



Faculté des sciences et technologies

Département des énergies renouvelables

MÉMOIRE DE FIN D'ETUDE

En vue de l'obtention de diplôme de Master en Energies Renouvelables

Option : conversion photovoltaïque

THÈME

**Les intervenants dans les
Energies renouvelables (cas du
Photovoltaïque) en Algérie**

Réalisé par : LAKEHAL Dounia

Soutenu le 03/07/2022 devant le jury composé de :

Dr. BOUZAKI Med. Moustafa	M.C.B	USDB1	Promoteur
Dr.DOUMAZ Toufik	M.A.A	USDB1	Co-promoteur
M. BEDIA Asma	M.C.A	USDB1	Président
M. AMROUCHE Badia	M.C.A	USDB1	Examineur
Mr. BENAHMED A.moumen	M.C.A	USDB1	Examineur

2021/2022

الملخص:

يتكون هذا الموجز من كل شيء يتعلق بالطاقة الشمسية الكهروضوئية في الجزائر. سيقدم البرنامج الوطني بين تطوير الطاقات المتجددة و نحدث عن مكاتب الدراسات و مراقبة الجودة الذين يعرّفون مهمي جدا قبل بداية أي مشروع في الطاقة الشمسية الكهروضوئية وكذلك تطوير الصناعة في الجزائر من خلال تقديم مختلف الموردين و المصنعين (الجهات الفاعلة) من المكونات الكهروضوئية مسشدين بمشاكلهم و سيقترح توصيات لحسب هذا المجال و تجزيب نقص هذه العناصر و زيادة أسعارهم. الكلمات المفتاحية: البرنامج الوطني بين تطوير الطاقات المتجددة، الجهات الفاعلة، المشاكل، التوصيات.

Résumé :

Ce mémoire consiste à entamer tout ce qui concerne l'énergie solaire Photovoltaïque en Algérie. On va présenter le programme national de développement des ENR, et parler des bureaux d'études et du contrôle qualité qui sont très importants avant de commencer un projet dans le domaine Photovoltaïque, aussi l'élaboration dans l'industrie en Algérie en présentant les différents fournisseurs et fabricants (intervenants) des composants PV, En citant leurs problèmes, et on va proposer des recommandations pour améliorer ce domaine et éviter le manque de ces composants et l'augmentation de ses prix.

Mots clés : le programme national de développement des ENR, Intervenants, Problèmes, Recommandations.

Abstract :

This brief consists in starting everything regarding photovoltaic solar energy in Algeria. We will present the national program of development of the ENR, and talk about the design offices and quality control that are very important before starting a project in the field of photovoltaics, also the elaboration in the industry in Algeria by introducing the various suppliers and manufacturers (stakeholders) of PV components, Citing their problems, and we will propose recommendations to improve this area and avoid the lack of these components and the increase of its prices.

Key words : The national renewable energies development program, Stakeholders, Problems, Recommendations.

Dédicace :

Je dédie cet ouvrage :

*A la lumière de mes jours, la source de mes efforts, la flamme de mon cœur, ma vie et mon bonheur ; ma mère **AFRIT FELLA** que j'adore
A mon très cher père **AZZEDDINE**, tu as toujours été à mes côtés pour me soutenir et m'encourager ; Que ce travail traduit ma gratitude et mon affection.*

*A mon grand frère **Med LOTFI** qui a partagé avec moi tous les moments d'émotions lors de la réalisation de ce travail. Il m'a chaleureusement supporté et encouragé tout au long de mon parcours.*

*A ma douce grand-mère **WENNASA** Et ma tante **SAMIA** et à ceux qui me donnent de l'amour et de la vivacité.*

*Aux personnes qui m'ont toujours aidé et encouragé, qui étaient toujours à mes côtés et qui m'ont, accompagnaient durant mon chemin d'études supérieures, mes aimables amis, collègues d'étude, et frères de cœur, vous : **Norhen ; Nora ; Asma ; Zahra ; Rayane ; Oussama ; Moncef***

*Thank
You*

Remerciements

*Tout d'abord, nous tenons à remercier Dieu,
De nous avoir donné la santé, la volonté et la patience pour mener à
terme ce mémoire.*

*Nous tenons à exprimer nos profonds remerciements à notre
encadrant*

***Mr MOUSTAFA BOUZAKI** qui nous a fourni le sujet de ce mémoire et
nous guidés de ses précieux conseils et suggestions, et la confiance qu'il
nous a témoigné tout au long de ce travail.*

*Nous tenons à gratifier aussi les membres de jury **M. BEDIA ASMA,**
M. AMROUCHE BADIA et Mr. BENAHMED MOUMEN pour
l'intérêt qu'ils ont porté à notre recherche en acceptant d'examiner
notre travail.*

*J'adresse aussi nos remerciements à **Dr TOUFIK DOUMAZ** notre Co-
promoteur et à tous les enseignants de la filière Photovoltaïque.*

*Enfin, on adresse nos sincères sentiments de gratitude et de
reconnaissance à toutes les personnes qui ont participé de près ou de
loin à la réalisation de ce travail*

Sommaire

Introduction générale1

Chapitre 1 : présentation du programme national des Energies renouvelables en Algérie

I. Introduction.....	3
II. Programme de développement des énergies renouvelables	3
III. Consistance du programme de développement des énergies renouvelables	4
1. Energie solaire thermique	5
2. Energie Eolienne.....	6
3. Energie solaire photovoltaïque	7
IV. Instruments juridiques et réglementaires	8
V. Mesures incitatives	9
VI. Le Commissariat aux Energies Renouvelables et à l'Efficacité Energétique (CEREFE)	10
a) Rapport de CEREFE sur la transition énergétique en Algérie	11
VII. Conclusion	13

Chapitre 2 : les bureaux d'études et les laboratoires de contrôle qualité en Algérie

I. Introduction	14
II. Les bureaux d'études	14
1. La définition d'un bureau d'étude.....	14
2. Le rôle d'un bureau d'étude.....	14
3. Les bureaux d'études en énergies renouvelable en photovoltaïque	15
a) Moyens humains	15
b) Moyens matériels	18
c) Matériels et logiciels.....	18
d) Les documents nécessaires.....	20
4. Exemple d'un bureau d'étude en PV dans le monde	21
5. Les bureaux d'études photovoltaïques en Algérie.....	23
III. Le contrôle qualité	23
1. La définition de contrôle qualité	23
2. Le rôle de contrôle qualité.....	23
3. Les types de contrôle qualité.....	24
4. La réalisation de contrôle qualité.....	24
5. Le contrôle qualité des composants photovoltaïque.....	25
a) Les modules PV.....	25
b) Les batteries	26
c) Les onduleurs	26
d) Les régulateurs de charge	27
e) Câblages	27
6. Le contrôle qualité des systèmes PV dans le monde	27

7. Le contrôle qualité des systèmes PV en Algérie	28
a) L'équipe d'expertise universitaire Energies renouvelables et maîtrise de l'énergie (REEM)	28
b) Le centre de développement des Energies renouvelables (CDER)...	29
IV. Conclusion.....	30

Chapitre 3 : Fabrication – distribution et Installation des équipements liés au Energie renouvelables en Algérie

I. Introduction	31
II. Les intervenants de fabrication et distribution	31
1. ENIE	31
2. Condor	32
3. DIMEL	33
4. Milltech.....	35
5. Aures solaire sarl	36
6. Laguna solaire	37
7. Soprec.....	38
8. Master Energy.....	38
9. Ilighting	39
10. Eurl Tarik.....	39
III. Les entreprises d'installations	40
1) Les exigences	40
2) Les entreprises d'installation (Entreprise 1 et 2)	41
3) Les domaines d'activités des différentes sociétés ENR.....	42
IV. Conclusion	43

Chapitre 4 : les problèmes et les recommandations pour mettre les Energies renouvelables en chemin (En Algérie)

I. Introduction.....	44
II. Les problèmes de bureaux d'études et les laboratoires des contrôle qualité.....	44
III. Les problèmes rencontrés par les intervenants	44
1. ENIE	44
2. DIMEL	44
3. Ilighting	45
4. Milltech.....	45
5. Entreprises d'installations (Entreprise 1 et 2).....	45
IV. Les recommandations	46
a) Les bureaux d'études	46
b) Le contrôle qualité	48
c) Les intervenants.....	48
d) Recommandations pour l'élaboration des Cahiers des charges.....	48
1. Dossier candidature.....	49
2. Dossier technique	49
3. Offre financière	49

V. Conclusion	49
Conclusion générale	50

Listes des figures :

Chapitre 1 : présentation du programme national des Energies renouvelables en Algérie

Figure 1.1) : les énergies renouvelables en Algérie	3
Figure 1.2) : l'objectif du programme algerien des ENR 22GW à l'horizon 2030	4
Figure 1.3) : l'énergie solaire thermique.....	6
Figure 1.4) : l'énergie éolienne	7
Figure 1.5) : l'énergie solaire photovoltaïque	7
Figure 1.6) : le CEREFÉ	11

Chapitre 2 : les bureaux d'études et les laboratoires de contrôle qualité en Algérie

Figure 2.1) : Un bureau d'étude a l'œuvre.....	15
Figure 2.2) : des techniciens de PV	16
Figure 2.3) : une Installation photovoltaïque sur un toit.....	21
Figure 2.4) : le bureau d'étude BET RAMAT en France.....	22
Figure 2.5) : contrôle qualité des modules PV au sein du CDER.....	26
Figure 2.6) : IES et son équipe	28

Chapitre 3 : Fabrication – distribution et Installation des équipements liés au Energie renouvelables en Algérie

Figure 3.1) : l'entreprise Enie solar	31
Figure 3.2) : l'assemblage des panneaux photovoltaïque a l'entreprise ENIE	32
Figure 3.3) : l'entreprise Condor	32
Figure 3.4) : l'assemblage des panneaux photovoltaïque a l'entreprise Condor ...	33
Figure 3.5) : l'entreprise Dimel solaire	34
Figure 3.6) : les activités de l'entreprise Dimel solaire.....	35
Figure 3. 7) : l'usine de production des panneaux PV de Milltech.....	35
Figure 3.8) : l'entreprise Aures solaire sarl.....	36
Figure 3.9) : l'usine de fabrication de panneaux PV Aures solaire sarl.....	37
Figure 3.10) : les activités de Lagua solaire	38
Figure 3.11) : Logo de Master Energy	39

Liste des tableaux :

Chapitre 3 : Fabrication – distribution et Installation des équipements liés au Energie renouvelables en Algérie

Tableau 3.1) : les moyens humains et matériels des entreprises d'installation	41
Tableau 3.2) : les activités des intervenants des systèmes photovoltaïques en Algérie.....	42

Chapitre 4 : les problèmes et les recommandations pour mettre les Energies renouvelables en chemin (En Algérie)

Tableau 4.1) : tableau récupératif des problèmes rencontrés par les intervenants	46
---	----

Liste des abréviations :

ENR : Energies Renouvelables

CSP : concentration d'énergie solaire (Concentrating solar power)

ENER : fonds national pour les Energies renouvelables et la cogénération

FNME : Fonds national pour la maîtrise de l'énergie

PV : photovoltaïque

CEREFÉ : Le Commissariat aux Energies Renouvelables et à l'Efficacité Energétique

DC : courant continu (Direct courant)

BeT : bureau d'étude

GC : génie civil

INTRODUCTION GENERALE

Introduction générale :

L'Algérie amorce une dynamique d'énergie verte en lançant un programme ambitieux de développement des énergies renouvelables (ENR) et d'efficacité énergétique. Cette vision du gouvernement algérien s'appuie sur une stratégie axée sur la mise en valeur des ressources inépuisables comme le solaire et leur utilisation pour diversifier les sources d'énergie et préparer l'Algérie de demain. Grâce à la combinaison des initiatives et des intelligences, l'Algérie s'engage dans une nouvelle étape énergétique durable [1]

La réalisation de ce programme par une diversité d'actions et de projets, devrait favoriser l'émergence, à terme, d'un marché durable de l'efficacité énergétique en Algérie.

L'efficacité énergétique est appelée à jouer un rôle important dans le contexte énergétique national, caractérisé par une forte croissance de la consommation tirée, notamment, par le secteur domestique avec la construction de nouveaux logements, la réalisation d'infrastructures d'utilité publique et la relance de l'industrie [1]

En vue d'encourager la production des énergies renouvelables en Algérie, le gouvernement algérien adopte de nouvelles mesures pour ouvrir la voie à de nouveaux plans d'investissement visant à produire 40% de l'électricité nationale à partir de l'énergie solaire d'ici 2030, ces mesures auront pour but de régir les incitations des énergies renouvelables et les conditions d'accès des producteurs aux avantages fiscaux, dit un représentant de la commission de régulation de l'Electricité et du Gaz (CREG) [2]


Dans le cadre de la stratégie mise en œuvre par le ministère de la transition énergétique et des énergies renouvelables pour l'encouragement et la promotion de l'industrie nationale de la filière solaire photovoltaïque en Algérie, la société SHAEMS lance une << campagne de recensement des fabricants nationaux à haut potentiel dans le domaine des énergies renouvelables >>.les opérateurs économiques concernés sont invités à participer à cette campagne lancée sur le site web de la société SHAEMS la base de données établie sera mise à disposition des investisseurs participants au projet solaire 1000 MW qui sont exhortés à assurer un taux de contenu local de 30% du cout du projet [3]

Le document présenté est rédigé en quatre chapitres principaux qui se résument dans ce qui suit :

Le premier débute avec la présentation du programme national des Energies renouvelables en Algérie (Nous allons le présenter comme le Ministère l'a mis sans aucun changement de notre part). Ainsi, les instruments juridiques et réglementaires pour réaliser les infrastructures relatives à la production d'électricité à partir de sources d'énergies renouvelables seront citées. Enfin une présentation de nouveau ministère de la transition énergétique et le commissariat aux ENR et à l'efficacité énergétique.

Le deuxième chapitre, on parlera de définitions et rôles des bureaux d'études et des laboratoires de contrôle de qualité dans le monde en général et dans l'Algérie en particulier.

Dans le troisième chapitre, les fabricants, les fournisseurs et les installateurs des systèmes PV en Algérie seront cités, et leurs tâches dans le domaine.



Le quatrième et dernier chapitre sera dédié aux problèmes et obstacles des intervenants dans le domaine des ENR (PV), et la proposition des solutions (recommandations) pour réussir le programme de développement des énergies renouvelables en Algérie. A la fin on proposera aussi des exigences pour la création des bureaux d'études et des laboratoires de contrôle qualité en Algérie, avec d'autres recommandations pour l'élaboration des Cahiers des charges.

Chapitre 1 :

**Présentation du programme national des Energies
renouvelables en Algérie**

I. Introduction :

L'Algérie a adopté en février 2011, un programme ambitieux des énergies renouvelables et de l'efficacité énergétique. Toute l'attention des pouvoirs publics est mobilisée afin de réussir ce programme basé sur une stratégie verte et consiste à installer une puissance d'origine renouvelable de l'ordre de 22 000 MW à l'horizon 2030 pour le marché national, si les conditions du marché le permettent [1]

Le programme de l'efficacité énergétique affiche la volonté de l'Algérie de préserver les ressources du pays et optimiser leurs utilisations.

Dans ce chapitre on va présenter le programme national des énergies renouvelables en Algérie.

II. Programme de développement des énergies renouvelables :

A travers ce programme d'énergies renouvelables, l'Algérie compte se positionner comme un acteur majeur dans la production de l'électricité à partir des filières photovoltaïque et éolienne en intégrant la biomasse, la cogénération, la géothermie et au-delà de 2021, le solaire thermique. Ces filières énergétiques seront les moteurs d'un développement économique durable à même d'impulser un nouveau modèle de croissance économique [4]

37 % de la capacité installée d'ici 2030 et 27 % de la production d'électricité destinée à la consommation nationale, seront d'origine renouvelable [4]



Figure 1.1) : les énergies renouvelables en Algérie

Le potentiel national en énergies renouvelables étant fortement dominé par le solaire, l'Algérie considère cette énergie comme une opportunité et un levier de développement

économique et social, notamment à travers l'implantation d'industries créatrices de richesse et d'emplois [4]

La stratégie de l'Algérie en la matière vise à développer une véritable industrie des énergies renouvelables associée à un programme de formation et de capitalisation des connaissances, qui permettra à terme, d'employer le génie local algérien, notamment en matière d'engineering et de management de projets. Le programme ENR , pour les besoins d'électricité du marché national, permettra la création de plusieurs milliers d'emplois directs et indirects [4]

III. Consistance du programme de développement des énergies renouvelables :

La consistance du programme en énergie renouvelables à réaliser pour le marché national sur la période 2015-2030 est de 22 000 MW.

Le programme des ENR est défini ainsi pour les différentes phases [4] :

- D'ici 2013, il est prévu l'installation d'une puissance totale de l'ordre de 110 MW ;
- À l'horizon 2015, une puissance totale de près de 650 MW serait installée ;
- D'ici 2020, il est attendu l'installation d'une puissance totale d'environ 2 600 MW pour le marché national et une possibilité d'exportation de l'ordre de 2 000 MW ;
- D'ici 2030, il est prévu l'installation d'une puissance de près de 12000 MW pour le marché national ainsi qu'une possibilité d'exportation allant jusqu'à 100 MW.

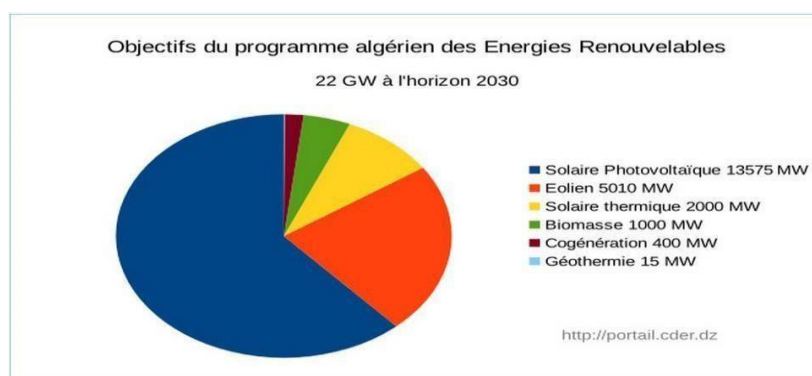


Figure 1.2) : l'objectif du programme algérien des ENR 22GW à l'horizon 2030

La synthèse de ce programme, par type de filière de production, se présente comme suit :

1. Energie Solaire Thermique :

L'énergie solaire thermique est la transformation du rayonnement solaire en énergie thermique. Cette transformation peut être utilisée directement (pour chauffer bâtiment par exemple) ou indirectement (comme la production de vapeur d'eau pour entraîner des turboalternateurs et ainsi obtenir de l'énergie électrique). Utilisant la chaleur transmise par rayonnement plutôt que le rayonnement lui-même, ces modes de transformation d'énergie se distinguent des autres formes d'énergie solaire comme les cellules photovoltaïques [4]

La radiation directe du soleil est concentrée par un collecteur sur un échangeur où elle est cédée à un fluide, soit vaporisé directement, soit transportant la chaleur un générateur de vapeur. Tous les systèmes ont en commun un certain nombre d'organes : un collecteur qui concentre la chaleur, un liquide ou un gaz caloporteur la transporte jusqu'à un point d'extraction, un évaporateur, un condenseur, une turbine et un alternateur [4]

Plus connu sous le nom de CSP , le solaire thermique peut répondre à la demande en électricité de jour comme de nuit en couplé à des moyens de stockage thermique ou hybridé avec d'autres énergies comme le gaz [4]

L'Algérie entend mettre en valeur son potentiel solaire, l'un des plus importants au monde, en lançant des projets importants en solaire thermique.

Deux projets pilotes de centrales thermiques à concentration avec stockage d'une puissance totale d'environ 150 MW chacune seront lancés sur la période 2011-2013. Ces projets s'ajouteront à la centrale hybride de Hassi R'Mel d'une puissance de 150 MW, dont 25 MW en solaire [4]

Sur la période 2016-2020, quatre centrales solaires thermiques avec stockage d'une puissance totale d'environ 1 200 MW devraient être mises en service programme de la phase 2021-2030 prévoit l'installation de 500 MW par an jusqu'en 2023, puis 600 MW par an jusqu'en 2030 [4]



Figure 1.3) : l'énergie solaire thermique

2. Energie Eolienne :

Par définition, l'énergie éolienne est l'énergie produite par le vent. Elle est le fruit de l'action d'aérogénérateurs, de machines électriques mues par le vent et dont la fonction est de produire de l'électricité [4]

Une hélice entraînée en rotation par la force du vent permet la production d'énergie mécanique ou électrique en tout lieu suffisamment venté. L'énergie du vent cap sur les pales entraîne le rotor qui, couplé à une génératrice, convertit l'énergie mécanique en énergie électrique. La quantité d'énergie produite par une éolienne dépend principalement de la vitesse du vent mais aussi de la surface balayée par les pales et de la densité de l'air.

Le programme ENR algérien prévoit dans un premier temps, sur la période 2011-2013, l'installation de la première ferme éolienne d'une puissance de 10 MW à Adrarw Entre 2014 et 2015, deux fermes éoliennes de 20 MW chacune devraient être réalisées [4]

Des études seront menées pour détecter les emplacements favorables afin de réaliser D'autres projets sur la période 2016-2030 pour une puissance d'environ 1 MW [2]



Figure 1.4) : l'énergie éolienne

3. Energie Solaire Photovoltaïque :

L'énergie solaire photovoltaïque désigne l'énergie récupérée et transformée directement en électricité à partir de la lumière du soleil par des panneaux photovoltaïques. Elle résulte de la conversion directe dans un semi-conducteur d'un photon en électron. Outre les avantages liés au faible coût de maintenance systèmes photovoltaïques, cette énergie répond parfaitement aux besoins des sites isolés et dont le raccordement au réseau électrique est trop onéreux [4]

L'énergie solaire photovoltaïque est une source d'énergie non polluante. Modulaires, ses composants se prêtent bien à une utilisation innovante et esthétique architecture.

La stratégie énergétique de l'Algérie repose sur l'accélération du développement de l'énergie solaire. Le gouvernement prévoit le lancement de plusieurs panneaux solaires photovoltaïques d'une capacité totale d'environ 800 MWc d'ici 2020. D'autres projets d'une capacité de 200 MWc par an devraient être réalisés sur la période 2021-2030 [4]

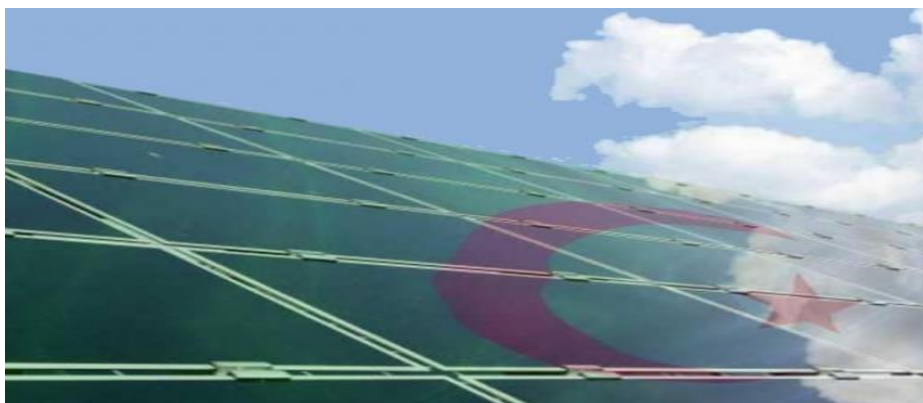


Figure 1.5) : l'énergie solaire photovoltaïque

IV. Instruments juridiques et réglementaires :

La loi relative à la maîtrise énergie témoigne des efforts des Pouvoirs Publics, notamment sur le plan législatif et réglementaire.

L'objectif est de renforcer ce dispositif à travers la mise en œuvre de la réglementation portant notamment sur [1] :

- La réglementation thermique dans les bâtiments neufs ;
- L'audit énergétique des établissements grands consommateurs ;
- La classification d'efficacité énergétique des appareils à usage domestique ;
- Les modalités d'organisation et d'exercice du contrôle d'efficacité énergétique ;
- L'étiquetage énergétique.

L'adoption du cadre juridique favorable à la promotion des énergies renouvelables et à la réalisation d'infrastructures relative à la production d'électricité à partir de sources d'énergie renouvelables est définie principalement à travers les mesures ci-après [5] :

- Loi n° 02-01 du 22 Dhou El Kaada 1422 correspondant au 05 février 2002 modifiée et complétée, relative à l'électricité et à la distribution du gaz par canalisations (JO n° 08 du 06 février 2002) ;
- Loi n° 04-09 du 27 Joumada Ethania 1425 correspondant au 14 août 2004 relative à la promotion des énergies renouvelables dans le cadre du développement durable (JO n° 52 du 18 août 2004) ;
- Arrêté du 14 Safar 1429 correspondant au 21 février 2008 fixant les règles techniques de raccordement au réseau de transport de l'électricité et les règles de conduite du système électrique (JO n° 25 du 18 Mai 2008).
- Arrêté interministériel du 19 avril 2008, portant Adoption du règlement technique relatif au « Module Photovoltaïque (PV) au silicium cristallin pour application terrestre ».
- Loi n° 09-09 du 13 Moharram 1431 correspondant au 30 décembre 2009 portant loi de finances pour 2010, notamment son article 64 portant création du fonds national pour les Energies renouvelables et la cogénération (FNER) (JO n°78 du 31 décembre 2009) ;
- Loi n° 11-11 du 16 chaâbane 1432 correspondant au 18 juillet 2011 portant loi de finances complémentaire pour 2011, notamment son article 40 modifiant l'article 63 de la loi n° 09-09 (JO n°40 du 20 juillet 2011) ;
- Arrêté du 2 Rabie Ethani 1435 correspondant au 2 février 2014 fixant les tarifs d'achat garantis et les conditions de leur application pour l'électricité produite à partir des installations utilisant la filière éolienne (JO n° 23 du 23 Avril 2014) ;

- Arrêté du 6 Dhou El Kaada 1435 correspondant au 1er septembre 2014 fixant les tarifs d'achat garantis et les conditions de leur application pour l'électricité produite à partir des installations utilisant la filière de cogénération (JO n° 18 du 8 avril 2015) ;
- Loi n° 14-10 du 8 Rabie El Aouel 1436 correspondant au 30 décembre 2014 portant loi de finances pour 2015, notamment son article 108 qui prévoit la fusion des deux Fonds spéciaux « Le Fonds national pour la maîtrise de l'énergie (FNME) et le Fonds national pour les Energies renouvelables et la cogénération (FNER) » (JO n°78 du 31 décembre 2014);
- Décret exécutif n° 15-69 du 21 Rabie Ethani 1436 correspondant au 11 février 2015 fixant les modalités de certification de l'origine de l'énergie renouvelable et de l'usage de ces certificats ; (JO n° 09 du 18 février 2015) ;
- 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 ».

V. Mesures incitatives :

Le gouvernement algérien a procédé à l'adoption d'une série de mesures de soutien visant la promotion des énergies renouvelables à travers la mise en place d'un cadre juridique favorable et d'un Fond National pour la Maitrise de l'Energie, pour les Energies Renouvelables et la cogénération (FNMEERC) qui est alimenté annuellement de 1% de la redevance pétrolière et du produit de certaines taxes [5]

Le soutien proposé par le gouvernement pour la promotion des énergies renouvelables s'effectue à travers deux modes :

- Pour les installations raccordées au réseau, le soutien de l'Etat s'effectue à travers le mécanisme du tarif d'achat garanti (feed-in tarif) : Ce système garantit aux producteurs d'énergie renouvelable de bénéficier de tarifs leur octroyant une rentabilité raisonnable de leur investissement sur une durée d'éligibilité de 20 ans pour le solaire et l'éolien et 15 ans pour la cogénération. Au-delà de cette durée, les installations peuvent encore fonctionner sans bénéficier de ce mécanisme. Toutefois, la production sera rémunérée au tarif du marché. Les surcoûts engendrés par ces tarifs seront supportés par le FNER au titre des coûts de diversification, le distributeur qui achète cette énergie au tarif d'achat garanti se fait donc rembourser à hauteur de la différence entre le tarif d'achat garanti et un tarif de référence qui est le prix moyen de l'électricité conventionnelle [4]

- Pour les autres applications, le soutien de l'Etat se fait par le biais d'une participation à l'investissement (niveau et montant fixés par la réglementation). Le soutien aux énergies renouvelables intervient à travers une contribution à l'investissement par le FNER à hauteur d'un certain niveau et concerne les installations photovoltaïque et éoliennes hors réseau, le résidentiel et la géothermie [5]

Les surcoûts engendrés par ces tarifs seront supportés par le FNMEERC au titre des coûts de diversification, le distributeur qui achète cette énergie au tarif d'achat garanti se fait donc compenser à hauteur de la différence entre le tarif d'achat garanti et un tarif de référence qui est le prix moyen de l'électricité conventionnelle.

D'autres formes d'aide sont prévues. Il s'agit de [5] :

- Acquisition et mise à disposition des terrains éligibles à l'implantation de centrales ENR
- Accompagnement dans tout le processus d'acquisition des autorisations nécessaires ;
- Identification du potentiel de toutes les régions concernées par les ENR ;

Pour réussir ce programme l'Algérie a créé un nouveau ministère : le Ministère de la transition énergétique et des Energies renouvelables, et le commissariat aux Energies renouvelables et à l'efficacité énergétique CEREFÉ (premier ministère).

VI. Le Commissariat aux Energies Renouvelables et à l'Efficacité Energétique (CEREFÉ) :

Le CEREFÉ a été créé le 20 octobre 2019 et est rattaché au premier ministère. Il est chargé d'élaborer les moyens de prospective à moyen et à long terme et contribuer à la définition des grandes orientations de la politique de développement des énergies renouvelables ainsi que de l'évaluation de cette dernière [6]



Figure 1.6) : le CEREFÉ

Le CEREFÉ est doté d'un conseil d'administration composé des représentants de 12 départements ministériels et une institution publique, en plus d'un conseil consultatif composé de compétences nationales reconnues dans le domaine, d'opérateurs économiques et de représentants de la société civile [6]

a) Rapport de CEREFÉ sur la transition énergétique en Algérie :

Le Commissariat aux Energies Renouvelables et à l'Efficacité Energétique (CEREFÉ), vient de publier son rapport 2020 sur la transition énergétique en Algérie. Ce document d'une centaine de pages comporte trois parties : la première retrace l'évolution du mix énergétique dans le monde, la deuxième est consacrée à retracer l'historique et l'état des lieux des énergies renouvelables et de l'efficacité énergétique en Algérie quant à la troisième partie elle aborde la Contribution de cette institution à l'élaboration d'une stratégie nationale de transition énergétique adaptée à l'Algérie [7]

En guise d'introduction à ce rapport, le premier ministre A. Djerad a rappelé que la question de la transition énergétique figure comme une priorité majeure dans le programme du président A. Tebboun et « Dans cette perspective, le plan d'action du gouvernement pour la mise en œuvre du programme du Président de la République a d'emblée placé la transition énergétique au cœur des politiques de développement du pays ». Avant de rajouter « que l'Algérie recèle un gisement de ressources renouvelables, notamment solaire, parmi les plus importants du monde, dispose également d'une étendue territoriale qui lui permet de tirer pleinement profit d'une politique énergétique tournée vers l'avenir » [7]

Dans ce rapport très documenté, Le CEREFÉ considère à juste titre que « le développement des énergies renouvelables à l'échelle d'une nation, devrait être intégré dans une perspective

globale, dont les contours deviennent de plus en plus visibles en présence d'objectifs environnementaux pressants mais également une transition énergétique marquée par des modes de consommation que les divers progrès techniques sont entrain de façonner ...C'est dans ce contexte général que le Commissariat aux Energies Renouvelables et à l'Efficacité Energétique (CEREFÉ) se propose d'élaborer une feuille de route qui s'inscrit dans une stratégie intégrée de développement des énergies renouvelables et de l'efficacité énergétique dans le pays tout en veillant à assurer au mieux les conditions de sa mise sur rail dès que possible »[7]

Contacté par AE pour avoir sa réaction sur le contenu du rapport, Mouloud Bakli expert reconnu en matière de déploiement des ENR, s'est félicité de ce premier rapport qu'il considère comme « un travail de grande qualité ». Mais il a en même temps déploré « le retard pris dans la mise en œuvre du programme national des ENR malgré les engagements pris par la plus haute autorité du pays ». Dr Mouloud Bakli s'est dit frustré par l'absence d'écoute au niveau des structures chargées de la mise en œuvre de la politique nationale des ENR en précisant qu'il a eu à proposer des projets dans le solaire et l'éolien mais qu'il n'y a eu aucune réaction malgré l'importance de ces projets et la disponibilité des financements, il a en outre souligné que le retard pris dans la mise en œuvre du plan de développement des ENR fait perdre à l'Algérie des opportunités d'investissement et de création d'emplois dont notre pays a grandement besoin. Aussi il est surpris que le secteur industriel des ENR en Algérie qui n'est pas loin de 500MW par an de capacité industrielle (Modules, Structures, Ingénierie, EPC, ...) soit totalement ignore par les structures en charges du dossier des ENR [7]

Notons que Le Commissariat aux Energies Renouvelables et à l'Efficacité Energétique (CEREFÉ) est un établissement public doté de la personnalité morale et de l'autonomie financière. Il est créé auprès du Premier Ministre par décret exécutif n°19-280 du 21 Safar 1441 correspondant au 20 Octobre 2019. Il est chargé d'élaborer les instruments de prospective à moyen et long terme en vue d'anticiper les grandes mutations énergétiques et contribuer à la définition des grandes orientations de la politique nationale de développement des énergies renouvelables et d'efficacité énergétique. Organe indépendant, le CEREFÉ est également chargé d'évaluer la politique nationale de développement des énergies renouvelables et de l'efficacité énergétique, les outils mobilisés pour sa mise en

œuvre et proposer toute mesure de nature à l'améliorer. CEREFÉ est dirigé par le professeur Nouredine Yassa [7]

VII. Conclusion :

L'efficacité énergétique a confirmé son poids au niveau stratégique, elle se présente comme un passage indispensable pour le développement durable. Étant consciente de cette problématique, l'Algérie à travers son programme durable accentue la nécessité d'implication de toutes les parties concernées afin de parvenir à de véritables résultats concrétisés par des projets d'envergure exploitant ainsi l'énorme potentiel d'économie d'énergie [1]

Dans la suite de travail on va aborder les différents intervenants dans le domaine d'énergie solaire PV a but de discuter la possibilité de réussir le programme des ENR (PV) dans les délais

Chapitre 2 :

**Les bureaux d'études et les laboratoires de contrôle
qualité en Algérie**

I. Introduction :

Les énergies renouvelables sont de plus en plus accessibles et compétitives, ouvrant de nouveaux potentiels économiques durables. Ces filières requièrent toutefois des compétences spécifiques et des investissements importants dans des contextes réglementaires en constante évolution.

Les bureaux d'études et le contrôle qualité sont indispensables avant de commencer un projet, c'est pourquoi on va traiter dans ce chapitre leurs cas dans le domaine Photovoltaïque en Algérie.

II. Les bureaux d'études :

1. La définition d'un bureau d'étude :

Le bureau d'étude, comme son nom l'indique, est le lieu où sont conduites toutes les études des produits d'une entreprise. Il peut désigner soit un cabinet indépendant, soit un département ou un service au sein d'une administration ou d'une entreprise.

Les compétences des bureaux d'études peuvent être en relation avec des domaines extrêmement variés tels que : le génie civil ou militaire, l'industrie, l'environnement, l'informatique, l'organisation du travail, l'urbanisme, la mobilité, l'événementiel, etc..

2. Le rôle d'un bureau d'étude :

On entend souvent parler d'un bureau d'étude sans comprendre exactement sa raison d'être.

De nos jours, on ne peut pas parler d'une entreprise sans évoquer le terme « bureau d'études ». En effet, c'est le bureau d'étude qui étudie la faisabilité des produits d'une entreprise. Mais sa proposition reste dans le domaine intellectuel. Il donne des solutions sur la réalisation des travaux, il assiste et donne conseils aux collectivités étatiques ou aux entreprises privées et effectue des recommandations. En cas de besoin, il peut fournir une expertise pour vérifier la qualité des réalisations. À noter que le métier d'ingénieur en bureau d'études se borne dans le service « études, recherche et développement » d'une entreprise [8].



Figure 2.1) : Un bureau d'étude a l'œuvre

3. Les bureaux d'études en énergies renouvelable en photovoltaïque :

Un bureau d'études est composé de personnes compétentes avec une forte expertise technique. Chaque ingénieur ou technicien met ses compétences au service du groupe pour obtenir le meilleur résultat qui soit.

Dans les bureaux d'études en photovoltaïque, l'usage de l'informatique (équipements, logiciels (code de calcul)) est de plus en plus présent. Grâce aux méthodes de conceptions assistées par ordinateur et de simulation numérique, les ingénieurs gagnent beaucoup de temps et produisent ainsi plus.

a) Moyens humains :

- **Les ingénieurs :**

Le travail des ingénieurs au sein d'un bureau d'étude n'est pas une simple tâche. Leur décision détermine l'avenir des bureaux d'études. Aussi, l'ingénieur doit avoir certaines qualités afin de mener à bien sa mission. L'ingénieur en bureau d'étude doit être une personne méthodique et rigoureuse.

L'ingénierie repose sur une méthode rationnelle et logique. Aussi, l'ingénieur doit d'être logique et bien ordonner dans sa prise de décision et dans les études qu'il mène. Ensuite, il doit avoir un esprit curieux et inventif. En effet, la conception des travaux d'une entreprise repose sur les études des ingénieurs en bureau d'étude. Il ne peut y avoir une production si jamais le bureau d'études ne trouve pas des idées novatrices. Enfin et non le moindre, l'ingénieur doit savoir s'adapter. L'ingénieur en bureau d'étude est censé travailler avec plusieurs collaborateurs, aussi il doit savoir communiquer et travailler en équipe [8].

Pour devenir un ingénieur en bureau d'étude photovoltaïque il faut avoir un diplôme d'ingénieur ou master en énergies renouvelables (Bac +5).

❖ **Les missions d'un ingénieur de bureau d'étude en photovoltaïque :**

Il possède une connaissance aiguë de l'installation solaire car il est capable de déterminer pour chaque client la meilleure formule énergétique en fonction des besoins et des installations déjà présentes.

Il gère le chantier d'installation du début à la fin :

- Rencontre du client
- Explications au client
- Rédaction du devis
- Commande et réception des matériaux
- Commande et livraison des machines
- Création et gestion du planning des différents intervenants
- Coordination des étapes
- Gestion et coordination des intervenants
- Suivi du chantier
- Rapport sur le chantier

● **Les techniciens :**

Le technicien est considéré comme un employé hautement qualifié, dont les responsabilités sont avant tout techniques, et non décisionnelles. Exécutants, ils sont de manière générale responsable des activités pratiques d'une entreprise, dont la mise en œuvre nécessite une expertise et une formation spécifique.



Figure 2.2) : des techniciens de PV

C'est aussi un poste qui nécessite de nouvelles compétences tel que la télérelève, la télésurveillance, la maintenance prédictive. Le photovoltaïque est en plein boom, les débouchés ne manqueront donc pas !

Pour devenir un technicien en photovoltaïque certains programmes proposent de prendre des personnes sans expérience préalable et de les transformer en installateurs solaires qualifiés après une semaine de formation, mais ce n'est vraiment pas le cas. Sauf si vous êtes déjà un ouvrier qualifié, vous feriez mieux d'avoir un diplôme en conception et installation photovoltaïque (PV), ou en énergie renouvelable. Si vous avez déjà un diplôme en électricité par exemple, vous pouvez acquérir les connaissances spécialisées dont vous avez besoin grâce à un cours élémentaire sur l'énergie solaire.

❖ **Les missions d'un technicien d'un bureau d'étude en photovoltaïque :**

- Maitriser le fonctionnement d'un générateur photovoltaïque dans le respect des règles de mise en œuvre.
- Connaître les principes de protection des biens et des personnes, les appliquer selon les normes de sécurité.
- Réaliser une pose d'un générateur photovoltaïque, conformément aux avis techniques et notices de fabricant.
- Intervenir sur une installation photovoltaïque en sécurité pour en assurer l'entretien, la maintenance, en maîtrisant les risques électriques.
- Identifier, choisir et dimensionner les composants d'une installation photovoltaïque dans le respect des règles en vigueur.

Il y a aussi Le technicien conseil en photovoltaïque qui va déterminer le nombre de panneaux solaires nécessaire pour les besoins du consommateur en électricité, chauffage... Il conseille les installateurs sur les choix des panneaux, et leur montre comment les installer chez les clients. Le technicien conseil en photovoltaïque doit également démarcher les installateurs pour vendre ces panneaux dans des régions subventionnées.

c) Moyens matériels :

● **Fournitures et Equipements :**

Fournitures et équipements sont indispensables aux personnes travaillant dans des postes de bureau.

-Les fournitures sont nécessaires pour effectuer les tâches quotidiennes telles que la prise de note, le classement de dossiers et de documents, l'envoi de courrier, etc...

-Les équipements ont eu pour but de rendre le travail plus agréable, moins contraignant et d'organiser l'espace.

➤ On peut citer comme équipements de bureau :

- Les repose-pieds
- Les lampes de bureau
- Les ventilateurs
- Les porte-manteaux
- Les corbeilles

➤ Pour les fournitures, il va par exemple s'agir de :

- Stylos
- Papiers
- Lettres
- Cahiers/ Classeurs
- Tampons
- Agrafeuses
- Ruban adhésif
- L'imprimante
- Le scanner
- La photocopieuse

d) Matériels et logiciels :

Les principaux matériels pour un bureau d'étude photovoltaïque :

- Appareil de topographe
- Appareil de mesure de tension
- Appareil de mesure de courant

- Appareil pour la mise à la terre
- Pyranomètre
- Solarimètre
- Anémomètre
- Luxmètre
- Caisse des outils

En raison de l'importance de l'informatique dans le processus de développement d'une société, il est nécessaire d'acquérir le matériel adapté pour réaliser les tâches automatisées. Pour faire le choix des ordinateurs à utiliser dans l'entreprise, vous avez deux options : l'ordinateur portable et l'ordinateur de bureau.

En parlant des logiciels, les bureaux d'études PV sont très sollicités pour prendre les meilleures décisions dans différentes installations. Dans leurs missions, ils utilisent plusieurs logiciels servant pour l'interprétation des données, la réalisation et la simulation des plans et des devis ainsi que le dimensionnement. Ces applications sont des outils techniques utilisés dans le domaine solaire photovoltaïque, ou encore de l'organisation du travail. Elles sont de plusieurs ordres et servent à des besoins spécifiques sur la réalisation et la simulation des systèmes. Parmi les logiciels qu'on a besoin dans les bureaux d'étude PV :

PVSYST :

PVSYST est l'un des plus anciens et des plus performants logiciels dédiés au photovoltaïque. Il propose des fonctionnalités très poussées telle que son application 3D qui permet de simuler la course du soleil et les ombres portées afin d'optimiser l'implantation des panneaux [9]

PV*SOL

La suite logiciel PV*SOL : PV*SOL basic, PV*SOL Pro gridcon et PV*SOL Expert sont adaptés aux systèmes connectés en réseau avec injection de 100 % et aux systèmes à alimentation auto-générée (rachat des kWh produits, net metering)

PV*SOL Expert comprend aussi un outil 3D dédié à la visualisation et à l'analyse de l'ombrage des systèmes connectés en réseau avec montage des modules en parallèle ou intégrés au toit [9]

Archelios Pro

ARCHELIOS PRO est une application en ligne permettant de concevoir tout type d'installation photovoltaïque (sur toitures, au sol, injection réseau, sites isolés ou auto-consommation). Grâce à une simulation en 3D basée sur le plugin S ketchUp et une couverture mondiale des stations météo, ARCHELIOS PRO fournit des résultats de production extrêmement précis (les plus précis au monde selon 2 études de Photon International et du journal IJEEE) et une analyse complète de la rentabilité de l'installation. Facile d'accès, y compris sur smartphone et proposant une large base de données de matériels, cette application permet de comparer des projets entre eux avec un câblage ou un équipement différent, pour définir l'installation la plus optimale [9]

LISE PV

LISE PV est un logiciel de calcul électrique dédié aux installations photovoltaïques, qui permet leur dimensionnement complet, depuis les modules jusqu'au point de raccordement ERDF, quelle que soit la puissance produite [9]

DIALUX

DIALUX est une source utile d'informations pour créer les solutions d'éclairage qui répondent aux besoins de l'utilisateur et qui fournissent des conditions de travail efficaces.

Le logiciel est sans aucun doute le logiciel gratuit de calcul d'éclairage professionnel le plus performant du marché [10]

Autocad

Autocad est un logiciel utilisé pour la conception des dessins techniques. A usage pluridimensionnel, le logiciel lancé en décembre 1982 est utile pour la réalisation des dessins en 2D et en 3D. 10 ans après sa création, Mac OS le développe et en 1994, Windows s'en empare. Edité par Autodesk.Inc, **Autocad** a encore un long chemin à parcourir dans les bureaux d'études et de conception [11]

e) Les documents nécessaires :

Parmi les documents nécessaires dans un Bet des ENR on peut citer :

- Les fiches techniques
- Les Certificats de conformités

- Les listes des prix des produits utilisées dans les systèmes ENR
- Les lois algériennes relatives aux énergies renouvelables.

4. Exemple d'un bureau d'étude en PV dans le monde :

La filière du photovoltaïque est en pleine croissance depuis quelques années, ce qui s'est traduit par l'installation de dizaines de millions de panneaux solaires un peu partout dans le monde. Dans ce contexte, l'Europe reste cependant le leader du marché mondial de l'énergie solaire, notamment grâce aux performances affichées par l'Allemagne, la France et l'Italie.



Figure 2.3) : une Installation photovoltaïque sur un toit

On a choisi comme exemple de bureaux d'études hors Algérie : BET RAMAT en France.

BET RAMAT est un **bureau d'études** spécialisé en ingénierie photovoltaïque. L'entreprise est basée à Montauban dans le Tarn-et-Garonne à proximité de Toulouse, elle a été créée en 2013 par GABRIEL RAMAT. L'entreprise propose son expertise dans le domaine photovoltaïque sur le territoire national et international [12]

Le bureau d'étude a pour mission d'accompagner différents types de porteurs de projets : développeurs de projets photovoltaïques, collectivités, promoteurs immobiliers, énergéticiens, syndicats d'énergie...



Figure 2.4) : le bureau d'étude BET RAMAT en France

Le bureau d'études photovoltaïque BET RAMAT est totalement indépendant des fournisseurs de matériel photovoltaïque. Il a une assistance strictement orientée vers des solutions adaptées et éprouvées à l'emploi dans l'enveloppe des bâtiments. Le matériel retenu développera les meilleures performances énergétiques en parfaite adéquation avec le besoin de projet [12]

L'entreprise réalise l'étude de projets photovoltaïques de toutes puissances avec des surfaces de quelques centaines à plusieurs milliers de m².

En tant que bureau d'études spécialisé en ingénierie photovoltaïque, BET RAMAT fait bénéficier de son expertise pour tout type de raccordement :

- Raccordé au réseau de distribution électrique
- Site isolé (en écart de réseau)
- En autoconsommation (directe ou avec un stockage d'énergie)
- En autoconsommation collective

Pour mener à bien ses missions d'ingénierie photovoltaïque, BET RAMAT est équipé des logiciels suivants :

- PVSyst pour effectuer les simulations de productibles,
- Autocad pour la création des plans d'exécution,
- Caneco pour réaliser les notes de calculs électriques courant alternatifs,
- Lise PV pour les notes de calcul partie courant continu.

5. Les bureaux d'études photovoltaïques en Algérie :

En Algérie, le domaine de la conversion photovoltaïque est particulièrement en retards par rapport aux autres domaines à cause du manque de sensibilisation qui résulte de la rareté phénoménale des bureaux d'études qui ont une importance remarquable pour guider les clients à incarner le succès de leurs projets photovoltaïques et donc favoriser ce domaine dans le temps à venir.

Tous les intervenants dans le domaine ENR assurent les études mais sans agréments et parfois sans aucune compétence (moyens humains et matériels).

III. Le contrôle qualité :

1. La définition de contrôle qualité :

Le contrôle qualité est une procédure ou une série de procédures visant à s'assurer qu'un produit manufacturé ou un service satisfait un ensemble défini de critères de qualité ou répond aux exigences du client [13].

(CQ) est un processus par lequel une entreprise/maître d'ouvrage cherche à s'assurer que la qualité du produit est maintenue ou améliorée. Le contrôle de la qualité exige que le client crée un environnement dans lequel la direction et les employés recherchent la perfection. Cela se fait en formant le personnel, en créant des références pour la qualité des produits et en testant les produits pour vérifier les variations statistiquement significatives.

2. Le rôle de contrôle qualité :

De manière générale, le contrôle qualité permet d'assurer la conformité des produits avec : [14]

- Les attentes du client ;
- Les exigences du marché ;
- Les normes et la législation ;
- Le cahier des charges de l'entreprise.

3. Les types de contrôle qualité :

Distinguons deux types de contrôles pour la suite : [15]

a) Le contrôle a réception :

- Vous devez vous assurer que les produits reçus d'un fournisseur passent les audits prévus.
- Dans ce cas de figure, vous n'êtes pas maître de la fabrication du produit, vous devez donc vérifier qu'il est bien conforme à vos exigences.
- En général, on effectue l'audit avant la mise en stock.

b) Le contrôle en fin de production :

- Lorsque vous êtes le fabricant du produit, vous devez également faire subir des examens à votre produit.
- En effet, vous avez beau être maître de la production, un dysfonctionnement pourrait se glisser dans votre processus et vous devez certifier la conformité de votre produit à vos clients.
- Dans ce cas de figure, le contrôle qualité vous permet d'identifier les dysfonctionnements et de les régler rapidement et réactivement.

4. La réalisation de contrôle qualité :

Il existe différentes manières de réaliser un contrôle. En premier lieu, distinguons les méthodes. Ils en existent deux :

- **Le contrôle à 100%**, ou systématique. Dans cette méthodologie, le contrôleur cherche à contrôler l'intégralité des pièces du lot.
- **Le contrôle par échantillonnage**, A l'inverse du contrôle à 100%, on ne contrôle qu'une partie du lot, un échantillon représentatif.

Les deux méthodes ont leurs limites, mais il est important d'en distinguer les grandes lignes.

Si vous contrôlez chacune des pièces, vous serez limité en plusieurs points :

- 1) Le coût sera beaucoup plus important, puisque vous effectuez plus de contrôles.
- 2) Vous ne pourrez pas réaliser de contrôles destructifs et serez limités aux techniques de contrôles non-destructifs.
- 3) En contrôlant à plus grande fréquence, vous augmentez le risque d'erreur humaine.

À l'inverse, le contrôle par échantillonnage va vous limiter en termes de performance, vous ne contrôlez pas tout, donc vous êtes susceptible de louper une malfaçon.

C'est assez rare et c'est pour ça que cette méthodologie est largement utilisée [15]

5. Le contrôle qualité des composants photovoltaïque :

a) Les modules PV :

- Détecter tout défaut visuel dans le module :
 - Examiner soigneusement chaque module sous un éclairage supérieur ou égal à 1 000 lux selon les conditions STC [16]
 - Relever et/ou photographier la nature et l'emplacement des fêlures, bulles ou décollements interlaminaires, etc., qui peuvent se détériorer et affecter défavorablement les performances du module lors des essais qui suivent [16]
- Déterminer la puissance maximale du module après stabilisation, et avant et après les divers essais de contrainte d'environnement. Pour déterminer la perte de puissance à partir des essais de contrainte, la reproductibilité de l'essai est un facteur très important :
 - Déterminer les caractéristiques courant-tension du module conformément à l'IEC 60904-1 à un ensemble particulier de conditions de température et d'éclairage (une plage recommandée est une température de cellule comprise entre 25 °C et 50 °C et un éclairage compris entre 700 W/m² et 1 100 W/m²), en utilisant un éclairage solaire naturel ou un simulateur de classe BBA minimum [16]
 - Dans des circonstances particulières, où les modules sont conçus pour fonctionner dans une plage différente de conditions, les caractéristiques courant-tension peuvent être mesurées en utilisant des niveaux de température et d'éclairage similaires aux conditions de fonctionnement attendues [16]
- Déterminer si oui ou non le module est suffisamment bien isolé entre les parties actives et les parties accessibles :
 - Connecter les bornes de sortie court-circuitées du module à la borne positive d'un dispositif d'essai diélectrique à courant continu disposant d'un limiteur de courant [16]

- Augmenter la tension appliquée par l'équipement d'essai à raison de 500 V/s jusqu'à une tension de 500 V ou jusqu'à la tension maximale du réseau pour le module, selon la valeur la plus grande. Maintenir la tension à ce niveau pendant 2 min, puis mesurer la résistance d'isolement [16]
- Ramener la tension appliquée à zéro, puis court-circuiter les bornes de l'équipement d'essai afin de décharger la tension produite dans le module.
- Enlever le court-circuit et déconnecter l'équipement d'essai du module [16]

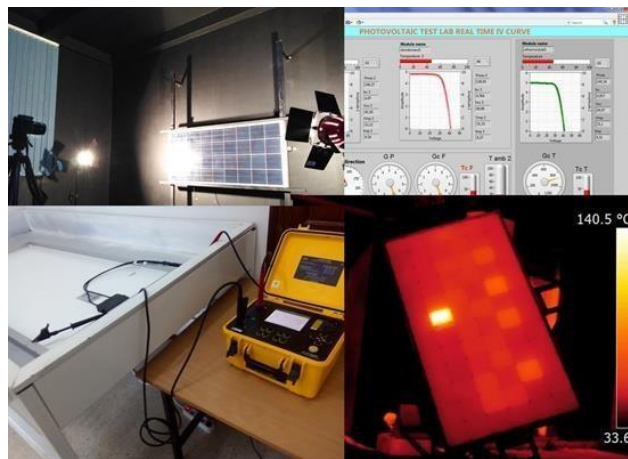


Figure 2.5) : contrôle qualité des modules PV au sein du CDER

b) Les batteries :

- Le tout premier élément à vérifier est l'état général extérieur de l'enveloppe de la batterie, il ne doit pas y avoir de choc visible ou de trou qui pourrait laisser sortir l'électrolyte liquide ou sous forme de gaz. Les plots (+) et (-) sont scellés et ne doivent avoir aucun jeu.
- L'indicateur principal d'état de charge d'une batterie est sa tension en Volts (V), en mesurant simplement avec un testeur, voltmètre ou multimètre on peut contrôler la quantité d'énergie disponible.
- Une tension élevée indique le bon état de charge mais ne garantit pas que la batterie soit encore bonne, cette tension peut s'écrouler dès lors que l'on consomme sur la batterie et indiquer donc qu'elle est en fin de vie.

c) Les onduleurs :

- Le contrôle souple des puissances active et réactive avec découplage.
- La possibilité de réglage de la tension et de compensation des chutes de tension.
- Assurer le fonctionnement du système en sécurité.

- Regardez qu'il n'y ait pas de trace d'échauffement et/ou de corrosions au niveau des connexions.
- Vérifiez le fonctionnement des ventilateurs internes.
- Contrôlez la pile.

d) Les régulateurs de charge :

Le contrôle qualité du régulateur solaire est basé généralement sur le test de la tension d'entrée maximale car les meilleurs contrôleurs de charge solaire sont ceux qui ont une tension d'entrée maximale plus élevée afin que les utilisateurs puissent faire évoluer leurs systèmes en fonction de leur mode de vie. Une entrée maximale plus élevée tiendra également compte des conditions météorologiques variables.

e) Câblages :

Le contrôle de la qualité des câbles solaire est basé sur l'isolation de ces derniers qui est un facteur indispensable qui fait la différence entre un câble solaire et câble normal, car le câble solaire est couvert avec l'isolant XPLE ou polyéthylène réticulé car ses propriétés surpassent celles des autres matériaux d'isolation comme le PVC, le caoutchouc éthylène propylène (EPR), et les caoutchoucs de silicone, ce que lui permet d'offrir une meilleure résistance à la traction, à l'élongation ainsi aux hautes températures, et on doit pas oublier la vérification de la section du câble qui est aussi très importante et celle-ci varie généralement de 0.75 mm² à 50 mm² selon les besoins.

6. Le contrôle qualité des systèmes PV dans le monde :

L'un des procédures obligatoires dans le monde est le contrôle qualité, et dans le domaine d'énergie photovoltaïque l'un des plus anciennes sociétés du contrôle qualité est l'IES (Institut des Energies renouvelables) : une institution avec une très grande expérience sur le contrôle qualité de larges collections de systèmes photovoltaïques associés aux procédures d'approvisionnement des projets PV depuis 1989 .



Figure 2.6) : IES et son équipe

7. Le contrôle qualité des systèmes PV en Algérie :

Pour l'Algérie, deux laboratoires de contrôle qualité vients d'installer au sein de centre de développement des Energies renouvelables et de l'université de Tlemcen (REEM).

a) L'équipe d'expertise universitaire Energies renouvelables et maitrise de l'énergie (REEM) :

REEM consulting § services est une équipe d'expertise universitaire en conseil et intelligence énergétique. Ils fournissent des recherches, des solutions, des conseils et des formations aux principaux acteurs de l'énergie dans le pays [17]

• Leurs services :

REEM consulting § services s'adapte toujours aux besoins spécifiques de chaque client lors de la fourniture de services, de conseil en énergies renouvelables et de la maîtrise de l'énergie [17]

- L'énergie solaire photovoltaïque (Eclairage domestique et public, pompage d'eau, kits solaire).
- L'énergie solaire thermique (chauffage et production d'eau chaude sanitaire).
- Les systèmes énergétiques durables et des villes durables.
- Les conseils stratégiques.
- L'évolution et expertise.
- La formation et l'accompagnement.

• Leurs moyens matériels :

- Equipements scientifiques : Station météorologique, Installation solaire, Spectrophotomètre, Table de caractéristique I-V et C-V, Ellipsomètre, Monochromateur, Pulvérisation cathodique, Four Tubulaire, Simulateur Solaire, Tournette, Four RTP, Diffraction des rayons X (DRX), Microscope électronique à balayage (MEB).
- Bancs d'essais : Capteurs solaire thermique, Pompage solaire, Tracker solaire, Séchage solaire, Etude isolation thermique, Etude de la caractéristique I-V (cellule et module solaire).

- Instruments de mesure : Pyranomètre, Solarimètre, Anémomètre, Luxmètre, Acquisitions de données.
- **Projets réalisés par les experts des REEM :**
 - Accompagnement à l'encadrement Master.
 - Accompagnements à l'encadrement Doctorat.
 - Projets de recherche nationaux et internationaux.
 - Créations et montage de laboratoire pédagogique dans le domaine des Energies renouvelables.

b) Le centre de développement des Energies renouvelables (CDER) :



Le Centre de Développement des Énergies Renouvelables (CDER) est un Centre de Recherche, issu de la restructuration du Haut-Commissariat à la Recherche, créé le 22 mars 1988 [18]

C'est un Etablissement Public à caractère Scientifique et Technologique (EPST) chargé d'élaborer et de mettre en œuvre les programmes de recherche et de développement, scientifiques et technologiques, des systèmes énergétiques exploitant l'énergie solaire, éolienne, géothermique et l'énergie de la biomasse [18]

La Division Energie Solaire Photovoltaïque, structure de Recherche du Centre de Développement des Energies Renouvelables, a été créée en 1982. La Division développe essentiellement des systèmes de modules interconnectés en série/parallèle, des dispositifs électroniques de régulation et de commande (régulateurs de charge), des systèmes de conversion DC/AC (onduleurs) et des systèmes de stockage électrochimiques (batteries). Parmi les applications dûment approuvées par la Division Energie Solaire Photovoltaïque figurent [18]

- Les centrales photovoltaïques (PV) connectées au réseau,
- Les systèmes de conditionnement de puissance,
- Les modules PV,
- Le stockage électrochimique et la production d'hydrogène par voie PV.

Pour mener à bien ces applications, la Division entreprend des tâches d'élaboration de normes se rapportant à la fabrication et à l'utilisation des équipements solaires.

- **Leurs missions :**

- Mener des études et des travaux de recherche pour le développement des équipements de conversion de l'énergie solaire PV,
- Maitriser la conversion de l'énergie solaire,
- Expérimenter les équipements in situ et sur site,
- Conception, réalisation et mise au point de dispositifs de conversion destinés aux applications PV,
- Etude et caractérisation des batteries à usage solaire,
- Modélisation, simulation et expérimentation de modules et générateur photovoltaïque,
- Conception, étude et réalisation de divers systèmes photovoltaïques destinés pour des applications solaires (pompage de l'eau, éclairage domestique et public, etc.),
- Mise en place de bancs d'essais tests pour équipements et matériels dans les systèmes et applications PV,
- Développement de progiciels et de logiciels pour le dimensionnement et le suivi des installations PV.

- Il s'agit du Laboratoire de test des modules solaires photovoltaïque (PVTL), du Laboratoire d'essais des capteurs solaires à circulation et de chauffe-eau (LEsS) et du Laboratoire d'étalonnage des pyranomètres [19]

Le premier il est équipé de bancs de tests pour le contrôle qualité afin de tester des modules photovoltaïques selon la norme IEC 61215 (Modules photovoltaïques pour applications terrestres-Qualification de la conception et homologation) ce qui permet de valider la fiabilité et les performances des modules fournies par le fabricant, les organismes de contrôle qualité ou l'utilisateur final, note la même source [19]

IV. Conclusion :

D'après ce chapitre on remarque que les bureaux d'études en Algérie sont rares, si on ne dirait pas introuvables, c'est ce qui pose des difficultés pour les gens qui veulent commencer un projet basé sur un système photovoltaïque. Aussi on note le manque évident de contrôle qualité des composants PV (tout un pays y'a-t-il que CDER et REEM qui sont actifs dans cette activité.

Chapitre 3 :

**Fabrication – distribution et Installation des équipements
liées au Energie renouvelables en Algérie**

I. Introduction :

À travers ce qui précède, nous avons vu que le contrôle qualité et les bureaux d'études sont la base de n'importe quel projet photovoltaïque, mais on ne doit pas oublier l'étape suivante qui n'est pas moins importante de ces deux étapes, on incite à mentionner les entreprises de réalisation qui sont le chemin qu'on doit réaliser le projet à travers lui: la production, la distribution et l'installation, ces trois dernières tâches sont occupées par les entreprises de réalisation afin de garantir et compléter toutes les étapes du projet photovoltaïque jusqu'à la fin.

II. Les intervenants de fabrication et distribution :

Les entreprises des intervenants dans le domaine solaire PV en Algérie sont divisées en deux catégories : la première catégorie est l'entreprise étatique et la deuxième catégorie est celle privée, nous en mentionnerons quelques-unes ci-dessous :

1. ENIE :

ENIE solar, unité photovoltaïque (UPV) est une unité, qui est spécialisée dans la fabrication des panneaux solaires photovoltaïques, la commercialisation, des activités de dimensionnement, réalisation et maintenance des systèmes et solutions solaires, au niveau de la zone industrielle de la wilaya de Sidi Bel-Abbés.

L'investissement global qui a été engagé par ENIE dans ce projet a été estimé à 2 milliards de DA. Implanté dans le site du complexe électronique, avec une main d'œuvre de près de 100 personnes à son démarrage, et avec une capacité de production de panneaux qui correspondait à 25 MW/an au départ (700 panneaux par mois) [20]



Figure 3.1) : l'entreprise Enie solar

Les activités de l'ENIE SOLAR :

- Eclairage public solaire
- Pompage solaire
- Habitations isolées
- Chauffe-eau solaire
- Chariot mobile
- Installations professionnelles (centrales solaires)



Figure 3.2) : l'assemblage des panneaux photovoltaïque a l'entreprise ENIE

2. Condor :

La première ferme solaire en Algérie, en 2013 le groupe Condor a investi depuis plus de huit ans dans le développement des énergies renouvelables, notamment une usine de production de panneaux photovoltaïques, dont certains produits sont exposés à la Foire de la production algérienne [21]



Figure 3.3) : l'entreprise Condor

L'usine de Condor dédiée à l'énergie solaire est destinée à la fabrication de panneaux photovoltaïques avec la technologie du silicium dont la puissance peut varier entre 70W à 28 W (mono et poly). Ce produit sera destiné à un usage en industrie (stations solaires), aux habitations, au pompage agricole, à l'électrification rurale et à l'éclairage public [21]

Condor prendra en charge le dimensionnement des installations, la fabrication des panneaux solaires, l'installation et le service après-vente [21]

Condor a également alimenté de nombreux agriculteurs dans des zones d'ombre avec des pompes à eau fonctionnant à l'énergie solaire, en plus de la production de chauffe-eau solaires, de luminaires à LED et balises solaires [21]



Figure 3.4) : l'assemblage des panneaux photovoltaïque a l'entreprise Condor

3. DIMEL :

Dimel exerce depuis 2006 dans le domaine de l'éclairage public et de l'électricité industrielle. L'entreprise s'est engagée avec détermination dans le domaine de l'énergie solaire dans tous ces composants thermiques et photovoltaïques.

L'entreprise présente une large gamme de produits d'équipements et d'outillage avec une disponibilité permanente, et un service de livraison actif et dynamique en assurant le conseil, la garantie et le service après-vente [22]

L'objectif de Dimel est de garantir à ses clients des produits de haute qualité avec des normes technologiques de plus en plus compétitives, dans le respect de l'environnement [22]

Elle dispose d'une équipe de chercheurs, ingénieurs et techniciens spécialisés peuvent intervenir sur tout le territoire national, dotée de matériels adéquats, véhicules, outillages, appareillages de contrôle et de mesure.

Dimel solaire est engagée dans le domaine de l'énergie solaire en termes d'études, de fourniture et d'installation [22]



Figure 3.5) : l'entreprise Dimel solaire

Domaines d'activités :

1) Electrification rurale et utilisation domestique :

DIMEL accompagne à installer un système d'énergie solaire pour les besoins domestique ON-GRID et OFF-GRID des clients qui permette de réduire ou annuler les factures d'électricité et ils peuvent également faire un geste écologique en réduisant leur impact sur la planète [22]

2) Le pompage solaire :

Les systèmes de pompes à énergie solaire constituent désormais une technologie maîtrisée, qu'il est possible de déployer rapidement. Ces dernières années, la forte baisse du coût des panneaux photovoltaïques rend ce type d'installation de plus en plus abordable. DIMEL est le distributeur officiel du leader mondial Allemand du pompes solaires LORENTZ [22]

3) L'éclairage solaire public :

L'éclairage public solaire consiste à transformer l'énergie solaire durant le jour en électricité pour faire éclairer durant la nuit ou au besoin. Il est parfaitement autonome et facile à installer, il ne requière aucun raccordement électrique, Il s'agit également d'un système d'éclairage écologique. Grace à l'évolution technologique, le lampadaire solaire All In One représente la nouvelle génération et solution idéale pour une utilisation privée, commerciale ou municipale. ils sont proposés sous plusieurs modèles pour couvrir à tous les besoins [22]



Figure 3.6) : les activités de l'entreprise Dimel solaire

4. Milltech :

La société algérienne de télécommunications et d'énergie renouvelable Milltech prévoit de commencer à produire des panneaux dans une nouvelle usine. Les modules seront principalement distribués en Algérie mais l'entreprise espère également exporter ses produits [23]

La nouvelle usine sera la troisième usine de fabrication de panneaux solaires du pays [23]

La société algérienne de télécommunications et d'énergies renouvelables Milltech construit une usine de modules solaires d'une capacité annuelle de 100 MW dans la zone industrielle de Boukerana à Chelghoum El Aid, dans la province de Mila au nord-est du pays.

Milltech produira des panneaux photovoltaïques de 60 et 72 cellules, couvrant toutes les technologies possibles existantes sur le marché [23]



Figure 3. 7) : l'usine de production de panneaux PV de Milltech

5. Aures solaire sarl :

L'entreprise privée Aurès Solaire se lance dans la fabrication des panneaux photovoltaïques de dernière génération de type NICE, une technologie innovante basée sur une nouvelle technique d'encapsulation des cellules solaires. La société a été créée dans le cadre d'un partenariat avec la société française REVA [24]

Créé en 2012 selon la règle 51/49%, cette société mixte algérienne française, est en phase de réalisation d'une usine de fabrication de panneaux photovoltaïques à Batna où est situé son siège social.



Figure 3.8) : l'entreprise Aures solaire sarl

La ligne de production dont dispose la société permet de réaliser des modules bi-verres de 60 cellules en multi ou mono cristallin ou PERC, La production a commencé le mois de mai 2014, portée sur près de 25 mégawatts par an, soit l'équivalent de près de 100.000 panneaux solaires d'une capacité de 240 mégawatts par an. Le coût du projet est de 10 millions d'euros. 75% du production dédiée à l'exportation [24]

Cette nouvelle technologie permet entre autres :

- La réduction des coûts de fabrication de 30% ;
- L'automatisation du process à 100%, si nécessaire ;

- Nouveau procédé de fermeture et nouveaux matériaux pour améliorer la résistance à l'humidité ;
- Performance du module et stabilité à long terme.



Figure 3.9) : l'usine de fabrication de panneaux PV Aures solaire sarl

6. Lagua solaire :

Lagua Solaire est un fournisseur des produits et systèmes d'énergie solaire : face aux nouveaux défis du marché de l'énergie, il accompagne les entreprises et les collectivités, quelles que soient leur taille et leur activité [25]

Lagua Solaire a développé de nouvelles solutions et possède toutes les compétences nécessaires pour faciliter, optimiser et gérer l'ensemble du projet, de l'étude à la fourniture des produits [25]

Les activités de Lagua solaire :

- Pompage solaire
- Domestique
- Chauffe eaux solaires
- Cabine saharienne solaire
- Remorque tractable solaire
- Le solaire pour les chambres froides
- Énergie solaire pour telecom
- Eclairage public solaire



Figure 3.10) : les activités de Lagua solaire

7. Soprec :

C'est une société privée spécialisée dans l'installation d'équipements photovoltaïques, elle a aussi annoncé l'entrée en production en cours de son usine de panneaux solaires installée à Chlef.

Ses équipements réalisés à base de silicium monocristallin pur importé répondent aux normes internationales. Ils développeront au gré de la demande diverses puissances. Ce sont pas moins de 12.000 panneaux (de quoi produire 7 Méga Watt d'électricité) qui sortiront chaque année des chaînes de cette usine si, évidemment, la demande existe. La Soprec a également, annoncé qu'elle allait dans une prochaine phase se lancer dans la fabrication des éléments électriques à forte valeur ajoutée entrant dans la composition des panneaux solaires. On cite, à titre d'exemple, les régulateurs de charge, les onduleurs et les batteries stationnaires [26]

8. Master Energy :

Master Energy est une entreprise algérienne spécialisée dans le domaine des énergies renouvelables, et plus précisément dans la production de batteries à énergie solaire de toutes sortes, avec une capacité de production de 500 000 batteries annuellement [27]

La société a été créée en 2019, avec son siège social situé dans la zone industrielle de la commune de Bounoura, wilaya de Ghardaïa. Depuis lors, Master Energy travaille pour atteindre une qualité qui dépasse les attentes de ses clients. Grâce à l'efficacité du personnel de l'entreprise, Master Energy est certifiée ISO [27]

Master Energy soutient le produit local en fournissant des produits fabriqués à 85% localement, et s’engage pour accompagner et employer les cadres algériens [27]



Figure 3.11) : Logo de Master Energy

Les buts de l’entreprise :

- Contribuer à la construction de l’économie nationale en fournissant des emplois à la main-d’œuvre.
- Contribuer au soutien et au développement du secteur des énergies renouvelables en apportant des solutions pratiques dans le domaine de sa spécialisation.
- Atteindre 97 % de la fabrication locale des produits d’ici 2023.

9. ILIGHTING :

ILIGHTING, est une société spécialisée dans la fabrication des lampadaires (luminaire) solaire, système nommé ALL IN ONE (tout en un) car tous les composants sont sur un seul bloquer réservé à l’éclairage public et particulier extérieur [28].

La société assure à ces clients (revendeurs, installateurs éclairage public ou particuliers), pour chaque modèle une garantie de 1 an jusqu’à 5 ans. Pendant la période de garanti [28]

Grace à leur produit les dernières créations technologiques, un rendement plus élevé des panneaux, un capteur de mouvement pour économiser l’énergie [28]

10. Eurl Tarik :

L’entreprise EURL TARIK, s’est illustrée essentiellement par l’amélioration de la qualité de service et des travaux réalisés au sein de grandes infrastructures et d’institutions tant étatiques que privées [29]

L'entreprise dispose aujourd'hui, d'une solide expérience et d'un savoir-faire efficace dans le domaine des énergies renouvelables [29].

Son équipe dirigeante soucieuse d'offrir des services toujours plus performants, n'hésite pas à investir dans du matériel à la pointe de la technologie [29].

Consciente des aléas auxquels sont confrontés les gestionnaires, l'entreprise maîtrise le facteur temps en respectant les délais de réalisation et les normes mondiales d'installation [29].

III. Les entreprises d'installation :

Une entreprise également appelée firme, compagnie, société et familièrement boîte ou business est une organisation ou une unité institutionnelle, mue par un projet décliné en stratégie, en politiques et en plans d'action, dont le but est de produire et de fournir des biens ou des services à destination d'un ensemble de clients, en réalisant un équilibre de ses comptes de charges et de produits [30]

Le domaine du photovoltaïque revêt des compétences très variées car cette énergie renouvelable nécessite des connaissances aussi bien techniques que juridiques, fiscales, administratives ou encore financières, ayant pour conséquence directe le croisement de plusieurs métiers dans le montage d'un projet.

1) Les exigences :

Moyens humains :

- Ingénieur en master 2 en ENR
- Ingénieur en génie civile
- Technicien en ENR
- Main d'œuvre

Moyens matériels :

- Camion nacelle
- Bétonnière
- Rétro chargeur
- Marteaux piqueur
- Caisse à outils

- Luxmètre
- Véhicules
- Camion/camionnette
- Poste a soudé....

2) Les entreprises d’installations (Entreprise 1 et 2):

Dans cette partie, on va étudier les cas de deux entreprises d’installation des systèmes PV (personnes physiques) en Algérie, l’une dans l’ouest (NOR – Tlemcen : entreprise 1) et l’autre dans le centre (NEGADI - Ain defla : entreprise 2) :

Tableau 3.1) : les moyens humains et matériels des entreprises d’installation

Entreprises	Moyens humains et matériels de l’entreprise
Entreprise 1	Moyens humains : <ul style="list-style-type: none"> - Technicien en ENR - Electricien des bâtiments - Ingénieur en G.C - 4 ouvriers
	Moyens matériels : <ul style="list-style-type: none"> - Bétonnière - Camion 6 tonnes - Rétro chargeur - Caisse à outils - Véhicule
Entreprise 2	Moyens humains : <ul style="list-style-type: none"> - Ingénieur en ENR - Electricien des bâtiments - Ingénieur en TP - Ingénieur en GC - 5 ouvriers
	Moyens matériels : <ul style="list-style-type: none"> - Camion nacelle - Camion 10 tonnes - Bétonnière - Marteaux piqueurs - Caisse à outils

3) Les domaines d'activités des différentes sociétés ENR :

Tableau récupératif des intervenants et leurs domaines d'activités :

Tableau 3.2) : les activités des intervenants des systèmes photovoltaïques en Algérie

	ENIE			Aures			Milltech			Condor			Soprec			DIMEL			Master energy			lighting			Eurl Tarek			P.P ETP1			P.P ETP2		
	F	V	I	F	V	I	F	V	I	F	V	I	F	V	I	F	V	I	F	V	I	F	V	I	F	V	I	F	V	I			
Panneau																																	
Régulateur																																	
Onduleur																																	
Batterie																																	
Cablage																																	
Composants de protection																																	
Luminaire solaire																																	
Balise solaire																																	
Lampe solaire																																	

NB : Tous ces intervenants assurent l'étude des projets ENR !!!!!

IV. Conclusion :

Dans ce chapitre nous avons présenté les intervenants de fabrication, distribution et installation des systèmes PV en Algérie. Et nous avons également expliqué leurs tâches dans ce domaine dans un tableau détaillé

Chapitre 4 :

**Les problèmes et les recommandations pour mettre les
Energies renouvelables en chemin (En Algérie)**

I. Introduction :

Ce chapitre traite les différents problèmes face les intervenants dans le domaine des Energies renouvelables (PV) qui empêchent leur réalisation, et donc proposer nos recommandations pour favoriser ces derniers et rattraper les lacunes qu'on avait auparavant pour aider les différentes entreprises à améliorer le domaine des énergies renouvelables (PV) en Algérie.

II. Les problèmes de bureaux d'études et les laboratoires des contrôle qualité :

Comme on a mentionné dans le 2eme chapitre deux bureaux d'études et laboratoires de contrôle qualité existe en Algérie (l'équipe d'expertise universitaire REEM et CDER) mais il y'a un problème dans le code de marché public que ne permettre pas à l'université et le centre de recherche de soumissionner dans les projets, Pour cela leurs clients sont des entrepreneurs (secteur privé).

NP : il y'a de la possibilité de faire des conventions avec les maîtres d'ouvrages.

III. Les problèmes rencontrés par les intervenants :

A la suite de ma visite à certains intervenants et mes discussions téléphoniques avec leurs responsables il en ressort certains problèmes récurrents.

1. ENIE :

- Le contrôle de qualité (matériels importés non conformes aux normes PV)
- La partie technique des cahiers de charge liées aux projets d'énergie solaire photovoltaïque mal rédigé, et les soumissionnaires n'ont pas le profil scientifique requis

2. DIMEL :

- Manque des études détaillées pour les scénarios d'utilisation des énergies renouvelables (PV) contrairement à l'électricité classique (sonalgaz) qui es toujours disponible (H24).
- La plupart des cahiers de charge sont rédigés par des gens hors domaine donc la partie technique ne respecte pas les normes des équipements solaires.
- Manque d'organismes de contrôle de qualité.
- Problème d'instabilité du marché (changement de lois d'investissement et donc des programmes d'importation. Exemple : on lance des projets avec des luminaires all in

one et quelques semaines après on apprend que les maîtres d'ouvrages et les responsables changent de systèmes alors que le programme d'importation initial était déjà lancé).

- Absence des réglementations pour la création des bureaux d'études.

3. ILIGHTING :

- La qualité des luminaires solaires disponibles dans le marché.
- Les conditions des cahiers de charge favorisent la mauvaise qualité des produits.
- Mentalité Algérienne qui préfère le produit étranger (Made hors Algérie).

4. Milltech :

- Manque de confiance en les produits algériens.
- Le problème d'instabilité du marché.
- Chaque projet (cahier de charge) base sur des panneaux solaires spécifiques.

5. Entreprises d'installation (Entreprise 1 et 2) :

- Fausses caractéristiques mentionnées dans les fiches techniques pour les produits solaires PV.
- Grande différence entre les prix pour les mêmes caractéristiques des produits.
- Utilisation de logiciels différents pour le dimensionnement (différent logiciel donc différents résultats).
- Manque d'expérience pour les nouveaux diplômés.
- Le code de marché public (moins disant).
- Manque de produit au marché.
- La garantie fournis par les fournisseurs pour les batteries solaires juste un an (3 ans à 5 ans dans les cahiers de charge).
- Le prix de Sonalgaz est subventionné.

Tableau 4.1) : tableau récupératif des problèmes rencontrés par les intervenants

Problèmes	ENIE	DIMEL	ILIGHTING	Miltech	Entreprise 1 et 2
L'absence des bureaux d'études et contrôle qualité					
La partie technique des cahiers de charges					
Problème d'instabilité du marché					
Manque d'expérience pour les nouveaux Diplômés					
Manque de confiance en les produits Algériens					
Le prix de Sonalgaz est subventionné					
Le code de marché public (moins disant)					
Grande différence entre les prix pour les mêmes caractéristiques des produits					

IV. Les recommandations :

a) Les bureaux d'études :

- Pour l'absence, il faut accorder **EN URGENCE** des agréments des bureaux d'études en Energie renouvelables.
- **Les exigences :**

Moyens humains :

- ingénieurs en ENR
- Ingénieurs GC
- Architectes
- Topographe
- Techniciens ENR
- Consultants en efficacité énergétique/habitat et bioclimatique/développement durable/industrie...

Comme il y'a la possibilité de faire un groupement des bureaux d'études pour compléter les tâches. Par exemple : un groupement d'un BeT ENR + un BeT GC + Architecte.

Moyens matériels :

- équipements bureautiques.

-Matériels :

Les principaux matériaux pour un bureau d'étude photovoltaïque :

- Appareil de topographe
- Appareil de mesure de tension
- Appareil de mesure de courant
- Des coffrets électriques
- Pyranomètre
- Solarimètre
- Anémomètre
- Luxmètre

-Logiciels :

- PVSYST
- PV*SOL
- Archelios Pro
- LISE PV
- Dialux
- Autocad

- Les documents nécessaires :

Fiches technique, certificats de test et les prix actualisés des :

- Panneaux solaires PV
- Régulateurs de charge
- Batteries
- Onduleurs
- Câbles DC
- Connecteurs MC4
- Appareillage de protection

Les lois algériennes relatives aux énergies renouvelables.

b) Le contrôle qualité :

- Autorisations des personnes intéressés pour la création des laboratoires de contrôle qualité.
- Obliger les maîtres d'ouvrages de contrôler la qualité des équipements utilisés à travers des laboratoires au frais des sociétés d'exécution des travaux.
- Obliger les fabricants et les importateurs de passer par des laboratoires de contrôle qualité Algériens avant de mettre les produits au marché.
- Les exigences :
 - Moyens matériels pour la vérification des normes nationales.
 - Moyens humains :
 - Ingénieur en énergies renouvelables
 - Technicien en énergies renouvelables

c) Les intervenants :

- 1- Autorisation/agrément pour les installateurs.
- 2- La vérification des fiches techniques par les laboratoires de contrôle qualité avant de mettre le produit au marché.
- 3- Mettre les fournisseurs/fabricants qui ont des fiches techniques ne conforme pas avec les produits dans la liste noir.
- 4- Créer un logiciel de dimensionnement unique pour tous les intervenants en Algérie.
- 5- Encourager les intervenants chacun dans sa place, de sponsoriser les projets de fin d'études et les clubs scientifiques.
- 6- Obliger les intervenants, de façon indirecte, de signer des conventions avec les universités et les instituts de formation. Exemple, mettre un barème de pointage qui prends en considération ce point afin d'obtenir la qualification dans le domaine ENR.
- 7- Passer de moins disant au mieux disant dans le code de marché public.
- 8- Encourager l'investissement dans le domaine de fabrication/assemblage des produits liées aux ENR.
- 9- Résoudre les problèmes des importateurs de domaine.
- 10- Imposer la garantie des produits de plus de trois (03) ans (les batteries).
- 11- Imposer les normes de protection (pour garantir le bon fonctionnement des appareils électriques : onduleur régulateur).
- 12- Subventionner et encourager l'utilisation des ENR dans le secteur privé.

Pour réussir les ENR en Algérie il faut bien définir et encadrer les intervenants dans ce domaine chacun dans sa place.

d) Recommandations pour l'élaboration des Cahiers des charges :

Dans cette partie, on va proposer une méthodologie et critères d'évaluation des offres de participation aux projets des ENR :

Le cahier de charge compose de trois parties : dossier de candidature, dossier technique et offre financière

1. Dossier candidature :

Capacité professionnelle : code de registre de commerce qui conforme avec l'objet de cahier de charge.

Agréments/Autorisation dans le domaine ENR (bureau d'étude, laboratoire de contrôle qualité, installateurs, fabricants...).

Capacité financière : chiffres d'affaires des 3 dernières années afin de justifier la capacité financière de soumissionnaires ($\text{chiffres d'affaires} \geq \frac{\text{prix de soumission}}{3}$).

Références professionnelles : Pour les marchés : attestation de bonne exécution d'un projet similaire.

Pour les consultations sera destiné pour les jeunes entreprises/intervenants (sans demande de l'attestation de bonne exécution).

Moyens humains :

Nécessaire pour la l'exécution des travaux (mentionner dans ce travail).

La liste doit être justifiée par l'affiliation d'employeurs ou contrats de consultation.

2. Dossier technique :

1) Moyens Matériels :

- Nécessaire pour la réalisation des projets, justifier par factures d'achats ou P.V d'experts.
- Moyens roulants : carte grise + assurance

2) Fiches techniques détaillées pour les produits utilisés.

3) Engagement de garantie

4) Engagement d'entretien et maintenance pendant la durée de garantie.

5) Planning d'exécution des travaux pour justifier la durée de réalisation.

3. Offre financière :

- Devis quantitatif et estimatif
- Bordereau des prix unitaires

V. Conclusion :

Comme on a vu dans ce chapitre, la plupart des sociétés rencontrent des problèmes qu'il faut les corriger afin de créer la concurrence et développer le domaine des énergies renouvelables en Algérie, et les recommandations proposées sont réparties en quatre parties : recommandations pour bureaux d'études, contrôle qualité, intervenants et finalement les recommandations pour l'élaboration du cahier des charges

Conclusion générale

Conclusion générale :

L'encouragement des énergies renouvelables, par voie d'appels d'offres, permettra de mettre en compétition les investisseurs dans le but de réduire le plus possible le prix du kWh produit à partir de sources d'énergie renouvelable et d'éviter les risques de profits excessifs.

Il permet aux bureaux d'études d'optimiser le dimensionnement des centrales photovoltaïques par une mesure juste et fiable, explique le communiqué du CEREFÉ soulignant, dans ce cadre, que l'installation d'un système de production électrique par énergie solaire exige, au préalable, la connaissance du gisement solaire afin de dimensionner de manière optimale le système photovoltaïque.

Ce projet est basé généralement sur l'étude et l'analyse générale du chemin parcouru par les intervenants dans le domaine des énergies renouvelables en Algérie.

Au premier lieu, nous avons présenté le programme national des énergies renouvelables, en incluant les instruments juridiques et réglementaires, aussi on a parlé du commissariat aux Energies Renouvelables et à l'Efficacité Energétique (CEREFÉ) et leur rapport sur la transition énergétique en Algérie.

Ensuite, on a entamé à présenter les différents intervenants tel que les bureaux d'études, laboratoires de contrôle qualité et les bureaux de réalisation (fabrication, distribution et installation des équipements liés aux énergies renouvelables), puis identifier les obstructions rencontrées par ces derniers et proposer nos recommandations pour ressusciter les énergies renouvelables en Algérie.

On peut donc conclure qu'il y'a toujours des lacunes dans les énergies renouvelables en Algérie qu'on peut les surpasser en améliorant le système des intervenants dans le domaine ENR qui sont la base du chemin de ce domaine.

Pour démocratiser les Energies renouvelables domestiques on propose à l'état de subventionné des kits d'installations PV individuels (sur 42 GW d'énergies renouvelables installé en Allemagne, 21 GW provienne d'installation domestiques).

Références bibliographiques

Les références bibliographiques

- [1] Ministère de l'énergie (2019) | Conception & réalisation E LIT.Spa Société du groupe SONELGAZ. Accès <https://www.energy.gov.dz> [consulté le 27 septembre 2022]
- [2] Algérie Presse Service (2021) - Tous droits réservés - Développé par APS-DT. Accès <http://www.aps.dz> [consulté le 27 septembre 2022]
- [3] SHAEMS spa. All rights reserved (2022). Accès <https://www.shaems.dz> [consulté le 27 septembre 2022]
- [4] Le Programme des Energies Renouvelables et de l'Efficacité Énergétique (2016). Accès <https://www.lse.ac.uk/GranthamInstitute/wp-content/uploads/laws/2016.pdf> [consulté le 27 septembre 2022]
- [5] le Programme national des énergies nouvelles et renouvelables (2018). Accès <https://energies-media.com/wp-content/uploads/2018/03/Programme-national-Ener-Algerie.pdf> [consulté le 27 septembre 2022]
- [6] <http://www.cerefe.gov.dz> [consulté le 27 septembre 2022]
- [7] Transition énergétique: Le Commissariat aux Energies Renouvelables et à l'Efficacité Energétique publie son premier rapport (06 décembre 2020). <https://www.algerie-eco.com/2020/12/06/transition-energetique-le-commissariat-aux-energies-renouvelables-et-a-lefficacite-energetique-publie-son-premier-rapport/> [consulté le 27 septembre 2022]
- [8] Bureau d'étude et ingénierie : mission, tarif et devis. Accès <https://comparateurtravaux.fr/bureau-detude/> [consulté le 27 septembre 2022]
- [9] logiciels de conception et de simulation de systèmes solaires photovoltaïques les plus populaires (17 avril 2019). Accès <https://www.dsnsolar.com/info/7-most-popular-solar-pv-system-design-and-simu-35229172.html> [consulté le 27 septembre 2022]
- [10] Grégory ANGUENOT. Présentation du logiciel Dialux (1 juillet 2012). Accès <https://ganguenot.net/spip.php?article103> [consulté le 27 septembre 2022]
- [11] Melle CHAREB-YSSAAD Ismahane. DESSIN ASSISTE PAR ORDINATEUR ; Chapitre 3 : Description du logiciel AutoCAD 2013 Université Aboubekr Belkaid Tlemcen. Accès <https://ft.univ-tlemcen.dz/assets/uploads/departement/hyd/cours/Chapitre%203%20Description%20du%20logiciel%20AutoCAD.pdf> [consulté le 27 septembre 2022]
- [12] BET RAMAT Spécialiste en Ingénierie Photovoltaïque. Accès <https://www.bet-ramat.fr/bet-ramat/> [consulté le 27 septembre 2022]
- [13] La Rédaction TechTarget. Contrôle qualité. Accès <https://www.lemagit.fr/definition/Controle-qualite> [consulté le 27 septembre 2022]
- [14] <https://www.orientation-pour-tous.fr/metier/responsable-du-controle-qualite,13535.html> [consulté le 27 septembre 2022]

- [15] Le Contrôle Qualité, Définition et Intérêts. Accès <https://www.plastiform.info/controle-qualite/controle-qualite-definition-interets/> [consulté le 27 septembre 2022]
- [16] Norme international IEC 61215-1-1 Terrestrial photovoltaic (PV) modules – Design qualification and type approval –
- [17] Dépliant de l'Equipe d'expertise universitaire Energies renouvelables et Maitrise de l'énergie REEM (Université de Tlemcen)
- [18] <https://www.cder.dz/> [consulté le 28 septembre 2022]
- [19] Energie solaire: trois laboratoires de contrôle qualité en voie d'accréditation. (02 janvier 2021) Accès <https://www.aps.dz/economie/115305-energie-solaire-trois-laboratoires-de-controle-qualite-en-voie-d-accreditation> [consulté le 28 septembre 2022]
- [20] Anlaoui Ahamada Athoumani. Rapport de stage « Fabrication des modules photovoltaïque à ENIE Solar » Université Djillali Liabés de Sidi Bel Abbes (2019)
- [21] <http://www.condor.dz/fr/les-panneaux-solaires> [consulté le 28 septembre 2022]
- [22] <https://www.dimel-dz.com/> [consulté le 28 septembre 2022]
- [23] <https://www.milltech-dz.com/> [consulté le 28 septembre 2022]
- [24] <https://www.aures-solaire.com/> [consulté le 28 septembre 2022]
- [25] <https://www.laguasolair.com/> <https://masterenergy-dz.com/a-propos-de-nous/>
- [26] Nordine Grim. Article « Soprec : entrée en production de l'usine de panneaux solaires de Chlef » Journal ElWatan le 18 -10-2010 Accès <https://www.djazairress.com/fr/elwatan/295149>
- [27] <https://masterenergy-dz.com/a-propos-de-nous/> [consulté le 28 septembre 2022]
- [28] <http://www.ilighting.dz/> [consulté le 28 septembre 2022]
- [29] <https://www.tetb.dz/> [consulté le 28 septembre 2022]
- [30] Article « L'entreprise, c'est quoi ? ». (2012) Accès <https://www.economie.gouv.fr/facileco/dossier-lentreprise-cest-quoi#> [consulté le 28 septembre 2022]