



LES FACTEURS CONTRAIGNANTS L'ALGÉRIE DANS SON PARCOURS DE TRANSITION ÉNERGÉTIQUE : CAS DE L'ÉNERGIE SOLAIRE ET ÉOLIENNE

THE FACTORS CONSTRAINING ALGERIA IN ITS ENERGY TRANSITION WAY: THE CASE OF SOLAR AND WIND ENERGY

BELKADI Ghania^{1*}

1 Université de Bejaia + Laboratoire d'économie et développement (Algérie) +belkadighania28@yahoo.fr

Date de Réception : 10/10/2022 ; Date de révision : 15/12/2023 ; Date d'acceptation : 29/04/2024

RÉSUMÉ

Les énergies fossiles sont au cœur de la dynamique de l'économie mondiale. Néanmoins, avec la crise écologique actuelle, le paradigme commence à changer, vu que ces énergies sont polluantes. La solution étant de passer à l'usage des énergies renouvelables (EnR).

L'Algérie est concernée par cette transition dénommée « transition énergétique ». Pour cela, nous nous sommes intéressés au parcours de l'Algérie pour mener ladite transition. De ce fait, nous sommes amenés à réfléchir sur la problématique suivante : **quels sont les facteurs contraignants le processus de transition énergétique en Algérie ?** afin de répondre à cette question, nous avons opté pour une démarche positive, en se référant aux données statistiques entre 2010 et 2021. Les résultats, auxquels nous sommes arrivés, expliquent que le secteur énergétique en Algérie est relativement figé. Plusieurs contraintes d'ordre structurelles constituent un frein qui pourrait ralentir, voire même empêcher la réussite du projet de la transition énergétique.

Mots clés : Transition énergétique ; Les énergies renouvelables ; L'Algérie ; L'énergie solaire et éolienne.

Classification JEL : C65, P28, Q28, Q38, Q42.

ABSTRACT

Fossil fuels are at the heart of the dynamics of the global economy. Nevertheless, with the current ecological crisis, the paradigm begins to change, since these energies are polluting. The solution is to switch to the use of renewable energies (EnR).

Algeria is concerned by this transition called "energy transition". For this, we are interested in the course of Algeria to lead the said transition. As a result, we are led to reflect on the following issue: what are the constraining factors of the energy transition process in Algeria? in order to answer this question, we have opted for a positive approach, referring to statistical data between 2010 and 2021. The results, which we have arrived at, explain that the energy sector in Algeria is relatively fixed. Several structural constraints constitute a brake that could slow down or even prevent the success of the energy transition project.

Keywords: Energy transition; Renewable energies; Algeria; Solar and wind energy.

JEL classification : C65, P28, Q28, Q38, Q42.

* BELKADI Ghania, belkadighania28@yahoo.fr

INTRODUCTION

Les émissions polluantes sont surtout générées par les énergies fossiles utilisées dans plusieurs activités économiques. Elles paraissent moins coûteuses et d'une capacité de production suffisante pour répondre à la demande croissante d'énergie. Toutefois, il s'est avéré qu'elles sont épuisables et polluantes à l'environnement. Par conséquent, les responsables des États du monde acceptent la solution de changer les sources primaires de système énergétique actuel par les énergies renouvelables (EnR).

L'Algérie est concernée par cette transition dénommée « transition énergétique » (EnR). Nous nous sommes intéressés à son parcours pour mener ladite transition. Notre problématique est la suivante : **quels sont les facteurs contraignants l'Algérie dans son processus de transition énergétique ?** pour répondre à cette question, nous avons opté pour une démarche positive, en se référant aux données statistiques entre 2010 et 2021. Le plan du travail est comme suit : la première section traite de la conception théorique du terme transition énergétique (TE) et son brève histoire dans le contexte de l'Algérie ; la deuxième présente les gisements et le potentiel en EnR dont dispose l'Algérie. La troisième présente la situation de l'énergie au niveau nationale, et d'analyser l'état des énergies renouvelable, en particulier, le cas du solaire et l'éolien.

NOTION DE TRANSITION ÉNERGÉTIQUE (TE) ET SON ÉMERGENCE EN ALGÉRIE

Le monde est en voie de passer vers un système énergétique décarboné. L'objectif est de limiter l'impact du changement climatique devenu une question essentielle dans les différents domaines : social, économique, politique et autres. Ainsi, l'Algérie, qui a des relations avec le monde extérieur, a aussi opté pour cette voie. Dans cette section, nous définissons d'abord ce que c'est une TE ; ensuite voir son histoire ; et enfin, nous abordons son cas dans le contexte de l'Algérie.

1.1 - GENÈSE ET DÉFINITION DU CONCEPT DE TE

Le terme "transition énergétique" (TE) a été forgé en 1975 pour conjurer le thème " crise énergétique". Il a été popularisé dans un contexte caractérisé par l'immense angoisse produite par le pic du pétrole américain et les chocs pétroliers des années 70 (Fressoz, 2014). Le terme "transition" utilisé dans le système énergétique est rendu populaire dans les années 1980, après le second choc pétrolier de 1979. L'expression est appliquée dès 1975 par des thinkstanks, puis, par des lobbys industriels et diverses institutions, comme la Communauté Économique Européenne et autres. C'est à partir des années 2000 que le monde assiste à une multiplication des travaux sur cette transition, et plus spécifiquement, sur les mécanismes et les étapes de transformation sociotechniques, nécessaire à sa réalisation (Duruiseau, 2014).

À la base, le concept de transition traduit des changements forts pour souligner un passage d'un régime traditionnel vers un autre plus moderne. La dynamique de ces changements se manifeste sur le long terme, cependant, les événements de la transition se font dans une continuité irrégulière (Boutaud, 2017). Ce qui implique à dire que le concept en question ne signifie pas forcément décarboné le régime énergétique, mais il traduit le passage d'un système basé majoritairement sur une énergie primaire, vers un autre système basé sur une autre source d'énergie primaire. Par exemple, la révolution industrielle avec le développement de l'utilisation du charbon est devenu une transition énergétique entre un système fonctionnant surtout par la biomasse vers un autre système fondé en grande partie sur le charbon.

Selon (Duruiseau, 2014) , un régime énergétique se caractérise par une adaptabilité technique, réapparition des anciennes technologies, une compétitivité entre les filières, et une différence de son espace géographique d'approvisionnement. Alors, dans les circonstances actuelles (le changement climatique), le régime énergétique exige une TE, qui désigne le passage progressif d'un régime énergétique basé sur la consommation des ressources énergétique fossiles (non renouvelables, tels : le pétrole, le charbon, le gaz...), à un régime

Les facteurs contraignants le parcours de transition énergétique en Algérie : cas de l'énergies éolienne et solaire (PP. 1-18)

énergétique basé sur l'usage d'énergie renouvelables (comme le solaire, l'éolien, l'hydraulique...), ainsi que sur des comportements énergétiques plus sobres et plus optimaux (Lejoux & Nathalie, 2014).

Au niveau des acteurs institutionnels et politiques, nationaux ou internationaux, la TE désigne un ensemble de transformation prévues dans la façon de produire, de consommer et de penser l'énergie. La nécessité de cette transition est double, de côté économique : cela concerne la détermination du pouvoir d'achat des ménages sous l'effet de l'augmentation des prix de l'énergie qui pèse sur toute la consommation. Et de côté environnemental : cela renvoie aux déséquilibres écologiques, à la menace de l'épuisement des ressources naturelles, au réchauffement et au désordre climatiques, liés à des technologies à risque, tels le gaz, nucléaire et le schiste (Joseph, Pierre, Rodolphe, Ghislaine, & Annie, 2021).

En somme, la TE de l'ère des nouvelles technologies appelle plutôt à la substitution des énergies fossiles par des énergies propres. Bien évidemment, cette question ne concerne pas seulement les pays industrialisés, mais aussi les pays de tiers monde, dont l'Algérie. Et c'est ce que nous présentons dans ce qui suit.

1.2 -L'ENGAGEMENT DE L'ALGÉRIE POUR UNE TE

L'Algérie commence à porter son intérêt sur les EnR au milieu des années 1980. Ceci s'est manifesté par la création des premières institutions publiques chargées de développement et de suivi des EnR. Ces institutions sont : le centre de développement des EnR (CDER) créé en 1988 et l'agence nationale pour la promotion et la rationalisation de l'utilisation de l'énergie (APRUE) créée en 1985. Depuis, différents programmes sectoriels visant un déploiement assez limité de solution énergétiques et centralisées, à base de ressources renouvelables en faveur des zones rurales enclavées, notamment dans les hauts plateaux et le sud du pays (CEREF, 2020). À ce titre, le secteur agricole est là où on a initié l'utilisation des EnR. La majorité des sites agricoles sont localisés dans l'extrême sud de l'Algérie, loin du réseau de transport. Quelques de ces installations ont investi dans des centrales solaires et éolienne, dans le but d'assurer un fonctionnement commercial continu, pour refroidissement, le séchage et le traitement et aussi pour l'irrigation. Toutefois, cela n'est pas encore la norme de l'industrie et la plupart des producteurs diesel (Sibel & Terrapon-Pfaff, 2021).

Il y a lieu de citer les programmes du grand sud dont celui du balisage, entrepris par le CDER, ainsi que celui de l'électrification solaire autonome de 18 villages, réalisé par SONALEGAZ (1998-2001), et qui a mobilisé une capacité globale de 344 Kilo Watts crête (KWc) (CEREF, 2020). Une décennie plus tard, le programme de soutien à la croissance 2005-2009 a été lancé. Grâce à ce dernier, 16 villages équivalent à 1400 foyers ont bénéficié d'une électricité à base de l'énergie solaire, notamment dans les régions des haut-plateaux, des équipements solaires et éolien ont aussi utilisés dans l'irrigation. En plus de ce programme, la Fondation SONATRACH Tassili a mis en œuvre des activités en faveur de l'environnement et de préservation de patrimoine naturel et culturel, par exemple des puits d'eau de parcours ont été équipés par des moteurs fonctionnant à base de l'énergie solaire à Messtni, Tintourha, Adjrou, Arikine et Issindilene. Les villages ciblés par les programmes susmentionnés se caractérisaient par le fait qu'ils sont enclavés ; l'habitation y est dispensée, présentait des difficultés de l'acheminement du combustible pour alimenter des filières diesel ; les systèmes connectés, les travaux de réalisation et de maintenance des lignes aériennes sont très coûteux ; une faible densité de population et de consommation et aussi une forte disponibilité du rayonnement solaire. Tous ces facteurs ont favorisé l'installation des photovoltaïques (PV). Grâce à cette énergie, les foyers de ces villages ont bénéficié de l'électricité pour l'éclairage, l'alimentation des équipements électroménagers, toutefois, la consommation quotidienne n'excède pas 2 KWH/jour (Benalouache, 2017).

Il y a lieu de préciser, aussi, que les centrales diesels SONALEGAZ situées dans le sud alimentent des réseaux isolés en énergie. L'éloignement de ces centrales des points d'approvisionnement en fuel constitue un problème pour l'opération d'exploitation, ce qui fait leur hybridation par des systèmes à source d'énergie renouvelable pour résoudre les différents problèmes. L'opération d'hybridation des centrales diesel d'une puissance supérieure à 1 MW consiste en l'installation de système PV/éolien interconnecté au réseau. Pour les

Les facteurs contraignants le parcours de transition énergétique en Algérie : cas de l'énergies éolienne et solaire (PP. 1-18)

microcentrales d'une puissance inférieure à 1 MW, l'opération d'hybridation permet d'utiliser les groupes électriques qu'en appoint (Diaf, 2011).

Le problème de la maîtrise de l'énergie est formalisé vers la fin des années 1990 et début des années 2000, avec un arsenal institutionnel et réglementaire. L'essentiel de ces textes juridiques sont comme suit (Si Mansour, Ouamar, & Si Salah, 2021):

La loi du 28 juillet 1999, loi n°99-09 relative à la maîtrise de l'énergie a été promulguée. Ses objectifs concernent la préservation de l'énergie à partir de l'étape de production jusqu'à la consommation ; la promotion des EnR, l'usage prioritaire et maximale de gaz naturel, le développement de l'utilisation des GPL, le recours à l'électricité pour des usages particuliers et la protection de l'environnement.

Le Plan National de la Maîtrise de l'Énergie a été formalisé en 2003. Ses objectifs sont d'économiser de l'énergie jusqu'à 17 %, une production électrique d'origine renouvelable de l'ordre de 15 % à l'horizon 2030, et promouvoir à priori les investissements en efficacité énergétique.

Les programmes de maîtrise de l'énergie sont financés par le Fonds Nationale de la Maîtrise de l'Énergie (FNME) dont les modalités de fonctionnement sont détaillés dans le décret exécutif de 29 mai 2000. Les ressources de ce fonds proviennent des subventions de l'État, de produits de taxe sur la consommation nationale de l'énergie, de produit des amendes fixés par la loi n° 99-09 relative à la maîtrise de l'énergie, et de produit de remboursement de prêts non rémunérés, consentis dans le cadre de la maîtrise de l'énergie. Les ressources annuelles sont estimées à 57 millions EUR (équivalent à 500 millions DZD).

Dans le but de promouvoir le développement des EnR, l'Algérie a mis en place la loi du 14 août 2004, relative à la promotion des EnR dans le cadre du Développement Durable (DD). Toutefois, cette loi n'a pas été réellement appliquée. (Benalouache, 2017).

Les décrets exécutifs n°6-428 et n°6-429 de 2006 et 2008 garantissent un accès légal et prioritaire au réseau pour les EnR (RCREEE, 2012).

En 2011, le ministre de l'énergie a lancé le « programme national d'énergie renouvelable et d'efficacité énergétique (PNEREE). Il prévoit l'installation de 22 giga watts (GW) de capacité d'EnR d'ici 2030, dont 10 GW sont destinées à l'exportation. D'ici 2030 la production d'électricité à partir d'ER devrait augmenter d'environ 40 %, ce qui équivaldra à une part de 27% dans le prix énergétique. La réalisation de ce plan coûtera à l'Algérie environ 86, 55 milliards EUR.

L'objectif de ce programme est d'atteindre l'efficacité :

- Dans le secteur de bâtiments : le but est d'économiser plus de 30 millions de TEP d'ici 2030, grâce à l'isolation thermique dans la construction, lampes LED et chauffe-eau solaire ;
- Dans le secteur du transport : le but est d'économiser 15 millions de tonne équivalent pétrole TEP, particulièrement en substituant les carburants conventionnels par de gaz de pétrole (GPL) et de gaz naturel (GNC) ;
- Dans le secteur industriel : il s'agit d'économiser jusqu'à 34 millions de TEP d'ici 2030. Au total, le gouvernement prévoit de consacrer 900 milliards DZD au programme d'efficacité énergétique. (Sibel & Terrapon-Pfaff, 2021).

La prise en charge pour réaliser le PNMEREE est assuré par le groupe SONATRACH. Il se focalise notamment sur l'énergie solaire. Entre 2011-2015, le PNMEREE était à l'étape d'essai, et de veille technologique. Avant 2015, seule la centrale éolienne à Adrar d'une capacité de 10 méga watts (MW) et une centrale PV pilote d'une puissance de 1,1 MW à Oued N'chou (près de Ghardaïa), ont été mis en service. Cette centrale PV constitue

Les facteurs contraignants le parcours de transition énergétique en Algérie : cas de l'énergies éolienne et solaire (PP. 1-18)

un centre d'expérimentation de l'énergie solaire. La mise en place des projets de l'EnR pour la production d'électricité destinée au marché local est au départ passer par trois étapes :

- 1- 2011-2013 : consacrée à la réalisation des projets pilotes pour tester les différentes technologies
- 2014-2015 : marquée par le début du déploiement du programme ;
- 2- 2015-2020 : celle de déploiement à grande échelle.

Après la révision du PNMEREE en 2015, les projets de capacité électrique additionnelle renouvelable destinée à des marchés locaux sont menés en deux phases. L'objectif est pour porter la capacité solaire à 13,5 GW d'ici 2030. La part de la capacité du PV a été augmentée et l'énergie solaire concentrée a été éliminée de la 1ere phase de mis en œuvre, car son coût semblerait élevé.

Le tableau ci-dessous synthétise les différentes phases du programme et fait référence à la technologie énergétique spécifique, après la révision du PNMEREE en 2015 :

Tableau N°01 : les capacités cumulées du programme EnR (en MW)

Technologies concernée	Phase 2015-2020	2021-2030	Total
Photovoltaïque (PV)	3000	10575	13575
Éolien	1010	4000	5010
CSP	-	2000	2000
Cogénération	150	250	400
Biomasse	360	640	1000
Géothermie	05	10	15
Total	4525	17475	22000

Source : (Ministère de l'énergie, 2016)

Le tableau N°1 ci-dessus nous montre les deux phases suivantes :

- 1- 2015-2020 : consiste en la réalisation d'une capacité de 4525 MW, dont 4010 seront réparties entre le PV et l'éolien, 515 entre la biomasse, la cogénération et la géothermie.
- 2- 2021-2030 : consiste en le développement du solaire thermique thermodynamique, ainsi que la mise en place d'interconnexion électrique qui relie le réseau interconnecté en Nord avec celui du Sud du pays, où le réseau électrique n'est pas développé. Ces interconnexions permettent d'installer des centrales renouvelables de grande capacité dans les régions d'Ain Salah, Adrar, Timimoun et Bechar.

Le PNMEREE révisés cible d'atteindre une capacité renouvelable de 22000 MW en 2030, dont 10 000 MW sont consacrés à l'exportation. Dans la 1ere phase : 2015-2020, une capacité de 4525 MW dont 3000 MW solaire. Dans la deuxième phase 2021-2030, c'est d'atteindre une capacité de 17 475 MW dont 12 575 MW pour le PV et le Concentrated Solar Power CSP (Benalouache, 2017).

Dans le cadre de financement des projets d'EnR, le gouvernement a mis en place des accords d'achat d'électricité (PPA), règlementés par le décret exécutif n°13-2018, et des tarifs de subvention pour l'énergie solaire, l'éolien et la cogénération, qui sont règlementés par des arrêtés de 2014. Les tarifs sont déterminés en fonction de la capacité de la centrale électrique. Par exemple, pour celle de l'éolien, dont la capacité est supérieure à 5MW, elles reçoivent 9, 5 EUR centimes par KWH ; par contre les petites centrales ne dépassant pas 5MW, elles reçoivent 11,9 Centimes EUR par KWH. Pour le cas des centrales solaires d'une capacité supérieure à 5 MW, elles reçoivent un tarif de 11, 6 Centimes EUR par KWH ; les petites de moins de 5 MW,

Les facteurs contraignants le parcours de transition énergétique en Algérie : cas de l'énergies éolienne et solaire (PP. 1-18)

elles reçoivent un tarif de 14,5 centimes EUR. Les projets ESC ne sont pas concernés par ce plan des tarifs subventionnés (Sibel & Terrapon-Pfaff, 2021) .

Le Fonds National des Énergies Renouvelables et la Cogénération (FNER) a aussi été créé par l'arrêté ministériel du 28 octobre 2012¹, pour l'allocation des fonds indispensable au développement des énergies propres, dont le financement sera assuré par 1 % de la redevance pétrolière et toutes autres ressources ou contribution. Des actions relatives aux ER sont prévues pour être financées dans ce cadre, au titre du Plan National de maîtrise de l'énergie 2006-2010 (Si Mansour, Ouamar, & Si Salah, 2021).

En terme d'institution et de gouvernance, un système d'appel d'offre est mis en place pour booster l'investissement dans les ER en Algérie. Les contrats d'achat d'électricité (CAE) sont distribués aux entreprises qui soumissionnent afin de produire l'électricité au coût le moins cher. Le 1^{er} appel d'offre a été appliqué en 2019, ciblant un total de 150 MW. Toutefois, comme les critères de l'appel d'offre obligeaient que les modules solaire et d'autres équipements soient fabriqués localement (malgré le nombre limité de fabricants de ces modules locaux), les offres n'ont été faites qu'à 90 MW, même si l'accord prévoyait une participation nécessaire de 51% pour l'entreprise algérienne et un financement par les banques algérienne (Bellini, Limited success for Algeria's 150 MW PV tender, 2020) ; (Bouznit, Pablo-Romero, & Sánchez-Braza, 2020) ; (Hochberg, 2020).

LES GISEMENTS SOLAIRES ET ÉOLIENS EN ALGÉRIE

L'énergie renouvelable se compose de plusieurs filières : l'éolien, le solaire, l'hydroélectricité, l'énergie marée motrice et la biomasse (Collard, 2015). Nous allons nous intéresser plus particulièrement aux énergies solaires et éoliennes. Il s'avère qu'elles constituent deux grands axes dans les programmes nationaux relatifs à la maîtrise de l'énergie. « *L'énergie solaire est l'axe principal du programme qui consacre au solaire thermique et au solaire photovoltaïque une part relativement importante. L'objectif serait d'atteindre d'ici 2030 plus de 37% de la production nationale d'électricité d'origine solaire ; et l'éolien est le second axe projet des ER et dont la part devrait aller aux alentours de 3% de la production d'électricité en 2030* » (Fenni, 2022). De plus, elles se caractérisent par des filières sans combustibles, dépendent des aléas climatiques, et sont durables. Par contre, d'autres filières tel l'hydraulique, la biomasse et cogénération ne sont pas systématiquement renouvelables. En effet, les ressources en eau se raréfient de plus en plus dans le monde, et d'ailleurs, l'Algérie en souffre déjà. Les filières de la biomasse et cogénération fossiles sont plutôt des énergies combustibles et constituent un danger à la santé de l'Homme (Mathis, 2014).

2.1 - DÉFINITION

2.1.1-L'ÉNERGIE SOLAIRE

Le soleil est une source inépuisable d'énergie qui envoie à la terre un rayonnement, qui constitue chaque année 8400 fois la consommation énergétique de l'ensemble de la population mondiale. C'est une puissance instantanée reçue d'un kilowatt crête par mètre carré (KWc/m²), propagée sur tout le spectre, de l'ultraviolet à l'infrarouge. Les Sahara sur terre reçoivent en 6 heures plus d'énergie du soleil qu'en consomme le monde en une année (Belakehal, 2010).

L'énergie solaire provient de deux technologies différentes : des cellules PV et des capteurs thermiques.

- **Une cellule PV**, composée de silicium, pourrait avoir une durée de vie de 25 ans. Dans des conditions favorables, un capteur PV produirait environ 1 KW/m² d'énergie ;

¹ Arrêté ministériel du 28 octobre 2012 déterminant la nomenclature des recettes et des dépenses imputables sur le compte d'affectation spécial n° 302-131 intitulé Fonds National pour les Énergies Renouvelables et Cogénération, Journal officiel, n°22.

Les facteurs contraignants le parcours de transition énergétique en Algérie : cas de l'énergies éolienne et solaire (PP. 1-18)

- **Le solaire thermique** se charge de produire de l'eau chaude, qui serait utilisées dans des bâtiments pour le chauffage et les sanitaires ; comme elle pourrait aussi être utilisée pour faire fonctionner des turbines responsables dans la production de l'électricité (Wallonne, 2006).

Techniquement, le solaire PV produit de l'électricité à base de transformation de la lumière du jour. Cette dernière se compose des photons qui génèrent les électrons des cellules PV, qui se trouvent sur les panneaux solaires. Les cellules PV se composent de matériaux semi-conducteurs dont le plus est le silicium. Le courant continu également d'être produit et transformé en courant alternatif, grâce à un onduleur. Le solaire thermique produit de l'eau chaude en fonction des capteurs solaires. On trouve aussi les centrales électriques solaires, qui utilisent un procédé thermique à une température très élevée, pour transformer l'eau en vapeur, qui, à son tour, alimente une turbine et produit enfin de l'électricité. (Collard, 2015). Un autre type d'énergie solaire est l'énergie passive. Celle-ci consiste à utiliser la lumière du jour, pour chauffage.

2.1.2-L'ÉNERGIE ÉOLIENNE

L'énergie éolienne se produit grâce au déplacement des masses d'air, qui sont générées indirectement par l'ensoleillement sur terre. Par la chaleur de certaines zones de la planète, et le froid dans d'autres zones, une différence de pression est produite et les masses d'air sont en déplacement continu (Belakehal, 2010).

La filière éolienne contient deux sources différentes :

- L'éolien on shore (sur terre) qui est implantée à l'intérieur des terres ;
- L'éolienne off-shore, qui sont installées en mer.

Les détracteurs de l'énergie éolienne génèrent des coûts d'investissement important, soit 1,5 millions EUR par MW installé. Ces détracteurs d'acier nécessitent de s'intégrer dans l'environnement, avec la nuisance sonore et visuelle dont se plaignent les riverains. C'est une énergie intermittente, car elle dépend de la force du vent, ce qui implique leur intégration dans un mix-énergétique diversifié, pour suppléer la production d'électricité, quand le vent souffle faiblement. (Collard, 2015)

2.2 -LE POTENTIEL DE L'ALGÉRIE EN GISEMENT SOLAIRE ET ÉOLIEN

Le cas du solaire

L'Algérie dispose d'un potentiel énergétique solaire infini supérieur à 5 milliards GWH/ an, avec une moyenne par an d'ensoleillement allant de 2550 heures dans le nord à 3819 heures dans le Sahara (sud), avec une capacité de production respective de 1700 à 2650 kwh/m2/an (Benabdou, Senouci, 2015). Avec une superficie de 2 381 741 Km², elle possède un gisement solaire relativement important, ce qui fait que la durée d'insolation sur la quasi-totalité du territoire national dépasse les 2000 heures annuellement et atteint les 3900 heures dans les hauts plateaux et le Sahara. 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 (CDER, 2019).

L'Algérie est un pays capable d'alimenter toute la planète en électricité solaire. Par sa superficie, elle peut aussi bien développer le PV que la thermique. Elle occupe tous les 1^{ers} rangs mondiaux en solaire, qui est une réserve infinie. Les réserves sont infinies tant que le soleil continu d'éclairer la planète, et donc c'est une énergie qui sera toujours disponible (Hasni, Malek, & Zouiouche, 2021). Comme 86 % de l'Algérie est couvert par le désert du Sahara, il existe un bon potentiel pour la mise en œuvre de projets solaire à grande-échelle. Le potentiel solaire thermique est d'environ 170 000 TWH/ an, tandis que le potentiel PV s'élève à environ 13,9 TWH (Sibel & Terrapon-Pfaff, 2021).

Le cas éolien

Les facteurs contraignants le parcours de transition énergétique en Algérie : cas de l'énergies éolienne et solaire (PP. 1-18)

Le CDER a développé plusieurs cartes éoliennes de l'Algérie, qui sont continuellement mises à jour, en utilisant les données météorologiques récentes à travers un grand nombre de points de mesure. (CEREF, 2020). Ces cartes géographiques dans l'Atlas sont établies en utilisant des données météorologiques en terme de vitesse tri-horaires collectées par l'Office Nationale de la Météorologie, durant 10 années successives sur plus de 70 points de mesures. Elles permettent de quantifier l'accumulation locale du vent dans les différentes régions. Ainsi, la densité de puissance moyenne du vent varie d'une région à une autre. Par exemple, à une hauteur de 8 m, elle est de 50 w/m² à l'extrême ouest du nord de l'Algérie (Oran). Elle se situe entre 205-525 w/m² dans les régions du centre (Djelfa) et au sud (Ain Salah). Sachant qu'à 50m de hauteur, un site est dit éligible à l'installation d'un parc éolien s'il présente une densité de puissance comprise entre 300 et 400 w/m². (CDER, 2019).

Il y a lieu de souligner que le centre et l'ouest de l'Algérie constituent un des sites de premier plan pour l'énergie éolienne, avec une vitesse moyenne du vent de 7,5 m/s. Le potentiel algérien éolien s'élève à 35 TWH/an. Cependant, on décèle un facteur limitant dans la part élevée de sable et de poussière dans l'air, qui pourrait affecter la fonctionnalité des Turbines. De plus, le transport d'équipements éoliens lourds vers des zones désertiques (où le potentiel de production d'énergie éolienne est plus élevé) pourrait être un défi supplémentaire, car les réseaux routiers du désert algérien ne sont pas adéquats à ce type de trafic (Sibel & Terrapon-Pfaff, 2021).

ÉTAT DES LIEUX DE L'ÉNERGIE EN ALGÉRIE

Nous allons nous intéresser à l'évolution de la consommation et de la production nationale de l'énergie. Dans cette section, nous présentons un aperçu global sur l'évolution de la consommation et la production d'énergie nationales.

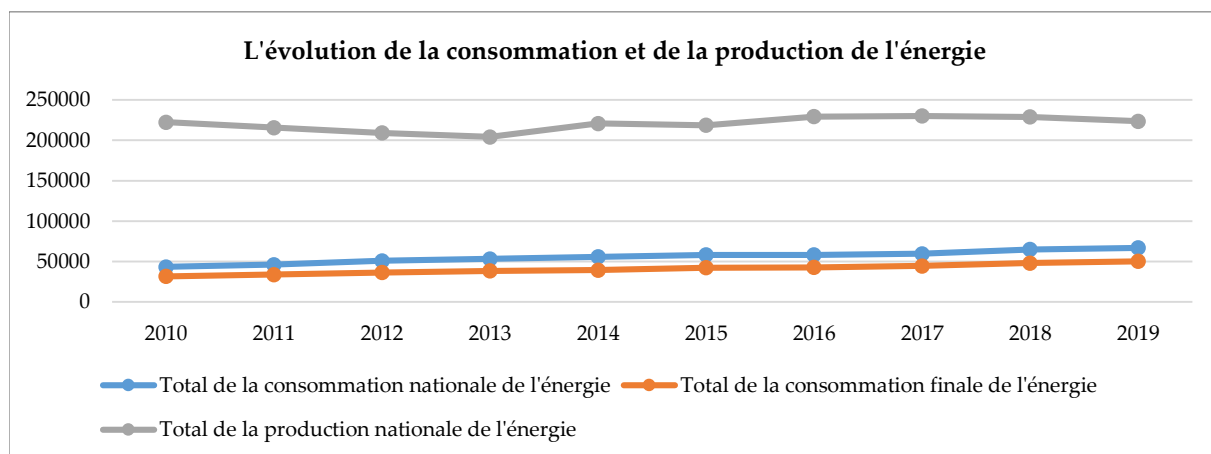
3.1-LA SITUATION DE L'ÉNERGIE AU NIVEAU NATIONAL

La production de l'énergie est composée de l'énergie primaire et dérivée. Selon l'INSEE (institut national de la statistique et des études économiques), l'énergie primaire se définit comment étant « *l'ensemble des produits énergétiques non transformés, exploités directement ou importés* » (INSEE, 2016), en Algérie, cette énergie se compose de Pétrole brut, Condensat, Gaz naturel, GPL champs, Électricité primaire, Combustibles solides. Quant à l'énergie dérivée ou secondaire : « (...) est toute l'énergie obtenue par la transformation d'une énergie primaire » (INSEE, 2020) ; celle-ci comporte GNL, Électricité, Produits pétroliers, Coke.

La consommation nationale de l'énergie est composée de quatre éléments qui sont : consommation non-énergétique ; consommation des industries énergétiques, consommation finale et les pertes de l'énergie issues lors de sa transformation.

Le graphe N°01 ci-dessous représente l'évolution de la production et de la consommation énergétique (en TEP) entre l'année 2010 et 2019 :

Graphique N°01 : Comparaison entre l'évolution de la consommation et de la production nationale de l'énergie entre 2010 et 2019



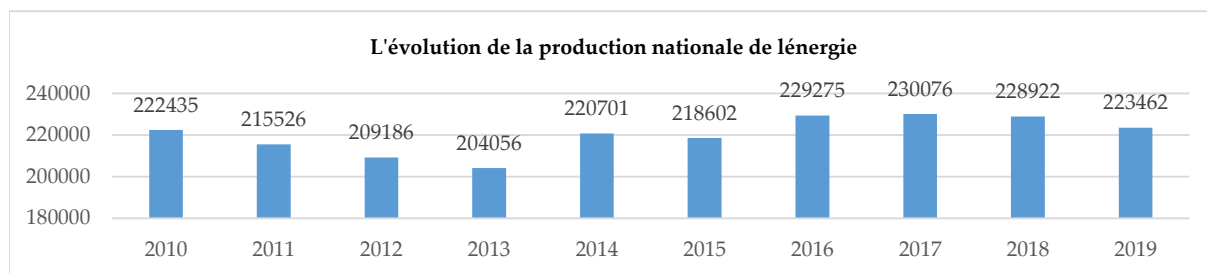
Source : Établi par nous même à partir des données des bilans énergétiques nationaux de l'année 2011 jusqu'à l'année 2020.

Les facteurs contraignants le parcours de transition énergétique en Algérie : cas de l'énergies éolienne et solaire (PP. 1-18)

La consommation et la production nationale de l'énergie ne suivent pas la même tendance de progression. Soit un taux de croissance de 0,46% pour la production, qui est un taux faible ; 54,28 % pour la consommation nationale, et 59,11% pour la consommation finale, qui paraît un taux largement supérieur à celui de la production de l'énergie. L'analyse des raisons de l'évolution de ces agrégats nous fournit les constats suivants :

- Pour le cas de la production de l'énergie ;

Figure N°01 : L'évolution de la production nationale entre 2010 et 2019

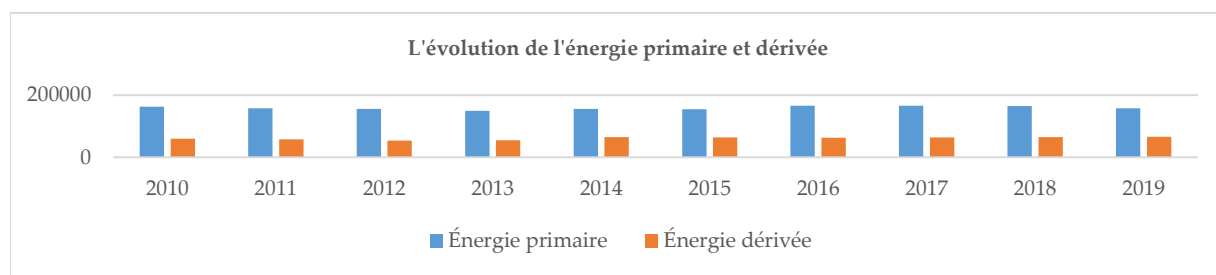


Source : Établi par nous même à partir des données des bilans énergétiques nationaux de l'année 2011 jusqu'à l'année 2020.

La figure N°01 ci-dessus montre une évolution perturbée de la production nationale de l'énergie entre 2010 et 2019. Une baisse continue de 2010 jusqu'à 2013 ; puis une augmentation marquée durant l'année 2014 ; et une baisse en 2015 ; ensuite elle augmente à nouveau pour réaliser le plus haut niveau en 2017 ; enfin, à partir de cette année, nous remarquons encore une baisse continue jusqu'au 2019.

Cette perturbation dans l'évolution de la production s'explique par ses composantes (énergie primaire et énergie dérivée) qui elles aussi n'ont pas été stables : ci-dessous la figure qui présente ce constat :

Figure N°02 : L'évolution des énergies primaires et dérivées au niveau national de 2010 à 2019



Source : Établi par nous même à partir des données des bilans énergétiques nationaux de l'année 2011 jusqu'à l'année 2020.

La production nationale de l'énergie est constituée majoritairement de l'énergie primaire, dominée principalement par le gaz naturel. Quant à l'énergie dérivée vient dans la deuxième position, et celle-ci est dominée essentiellement par les produits pétroliers.

L'instabilité dans l'évolution des composants de production totale de l'énergie depuis 2010 jusqu'à 2019 est due à plusieurs raisons, et plusieurs phases sont apparues dans la figure N°01 que nous expliquons ci-dessous:

Entre 2010 et 2013 : une baisse de production d'énergie de (-8,26%). Ceci peut avoir un lien aux facteurs suivants : des arrêts dans la production pétrolière à cause des travaux de réhabilitation de raffineries, notamment celle d'Arzew et de Skikda ; la baisse de GNL due à la réduction des enlèvements des pays

Les facteurs contraignants le parcours de transition énergétique en Algérie : cas de l'énergies éolienne et solaire (PP. 1-18)

européens, suite à la crise économique qu'a connu cette zone (mines, 2013) ; le recul des investissements étrangers dans le secteur énergétique, à cause de manque de sécurité, notamment après l'attaque en janvier 2013 du champ d'In Aminas (Seren, 2013), et aussi à la série des scandales de corruption qu'a connu la SONATRACH durant cette période, ce qui a découragé ainsi l'investissement privé (Augé, 2015) ; dans ces circonstances, les mesures anti-corruption sont devenues plus sévères, les marchés étaient compliquées de les conclure, les marchés de gré à gré ont été interdit, de plus, les cadres dirigeants gèlent des signatures des contrats (Seren, 2013), tout cela a affecté le niveau de production de l'énergie d'une manière négative.

Entre 2013 et 2014 : une augmentation de (+8,16%). Cette amélioration a concerné tous les produits de l'énergie primaire et dérivée. Cela pourrait s'expliquer par la croissance de l'activité de raffinage qui a augmenté de 28 % suite à l'achèvement des travaux de réhabilitation des raffineries d'Arzew et de Skikda (Ministère de l'énergie et des mines, 2015).

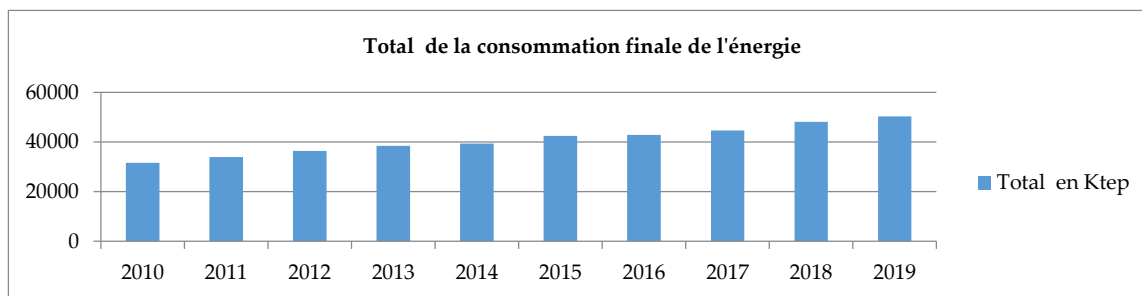
2014-2015 : une diminution de (-0,95%), cette baisse a touché en particulier les produits de l'énergie primaire et dérivée, notamment les produits pétroliers. Cela est lié aux difficultés d'attirer des partenaires d'investissement, l'insuffisance des infrastructures et des problèmes techniques (La banque mondiale, 2016). Aussi, une baisse des prix du pétrole observée au cours de cette période, ce qui a incité la SONATRACH à réduire ses investissements et donc sa production d'énergie (Forson, 2016). De plus, la lourdeur de la fiscalité pétrolière et les subventions dans le secteur énergétique ont eu pour conséquence de créer un manque à gagner à l'entreprise SONATRAHC. Cette dernière accumule alors un déficit financier qui la contraint de financer d'autres projets plus ambitieux (Sérén, 2018).

Entre 2015 et 2017 : la production a augmenté de (+5,25%) grâce à la révision du PNMEREE-2011. De ce fait, les produits de l'énergie primaire et dérivée ont aussi augmenté. Par exemple, la production d'électricité primaire est passée de 223 GWH à 336 GWH en 2016, grâce à l'entrée en production de plusieurs centrales PV réalisée dans le cadre du programme susmentionné. Une mise en service de 13 centrales PV d'une capacité totale de près de 180 MW, ce qui a permis de porter la production d'origine éolienne et solaire à près de 80 %. cette appréciation de production durant cette période pourrait aussi être liée aux nouvelles découvertes des gisements de pétrole et de gaz (six en 2016 et 27 en 2017) (Ambassade de suisse à Alger, 2017).

Entre 2017 et 2019 : de nouveau une baisse de (-2,87%), cette diminution touche l'ensemble des produits de l'énergie primaire et dérivée, due principalement : à la mise en œuvre de l'accord OPEP-non OPEP portant sur la réduction de la production de pétrole brut au cours de l'année 2018, pour assurer la stabilité du marché pétrolier. L'Algérie, à l'instar des autres pays producteurs de pétrole, a dû réduire son quota de près de 25.000 barils/jour en 2018 ; c'est aussi à cause de la diminution des gisements historiques du Groupe SONATRACH, le retard constaté dans la mise en production de nouveaux gisements (SONATRACH, 2018) ; et aux faibles nominations des clients étrangers (SONATRACH, 2019).

- Cas de la consommation finale de l'énergie

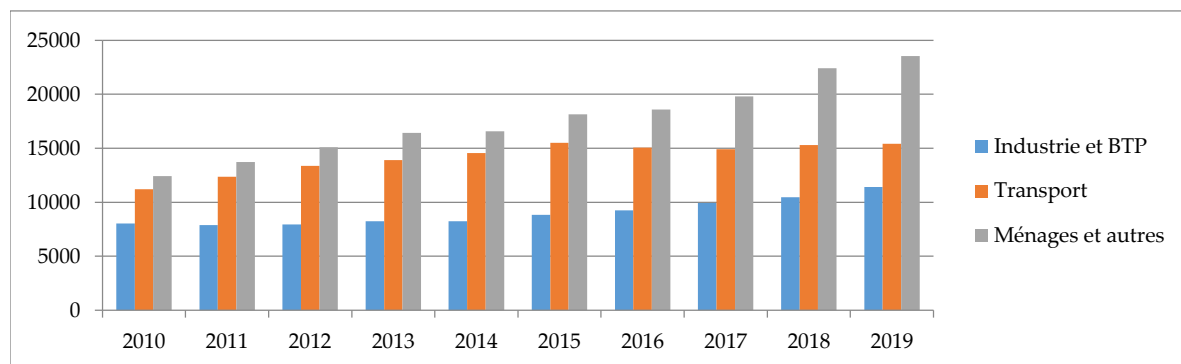
Figure N°3 : L'évolution du total de la consommation finale de l'énergie (CF) entre 2010 et 2019



Source : Établi par nous même à partir des données des bilans énergétiques nationaux de l'année 2011 jusqu'à l'année 2020.

La consommation finale de l'énergie est en augmentation continue depuis 2010 jusqu'au 2019, soit un taux de croissance de (59,11%). Cette consommation est constituée de l'ensemble des secteurs d'activité que nous allons présenter dans la figure N° 4 ci-dessous :

Figure N°4 : Total de l'énergie dans les secteur d'activité composant la CF entre 2010 et 2019



Source : Établi par nous même à partir des données des bilans énergétiques nationaux de l'année 2011 jusqu'à l'année 2020.

Le secteur le plus consommateur d'énergie est "*Ménages et autres*", avec un taux de croissance de (+89,52%), ensuite, l'"*Industrie et BTP*" dont le taux est de (+42,46%), et enfin "*Transport*" avec un taux de (+ 37,36 %).

L'Algérie connaît une croissance de la consommation de l'énergie grâce à la croissance économique, à l'accroissement de la population et à l'augmentation de la consommation énergétique par personne (Hasni, Malek, & Zouiouche, 2021). Les changements démographiques, le développement industriel et l'urbanisation sont des moteurs de la demande énergétique croissante en Algérie.

L'examen des bilans énergétiques nationaux réalisés par le ministre de l'énergie entre 2010 et 2019, quant à la consommation finale de l'énergie fait ressortir qu'un total de 408426 Ktep ont été consommée depuis 2010 jusqu'à 2019. Cette consommation est tirée essentiellement par le secteur « Ménages et autres » dont la consommation dépasse le total du secteur de « transport » ou d'« industrie et BTP », soit respectivement un taux de croissance de 89.52%, 37,36% et 42.46 %.

La part d'électricité dans la consommation totale en énergie n'a cessé de croître pour atteindre 81 384 GWH en 2019. En effet, la consommation en électricité est passée de 45 666 GWH en 2010 à 81 384 GWH en 2019, accusant un taux de croissance de 78,22 % (Ministère de l'énergies et des mines, 2011).

Les facteurs contraignants le parcours de transition énergétique en Algérie : cas de l'énergies éolienne et solaire (PP. 1-18)

La tendance haussière de la demande électrique s'explique par un modèle de développement basé sur des industries fortement consommatrices d'énergie (ciment, aluminium, pétrochimie...), et reflète, par ailleurs la dynamique socio-économique de l'Algérie, marquée par la généralisation de l'accès à l'électricité (le taux d'électrification en Algérie est de 98,7 %) (Bouznit, Pablo-Romero, & Sánchez-Braza, 2020) ; le développement de grands chantiers structurants dans le secteur du transport, de la télécommunication, de tourisme ou encore des infrastructures énergétiques qui impliquent une utilisation intensive de l'électricité ; enfin, par l'amélioration du niveau de vie des ménages. Et ce, grâce à l'amélioration continue des conditions de vie des ménages algériens, à la facilitation de l'accès aux moyens associés au multimédia, en particulier internet, mais également en raison de la baisse des prix des équipements électroménagers, qui sont à la portée de la plupart des classes sociales, tels les climatiseurs , les machines à laver, les micro-ondes (Benalouache, 2017).

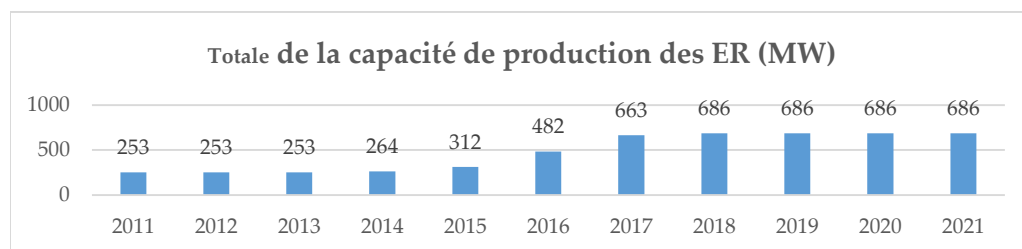
3.2-LA CAPACITÉ DE PRODUCTION DES ÉNERGIES RENOUVELABLES

L'énergie renouvelable, en Algérie, fait bien partie de volume totale de l'énergie au niveau national. Le solaire et l'éolien sont les énergies fortement ciblées par les autorités, vue le gisement qui existe. Nous analysons son état des lieux depuis la mise en œuvre du PNMEREE en 2011 jusqu'au 2021.

3.2.1-L'ÉOLIEN ET LE SOLAIRE AU CŒUR DES EnR

Nous présentons d'abord le total de la production des ER au niveau national, et ce pour voir une vision claire de la part de l'éolien et solaire dans les EnR. Voir la figure N°5 ci-dessous

Figure N°5 : L'évolution de la capacité de production des ER entre 2010 et 2021



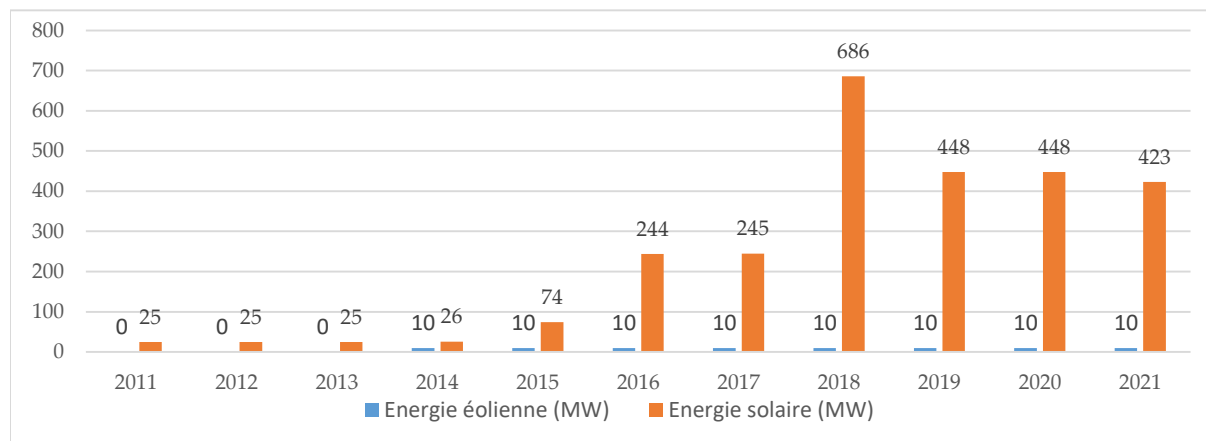
Source : (IRENA, Renewable energy statistics 2021, 2021), (IRENA, 2022).

Le total de la production d'EnR a connu trois phases d'évolution de 2011 jusqu'à 2021. Entre 2011 et 2013, une stagnation de production (253 MW) ; de 2014 jusqu'à 2018, nous remarquons une progression positive (passé de 264 MW à 686 MW) ; puis de 2019 jusqu'à 2021, à nouveau le total de production reste stable (686 MW).

Les facteurs contraignants le parcours de transition énergétique en Algérie : cas de l'énergies éolienne et solaire (PP. 1-18)

L'énergie éolienne et solaire sont présentées dans la figue N°6 suivante :

Figure N°6 : L'évolution de l'énergie solaire et éolienne entre 2010 et 2021 (en MW)



Source : (IRENA, 2021), (IRENA, 2022).

D'après la figure N°6 ci-dessus, nous constatons que la production de l'énergie éolienne a commencé à partir de l'année 2014 ; quant à celle du solaire, nous observons plutôt une stagnation entre 2011 et 2013, puis le total augmente à partir de 2014 jusqu'à l'année 2018, et se stabilise entre 2019 et 2020, enfin une baisse au cours de l'année 2021.

Durant la période allant de 2011 jusqu'au 2021, le taux de l'énergie solaire représentait 51% de l'énergie renouvelable totale. Et durant la même période, l'énergie éolienne ne représentait qu'un faible taux, soit 1.53%. Ceci s'explique par le fait que les autorités se sont pleinement mises sur le gisement solaire que sur d'autres sources d'énergie renouvelables. En effet, dans le cadre de la politique nationale de développement des énergies renouvelables, SONATRACH vise : « la couverture d'ici 2030 de 80% des besoins énergétiques de ses sites pétroliers par des centrales solaires. L'objectif est de réduire, de façon responsable et durable, la consommation d'hydrocarbures sur site et les émissions de gaz à effet de serre. » (SONATRACH, 2021). En ce qui concerne le cas de l'éolien, la première ferme de 10 MW de puissance a été implantée à Adrar et mise en service en juin 2014, et ce dans le cadre de la mise en œuvre du programme des énergies renouvelables 2011-2030. Sinon auparavant, les premières expériences d'exploitation du vent en Algérie ont échoué, en raison d'une technologie obsolète des éoliennes (Guerri, 2015). De plus, des installations éoliennes existaient avant 2014, toutefois, elles étaient d'une faible puissance, telles : l'installation de l'éolienne de puissance de 100 KW installée en 1957, et les trois éoliennes de 25KW installées en 2006 à Dély Brahim à Alger ; ou d'autres petites éoliennes installées dans plusieurs centres de recherche et établissements académiques dans un cadre purement scientifique (Daaou Nedjari, 2018).

Nous constatons un énorme retard dans le développement des énergies renouvelables en Algérie, malgré tout le potentiel et l'arsenal juridique qui existe. En fait, cela ne peut être lié qu'à des obstacles majeurs que nous allons présenter ci-dessous.

3.2.2-LES PRINCIPAUX FACTEURS CONTRAIGNANTS LE DÉVELOPPEMENT DES EnR EN ALGÉRIE

Malgré tout le potentiel dont dispose l'Algérie en EnR, néanmoins, ces dernières n'ont actuellement qu'une importance marginale dans les bilans énergétiques. (CDER, 2019). D'ailleurs, le taux d'électricité produite à base des EnR n'excède pas 3 % de la production totale d'électricité (Bouznit, Pablo-Romero, & Sánchez-Braza, 2020).

Les facteurs contraignants le parcours de transition énergétique en Algérie : cas de l'énergies éolienne et solaire (PP. 1-18)

Le lobby pétrolier constitue la véritable source d'obstacles à la promotion des EnR, en Algérie. L'accès aux capitaux et aux crédits est compliqué pour certains investisseurs privés. Les financements n'allaient qu'aux projets dans les énergies fossiles. Les financements extérieurs étaient interdits sous prétexte qu'ils endetteraient l'État. Comme le cas de crédit concessionnel de 160 millions USD prévu pour être accordé par le GEF dans le cadre du fonds pour le climat géré par la banque mondiale. Ces fonds devaient servir à financer le programme lancé par NEAL, société de droit commercial en charge du développement des ER, avec trois centrales hybrides de 300 MW chacune. Toutefois, le lobby pétrolier a mis de pression sur les autorités pour refuser ce financement. L'autre action de se protéger mis en application par le lobby pétrolier, en Algérie, fut d'exiger que tout investissement dans les ER ne pourrait se réaliser sans une fabrication locale des équipements. Or le nombre de fabricants nationaux des technologies de l'EnR est limité, et les coûts de production locale sont très élevés par rapport à l'importation (Sibel & Terrapon-Pfaff, 2021). À titre d'exemple, un panneau solaire d'une capacité de 50 watts, fabriqué localement coûte 40 000 DZD, et un panneau de 80 watts importé, coûte entre 21000 DZD et 25000 DZD (Amari & Amrani, 2016). Plusieurs projets d'ER prévus pour la période 2006-2014 et 2016-2020 n'existent que sur le papier, et subissent de puissant lobby pétrolier et gazier.

Le lobby pétrolier voyait la compétitivité du gaz faiblir par rapport au solaire thermique. Le PV ne représentait pas une alternative énergétique pour le lobby. L'institution Fraunhofer avait démontré que même à 2 USD MMBTU, le gaz avait perdu en compétitivité avec le solaire thermique et le PV combinés. Le lobby pétrolier dépenserait en vue de freiner la TE près de 200 milliards USD/ an. (Hassni, 2021)

L'énergie fossile est largement subventionnée par l'État, cela peut atteindre 15 milliards USD en une année (Hassni, 2021). L'un des principaux obstacles au développement des EnR en Algérie est le faible prix du marché de l'électricité résultant de ces subventions. De plus, le prix bas entraîne des externalités négatives, non seulement la consommation d'énergie serait élevée, mais aussi le coût de l'énergie ne se refléterait pas non plus dans les prix des matières premières à forte intensité énergétique (Hasni, Malek, & Zouiouche, 2021). Tandis que dans le cas des EnR les coûts des équipements et de leur installation sont relativement élevés, ce qui a pour conséquent des prix de l'électricité verte élevés (Harid, 2017).

Le 1^{er} appel d'offre pour les contrats d'achat de l'électricité a été lancé en 2018. Il visait un total de 150 MW (Bouznit, Pablo-Romero, & Sánchez-Braza, 2020). Toutefois, comme les règles d'appel d'offre exigeaient une fabrication locale substantielle de modules solaires et d'autres équipements (malgré le nombre limité de fabricants solaires locaux), les offres n'ont été faites que pour 90 MW, même si l'accord prévoyait une participation obligatoire de 51% pour l'entité algérienne et un financement par les banques algériennes. (Bellini, 2019)

Manque de volonté politique pour accélérer la réussite de projet des EnR en Algérie. L'action déterminante pour bloquer ces énergies a été de remettre en cause la loi de 2012 qui avait supprimé les monopoles et qui avait dérégulé les marchés. En effet, par décret exécutif, le ministère de l'énergie a confié à la seule société SONALGAZ le soin de réaliser les projets des ER. Par conséquent, ceci ne fait qu'accentuer la distorsion qui existe, du fait de niveau faible des subventions accordées aux énergies renouvelables. Le cadre légal et réglementaire a tout fait pour réduire les avantages accordés par la loi 2012, pour freiner entièrement les ER. En outre, la démarche de l'Algérie pour son projet EnR semble graduelle plutôt qu'une démarche rapide à grande échelle.

CONCLUSION

La transition énergétique en Algérie a connu un parcours juridique versatile. Il est clair que le cadre réglementaire du secteur de l'énergie est relativement riche en lois, montrant la voie des autorités à s'engager

Les facteurs contraignants le parcours de transition énergétique en Algérie : cas de l'énergies éolienne et solaire (PP. 1-18)

réellement dans l'investissement des énergies solaires et éoliennes. Toutefois, nous avons constaté un changement régulier en terme de lois et de décrets réglementaires relatifs au ledit secteur, en particulier le cas des énergies renouvelables.

L'écart entre l'évolution de la consommation et la production nationales de l'énergie est relativement important. Il paraît que le rythme de progression de la consommation dépasse largement celui de la production. Justement, cette situation est menaçante dans les années à venir, car l'Algérie risque de se retrouver dans un état d'insécurité énergétique.

Bien évidemment, le gouvernement a lancé différents programmes attractifs pour concrétiser le projet des énergies renouvelables, notamment dans le solaire et l'éolien, et même d'assurer l'efficacité énergétique. Mais, les résultats n'ont pas été suffisants. La part qu'occupe les énergies propres dans le total de la production nationale est relativement faible, et il est bien loin de l'objectif fixé par les programmes énergétiques.

Les énergies renouvelables en Algérie souffrent de plusieurs lacunes, qui font en sorte que la transition énergétique se ralentit de plus en plus. Le gouvernement a intérêt de revoir encore la stratégie de gestion de secteur de l'énergie, et de faire en sorte de donner plus de souplesse dans les investissements dans les projets des EnR. Les dossiers de monopole de SONATRACH, les subventions énergétiques, la pression des lobbys pétroliers et la corruption dans le secteur de l'énergie sont les véritables obstacles auxquels l'Algérie fait face dans son parcours de TE.

RÉFÉRENCES

1. Amari, A., & Amrani, Z. (2016, juin). L'Algérie, les énergies vertes, l'environnement et les contraintes à son développement durable. (U. d. Batna, Éd.) *مجلة العلوم الاجتماعية والانسانية*.
2. Ambassade de suisse à Alger. (2017). *Rapport économique de l'année 2017*. Alger. Consulté le Septembre 2, 2022, sur <https://www.s-ge.com/sites/default/files/publication/free/rapport-economique-algerie-2018-08.pdf>
3. Augé, B. (2015, juin). *L'Algérie, un Etat pétrolier en danger*. Consulté le Août 30, 2022, sur Actuelles d l'Ifri: https://www.ifri.org/sites/default/files/atoms/files/actuelles_b_auge_algerie_petrole_0.pdf
4. Belakehal, S. (2010). *Conception et commande des machines à aimant permanents dédiées aux énergies renouvelables*. Thèse de doctorat, université de constantine- faculté des sciences de l'ingénieur- département d'électronique, constantine.
5. Bellini, E. (2019, Janvier). Limited success for Algeria's 150 MW PV tender. *PV Magazine*. Consulté le septembre 26, 2022, sur <https://www.pv-magazine.com/2019/06/17/limited-success-for-algerias-150-mw-pv-tender/>
6. Bellini, E. (2020, juin 17). *Limited success for Algeria's 150 MW PV tender*. Consulté le septembre 15, 2022, sur PV magazine: <https://www.pv-magazine.com/2019/06/17/limited-success-for-algerias-150-mw-pv-tender/>
7. Benabdou, Senouci. (2015). *Les enjeux de la transition énergétique en Algérie*. Colloque, Université Sétif 1- Faculté des Sciences Economiques, Sciences Commerciales et Sciences de Gestion, Sétif.
8. Benalouache, N. (2017). *Thèse de Doctorat en géographie: L'énergie solaire pour la production d'électricité au Maghreb: transition énergétique et jeux d'échelle*. Aix-Marseille Université, Université de Sfax.
9. Boutaud, B. (2017). *Transition énergétique. Dictionnaire Collectivités territoriales et développement durable*.

Les facteurs contraignants le parcours de transition énergétique en Algérie : cas de l'énergies éolienne et solaire (PP. 1-18)

10. Bouznit, M., Pablo-Romero, M. d., & Sánchez-Braza, A. (2020). Measures to Promote Renewable Energy for. *Sustainability*, 12(4), 1468.
11. Bouznit, M., Pablo-Romero, M. d., & Sánchez-Braza, A. (2020, février 16). Measures to Promote Renewable Energy for Electricity Generation in Algeria. *Sustainability*(1468). Consulté le septembre 10, 2022, sur <https://www.mdpi.com/journal/sustainability>
12. CDER, C. d. (2019). *Algerian Renewable Energy Ressource Atlas*. Alger: 1ere édition .
13. CEREF, C. a.-P. (2020). *Transition Energétique en Algérie : Leçons, Etat des Lieux et Perspectives pour un Dévelop-.* Alger.
14. Collard, F. (2015). Les énergies renouvelables. *Courrier hebdomadaire du CRISP*, 22522253(7), pp. 5-72. Consulté le juillet 17, 2022, sur <https://www.cairn.info/revue-courrier-hebdomadaire-du-crisp-2015-7-page-5.htm?ref=doi>
15. Daaou Nedjari, H. (2018). L'énergie éolienne en Algérie. *Bulletin des Energies Renouvelables*(46), pp. 7-9.
16. Diaf, S. (2011). intégration des systèmes à sources renouvelables d'énergie pour la production d'électricité en Algérie. *Bulletin des énergies renouvelables*(19), pp. 6-7.
17. Duruisseau, K. (2014). L'émergence du concept de transition énergétique. Quels apports de la géographie? *Bulletin de la Société Géographique de Liège*(63), 21-31. Consulté le mars 2, 2022, sur <https://popups.uliege.be/0770-7576/?id=3932>,
18. Fenni, F. (2022, Mai 9). Potentiels et perspectives des énergies renouvelables en Algérie)Expériences de certains pays(. *Revue Organisation & Travail*, 11(01). Consulté le juin 10, 2022, sur <https://www.asjp.cerist.dz/en/article/187519>
19. Forson, V. (2016, juillet 12). *Hydrocarbures: l'Algérie veut revenir en force*. Consulté le septembre 01, 2022, sur Le Point Economie: https://www.lepoint.fr/economie/hydrocarbures-l-algerie-veut-revenir-en-force-12-07-2016-2053946_28.php
20. Fressoz, J.-B. (2014, Mars 6). Pour une histoire désorientée de l'énergie. *Hall*, 1-12. Consulté le juillet 05, 2022, sur <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-00956441/file/04-JSE-2014-Fressoz-2014-03-04-HAL.pdf>
21. Guerri, O. (2015). L'Energie éolienne en Algérie : Un bref aperçu. *Recherche et développement*.
22. Harid, R. (2017, juin). Les énergies renouvelables comme un levier de développement durable: Réalité et opportunité en Algérie. (U. M. khider-Biskra, Éd.) *Revue des Sciences Humaines*(47).
23. Hasni, T., Malek, R., & Zouioueche, N. (2021, janvier). l'Algérie 100 % énergies renouvelables: rommandation pour une stratégie nationale de transition énergétique. (F. E. STIFTUNG, Éd.)
24. Hassni, T. (2021). Une anergie alternative propre à l'Algérie. (C. A. économique, Intervieweur) Consulté le mai 22, 2022, sur <https://docplayer.fr/226344058-Une-energie-alternative-propre-a-l-algerie.html>
25. Hochberg, M. (2020, Octobre 20). *Algeria charts a path for renewable energy sector development*. Consulté le septembre 13, 2022, sur MEI@75: <https://www.mei.edu/publications/algeria-charts-path-renewable-energy-sector-development>

Les facteurs contraignants le parcours de transition énergétique en Algérie : cas de l'énergies éolienne et solaire (PP. 1-18)

26. INSEE. (2016, mars 13). Energie primaire. *Mesurer pour comprendre*. Consulté le Août 28, 2022, sur <https://www.insee.fr/fr/metadonnees/definition/c1189>
27. INSEE. (2020, avril 14). Energie secondaire. *Mesurer pour comprendre*. Consulté le août 28, 2022, sur <https://www.insee.fr/fr/metadonnees/definition/c1713>
28. IRENA, I. R. (2021). *Renewable energy statistics 2021*. Abu Dhabi: Copyright. Récupéré sur www.irena.org
29. IRENA, I. R. (2022). *Renewable Energy Statistics 2022*. Abu Dhabi: Copyright. Récupéré sur www.irena.org
30. Joseph, C., Pierre, F., Rodolphe, D., Ghislaine, G., & Annie, L. (2021, juin 18). Observer la transition énergétique " par le bas ". *Hall*, 1-7. Consulté le juin 20, 2022, sur <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-01242357/file/2014%20Metropolitiques.eu.pdf>
31. La banque mondiale. (2016, Juillet). *Réaction de l'Algérie à l'effondrement des prix du pétrole*. Récupéré sur La banque Mondiale : <https://www.banquemondiale.org/fr/country/algeria/publication/economic-brief-july-2016>
32. Lejoux, P., & Nathalie, O. (2014). La transition énergétique: vrais enjeux, faux départs? *SHS Web of conferences*, 9.
33. Mathis, P. (2014, juin). Biomasse énergie, pollution atmosphérique et santé. *Energie-Santé*, 71-79. Consulté le Août 25, 2022, sur https://www.appa.asso.fr/wp-content/uploads/2020/03/Mathis_2014.pdf
34. Ministère de l'énergie. (2016). *Programme de développement des énergies renouvelables et de l'efficacité énergétique en Algérie*. ATINFO: Société du Groupe Sonelgaz.
35. Ministère de l'énergie et des mines. (2011, 2012, 2013, 2014, 2015, 2016, 2017, 2018, 2019, 2020). *Bilan énergétique national de l'année 2010, 2011, 2012, 2013, 2014, 2015, 2016, 2017, 2018, 2020*. Alger: Boaesm.
36. Seren, J.-P. (2013, mai 16). *la baisse de la production algérienne d'hydrocarbures s'accélère*. Consulté le aout 31, 2022, sur OrientXXI: <https://orientxxi.info/magazine/la-baisse-de-la-production-algerienne-d-hydrocarbures-s-accelere,0021>
37. Sérén, J.-P. (2018, juillet). *Observatoire du monde arabo-musulman et du Sahel: la gestion du secteur de l'énergie en Algérie*. Récupéré sur Fondation pour la Recherche Stratégique: <https://www.frstrategie.org/sites/default/files/documents/programmes/observatoire-du-monde-arabo-musulman-et-du-sahel/publications/189.pdf>
38. Si Mansour, F., Ouamar, S., & Si Salah, K. (2021). La transition énergétique en Algérie : quels cadres institutionnel et réglementaire pour une énergie durable ? *Revue Africaine de Droit de l'Environnement: Énergies renouvelables, transition énergétique et enjeux climatiques en droit africain*(06), 11-22.
39. Sibel, R. E., & Terrapon-Pfaff, u. (2021, Mai). Le système énergétique de l'Algérie: Développement d'un modèle de phases pour une transformation durable. Consulté le Avril 18, 2022, sur <https://library.fes.de/pdf-files/bueros/algerien/18344-20211004.pdf>
40. SONATRACH. (2018,2019). *Rapport annuel 2018, 2019*. Alger: SONATRACH.

Les facteurs contraignants le parcours de transition énergétique en Algérie : cas de l'énergies éolienne et solaire (PP. 1-18)

41. SONATRACH. (2021). *Augmenter nos réserves et nos capacité de production :un effort soutenu dans l'exploration et la performance opérationnelle*. Récupéré sur SONATRACH: <https://sonatrach.com/presentation>
42. Wallonne, M. d. (2006). *Rapport d'activité sur les énergies renouvelables*. Conference permanente du developpement territorial. Consulté le juin 22, 2022, sur https://orbi.uliege.be/bitstream/2268/35377/1/CPDT_Th2_Potentiel_enregetique_mars_2006.pdf