des activités génératrices de revenus. Ensemble, ces services contribuent à réduire la pauvreté et améliorer le bien-être. Ainsi les énergies renouvelables peuvent soutenir d'autres objectifs de développement durable tels que la santé et bien-être (ODD 3), une éducation de qualité (ODD 4) et eau propre et Assainissement (ODD 6).

➤ Croissance économique durable :

L'énergie solaire peut alimenter la croissance économique, et le bien-être humain, ainsi créer de nouveaux emplois et développer de nouvelles industries. En ce qui concerne l'impact économique du déploiement des énergies renouvelables en général, l'analyse a révélé que la transition énergétique peut entraîner des gains globaux du produit intérieur brut (PIB) allant jusqu'à 19 000 milliards de dollars à l'horizon 2050 (IRNA, 2018a). Par ailleurs, l'agence internationale des énergies renouvelables estime qu'avec la décarbonation de l'économie mondiale, les emplois créés par la filière solaire seule, compenseraient les pertes d'emplois dans le secteur des combustibles fossiles. En conséquence, le déploiement de l'énergie solaire peut contribuer à la réalisation des autres objectifs tels que l'éradication de la pauvreté (ODD 1) et le Travail décent et croissance économique (ODD8).

2- TENDANCE MONDIALE EN ÉNERGIE SOLAIRE POUR UN DÉVELOPPEMENT DURABLE :

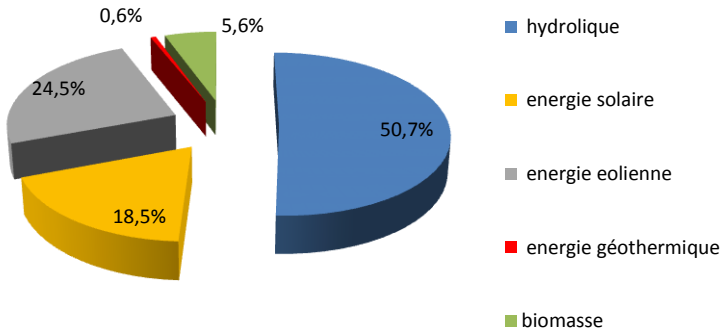
Dans cette section, nous analyserons la contribution de l'énergie solaire au développement durable à l'échelle mondiale.

2.1- Capacité mondiale installée en énergie solaire :

En 2017, la capacité globale installée en énergies renouvelables correspond à 24,5 % de la production énergétique globale en 2016, contre 23.7 % en 2015 (Diaf, 2018). Soit une évolution marquée de 0.8 %.

L'énergie solaire représente à la fin 2017 une part de 18.5 % ; soit (406,9 GW) de la capacité totale installée en énergies renouvelables (REN21, 2018) (figure 3). Alors qu'elle représentait seulement près de 3.3 % ; soit (40 GW) de la totalité installée en 2010 (IRENA, 2018b), permettant ainsi de marquer une croissance très considérable de 439,39 %.

Figure 3: **Part de l'énergie solaire du total installé en énergies renouvelables en 2017**

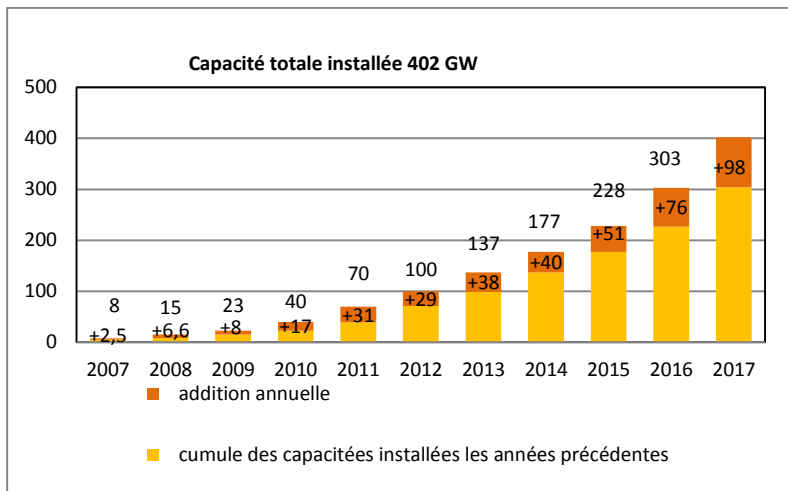


Source : réalisé par nos soins à partir des statistiques du REN21 Renewable energy policy network for the 21 st century. (2018), Renewables 2018 Global Status Report

La croissance qu'a connue cette énergie dans le monde est due principalement à l'exploitation de la filière photovoltaïque qui n'a cessé de progresser tout au long de ces dix dernières années - figure 4 - représentant ainsi une part majoritaire de la totalité installée en énergie solaire ; soit 98.79 % en 2017.

Cependant, l'énergie thermique représente seulement les 0.2 % ; soit (4.9_GW) de cette capacité, en raison des prix de sa technologie qui demeure tout de même très élevée (IRENA, 2018b).

Figure 4 : Capacité mondiale installée en énergie solaire photovoltaïque (2007-2017) (GW)

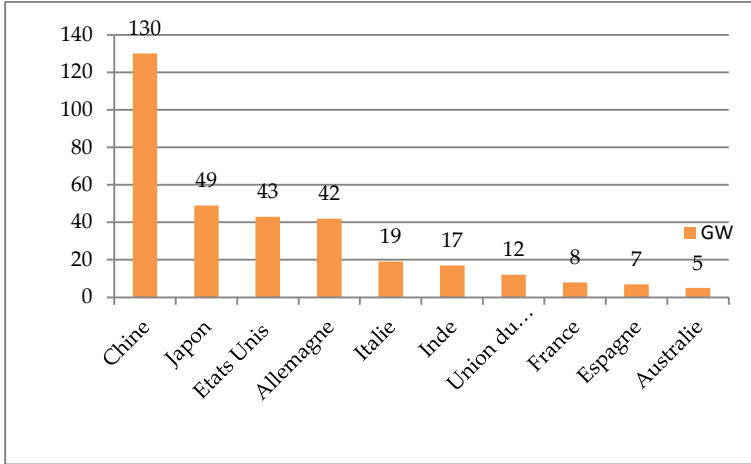


Source: REN21 Renewable energy policy network for the 21st century. (2018), *Renewables 2018 Global Status Report*, France, page 90.

Aussi, selon les statistiques de l'agence internationale des énergies renouvelables, la capacité installée en cette énergie dans le monde est répartie essentiellement sur dix pays, guidée par : la Chine qui se trouve à la tête de ce classement par une capacité installée de (130 GW), suivi du Japon (49 GW), des États Unis (43 GW), et de l'Allemagne par une capacité de (42 GW).

Les autres pays de ce classement mondial se font plus discrets, mais ont une part déjà considérable dans l'énergie solaire tels que : Italie, l'Inde, la Grande Bretagne, la France, l'Espagne et enfin l'Australie (IRENA, 2018b). (Figure 5)

Figure 5: Classement des dix premiers pays leaders mondiaux en énergies solaires pour l'année 2017



Source : Agence internationale des énergies renouvelables (IRENA), disponible sur : www.irena.org, consulté le : 11 septembre 2018.

2.2- Contribution de l'énergie solaire au développement durable à l'échelle mondiale :

La contribution de l'énergie solaire au développement durable dans le monde peut être abordée selon ses trois volets : environnemental, économique et social, comme suit :

2.2.1. La contribution environnementale :

L'évolution de la perception de la question des changements climatiques, en général et du risque climatique en particulier est un processus qui s'est opéré progressivement à partir de la fin des années quatre-vingt. Le processus s'est accéléré au cours de ces dernières années (SYMBIOSE, 2017), notamment après le dernier accord de la COP21 qui est entré en vigueur le 4 novembre 2016 et qui a permis la conclusion d'un accord sur le climat engageant 195 pays à réduire les émissions du gaz à effet de serre aux fins de limiter la hausse de la température en dessous de 2 °C.

Dans cette vision, cet accord impose aux Etats des réformes profondes dans les secteurs énergétiques qui devraient conduire à une importance accrue du rôle de la contribution des énergies renouvelables et de l'efficacité énergétique dans les bilans énergétiques nationaux.

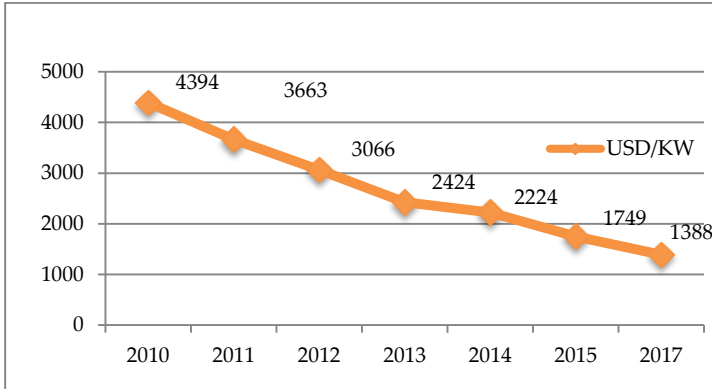
À cet effet, les efforts se sont renforcés par ces Etats pour répondre à cet engagement. Ainsi la réduction des émissions en dioxyde de carbone qui a été marquée par le secteur de l'énergie solaire dans le monde est d'environ 300 tonnes par an (SYMBIOSE, 2017).

Et contrairement à ce qui a déjà été déjà prouvé auparavant stipulant l'accompagnement nécessaire des émissions de CO₂ à la croissance économique (IEA, 2016), cette dernière est restée solide en 2018 marquant les 3.1 % (Banque Mondiale, 2019) et cela malgré la réduction des émissions citée précédemment, ce qui prouve que la conjonction entre la préservation de l'environnement et l'économie peut être établie. Donc les pays auront plus de volonté à participer à cette réduction tout en concrétisant leur développement économique à bas carbone. Et cela en incitant les acteurs principaux de ces faits à exploiter le domaine des énergies renouvelables, particulièrement la filière photovoltaïque par des subventions, des aides financières et une réglementation plus souple.

2.2.2. La contribution socio-économique :

Il est à signaler que l'extension de l'industrie photovoltaïque au niveau mondial a permis de créer une certaine compétitivité dans le marché mondial de la photovoltaïque, menant à forte baisse : 80 % entre 2010 et 2017, des coûts de cette technologie (Figure 6),

Figure 6 : Coût total moyen pondéré des investissements en énergies solaires photovoltaïques entre (2010-2017)



Source : Agence internationale des énergies renouvelables (IRENA), disponible sur : www.irena.org, consulté le : 11 septembre 2018.

En effet, les coûts ne cessent de diminuer d'une année à une autre. En comparant le graphe de la (figure 6) à celui de la (figure 4), on constate qu'à chaque augmentation de la capacité installée une chute de coût est opérée en raison d'un effet des économies d'échelle, et à l'amélioration de la technologie adoptée. En plus du facteur de l'industrialisation du secteur précité. C'est ainsi que cette technologie est donc devenue de plus en plus concurrente. Arrivant même à concurrencer les sources d'énergie conventionnelles et sans soutien financier (IRENA, 2018c).

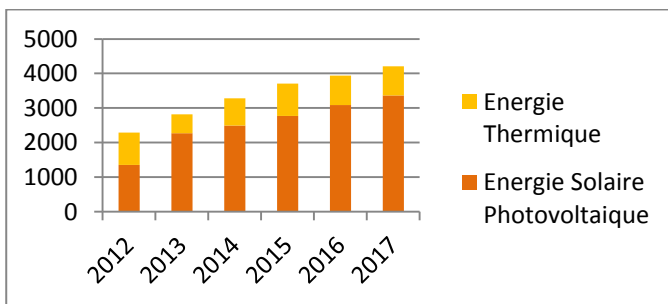
Par conséquent, cette chute des coûts a entraîné une forte hausse des investissements, marquant les 138 billions/USD en 2017 (IRENA and CPI, 2018), ces derniers deviennent donc de plus en plus rentables, et participeront davantage à l'avenir à l'augmentation du PIB mondial.

Dans le même cadre, des scénarios de l'IRENA, estiment que les économies réalisées grâce à la réduction de la pollution de l'air, à l'amélioration de la santé et à la baisse des dommages causés à l'environnement, en utilisant les énergies renouvelables telle que l'énergie solaire, pourraient déjà s'élever à 6 billions de dollars en

moyenne par an jusqu'à 2050. Compensant ainsi, plus que largement les frais supplémentaires de la transition énergétique mondiale.

Par ailleurs, en termes de création d'emplois, la contribution de l'énergie solaire a considérablement augmenté notamment depuis l'année 2012, marquant un chiffre de 4.2 millions d'emplois créés en 2017 (IRENA, 2018b). Ces emplois sont repartis principalement dans les pays qui ont une avancée en cette technologie tel que la Chine, et figure essentiellement dans la filière photovoltaïque qui détient plus de 80 % de ces derniers. (Figure 7).

Figure 7 : L'emploi dans le secteur de l'énergie solaire (2012-2017) (Millions)



Source : réalisé par nos soins à partir des statistiques de l'agence internationale des énergies renouvelables (IRENA), disponible sur : www.irena.org, consulté le : 11 septembre 2018.

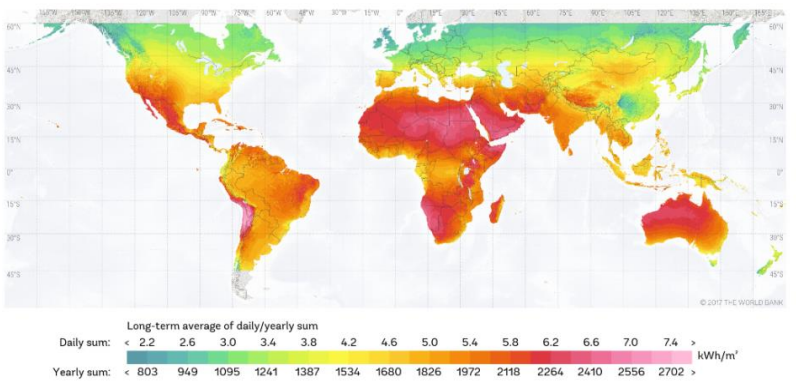
3- ÉTUDE D'IMPACT DE L'ÉNERGIE SOLAIRE SUR LE DÉVELOPPEMENT DURABLE EN ALGÉRIE

Cette dernière section a été consacrée à l'évaluation de la contribution de l'énergie solaire au développement durable en Algérie.

3.1. L'exploitation de l'énergie solaire en Algérie :

En raison de sa situation géographique, l'Algérie est classée comme étant l'un des pays les mieux dotés en ressources solaires au monde et au bassin méditerranéen (Figure 8) ; soit 169.000 TWh/an pour le solaire thermique, et 13,9 TWh/an pour le solaire photovoltaïque (Mefti, Bouroubi et Mimouni, 2002).

Figure 8 : **Nouvel Atlas solaire du monde**



Source : Banque Mondiale, disponible sur : <http://www.banquemondiale.org/>, consulté le 2 septembre 2018.

Ce gisement solaire dépasse les 5 milliards GW/h par an avec une durée d'insolation sur la quasi-totalité du territoire national dépassant les 2000 heures annuellement et peut atteindre les 3900 heures dans les hauts plateaux et au Sahara (Lahmar, Rahmouni et Chitour, 2007).

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 1700KWh/m²/an au Nord et 2263 kWh/m²/an au sud du pays (Ministère de l'Énergie, 2018b).

Tableau 1 : **Potentiel solaire en Algérie**

Régions	Régions Côtières	Hauts plateaux	Sahara
Superficie (%)	4	10	86
Durée moyenne d'ensoleillement (heures/an)	2650	3000	3500
Énergie moyenne reçue (kWh/m ² /an)	1700	1900	2650

Source : Ministère de l'Énergie : <http://www.energy.gov.dz>, consulté le : 12 septembre 2018.

À travers le tableau ci-dessus, on constate que le potentiel solaire le plus important et qui couvre 86 % de la superficie du territoire est situé dans le sud du pays. Des études précédentes ont déjà confirmé la

grande capacité du désert à recevoir de l'énergie, notamment l'étude menée par le physicien allemand Gérard Knies qui démontre que six heures d'ensoleillement du Sahara permettraient de stocker de l'électricité pour l'ensemble du genre humain pendant une année entière. Par ailleurs, une autre étude évoquée par un économiste algérien, Bachir Messaitfa, dans son livre Algérie 2030-vision prospective, assure la capacité du Sud algérien à satisfaire la demande mondiale en énergie électrique en moyenne de (4) quatre fois, tout en respectant la norme de la sécurité énergétique (2017، مصيطني).

Ce gigantesque gisement solaire a donc permis à l'Algérie d'y aller en avant vers une transition énergétique qui va assurer, à long terme, une transformation profonde de la consommation énergétique du pays en devenant de moins en moins dépendant des énergies fossiles, et cela en raison du contexte international qui engage les pays à renforcer leurs politiques environnementales et lutter contre le réchauffement climatique. Et aussi pour faire face à la demande énergétique croissante du pays.

Ainsi, le gouvernement a adopté un programme ambitieux de développement des énergies renouvelables en Algérie en février 2011, 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 la révision du programme de développement des énergies renouvelables. Parmi ces éléments, il convient de citer (Ministère de l'Energie, 2016) :

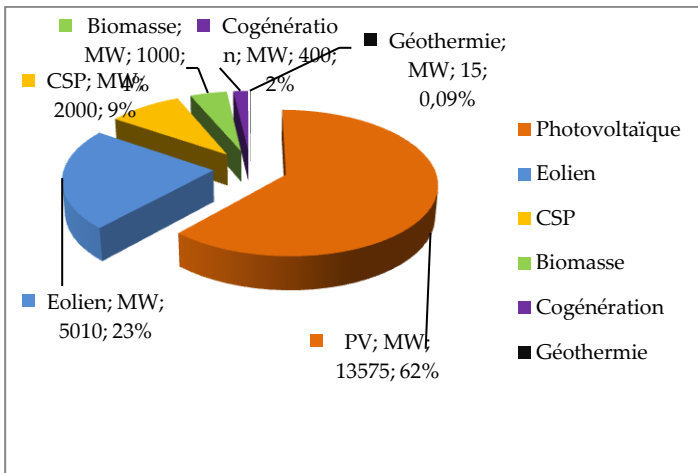
- Une meilleure connaissance du potentiel national en énergies renouvelables à travers les études engagées, lors de cette première phase, notamment les potentiels solaires et éoliens ;
- La baisse des coûts des filières photovoltaïque et éolienne qui s'affirment de plus en plus sur le marché pour constituer des filières viables à considérer (maturité technologique, coûts compétitifs...);
- Les coûts de la filière CSP (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.

Ce programme actualisé en mai 2015, consiste à installer une puissance d'origine renouvelable de l'ordre de 22000 MW 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.

Cette capacité sera répartie sur les différentes filières des énergies renouvelables comme le montre la figure suivante (Ministère de l'Énergie, 2016):

Figure 9 : **Programme de développement des énergies renouvelables en Algérie à l'horizon 2030**



Source : réalisé par nos soins à partir de la référence suivante : ministère de l'Énergie. (2016), Programme National des Énergies Nouvelles et renouvelables, Algérie, page 9, online : <http://www.energy.gov.dz/francais/uploads/2016/Programme-National/Programme-National-Energies-Nouvelles-Renouvelables.pdf>, consulté le 12 septembre 2018.

Il est à constater qu'une part majoritaire, d'environ 62 % de la capacité totale installée à l'horizon 2030, sera fournie à partir de l'énergie photovoltaïque et environ seulement 9 % de cette capacité a été dédiée au développement de l'énergie thermique, en raison de la baisse des coûts qu'a marqué la technologie de la photovoltaïque dans

le monde – comme on a pu le constater dans la section II/sous-section (2.2.2) et les coûts de la technologie CSP qui reste assez élevés en revanche – élément déjà abordé dans la section II/sous-section (2.1).

À cet effet, l'exploitation de l'énergie solaire en Algérie selon le programme précité passera par deux grandes phases :

- 1re phase entre (2015-2020) : consiste à installer une capacité de 3000 MW en énergie photovoltaïque.
- 2e phase entre (2021-2030) : l'installation d'une capacité de 10575 MW en énergie photovoltaïque et 2000 MW en énergie thermique.

Et afin d'aboutir aux objectifs, notamment en ce qui concerne le développement de l'énergie solaire, des structures d'appui et dispositifs de soutien ont été mis en place. Ainsi qu'un cadre juridique favorable ; comme suit :

- **Mise en place d'un ensemble de textes législatifs et réglementaires encadrant le développement des énergies renouvelables en Algérie.**
- **Mise en place des Structures d'appui :**
 - Création des centres de recherche affiliés aux entreprises comme le CREDEG, filiale du Groupe Sonelgaz, l'agence de promotion et de rationalisation de l'utilisation de l'énergie (APRUE) et une société filiale de Sonelgaz spécialisée dans la réalisation des projets d'énergies renouvelables (SKTM).
 - Création des centres de recherche spécialisés dans le domaine des énergies renouvelables, tel que : CDER et ces filiales, CRTSE, CREDEC, URMER...
 - Création du ministère de l'Environnement et des Énergies renouvelables en 2017.

Ainsi veiller à la coopération entre ces différents acteurs, en vue de développer les technologies et les procédés innovants en matière d'énergies renouvelables.

- **Mesures d'incitations financières et fiscales :**
 - Mise en place d'avantages financiers, fiscaux et de droits de douane pour les actions et projets qui concourent à la promotion

des énergies renouvelables. (À titre d'exemple : réduction des droits de douane, réduction de la TVA, système de soutien des prix aux investissements...).

- Création du fond national pour la maîtrise de l'énergie, pour les énergies renouvelables et la cogénération (FNMEERC) qui est alimenté annuellement de 1 % de la redevance pétrolière et du produit de certaines taxes (Journal officiel, 2016).

Cependant, en termes de réalisation d'études ; et de projets d'énergie solaire avant et après l'adoption du programme précité, il est à noter que (Ministère de l'Énergie, 2018a):

- ✓ une capacité de près de 375 MW a été mise en service, répartie entre les différentes régions sud et hauts plateaux comme le montre le tableau suivant :

Tableau 2 : Projets réalisés en énergie solaire en Algérie

Projet	Capacité installée	Région	Année de mise en service	Maitre d'ouvrage
Centrale solaire composé de 109 systèmes PV	0.453MWc	wilayas du SUD : d'Adrar, Tindouf, Tamanrasset, Illizi	1998	Sonelgaz
Centrale solaire PV	0.5 MWc	wilayas du SUD : M'Sila, El-Oeud, Tamanrasset, Illizi, Ghardaïa	2006-2010	Sonelgaz
Centrale hybride solaire-gaz (CSP)	150 MWcdont l'apport solaire et de 30MWc (solaire thermique)	HassiR'mel(Laghouat)	2011	ABENER/NEAL/COFIDES/SO NATRACH
Centrale photovoltaïque pilote (22)	1,1MWc	Ghardaïa	2014	Sonelgaz
Centrales photovoltaïques	343 MWc	Hauts Plateaux et Grand Sud	2015-2018	Sonelgaz

Source : réalisé par nos soins à partir du bilan de réalisation fourni par la structure chargée des énergies renouvelables au sein du ministère de l'Énergie.

- ✓ En ce qui concerne la réalisation d'études portant sur le développement de cette énergie, les points suivants peuvent être cités :
 - L'élaboration de l'Atlas solaire de l'Algérie, par le ministère de l'Énergie en collaboration avec l'Agence Spatiale algérienne (ASAL).
 - L'identification d'un ensemble de sites à haut potentiel solaire pouvant accueillir des centrales électriques solaires, par le ministère de l'Énergie en collaboration avec l'Agence Spatiale algérienne (ASAL).
 - Étude d'impact de l'intégration de l'énergie solaire sur le réseau électrique algérien, guidée par Sonelgaz en collaboration avec la CESI et RES4MED.

3.2- Impact des projets d'énergie solaire sur Développement Durable en Algérie

La contribution de la filière solaire au développement durable (sur ses trois volets) en Algérie se résume comme suit :

3.2.1. Impact des projets d'énergie solaire sur l'environnement :

Bien que, l'Algérie soit un pays faiblement émetteur de gaz à effet de serre (Convention-Cadre des Nations Unies sur les Changements Climatiques, 2015), il a déjà consenti de lourds investissements pour s'adapter aux effets des changements climatiques et l'atténuation des émissions de gaz à effet de serre.

Ainsi, le pays entend poursuivre ses efforts dans ce sens, notamment après la ratification de l'Accord de Paris sur le climat adopté fin 2015, à la COP21, par lequel l'Algérie a renouvelé sa détermination à travailler, avec l'ensemble des parties contractantes, en vue de la réalisation des objectifs de son nouveau plan climat déjà soumis auparavant à la convention-cadre des nations unies sur le changement climatique.

Par ce nouveau plan climatique l'Algérie mise à réduire ses émissions de gaz à effet de serre de 7 % d'ici 2 030 par ses propres moyens, et pourrait atteindre la barre des 22 % à l'aide d'un appui extérieur notamment en matière de financement, de transfert

technologique et de renforcement des capacités (Convention-Cadre des Nations Unies sur les Changements Climatiques, 2015).

Pour y parvenir, le pays mise essentiellement sur le secteur de l'énergie comme étant l'acteur principal de ses émissions (d'un taux de 74 % de l'ensemble des émissions sectorielles (SYMBIOSE, 2017), ce qui est une autre raison d'aller en avant vers la promotion des énergies renouvelables en Algérie.

À ce propos, l'Algérie compte énormément sur ses réalisations en énergie solaire afin d'aboutir à son ambition, et cela en vue de son gigantesque gisement solaire considéré parmi les plus élevés au monde.

À ce jour, les réalisations en énergie solaire ont permis de marquer une réduction d'émission de gaz à effet de serre d'environ 0.6Mt CO₂ (SKTM, 2018). Une baisse estimée assez faible par rapport aux résultats réalisés dans les expériences similaires à l'Algérie, par exemple le cas de l'Afrique du Sud qui a réussi à réduire ses émissions à hauteur de 7.884 Mt CO₂ (IRENA, 2019).

3.2.2. Impact socio-économique des projets d'énergie solaire :

L'impact économique du développement de l'énergie solaire en Algérie est déterminé par deux principaux facteurs ; à savoir :

- Facteur de la production d'énergie solaire :

Afin d'assurer le déploiement à grande échelle de l'énergie solaire photovoltaïque selon le plan adopté par le gouvernement, des mécanismes de soutien comme les tarifs d'achats-garantie ont été mis en œuvre. À travers cette mesure, l'Etat s'engage à garantir l'achat de l'électricité produite à base de centrales photovoltaïques à un prix fixe pendant 20 ans permettant ainsi aux producteurs une couverture des surcoûts liée à la production.

Bien que ce mécanisme ait réussi à encourager la pénétration de l'électricité photovoltaïque au marché national, grâce à une garantie de rentabilité assurée aux producteurs (investisseurs privés) d'une part, et une aide versée au profit des acheteurs (filiales Sonalgaz) d'autre part, ce mécanisme commençait déjà à peser lourdement sur le

budget des pays à l'échelle mondiale (à cause du rôle de médiation que jouent ces Etats entre les parties contractantes). Et cela au même moment où les coûts réels des technologies photovoltaïques décroissaient.

Alors de nouvelles formes de subventions ont donc dû être trouvées. En conséquence, un revirement important est apparu entre 2010 et 2016, passant du système de Tarif de rachat à un système concurrent basé sur le concept de marché : soit les appels d'offres.

Cette procédure a été adoptée par le gouvernement et est considérée comme étant la solution à développer la production d'électricité en énergie photovoltaïque à moindres coûts - surtout pour le cas des centrales moyennes et de grandes tailles, et cela grâce à la concurrence introduite entre les différents acteurs de la production qui va inciter de sa part ces derniers à demander un prix proche de leur coût réel de production.

C'est donc la baisse des prix du KWH qui va devoir booster la demande en cette électricité (filiales Sonelgaz) produite à base d'énergie propre la menant ainsi vers une augmentation de l'offre et une baisse des prix dans le marché de la consommation finale.

Celle-ci impactera positivement les consommateurs finaux à long terme, qui vont devoir s'orienter vers ce nouveau produit.

En fin 2018, environ 865 GWh ont été produits par les centrales PV (SKTM, 2018). Cette part de production marqua par conséquent une contribution qui tend vers le nul sur le PIB, toutefois cette dernière pourrait devenir considérable à l'horizon 2030, à travers le développement à grande échelle de ces installations¹.

Ainsi, ce facteur fait l'objet également d'un double effet sur la croissance économique du pays ; à savoir :

- Près de 300 millions m³(SKTM, 2018) de gaz naturel ont été préservés en 2 ans et valorisés à l'exportation en 2018. À l'horizon 2030, une économie de gaz d'environ 300 milliards de m³ sera atteinte avec l'accomplissement du programme de

¹ Selon une interview faite avec le sous-directeur chargé des énergies renouvelables au sein du Ministère de l'Energie.

développement des énergies renouvelables (Ministère de l'Énergie, 2015). En effet, ces dernières remplaceront l'utilisation du gaz comme source primaire à la production, qui est prédominante actuellement.

- La réduction des dépenses publiques à travers la levée des subventions à un produit de base : l'électricité. Et cela grâce à la baisse des coûts de consommation d'électricité à base de centrale PV, qui s'effectuera d'une manière progressive dans le pays.
- Facteur d'industrialisation des installations de centrales d'énergie solaire :

Pour mieux accompagner et réussir le développement de la production d'énergie solaire, l'Algérie a envisagé de renforcer son tissu industriel. Il est donc attendu qu'un réseau de sous-traitance nationale soit largement mis en place à l'horizon 2 030 et cela pour la fabrication des équipements nécessaires à la réalisation des projets de centrale solaire (fabrication des onduleurs, des batteries, des transformateurs, des câbles, fabrication de modules photovoltaïques...). L'Algérie devrait disposer, également, sur la même période de capacités d'engineering, de conception et réalisation par le biais d'entreprises nationales.

C'est ainsi qu'un développement du marché national est assuré, marquant une contribution efficace du secteur d'industries énergétiques dans la croissance économique du pays.

Pour les installations déjà mises sur terrain, près de 35 entreprises de sous-traitances locales sont intervenues durant la phase de réalisation. Ces derniers agissent dans les domaines suivants : génie civil, montage, location d'engins et sociétés de gardiennage privées (SKTM, 2018).

Par ailleurs ; et en dépit des retombées économiques des projets d'énergie solaire, ceux-ci marqueront une contribution sociale significative à l'horizon 2 030 ; par :

- La création de plusieurs dizaines de milliers d'emplois directs et indirects. En 2018, le secteur a réussi à créer plus de 3000 emplois directs et indirects dont près de 311 pour l'engineering,

l'exploitation et la maintenance (SKTM, 2018) soit environ 800 emplois par centrale de 100 KW. Partant de ces chiffres on constate que le rapport (Emplois/KW) est largement respecté en Algérie en comparaison à une expérience de référence comme la chine où une centrale de 100 kW peut créer dans la moyenne 2 emplois².

- Participation à l'amélioration de la qualité de vie à travers la couverture de la demande électrique nationale. (Plus de 15 % de la demande en électricité du sud a été couverte à partir des installations photovoltaïques en 2018 : la région du «PIAT», les 85 % restants, dans la même région, ont été couverts à partir de sources conventionnelles (SKTM, 2018)).
- Diminution de la pauvreté : l'investissement dans cette nouvelle filière va tirer l'emploi et la croissance économique à l'horizon 2030, ce qui se répercutera sur la diminution de la pauvreté dans le pays. Par ailleurs, cette transition vers l'énergie solaire photovoltaïque garantira aussi, à long terme, l'accès à l'énergie à un coup faible pour les plus démunis, car bien que le territoire national soit électrifié à un taux de 99% (sonelgaz, 2019), les factures d'électricité pèsent lourdement sur les budgets de cette catégorie.

CONCLUSION

Le développement de l'énergie solaire - notamment en filière photovoltaïque a connu une avancée remarquable à travers le monde grâce à la baisse des prix. C'est donc une capacité de près de 407 GW qui a été installée en cette énergie représentant les 17.8% du total installé en énergies renouvelables pour l'année 2017. Ce développement a été mené principalement par la chine et les USA, considérées leaders mondiaux dans ce domaine en raison de leurs stratégies gouvernementales très fiables.

L'énergie solaire a ainsi contribué à la concrétisation des trois dimensions du développement durable à l'échelle mondiale ; sur le plan environnemental : une baisse des émissions de Co2 d'une valeur

² Chiffre calculé à partir des statistiques disponible sur :www.irena.org et International renewable energy agency IRNA. (2017), **Renewable Energy and jobs**, Annual Review, p. 13.

de 300 tonnes par an a été marquée, contre une valeur nulle prévue à l'horizon 2050 ; également sur le plan socio-économique, cette énergie a nettement contribué à l'amélioration du PIB des pays tout en améliorant la qualité de la santé, l'éducation, et a même participé à la diminution de la pauvreté par la création d'environ 10 millions d'emplois partout dans le monde.

Dans ce cadre, l'étude que nous avons menée nous a conduits à conclure que les réalisations des projets d'énergie solaire en Algérie dans le cadre de la stratégie adoptée par l'Etat en 2011, restent timides ; à ce jour, relevant une capacité installée d'environ 375 MW. Tout de même, cette dernière a réussi à résoudre une partie des problèmes environnementaux et socio-économiques qui entravent le pays. (L'hypothèse a été confirmée) Ce qui donne plus de volonté à corriger et à accélérer ; en même temps ; le processus de son développement afin d'aboutir aux résultats souhaités à l'horizon 2030.

Sur la base de ce travail descriptif et analytique sur la contribution de l'énergie solaire au développement durable en Algérie, il serait plus intéressant en l'absence d'une base de données significative permettant l'établissement d'une étude quantitative, de faire à la place une étude prospective sur la question, basée sur les logiciels : mic-mac, mactor, multipol, smic-prob-expert, ainsi que des questionnaires, et cela pour pouvoir tracer les différents scénarios de cette contribution à l'horizon 2030. Par ailleurs, des études comparatives par rapport à d'autres expériences mondiales leaders dans le domaine serait une plus-value

à la question, afin de contribuer à l'amélioration de l'expérience algérienne dans le développement de cette nouvelle filière, en vue du développement durable.

Références bibliographiques

Agence International des Energies Renouvelables IRENA, online: www.irena.org, (visite le : 11/09/2018).

Agence International des Energies Renouvelables IRENA, online: www.irena.org, (visite le : 01/05/2019).

Banque Mondiale. (2019), *La Croissance de l'Économie Mondiale devrait progresser de 3,1 % en 2018, avant de ralentir progressivement*, online : www.banquemondiale.org, (visité le : 11/02/2019).

Convention-Cadre des Nations Unies sur les Changements Climatiques. (2015), *Contribution Prévue Déterminée au niveau National CPDN – ALGÉRIE*, p. 9.online on : <https://www4.unfccc.int>, visité le 11/02/2019.

Diaf S., (2018), « *Énergies Renouvelables : Tendances Mondiale État des Lieux et Perspective en Algérie* ». CDER, étude présentée au séminaire international des énergies renouvelables et leurs rôles dans la concrétisation du développement durable en Algérie, université de Blida 2.

Funk D., (2010), « *l'énergie Solaire: Circonstances et Conditions d'Exploitation au Québec* ». Essai présenté au Centre Universitaire de Formation en Environnement en vue de l'obtention du grade de maître en environnement (M.Env.), Université de Sherbrooke, Canada, p. 7.

Forum des Chefs d'entreprise (FCE). (2019), *Formation D'ingénieurs en Energie Solaire : Création prochaine d'une École Supérieure*, p. 8.

International Energy Agency(IEA). (2016), *world energy outlook*, France, p. 315.

International renewable energy agency IRNA. (2017), « *Untapped Potential For Climate Action Renewable Energy In Nationally Determined Contributions*», Abu Dhabi, p. 19.

International renewable energy agency IRNA. (2018), « *Transformation énergétique Mondiale-une Feuille de Route pour 2050* », Abu Dhabi, P. 7.

International Renewable Energy Agency IRENA. (2018), « *Renewable Power Generation Costs in 2017* », Abu Dhabi, P. 16.

IRENA and CPI. (2018), Global Landscape of Renewable Energy Finance, International Renewable Energy Agency, Abu Dhabi, p. 20.

Journal officiel, Décret exécutif n° 16-121 du 28 Joumada Ethania 1437 correspondant au 6 avril 2016 modifiant et complétant le décret exécutif n° 15-319 du Aouel Rabie El Aouel 1437 correspondant au 13 décembre 2015 fixant les modalités de fonctionnement du compte d'affectation spéciale n° 302-131 intitulé «Fonds national pour la maîtrise de l'énergie et pour les énergies renouvelables et de la cogénération».

Lahmar F., Rahmouni S., & Chitour C.E., (2007), « *Le Potentiel énergétique actuel de l'Algérie* », 11e journée de l'énergie, Laboratoire de valorisation des énergies fossiles, École Nationale Polytechnique, p. 12.

Mefti A., Bouroubi M.Y., & Mimouni H., (2002), «Évaluation du Potentiel énergétique Solaire », *Bulletin des Énergies Renouvelables*(2) 02, décembre 2002

Ministère de l'Énergie. (2015), Politique Gouvernementale dans le Domaine de L'énergie, p. 13.

Ministère de l'Énergie. (2016), commission de régulation de l'électricité et du gaz, les énergies renouvelables en Algérie, Berlin, p. 10.

Ministère de l'Énergie. (2016), Programme de Développement des Énergies Renouvelables et de l'Efficacité énergétique en Algérie, Algérie, janvier, p. 3, online: <http://www.energy.gov.dz/francais/uploads/2016/Energie/energie-renouvelable.pdf>, visite le 12/09/2018.

Ministère de l'Énergie. (2018), Bilan des réalisations fourni par la structure chargée des énergies renouvelables.

Ministère de l'Énergie : <http://www.energy.gov.dz>, (visite le : 12/09/2018).

Nations Unies, Objectifs de Développement Durable, online: www.un.org/sustainabledevelopment/fr, (visite le: 10/09/2018).

Raynal S., (2009), « *gouvernance et développement durable* », *la revue des sciences de gestion*, n° 239-240, France, septembre –décembre, p. 22.

REN21 Renewable energy policy network for the 21st century. (2018), *Renewables Global Status Report*, 2018, p. 19.

SYMBIOSE Communication environnement. (2017), « *l'Atlas de l'Environnement de l'Algérie* ». Maison de la presse, Alger, Algérie, page 24.

Shariket Kahraba wa Taket Moutadjadida, SKTM, filiale du groupe Sonelgaz.(2018), projets réalisés dans le cadre du programme national des énergies renouvelables, rencontre nationale avec MICLAT, p. 24-26.

Sonelgaz : <http://www.sonelgaz.dz/>, (visite le : 04/05/2019).

Wiesenfeld B., (2005). L'énergie en 2050 nouveaux défis et faux espoirs, EDP SCIENCES, France

بشير مصيطفي. (2017)، « الجزائر 2030 رؤية إستراتيجية ». سلسلة صناعة الغد، جسر للنشر والتوزيع، الطبعة الأولى، صفحة 140.

Liste des abréviations :

Abréviation	signification
GES	Gaz à Effet de Serre
PV	Photovoltaïque
PIB	Produit Intérieur Brut
TVA	Taxe sur la Valeur Ajoutée
ODD	Objectif du Développement Durable
COP21	La Conférence de Paris de 2015
ASAL	Agence Spatiale Algérienne
RES4MED	Solutions d'énergies renouvelables pour la Méditerranée
IRENA	Agence Internationale des Energies Renouvelables
CESI	Centre d'Etudes Supérieures Industrielles
URMER	Unité de Recherche Matériaux et Energies Renouvelables
CREDEG	Centre de Recherche et de Développement de l'Electricité et du Gaz
APRUE	Agence Nationale pour la Promotion et Rationalisation de l'Utilisation de l'Energie
SKTM	Shariket Kahraba wa Taket Moutadjadida
NEAL	New Energy Algeria
CDER	Centre de Développement des Energies Renouvelables (Algérie)
COFIDES	une compagnie espagnole de financement de projets dans les pays en voie de développement

CRTSE	Centre de Recherche en Technologie des Semi-conducteurs pour l'Energétique (Algérie)
ABENER	Entreprise dans le Domaine de l'Ingénierie et de la Construction pour le Développement Durable.
FNMEERC	Fond National pour la Maitrise de l'Energie, pour les Energies Renouvelables et la Cogénération
CSP	Concentrated Solar Power
PIAT	pôle In-Salah-Adrar- Timimoune

Mesures physique : **GW:** Gigawatt **MW:** Kilowatt **MWc:** Kilowatt crête
KWh :Kilowatt-heure **TWh:** TéraWatt-heure °C: degrés Celsius.

