

## Les énergies renouvelables et l'eau en Algérie

*(Renewable energies and water in Algeria)*

Dr. BOUBOU-BOUZIANI Naima\*

\*Maitre de conférences. Ecole Nationale Polytechnique d'Oran- Algérie.

Reçu le : 20/01/2016

Accepté le : 15/06/2016

**Résumé :** *En raison de l'insuffisance des ressources en eau naturelles et de l'accroissement de la demande en eau potable, l'Algérie a retenue comme alternatives le recours aux technologies produisant des eaux non conventionnelles pour palier au manque d'eau. Pour assurer l'autonomie de ces ouvrages en énergie électrique, réduire leur coût d'utilisation et leur impact environnemental, le pays doit se tourner vers de nouvelles formes d'énergies dites « renouvelables ». À l'heure de la rationalisation d'usage des ressources naturelles, il devient urgent de tenir compte des énergies renouvelables, notamment le solaire et l'éolien, dans la production d'eau non conventionnelles ou le traitement des eaux usées. À ce titre, l'Algérie est considérée comme l'un des plus grands réservoirs potentiels et inépuisable d'énergie solaire : une forme d'énergie naturelle importante et gratuite qui offre une alternative verte pour l'ère de l'après pétrole. Le remplacement progressif des sources d'énergies conventionnelles par des sources d'énergie propres doit accompagner toute politique d'eau en Algérie. Le réchauffement climatique et la question de l'indépendance énergétique du secteur de l'eau en Algérie rendent incontournables la promotion des énergies renouvelables pour l'eau qui offre des alternatives sûres de développement durable.*

**Mots clefs :** *Eau, énergies renouvelables, dessalement, épuration, pompage, Algérie.*

**Abstract:** *Because of the insufficiency of the water's natural resources and increase in the demand for drinking water, Algeria retained like alternatives the producing recourse to technologies of nonconventional water for stage to the lack of water. To ensure the autonomy of these works in electric power, to reduce their cost of implementation and their environmental impact, the country must turn to new forms of energies known as "renewable". Per hour of the rationalization of use of the natural resources, it becomes urgent to take account of renewable energies, in particular the solar one and the wind one, in the production of water nonconventional or the water treatment worn. For this reason, Algeria is regarded as one of the largest reserves potential and inexhaustible of solar energy: a form of significant and free natural energy which offers a green alternative for the era of after oil. The progressive replacement of the sources of conventional energies by clean sources of energy must accompany*

*any policy by water in Algeria. The climatic reheating and the question of the energy independence of the sector of water in Algeria make impossible to circumvent the promotion of energies renewable for the water which offers sour alternatives of durable development.*

**Keywords:** *Water, renewable energies, desalination, purification, pumping, Algeria.*

## **INTRODUCTION:**

Pour un pays ou une région donnée, eau et énergie sont indispensables simultanément pour un développement durable. En effet, il existe une relation étroite entre l'eau et l'énergie [1]. La production, distribution et assainissement de l'eau sont des questions essentielles du développement durable, notamment dans un contexte, de stress hydrique et de rareté de la ressource.

De grandes quantités d'énergie sont nécessaires au puisage et au pompage de l'eau sur de longues distances. La dépendance en énergie pour la mobilisation de l'eau est particulièrement forte dans les pays à climat arides. Le pompage et le transfert génèrent une dépendance extrêmement forte à l'énergie électrique, qui croît à mesure que les besoins s'amplifient et se reportent de plus en plus sur des ressources plus coûteuses en énergie [1].

Face au réchauffement climatique et à la raréfaction des énergies fossiles, il est possible de réagir en amont (prévenir) et/ou en aval (guérir). Le développement des énergies renouvelables participe de la première réaction, consistant à modifier nos modes de consommation et de production en choisissant des énergies non émettrices de gaz à effet de serre. La création au niveau mondial en janvier 2009 de l'Agence internationale pour les énergies renouvelables (IRENA, International Renewable Energy Agency) confirme la volonté de certains pays d'aller dans ce sens [2].

### **1. DEVELOPEMENT DES ENERGIES RENOUVELABLES :**

La demande croissante en énergie électrique dans le pays imposent une orientation des politiques et des pratiques vers un usage toujours plus rationnel des services énergétiques: l'énergie non consommée restera toujours la moins polluante.

Le réchauffement climatique et la question de l'indépendance énergétique rendent incontournables la promotion des énergies renouvelables en Algérie. La croissance impressionnante du marché mondial des énergies éolienne, solaire ou tirée de la biomasse et le développement de ces secteurs en Algérie offre des alternatives sûres de développement durable pour le secteur de l'eau. La recherche et développement s'en trouve également stimulée.

### 1.1 Définition et typologie :

Les énergies renouvelables sont de formes d'énergies dont la consommation ne diminue pas à la ressource à l'échelle humaine. L'énergie étant une grandeur physique, on parlera en théorie de *sources d'énergies renouvelables* ou *d'énergie d'origine renouvelable*. Elles présentent l'avantage d'être disponibles en quantité illimitée. Leur exploitation est un moyen de réponse aux besoins en énergie tout en préservant l'environnement [3].

Les principales formes d'énergie renouvelables sont : l'énergie solaire, l'énergie éolienne, l'énergie issue de la biomasse, l'énergie géothermique,...

Les énergies renouvelables sont celles qui nous parviennent directement ou indirectement du Soleil. Il est la principale source des différentes formes d'énergies renouvelables : son rayonnement est le vecteur de transport de l'énergie utilisable (directement ou indirectement) lors de la photosynthèse, ou lors du cycle de l'eau (qui permet l'hydroélectricité), le vent (énergie éolienne), l'énergie des vagues (énergie houlomotrice) et des courants sous-marins (énergie hydrolienne), la différence de température entre les eaux superficielles et les eaux profondes des océans (énergie thermique des mers) ou encore la diffusion ionique provoquée par l'arrivée d'eau douce dans l'eau salées de la mer (énergie osmotique). La chaleur interne de la terre (géothermie) est assimilée à une forme d'énergie renouvelable, et le système terre-lune engendre des mouvements d'eau à la surface des mers et océans qui permettent la génération d'énergie marémotrice.

Le développement à grande échelle des énergies renouvelables et la prise en charge de la problématique de l'efficacité énergétique exigent un encadrement de qualité en ressources humaines à la hauteur des

objectifs et des ambitions du programme tracé. La coopération scientifique étant considérée comme une part essentielle pour le développement de toutes activités de recherche, l'Algérie encouragera les échanges entre les entreprises et les différents centres de recherches dans le monde, notamment les réseaux spécialisés dans les énergies renouvelables [4].

## 1.2 Les énergies renouvelables dans le monde :

Selon les chiffres rendus publics par l'Agence internationale pour les énergies renouvelables (IRENA), la production mondiale d'électricité renouvelable a atteint 1.700 GW en 2013 représentant 30% de la production globale. Dans son rapport intitulé « repenser l'énergie », l'agence indique que « *la capacité mondiale de production de l'électricité a augmenté de 85% au cours des dernières années, atteignant 1.700 GW en 2013, ce qui représente aujourd'hui 30% de la capacité totale installée* ».

Les technologies des énergies renouvelables ont gagné en fiabilité et en efficacité et peuvent aujourd'hui générer de l'électricité même dans les conditions sous-optimales comme par exemple en cas de faible vitesse de vent ou de faible ensoleillement.

Les prix de l'énergie solaire photovoltaïque ont chuté de 80% depuis 2008 et devraient continuer à baisser, prévoit l'agence IRENA. En 2013, l'électricité solaire commerciale a atteint la parité réseau en Italie en Allemagne et en Espagne et y parviendra bientôt au Mexique et en France.

Le solaire photovoltaïque rivalise de plus en plus avec les autres ressources sans recourir à des subventions de l'état. Le coût de l'électricité éolienne terrestre a chuté de 18% depuis 2009. Avec une baisse des coûts des turbines de près de 30% depuis 2008, cette énergie est devenue la source d'électricité nouvelle la moins chère sur un éventail de marchés large et qui ne cesse de s'étendre, selon l'IRENA (2014). Ainsi, le développement des énergies renouvelables va considérablement participer aux efforts de limitation du réchauffement climatique à moins de 2° (seuil critique cité par les experts) [5].

### 1.3 Le développement des énergies renouvelables en Algérie :

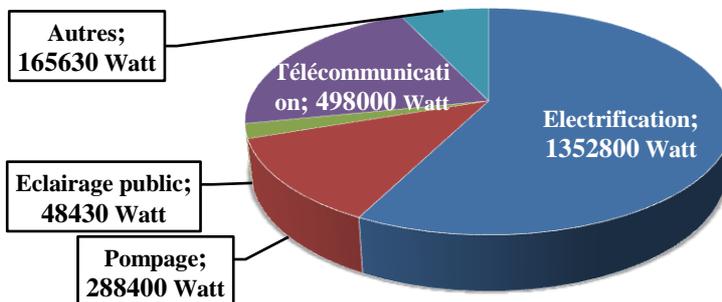
En conformité avec ses engagements internationaux, l'Algérie a intégré la dimension de durabilité dans sa politique nationale de développement à travers les instruments de planification, et ce, dans un souci de maintenir l'équilibre entre les impératifs de son développement socio-économique et l'utilisation rationnelle de ses ressources naturelles (notamment l'eau et l'énergie) [6].

Depuis le sommet de Johannesburg en 2002, l'État a intensifié ses actions dans le domaine de la protection de l'environnement et du développement durable, donnant ainsi une place très importante aux aspects écologiques dans ses politiques publiques [7].

Un Fond National de Maîtrise de l'Énergie (FNME) a été également institué pour financer ces projets et octroyer des prêts non rémunérés et des garanties pour les emprunts effectués auprès des banques et établissements financiers, pour les investissements porteurs d'efficacité énergétique [8].

L'Algérie connaît la réalisation d'un certain nombre d'installations en énergies renouvelables comme : les chauffe-eau solaires, le pompage à l'aide de l'énergie solaire ou éolienne, une vingtaine de villages solaires (Tamanrasset, Illizi, Tindouf et Adrar),... Près de 2000 kits solaires photovoltaïques pour l'éclairage et 200 pompes fonctionnant avec l'énergie solaire photovoltaïque pour le pompage d'eau potable et d'irrigation ont pu être installés à ce jour dans les zones les plus reculées du pays [9] (Illizi, Tamanrasset, Adrar).

**Figure 1 : Répartition de la puissance installée par application.**



*(Source : établi par l'auteur selon les données du MEM, 2015).*

**L'Algérie a adopté un programme de développement des énergies renouvelables et de l'efficacité énergétique** qui vise à produire une capacité d'origine renouvelable de 12 000 MW, ce qui couvrira 40% de la consommation énergétique du pays à l'horizon 2030. Pris en charge principalement par le Ministère de l'énergie, ce programme est entré dans sa phase d'opérations pilotes, notamment avec la mise en service en 2014 d'une centrale photovoltaïque de 1.1 MW à Ghardaïa et d'une centrale éolienne de 10 MW à Adrar en plus de la centrale hybride gaz-solaire de Hassi R'mel d'une capacité de 250 MW dont 25 MW en solaire déjà opérationnelle depuis juin 2011. D'autres centrales photovoltaïques, éoliennes et solaires à concentration seront installées progressivement d'ici 2030 pour atteindre les objectifs fixés dans le programme.

D'autres actions, en faveur de la promotion des énergies renouvelables dans les régions désertiques et dans les hauts plateaux, ont été engagées par le Ministère de l'Agriculture et du Développement Rural pour l'éclairage solaire et pour le pompage d'eau potable et d'irrigation à l'aide de l'énergie solaire [6]. Ces actions ont permis de développer l'agriculture dans des régions enclavées, de créer des emplois durables et d'améliorer les conditions de vie des populations locales.

## **2. LES REALISATIONS EN ENERGIES RENOUVELABLES POUR L'EAU EN ALGERIE :**

Vue l'insuffisance des ressources en eau conventionnelles et la croissance démographique induisant des besoins en eau potable en constantes croissance, l'Algérie a retenue comme alternatives le recours au dessalement d'eau de mer, et ressemant, la réutilisation des eaux usées épurées pour les besoins d'agricultures ; des techniques consommatrices d'électricité donc d'énergie [6].

L'optimisation des ressources en Algérie (eau et énergie) recèle un énorme potentiel de réduction des coûts de production d'eau non conventionnelle (dessalement et épuration). À titre d'exemple et d'après un calcul de l'Union Européenne, une meilleure utilisation des ressources permettrait à l'industrie européenne d'économiser globalement 630 milliard d'euros par an [10].

Pour assurer l'autonomie des ouvrages hydrauliques en énergie électrique et réduire leur coût d'utilisation, l'entreprise SEOR s'est investie dans l'acquisition des panneaux photovoltaïques pour assurer l'éclairage et le chauffage. Une première expérience a été réalisée au niveau du réservoir 2x1500 situé à Hassi Ameur dans la commune de Hassi Bounif en Mars 2014 [11]. Cette solution économique pour l'exploitation de l'énergie solaire au profit des ouvrages SEOR sera bientôt généralisée pour l'ensemble des stations et réservoirs afin d'assurer une autonomie de production énergétique pour chaque ouvrage.

## 2.1 Les énergies renouvelables dans les stations d'épuration (STEP) :

L'Algérie compte aujourd'hui **140 stations de traitement** d'eau pour une capacité de production globale atteignant **800M<sup>3</sup>/Jour** [12]. Les systèmes d'assainissement, notamment les stations d'épuration, sont de petites industries grandes consommatrices d'énergies. À cet effet, un programme d'optimisation de la consommation d'énergie a été tracé afin de diminuer la consommation d'électricité sans compromettre le processus épuratoire. Ce processus a permis de réaliser des économies d'énergie à hauteur de 1 908 937 KW sur quatre années d'exploitation [13], réduisant par la même occasion les coûts d'exploitation et de fonctionnement des STEP.

L'introduction de mode de consommation propres tels que les systèmes photovoltaïque et les systèmes hybrides avec l'utilisation de l'énergie éolienne a également permis de réaliser d'autres économies. L'utilisation des systèmes de consommation propres a donc été planifiée dans les cahiers des charges de certains nouveaux projets de réalisation de STEP (cas de Ain Sefra) [12] et mis en œuvre au niveau des stations isolées non desservies par le réseau électrique tel que la STEP de N'Goussa (Ouargla), mise en service en 2010 [14] et alimentées exclusivement par l'énergie solaire[12].

D'une capacité d'épuration de 10914 EQ, la STEP de N'Goussa utilise le procédé d'épuration constitué de filtres plantés de roseaux. Elle a été réalisée en 2007 pour le traitement des eaux usées urbaines de la daïra de N'Goussa. Cette STEP est située dans une zone qui ne permet pas le raccordement au réseau électrique, elle par conséquent alimentée par l'énergie photovoltaïque [14].

Pour la période 2010-2013, un partenariat stratégique a été signé avec l'Unité de Développement des Énergies Solaires (UDES) pour une collaboration scientifique dans le cadre du Plan National de Recherche [13] (PNR) dont les axes de recherches sont [15] :

- La distillation solaire des eaux usées épurées de la STEP d'Ouargla par le traitement des eaux par UV solaire;
- Le traitement des eaux par ultra filtration pour le traitement tertiaire des eaux épurées ;
- Le traitement et la valorisation des boues résiduelles.

Un programme d'optimisation de la consommation d'énergie à été tracé afin de diminuer la consommation d'électricité sans compromettre le processus épuratoire. Ce programme a permis de réaliser des économies d'énergie à hauteur de 14 534 872 KWH, ce qui correspond à 43 732 863,21 DA sur les sept années depuis l'engagement dans la démarche du système de Management environnemental, réduisant ainsi les coûts d'exploitation et de fonctionnement des STEP [15]. L'introduction de modes de consommation propres tels que les systèmes photovoltaïque et systèmes hybrides avec l'utilisation de l'énergie éolienne a également permis de réaliser d'autres économies.

Parmi les nouveaux projets des STEP en cours de réalisation ceux de [15] : Mecheria et Ain Sefra dans la wilaya de Naâma, le projet de réalisation de la STEP de Timimoune dans la Wilaya d'Adrar, le projet de réalisation de la STEP de Djanet dans la wilaya d'Illizi et la STEP par filtres planté de roseaux de N'Goussa dans la wilaya d'Ouargla.

## 2.2 Les énergies renouvelables dans le DEM :

En 2007 l'Algérie produisait **1 million de m<sup>3</sup>/jour** d'eau dessalée, consommant ainsi **4KWh par mètre cube** [16]. Aujourd'hui et avec **13 grandes stations** de dessalement d'eau de mer (dont 9 seulement sont opérationnelles), le pays produit plus de **2 millions** de m<sup>3</sup>/jour.

**Tableau 1 : Coût du mettre cube dessalé en Algérie en dollars.**

Stations	Wilaya	Coût en \$/m <sup>3</sup>
<b>Kahrama</b>	Oran	0.87
<b>El Hamma</b>	Alger	0.82
<b>Skikda</b>	Skikda	0.74
<b>Ben Saf</b>	Ain timouchent	0.69
<b>Mostaganem</b>	Mostaganem	0.72
<b>Cap Djinet</b>	Boumerdes	0.72
<b>Honain</b>	Tlemcen	0.76
<b>Fouka</b>	Tipaza	0.75
<b>Maktaa</b>	Oran	0.5577
<b>Ténès</b>	Chleff	0.5885
<b>Echoutt</b>	El Taraf	/
<b>Souk Telata</b>	Tlemcen	0.7645
<b>Oued Sept</b>	Tipaza	0.6794
	<b>Moyenne</b>	<b>0.72</b>

(Source : établi par l'auteur selon les données du MRE, Alger, 2015).

L'Algérie possède des ressources considérables en eaux salines (eau de mer et eaux saumâtres). Afin de bénéficier de cette richesse inexploitable, le CDER a entrepris une étude expérimentale de dessalement d'eau saumâtre dans la localité de HASSI-KHEBI (Wilaya de Tindouf). Cette petite unité d'osmose inverse alimentée par un générateur solaire produit de l'eau potable pour les quelques 1000 habitants de ce village.

L'unité de HASSI-KHEBI produit approximativement 950 L/h d'eau potable à partir des eaux saumâtres provenant d'un forage avec une salinité de 3,2 g/L [17]. Le coût du mètre cube d'eau traitée sur la base d'un amortissement sur 20 ans [18] a été estimé à 6 \$/m<sup>3</sup>, ce qui reste très élevé comparé au coût de l'eau produite par les systèmes de dessalement conventionnels et qui s'élève à **0.72 \$/m<sup>3</sup>** (tableau1).

L'installation expérimentale en fonctionnement dans le village de Hassi-Khebi a fonctionnée plus au moins régulièrement pendant 12 années et a donné entière satisfaction du point de vue technique. Cependant, son degré d'automatisme n'était pas compatible avec la qualité de main qui

a causé des périodes d'arrêts en raison de mauvaises manipulations de l'opérateur. Il serait bénéfique d'entreprendre une étude complète du système qui consiste à investiguer sur les différents éléments: générateur photovoltaïque, stockage, régulation et osmoseur.

La plus grande part d'eau dessalée en Algérie est produite par de grande station de dessalement d'eau de mer du fait de leur capacité et de leur continuel fonctionnement [6] (qui sont au nombre de neuf opérationnelles). Or, les différentes applications à travers le monde ont montré que le dessalement solaire est beaucoup plus approprié pour les installations de petites capacités, et que leur champ d'application est très vaste (à usage domestique, santé, industrie, tourisme...). Le recours à l'énergie éolienne couplée aux unités de dessalement peut constituer une alternative potentielle pour pallier le déficit en ressources conventionnelles, comme c'est le cas pour certaines régions isolées possédant un gisement éolien important.

Il est à souligner qu'aujourd'hui, les technologies des énergies renouvelables ont gagné en fiabilité et en efficacité et peuvent aujourd'hui générer de l'électricité même dans les conditions sous-optimales comme par exemple en cas de faible vitesse de vent ou de faible ensoleillement, ce qui offre des possibilités de développement de ces énergies en faveur des petites stations de dessalement installées dans le Sud du pays en premier lieu, puis d'envisager le développement de ces technologies (éolienne et solaire) pour une généralisation d'usage au service du dessalement pour échapper à la dépendance énergétique des énergies fossiles mais surtout pour un développement durable.

### **2.3 Le pompage de l'eau et le solaire :**

En l'absence des eaux de surface, les eaux souterraines représentent une ressource locale difficile d'accès au pompage manuel et animal. Le pompage d'eau mécanisé devient la seule alternative fiable pour soulever l'eau à une certaine profondeur. En Algérie, beaucoup de communautés rurales et sahariennes n'ont pas encore accès à l'électricité du réseau conventionnel. Le diesel et l'essence ont été traditionnellement utilisés pour pomper l'eau dans ces régions. Leur fonctionnement nécessite un volume important de carburant causant les rejets de gaz dans l'atmosphère accroissant le niveau de pollution

pour l'environnement, en plus de la pollution des eaux souterraines et du sol par le carburant et les lubrifiants. Le recours aux énergies renouvelables, notamment l'éolienne ou le solaire (présent en abondance)[6], pour le pompage des eaux souterraines devient une nécessité pour soulager ces régions.

À l'heure où les pays dans le monde rationalisent l'utilisation des ressources naturelles ; il devient urgent de tenir compte des énergies renouvelables dans la production d'eau non conventionnelles ou le traitement des eaux usées. À ce titre, l'Algérie peut être considérée comme l'un des plus grands réservoirs potentiels et inépuisable d'énergie solaire. Cette énergie constitue une ressource naturelle importante et gratuite, une alternative verte pour l'après pétrole. Le remplacement progressif des sources d'énergies conventionnelles par des sources d'énergie propres doit accompagner toute politique d'eau en Algérie.

## **CONCLUSION :**

L'avenir de l'eau et des énergies reste incontestablement lié en Algérie. Aujourd'hui, les technologies des énergies renouvelables ont gagné en fiabilité et en efficacité et peuvent générer de l'électricité même dans les conditions sous-optimales ce qui offre des possibilités de développement de ces énergies en faveur des petites stations de dessalement installées dans le Sud du pays en premier lieu, puis d'envisager le développement de ces technologies (éolienne et solaire) pour une généralisation d'usage au service du dessalement pour échapper à la dépendance énergétique des énergies fossiles mais surtout pour un développement durable.

Prévenir des dommages causés à l'environnement, préserver les ressources naturelles et s'orienter vers une économie à faible émission de carbone constitue un défi pour toute la société algérienne. Ce défi offre également des débouchés aux entreprises qui commercialisent des produits et services écologiques ou exercent dans le domaine des énergies renouvelables ou des technologies propres. L'Algérie se doit de défendre ses intérêts nationaux dans le cadre du développement durable en tant que producteur d'énergie propres de sources renouvelables. Cette transition énergétique est urgente, en particulier

pour assurer l'indépendance énergétique du secteur de l'eau déjà dépendant à bien des égards et variables.

### **BIBLIOGRAPHIE :**

- [1] BOUBOU-BOUZIANI Naima, « *Le déficit énergétique : l'autre aspect de la problématique de gestion de l'eau.* », In Revue COST, N°15, Oran, Janvier 2015, P 153.
- [2] AUTISSIER David, BENSEBAA Faouzi, BOUDIER Fabienne, « *l'Atlas du management* », EYROLLES-Édition d'organisation, 2010-2011, P 95.
- [3] BOUBOU-BOUZIANI Naima, « *Problématique de gestion de l'eau et déficit énergétique* », In Revue LJEE, N°24&25, Blida, Juin-Décembre 2014, P50.
- [4] « *Bilatéral* », La revue de la chambre Algéro-Allemande de commerce et d'industrie, 25<sup>ème</sup> édition, Algérie, Octobre 2012, P 30.
- [5] The International Renewable Energy Agency (IRENA), 2014.
- [6] BOUBOU Naima, « *Eau, environnement et énergies renouvelables : vers une gestion intégrée de l'eau en Algérie* », Thèse de doctorat en sciences de gestion, Université Abou bakr Belkaid de Tlemcen, 2015.
- [7] « *Guide des dispositifs d'appui à l'entrepreneuriat vert* », Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH, Juillet 2012, P13.
- [8] « *Programme des énergies renouvelables et de l'efficacité énergétique* », Ministère de l'Énergie et des Mines, Mars 2011, P 28-29.
- [9] Centre de Développement des Energies Renouvelables (CDER), Alger, 2015.
- [10] « *Entreprises et Industrie* », Magazine de la Commission européenne, ISSN 1831-1245, Septembre 2014, P10.
- [11] Société de l'Eau et de l'assainissement d'Oran (SEOR), 2015.
- [12] Ministère des Ressources en Eau (MRE), Alger, 2015.
- [13] « *2001-2011 Rétrospective d'une décennie de progrès* », Office National de l'Assainissement, Alger, 2014, P36.
- [14] Office Nationale de l'Assainissement (ONA), Alger, 2015.
- [15] « *Le triptyque des industries vertes* », Revue Produire Propre du Centre national des Technologies de Production Propre, Ministère de l'Aménagement du territoire et de l'environnement, N°12, Juin 2014, P 10.
- [16] ROYER Jean-Loup & BEN LANNET ALLAL Houda, « *Les besoins en énergie pour l'eau en Méditerranée* », In Atelier Plan Bleu / MEDITEP

Eau, énergie et changement climatique en Méditerranée, Carthage, 17 décembre 2007.

[17] MAUREL Alain, « Dessalement de l'eau de mer et des eaux saumâtres et autres procédés non conventionnels d'approvisionnement en eau douce », Édition Lavoisier, France, 2006, p 221.

[18] TRIKI Zakaria, « *Études, Analyses et Optimisation de la Consommation Énergétique des Unités de Dessalement pour les Sites Isolés* », THÈSE pour l'obtention du diplôme de Doctorat en Sciences Spécialité : Génie Climatique, Université Constantine 1-Faculté des Sciences de la Technologie- Département de Génie Climatique, 6/10/2014, P 15.