



Université Mohamed Khider de Biskra  
Faculté des Sciences et Technologie  
Département de Génie Électrique

## MÉMOIRE DE MASTER

Sciences et Technologies  
Électrotechnique  
Réseaux électrique

Réf. :

Présenté et soutenu par:  
**DJEBBARI ABDELLATIF**

Le: 28 juin 2022

# La production d'électricité en Algérie : réalité et perspectives

### Jury:

Mme	<b>TKOUTI Nacira</b>	MCB	Université de Biskra	Président
Mr	<b>NAIMI Djemai</b>	Pr	Université de Biskra	Encadreur
Mme	<b>BECHA Habiba</b>	MCB	Université de Biskra	Examineur

Année universitaire: 2021-2022



Université Mohamed Khider de Biskra  
Faculté des Sciences et Technologie  
Département de Génie Électrique

# MÉMOIRE DE MASTER

Sciences et Technologies  
Électrotechnique  
Réseaux électrique

Réf :

## Thème

# La production d'électricité en Algérie une réalité et perspectives

**Présenté par : Djebbari Abdellatif**

**Avis favorable de l'encadreur : Naimi djemai**

**Avis favorable du Président du Jury:**

**TKOUTI Nacir**

**Cachet et signatur**



Université Mohamed Khider de Biskra  
Faculté des Sciences et Technologie  
Département de Génie Électrique

## MÉMOIRE DE MASTER

Sciences et Technologies  
Électrotechnique  
Réseaux électrique

Réf. : .....

Présenté et soutenu par:  
**DJEBBARI ABDELLATIF**

### **La production d'électricité en Algérie : réalité et perspectives**

**Proposé par : Djebbari Abdellatif**

**Dirigé et propos par : NAIMI DJEMAI**

#### **RESUMES (Français et anglais et Arabe)**

##### **Résumé**

Ce mémoire de fin d'études a pour but de réaliser une analyse des centrales électriques en Algérie et de la situation de la production d'électricité en Algérie et d'établir une carte qui inclut toutes ces informations. Ensuite, on m'a proposé de résoudre les problèmes que nous allons trouver dans ce réseau sachant qu'il n'y a actuellement aucune carte de l'énergie en Algérie mis jour. Ce travail sert de base de données basée sur les travaux futurs les plus importants de mes réseaux de transport en Algérie pour les universitaires et tous ceux qui s'intéressent à ce secteur.

**Mots-clés :** production d'électricité, installations, Algérie, réseau de transport.

## Summary

This thesis aims to carry out an analysis of the power plants in Algeria and the electricity production situation in Algeria and establish a map that includes all this information. Then I was proposed to solve the problems that we will find in this network knowing that there is currently no energy map in Algeria Muhanna. This work serves as a database based on the most important future work of my transport networks in Algeria for academics and all interested in this sector.

**Keywords:** electricity production, plants, Algeria, transport network.

## ملخص

تهدف هذه المذكرة الى القيام بدراسة تحليلية لمحطات انتاج الكهرباء في الجزائر و وضعية انتاج الكهرباء في الجزائر وانشاء خريطة تشمل كل هذه المعلومات مع تحديد موقع كل محطة وخصائصها ايضا اقتراح و دراسة وضعية عامة لي الشبكة النقل في الجزائر، تم بعد ذلك اقتراح حلول لي مشاكل التي سوف نلاحظها في هذه الشبكة مع علم انه لا يوجد حاليا اي خريطة طاغوية في الجزائر محينا، هذا العمل تكون بمثابة قاعدة بيانات تستند عليها اهم كل الاعمال القادمة الخاصة بي شبكات النقل في الجزائر بالنسبة للاكاديمين وكل المهتمين بي هذا القطاع.

**الكلمات المفتاحية:** انتاج الكهرباء ،محطات ،الجزائر،شبكة النقل.



*Dédicace*

*Je dédie ce modeste travail :*

*À ceux qui nous ont servis pour donner l'espoir et  
le courage nécessaire lors de notre long voyage d'étude,  
à vous nos chers pères,  
et ma mère , nous vous apprécions autant que nous vous  
aimons.*

*À mes amies et mes Camarades À toute ma famille  
Sans oublier tous les professeurs que soit de la première,  
Moyen, du secondaire ou de l'enseignement supérieur.*

## **Remerciements**

*Tout d'abord, je remercie DIEU le tout puissant  
d'avoir convenu sa bonté infinie, courage, la force et  
la patience de terminer ce modeste travail.*

*Après, je fais une remarque profondément  
duremerciement à notre directeur de mémoire  
m. Naimi Djemai, professeur à l'université de  
Mohamed Khider, Biskra, pour son appui et ses  
conseils et son suivi quotidien durant la préparation  
de ce travail.,*

*je voudrions vivement remercier les membres de  
jury, de je avoir honorés par leur acceptation de faire  
l'expertise de notre mémoire de fin d'étude.*

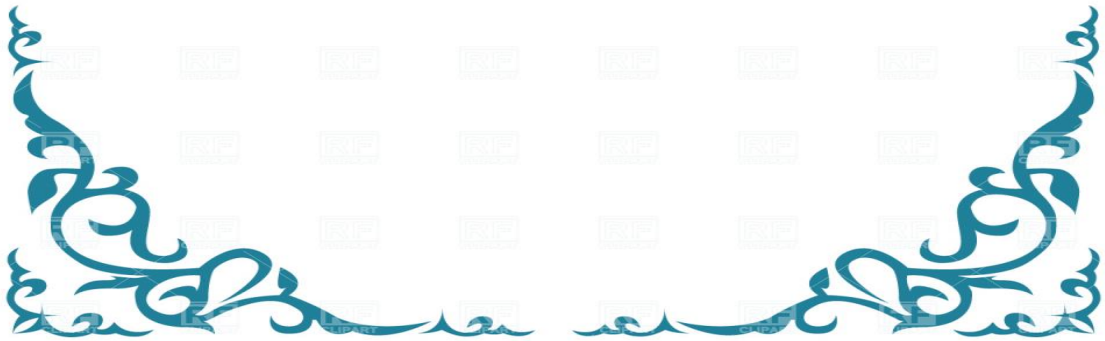
*Je remercie nos professeurs du Département de  
génie électrique qui nous ont enseignés.*

*je remercie également nos amis dans le laboratoire  
LGEB*

*Enfin je tiens à remercier tous ceux qui nous ont  
aidés de près ou de loin pour réaliser ce travail.*



# **Table des matières**



**Table des matières**

titre	page
Remerciements	/
Dédicace	/
Sommaire	I
Liste des Figure	II
Liste des Tableaux	IV
Liste des abreviations et les symboles	V
Introduction Général	2
<b>Chapitre I: Généralités sur la production de l'énergie électrique</b>	
Introduction	4
1. Historique:	4
2- Définition d'un réseau électrique :	5
3- Les différentes fonctions du réseau	6
3-1- Réseau de transport	6
3-2- Réseau d'interconnexion	6
3-3- Réseau de répartition	6
3-4- Réseau de distribution	6
4- TRANSFORMATIONS DE L'ENERGIE:	7
5- Principe general de fonction Production de l'énergie électrique	9
6- loi de Lenz	9
7- Généralité sur les alternateurs	10
8-Différents types de centrales électrique	11
8-1-CENTRALE THERMIQUE A VAPEUR	11
8-1-1-Généralité	12
8-1-2-PRINCIPE DE FONCTIONNEMENT	14
8-1-3-AVANTAGES ET INCONVENIENT	14
A -AVANTAGES:	14
B -INCONVENIENTS:	14
8-2- CENTRALE THERMIQUE A GAZ	15
8-2-1Généralités	15
8-2-2-principe de fonctionnement	16
8-2-3-AVANTAGES ET INCONVENIENTS	16
A -AVANTAGES	16
B -INCONVENIENTS	16
8-3-CENTRALE THERMIQUE A CYCLE COMBINE	16
8-3-1-Généralités	17
8-3-2-PRINCIPE DE FONCTIONNEMENT	17
8-3-3-AVANTAGES ET INCONVENIENTS:	17
A -AVANTAGES:	18
B - INCONVENIENTS:	18
8-4-CENTRALE NUCLEAIRE	18
8-4-1-Généralités	18
8-4-2-principe de fonctionnement Les centrales nucléaires	19
8-4-3-AVANTAGES ET INCONVENIENTS:	19
A -AVANTAGES	19
B -INCONVENIENTS	19



## Table des matières

8-5-CENTRALE HYDRAULIQUE	20
8-5-1-PRINCIPE DE FONCTIONNEMENT.	20
8-5-2-DIFFERENTES CENTRALES HYDRAULIQUES	21
8-5-3-AVANTAGES ET INCONVENIENTS	21
A -AVANTAGES	21
B -INCONVENIENTS	21
8-6-Central PHOTOVOLTAÏQUE	22
8-6-1-PRINCIPE	22
8-6-2-Avantages et inconvénients	23
8-7-Central ENERGIE EOLIENNE	23
8-7-1-FONCTIONNEMENT D'UNE EOLIENNE	24
8-7-2-COMPOSANTS D'UNE EOLIENNE	24
8-7-3-AVANTAGES ET INCONVENIENTS	25
A -AVANTAGES	25
B -INCONVENIENTS	25
8-8-Centrale ENERGIE GEOTHERMIQUE	25
8-8-1-Le principe de fonctionnement de l'usine	25
8-8-2-AVANTAGES ET INCONVENIENTS	27
A -AVANTAGES	27
B -INCONVENIENTS	27
8-9-Centrale biomasse	27
8-10-centrale Diesel	28
8-10-1-AVANTAGES ET INCONVENIENTS	28
A -Avantages	28
B -Inconvénients	28
Conclusion	29
<b>Chapitre II: La production d'électricité en Algérie</b>	
Introduction:	31
1-Description d'Algérie	31
1-2-Situation géographique	31
1-3-La population	32
1-4-Climat	32
1-5-Superficie et découpage administratif	32
2-Situation énergétique	33
2-1- Production Nationale d'énergie	33
2-2-Production d'énergie dérivée	34
3-Evolution de Réseau National Transport	35
4-La consommation de l'énergie électrique	36
5-Statistiques sur l'électricité en Algérie	37
7-Évolution de la consommation d'électricité par secteurs:	39
Conclusion	41
<b>Chapitre III: Le types centrales électriques en Algérie</b>	
Introduction	43
1-Le types centrales électriques en Algérie	43
2-Liste des centrales électriques en Algérie	47
3-Projet de Hassi R'Mel	50
4-Description de la centrale hybride de Hassi R'Mel	50
5-la ferme éolienne d'Adrar	52
6-Potentiel éolien à Adrar	52
7-énergies renouvelables en Algérie	52

## Table des matières

7-1-Définition:	52
7-2-Capacités énergies renouvelables en Algérie	53
7-2-1-Capacités solaires	53
7-2-2-Capacités éoliennes	53
7-2-3-Capacité en eau	54
7-2-4-Capacité biomasse	55
7-2-5-Capacités géothermiques	55
Conclusion	57
Conclusion générale et perspectives	59
Références bibliographiques	61

## Liste des Figures

titre	page
<b>Figure I.1</b> : Structure des réseaux électriques	5
<b>Figure I.2</b> Expliquer la conversion d'énergie.	7
<b>Figure I.3-</b> Principe Production de l'énergie électrique	9
<b>Figure I.4:</b> Prncip de founctionment alternateurs	11
<b>Figure I.5:</b> CENTRALE THERMIQUE A VAPEUR	11
<b>Figure 1.6:</b> Eléments d'une centrale thermique	12
<b>Figure I.7:</b> centrale à gaz	14
<b>Figure I.8</b> Schéma de principe de fonctionnement d'une turbine à gaz	15
<b>Figure I.9:</b> centrale à gaz à cycle combine	16
<b>Figure I.10:</b> Principe d'une centrale à gaz à cycle combine	17
<b>Figure I.11:</b> Principe de fonctionnement d'une centrale nucléaire	18
<b>Figure I.12</b> : Partie principales d'une centrale nucléaire	19
<b>Figure I.13:</b> La centrale hydraulique	20
<b>Figure I.14:</b> Fonctionnement D'une Centrale Hydroélectrique	20
<b>Figure I.15:</b> La centrale PHOTOVOLTAÏQUE	22
<b>Figure I.16:</b> schéma de principe d'un générateur photovoltaïque	22
<b>Figure I.17:</b> Central éolienne	23
<b>Figure I.18:</b> Conversion de l'énergie cinétique du vent	24
<b>Figure I.19:</b> Schéma d'ensemble d'une éolienne	24
<b>Figure I.20</b> : Schéma d'une centrale géothermique	26
<b>Figure I.21:</b> Schéma de principe d'une usine basée sur l'exploitation de la biomasse	27
<b>Figure I.22:</b> Configuration de générateur diesel	28
<b>Figure II.23:</b> Carte énergie (gaz et pétrole )	33
<b>Figure II.24</b> : Production nationale d'énergie primaire de (2000 à 2017) en ktep	34
<b>Figure II.25</b> : Production d'énergie dérivée de (2000 à 2017) ktep	35
<b>Figure II.26:</b> Evolution de Réseau National Transport d'Electricité en (2017- 2005 )	35
<b>Figure II.27:</b> carte réseau national	36
<b>Figure II.28:</b> la production d'électricité en Algérie 2019	37
<b>Figure II.29</b> : la consommation d'électricité sur la période 2010-2019	38

## Liste des Figure

<b>Figure II.30:</b> L'évolution de la production d'électricité sur la période 2002-2019	39
<b>Figure II.31:</b> Un graphique montrant l'évolution de la production d'électricité en Algérie durant la période 2002-2019	40
<b>Figure II.32:</b> Un cercle relatif indiquant le pourcentage de chaque type de production nationale	46
<b>Figure II.33 :</b> Une carte énergétique pour les usines de production en Algérie	49
<b>Figure III.34:</b> Localisation de la centrale hybride solaire de Hassi R'Mel	50
<b>Figure III.35:</b> Bloc de puissance de la station Hassi R'Mel.	51
<b>Figure III.36:</b> Situation du site de Kabertène	52
<b>Figure III-37:</b> Carte préliminaire des irradiances solaires de l'Algérie	53
<b>Figure III .38:</b> Carte Potentiel éolien en Algérie [BEN 17].	54
<b>Figure III- 39:</b> Répartition des terres utilisées par l'agriculture	55
<b>Figure III-.40:</b> Carte potential géothermiques	56

## Liste des Tableaux

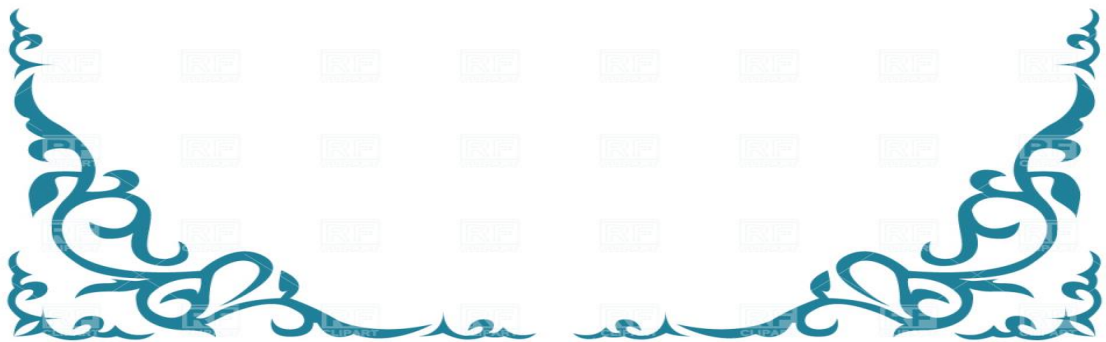
titre	page
<b>Tableau II.1:</b> la consommation d'électricité sur la période 2010-2019	21
<b>Tableau II.2 :</b> la consommation d'électricité par secteurs	39
<b>Tableau II.3:</b> la production d'électricité sur la période 2002-2019	40
<b>Tableau I.4:</b> L'évolution prévue du parc de production sur la période considérée en Algérie	46

## Liste des abreviations et les symboles

<b>TG</b>	Turbine à gaz
<b>TV</b>	Turbine à vapeur
<b>CC</b>	Cycle combine
<b>HP</b>	Haute pression
<b>MP</b>	Moyenne pression
<b>Ktep</b>	Kilo Tonne équivalent pétrole
<b>KW</b>	Kilo Watt
<b>MW</b>	Mega Watt
<b>Tep</b>	Tonne équivalent pétrole
<b>Mtep</b>	Million de tonnes équivalent pétrole
<b>PV</b>	Photovoltaïque
<b>HYD</b>	HYDRAULIQUE
<b>HYB</b>	hybride
<b>HRGS</b>	Générateur de vapeur à récupération de chaleur
<b>HSSG</b>	Générateur de vapeur solaire
<b>CDER</b>	Centre de Développement des Energies Renouvelables
<b>OPEP</b>	Organisation des Pays Exportateurs de Pétrole
<b>GWh</b>	Giga Wattheure = 1000 MWh ou 10 <sup>6</sup> KWh



# **Introduction Général**



## Introduction Général

---

### Introduction Général

L'électricité est la source d'énergie la plus importante et la plus commune dans le monde aujourd'hui, et elle est considérée comme l'une des ressources principales et indispensables pour moi. Où les gens utilisent l'électricité pour mener à bien toutes les activités économiques, industrielles et sociales de manière continue.

L'électricité en Algérie est considérée comme l'une des composantes de base en Algérie, et en raison du grand développement et d'une augmentation significative de la population et de l'expansion urbaine, la base de production et les réseaux électriques sont menacés.

La demande en électricité En Algérie a connu une progression fulgurante ces dernières années atteignant 15 à 20% selon des chiffres avancés par ministère de l'énergie et des mines. Pour faire face à cette demande nationale, l'état prévoit de renforcer son énergie par des centrales d'ici 2025, en attendant l'énergie de l'Algérie est uniquement fossile.

Dans ce mémoire de fin d'étude , nous étudierons la réalité et les perspectives de la production d'électricité en Algérie Dans ce problème, nous allons essayer de le résoudre, et afin de pouvoir le résoudre, certains sous-problèmes nous seront tirés, et dans ce cadre, nous étudierons plus en profondeur.

Afin de répondre à toutes les problématiques citées au-dessus, ce projet de fin d'étude est divisé en Trois chapitres comme suit :

Ce mémoire est organisé en trois chapitres ainsi qu'une introduction et une conclusion générale à savoir :

- ✓ Chapitre un, On a donné un Généralités sur la production de l'énergie électrique
- ✓ Chapitre deux, qui est intitulé La production d'électricité en Algérie
  - ✓ Chapitre trois Le types centrales électriques en Algérie.



A decorative black floral border with intricate scrollwork and leaf patterns, framing the central text.

**Chapitre I :**  
**Généralités sur la production de  
l'énergie électrique**

### Introduction

L'énergie électrique est un facteur essentiel de développement et de l'évolution des sociétés humaines, que cela soit sur le plan de l'amélioration des conditions de vie ou sur le plan du développement des activités industrielles. Sur cette base nous allons commencer ce chapitre par la description des modes de production de l'énergie électrique. Puis nous expliquerons comment générer de l'électricité de centrale électrique.

#### 1. Historique

La première centrale électrique, la Pearl Streets station, a été mise en service Le 4 septembre 1882 par **Thomas Edison** dans le bas-Manhattan, ce qui a permis de faire fonctionner l'éclairage électrique des bureaux du New York Times et d'autres bâtiments aux alentours de Wall Street.

L centrale ne délivrant que du courant continu ne pouvait couvrir efficacement qu'un petit secteur géographique.

Le premier générateur, baptisé « Jumbo », était bien moins efficace que ceux d'aujourd'hui : il avait un rendement de 3 à 4 % de l'énergie du charbon utilisé.

Quelques années après, **Edison** a cependant vu l'intérêt de la cogénération en réutilisant la chaleur générée par le système électrique pour chauffer les bâtiments.

Six années après **Edison**, l'invention, par **Nikola Tesla**, du courant alternatif a permis de transporter le courant électrique à bien plus grande distance que le courant continu grâce aux transformateurs et aux lignes haute tension, et donc de limiter le nombre de centrales nécessaires mais aussi de réduire les pertes en ligne ohmiques tout en utilisant moins de cuivre qu'avec une ligne basse tension.

## 2- Définition d'un réseau électrique

L'énergie électrique est la forme d'énergie la plus largement répandue car elle est facilement transportable à un rendement élevé et un coût raisonnable .Un réseau électrique est un ensemble d'infrastructures énergétiques plus ou moins disponibles permettant d'acheminer l'énergie électrique des centres de production vers les consommateurs d'électricité [BOU 18]

Il est constitué de lignes électriques exploitées à différents niveaux de tension, connectées entre elles dans des postes électriques. Les postes électriques permettent de répartir l'électricité et de la faire passer d'une tension à l'autre grâce aux transformateurs, la structure des réseaux électriques est présentée dans la figure 1 Un réseau électrique doit aussi assurer la gestion dynamique de l'ensemble production - transport - consommation, mettant en œuvre des réglages ayant pour but d'assurer la stabilité de l'ensemble [SAA 14] .

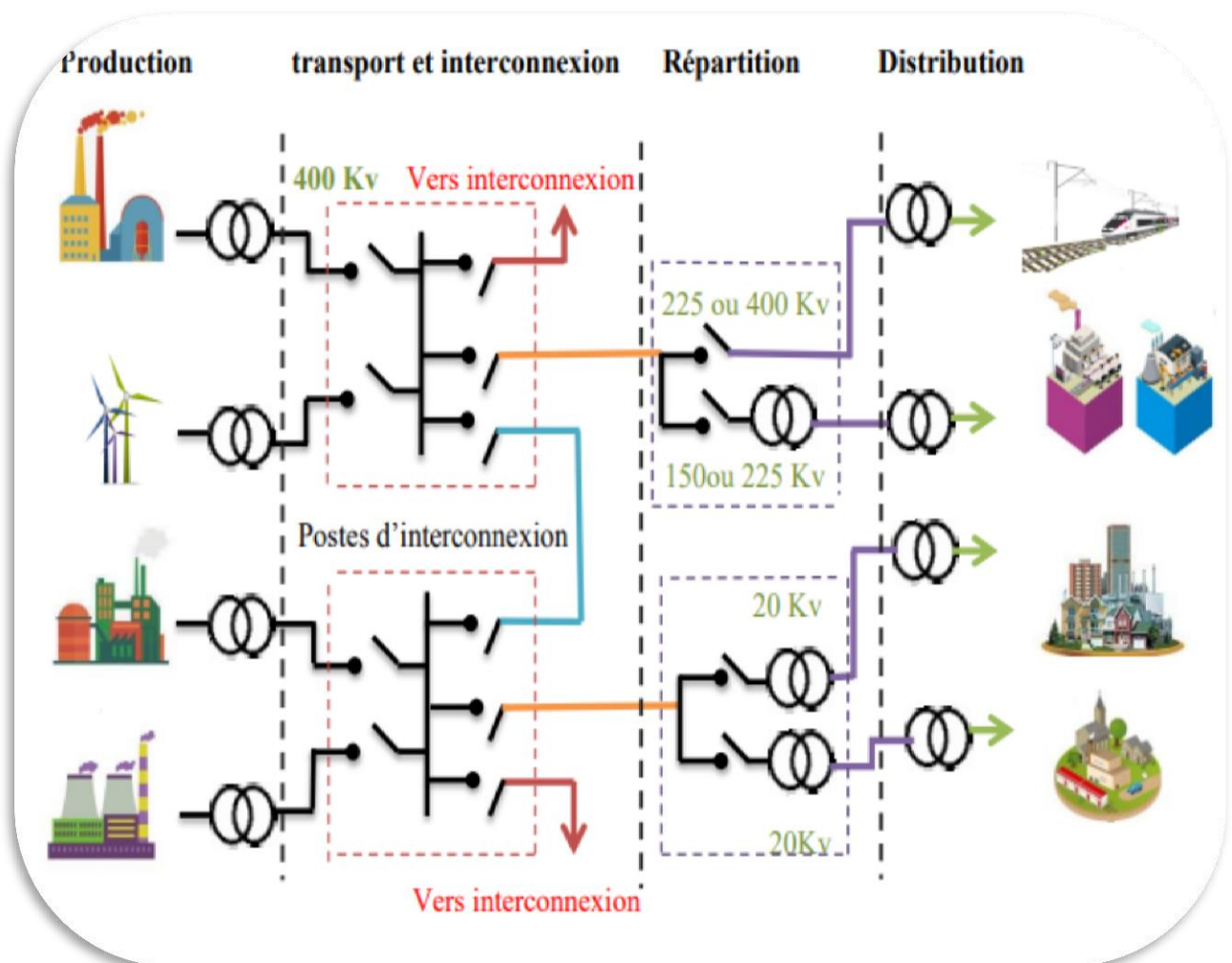


Figure I.1 : Structure des réseaux électriques

### **3- Les différentes fonctions du réseau**

#### **3-1- Réseau de transport**

Les réseaux des transportes sont des réseaux à très haute tension pour raison économique notamment, afin de minimiser des pertes en ligne. ces réseaux de transport sont des réseaux maillés pour les raison de sécurité. Les réseaux de transport sont caractérisés par des transferts de puissance important avec à moins chute de tension et moins pertes [JAN 08].

Un réseau de transport doit être exploité d'une manière particulière: il doit être exploité dans les limites de fonctionnement autorisées. Ces limites ou contraintes du réseau sont exprimées par des valeurs maximales ou minimales sur certaines variables du réseau (fréquence, écoulement de puissance sur les lignes ou transformateurs, niveau de tension, etc.). Si ces limites sont dépassées, le réseau risque de devenir instable [TEG 11] .

#### **3-2-Réseau d'interconnexion**

L'interconnexion est un réseau de transport qui à la particularité d'assurer l'change énergétique. Ce réseau utilisé pour des raisons de technique (il permet de renforcer la stabilité du réseau électrique) et économique, L'interconnexion permet aussi d'améliorer la qualité d'énergie fournie en tension, en fréquence et aussi d'établir une large possibilité de réserve et rendre le réseau plus flexible [AHM].

#### **3-3- Réseau de répartition**

Ce sont les réseaux HT/MT, ils fournissent les puissances nécessaires aux réseaux de distribution reliés entre eux, ils facilitent le secours mutuel entre régions.

#### **3-4- Réseau de distribution**

Ce sont les réseaux de moyenne tension (MT) qui fournissent aux réseaux d'utilisation les puissances nécessaires demandées. Ils doivent observer des distances limitées de voisinage, c'est pour cela que ces réseaux se réalisent en souterrain dans les ville

4- TRANSFORMATIONS DE L'ENERGIE

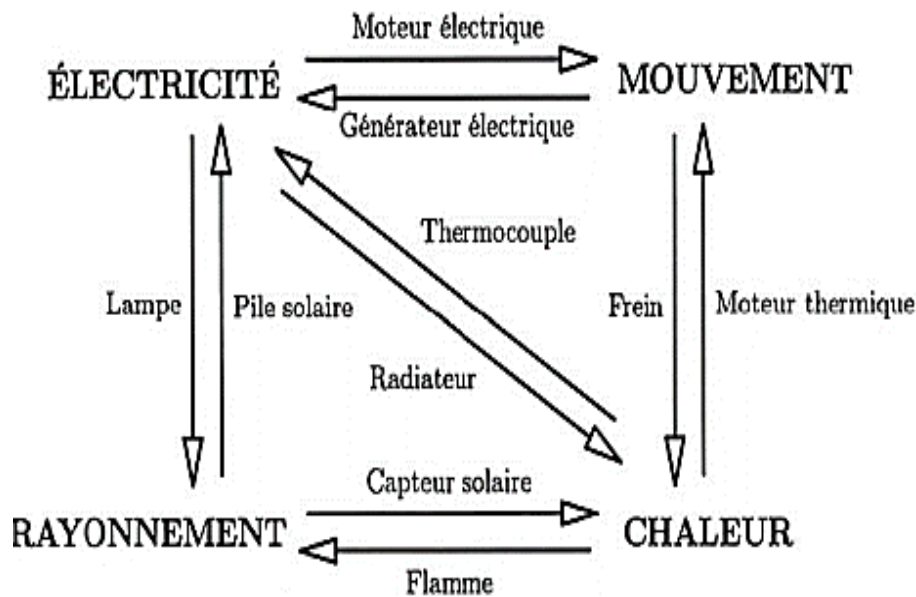


Figure I.2 Expliquer la conversion d'énergie.

- ✓ Transformation de l'énergie **rayonnante** en énergie **thermique** : elle est réalisée, par exemple, par les capteurs de rayonnement solaire fournissant l'eau sanitaire pour une habitation.
- Transformation de l'énergie **rayonnante** en énergie **mécanique**: cette transformation est à l'origine de la poussée de radiation qui fait que la queue des comètes est toujours à l'opposé du Soleil. La force de cette poussée est faible et elle n'a pas trouvé d'application industrielle
- Transformation de l'énergie **rayonnante** en énergie **électrique**: cela est réalisé dans les convertisseurs photovoltaïques,
- Transformation de l'énergie **thermique** en énergie **rayonnante**: c'est l'incandescence, c'est-à-dire l'émission spontanée de rayonnement par les corps à une température non nulle et cela d'autant plus que la température est élevée.
- ✓ Transformation de l'énergie **thermique** en énergie **mécanique**: c'est que ce réalisent la machine à vapeur et, plus généralement, les turbines et moteurs thermiques, tels ceux des voitures automobiles.
- ✓ Transformation de l'énergie **thermique** en énergie **électrique**: cette conversion directe est réalisée dans les convertisseurs thermoélectriques (par exemple, les thermocouples utilisés pour des mesures de température) et thermoïoniques.
- ✓ Transformation de l'énergie **mécanique** en énergie **rayonnante** : elle est observée dans le bremsstrahlung (rayonnement de freinage ou rayonnement synchrotron) utilisé dans des

accélérateurs de particules pour créer un rayonnement intense de photons, tel Soleil à Saint-Aubin (Essonne) ; mais cette transformation n'a pas d'autre application industrielle.

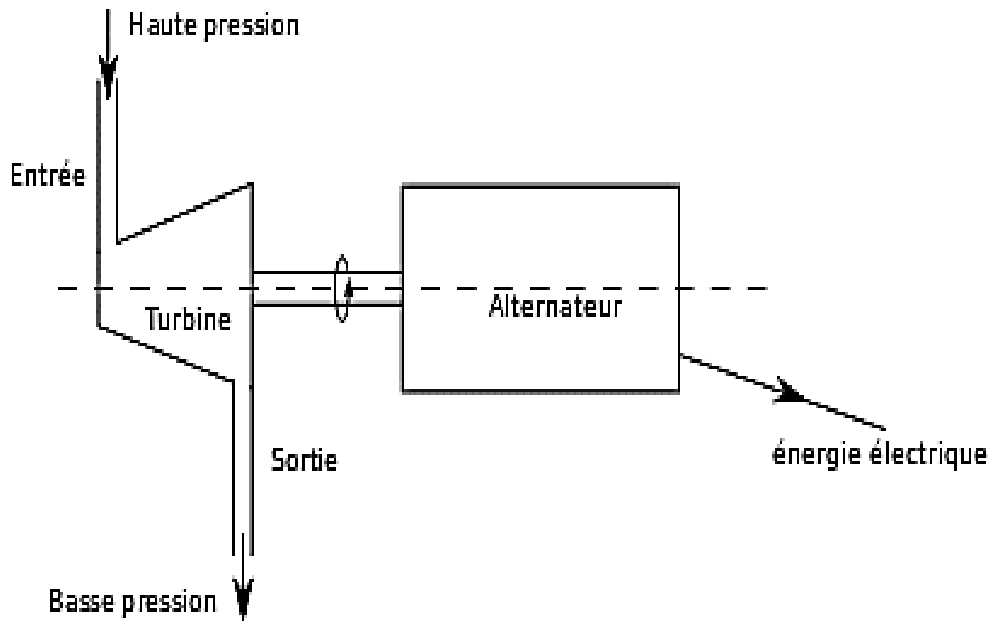
- ✓ Transformation de l'énergie **mécanique** en énergie **thermique**: cette transformation est inévitable dans des frottements et des chocs ; elle est, par exemple, observée dans les freins qui chauffent.

Transformation de l'énergie **mécanique** en énergie **électrique** : ce sont les générateurs électriques (dynamos, alternateurs) qui réalisent cette transformation.

- ✓ Transformation de l'énergie **électrique** en énergie **rayonnante** : cela se produit dans les décharges (étincelles, éclairs) et l'électroluminescence (par exemple, les tubes à néon) ; on remarquera que dans les lampes les plus usuelles (à incandescence), il y a un passage intermédiaire par la chaleur.
- ✓ Transformation de l'énergie **électrique** en énergie **thermique** : c'est «l'effet Joule », c'est-à-dire le dégagement de chaleur dans tout conducteur parcouru par un courant électrique; cet effet correspond souvent à une perte, mais il peut aussi être recherché (radiateur électrique).  
Transformation de l'énergie **électrique** en énergie **mécanique** : c'est ce que réalisent les moteurs électriques ; citons aussi la piézo-électricité qui est l'apparition de charges électriques à la surface de certains cristaux mis sous contrainte et, inversement, leur déformation sous l'action d'un champ électrique: ce dernier effet est utilisé dans les montres à quartz.
- ✓ L'**énergie gravitationnelle** est celle emmagasinée par une masse placée à une certaine hauteur dans un champ de pesanteur (gravitation); le plus souvent, il s'agit d'eau, soit retenue par un barrage en altitude, soit prélevée sur le courant d'une rivière: c'est l'**énergie hydraulique**. Cette énergie se transforme spontanément en énergie **mécanique** dès qu'on laisse descendre cette masse; avec une turbine hydraulique, on récupère cette énergie mécanique pour la convertir en électricité.
- ✓ L'**énergie chimique** (celle qui est emmagasinée au sein des molécules de la matière sous forme de liaisons chimiques) peut être libérée sous toutes les formes d'énergie libre :
- ✓ Transformation en **rayonnement**: c'est la chimiluminescence, c'est-à-dire une émission de lumière.
- ✓ Transformation en **chaleur** : c'est la combustion et la fermentation (combustion lente par les organismes vivants).
- ✓ Transformation en énergie **mécanique** : l'explosion .
- ✓ Transformation en **électricité**: piles et accumulateurs électriques (ces derniers pouvant être rechargés, ce qui est la transformation inverse d'énergie électrique en énergie chimique) ; piles à combustible.

- ✓ L'énergie nucléaire (celle qui est emmagasinée au sein des noyaux des atomes sous forme de liaisons nucléaires entre les nucléons) ne peut être libérée, en l'état actuel des techniques, que sous forme de **chaleur** [TEB 20].

**5- Principe general de fonction Production de l'énergie électrique**



**Figure I.3-** Principe Production de l'énergie électrique

L'énergie électrique est produite dans des centrales électrique qui est un site destiné à la production d'électricité, les centrales éclectiques transforment différents sources d'énergie naturelles en énergie électrique afin d'alimenter en électricité les consommateurs.

Le processus de production d'électricité dépend du champ magnétique, car il emprunte des lignes, des chemins et des directions du pôle Nord au pôle Sud. Le flux de courant électrique se poursuit en raison de la coupure répétée des lignes de champ et, par conséquent, le Le processus de production d'énergie est classé en fonction de la force de travail pour couper les lignes de champ magnétique, et l'un des plus grands exemples de ceci est lors de l'utilisation de l'énergie éolienne, l'énergie cinétique est convertie et les lignes de champ magnétique se déplacent, ce qui passe à travers un fichier qui coupe les lignes de champ Le courant magnétique circule alors, et ainsi l'électricité est générée par l'énergie éolienne et sur elle l'électricité est produite dans la vapeur, l'eau et autres [SET].

## **6- loi de Lenz**

$$e = - d\Phi$$

C'est la loi de Lenz.

Le courant induit s'oppose par ses effets à la cause qui lui donne naissance. Quand on approche le pôle Nord de l'aimant du solénoïde, le sens du courant induit est tel qu'il crée une face Nord sur la partie supérieure du bobinage.

Pour retrouver le sens du courant, on peut utiliser le moyen mnémotechnique suivant : En joignant deux flèches (ayant le sens du courant), opposées sur la spire, on dessine un N. Si on éloigne le pôle Nord de l'aimant ou si l'on approche un pôle sud, le sens du courant induit est inversé. En utilisant la méthode précédente, on dessine cette fois un S. Comme l'intensité du courant est fonction de la dérivée du flux par rapport au temps, elle est fonction de la vitesse de déplacement de l'aimant.

Par intégration sur la surface de chaque spire, on calcule le flux induit par chaque masse magnétique puis par intégration sur la hauteur du bobinage, on peut obtenir le flux total. On déduit la valeur de la fem induite par dérivation de ce flux par rapport au temps [SET].

## **7- Généralité sur les alternateurs**

L'alternateur est une machine synchrone à courant alternatif qui est utilisé dans l'industrie tel que dans la production d'énergie électrique dans les centrales.

Cette machine constitue les plus gros convertisseurs d'énergie au monde. Plus de 95 % de l'énergie électrique est produite par des alternateurs. L'alternateur convertit l'énergie mécanique fournie au rotor en énergie électrique à courant alternatif, Le rotor de l'alternateur est entraîné en rotation par la turbine qui assure l'énergie mécanique, ce dernier fournit des tensions alternatives de fréquence proportionnelle à leur vitesse de rotation [DJE 20] .

Les alternateurs de centrales hydrauliques entraînés par des turbines hydrauliques, se caractérisent par l'appellation « d'alternateurs à pôles saillants » Les alternateurs des centrales thermiques entraînés par des turbines à vapeur ou à gaz, se caractérisent par l'appellation :

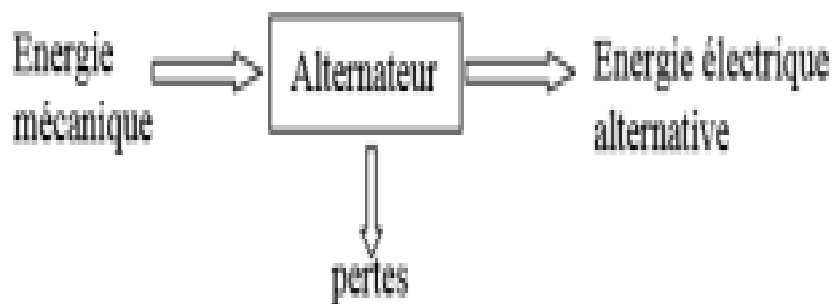
« d'alternateurs à pôles lisses ». (Turboalternateurs). [DJE 20]

On peut aussi distinguer :

- Des alternateurs à axe horizontal



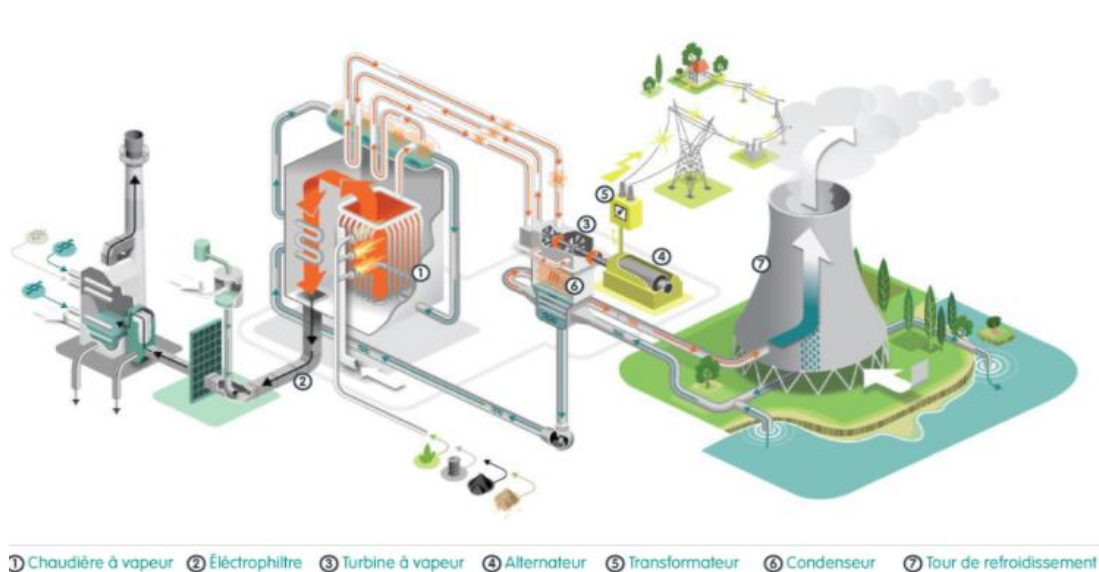
- Des alternateurs à axe vertical Des alternateurs couplés à des turbines à vapeur, à gaz, diesel sont toujours à axe horizontal. La vitesse de rotation de ces alternateurs n'est pas choisie arbitrairement, elle est imposée par la turbine qui entraîne l'alternateur. Pour les turbines à vapeur et à gaz il faut les faire tourner le plus possible. La vitesse de rotation est également fonction de la fréquence :  $N (tr/mn) = 60 \times (Hz) P$ . [DJE 20]



**Figure I.4:** Pncip de fonctionnement alternateurs

## 8-Différents types de centrales électrique

### 8-1-CENTRALE THERMIQUE A VAPEUR



**Figure I.5:** CENTRALE THERMIQUE A VAPEUR

### 8-1-1-Généralité

Dans une centrale thermique, une chaudière chauffe de l'eau et la transforme en vapeur. L'énergie calorifique est obtenue en brûlant le plus souvent du charbon, du pétrole ou du gaz. La chaleur dégagée par la combustion vaporise l'eau qui atteint alors une très haute température. Cette vapeur se détend progressivement dans les corps h aute, moyenne et basse pression de la turbine avant de se liquéfier dans le condenseur et d'être renvoyée dans le générateur de vapeur. L'énergie mécanique engendrée par la vapeur circulant dans la turbine, entraîne l'alternateur qui la transforme en énergie électrique. Les centrales thermiques produisent l'électricité à partir de la chaleur qui se dégage de la combustion du charbon, du mazout ou du gaz naturel. La plupart ont une capacité comprise entre 200 MW et 2000 MW afin de réaliser les économies d'une grosse installation. On la trouve souvent près d'une rivière ou d'un lac, car d'énormes quantités d'eau sont requises pour refroidir et condenser la vapeur sortant des turbines.

En fonctionnement nominal, le rendement de ces centrales se situe entre 40 et 42%. Leur minimum technique est de l'ordre de 20 %. Elles peuvent participer au réglage primaire et secondaire de la fréquence [TEB 20].

### 8-1-2-Prncip de fonctionnement

Une centrale thermique est une centrale électrique qui produit de l'électricité à partir d'une source de chaleur selon le principe des machines thermiques. La chaleur est utilisée pour produire de la vapeur d'eau sous haute pression qui fait tourner une turbine, entraînant elle-même un alternateur, (Par détente de la vapeur dans les différents corps HP.MP.BP) [TEB 20].

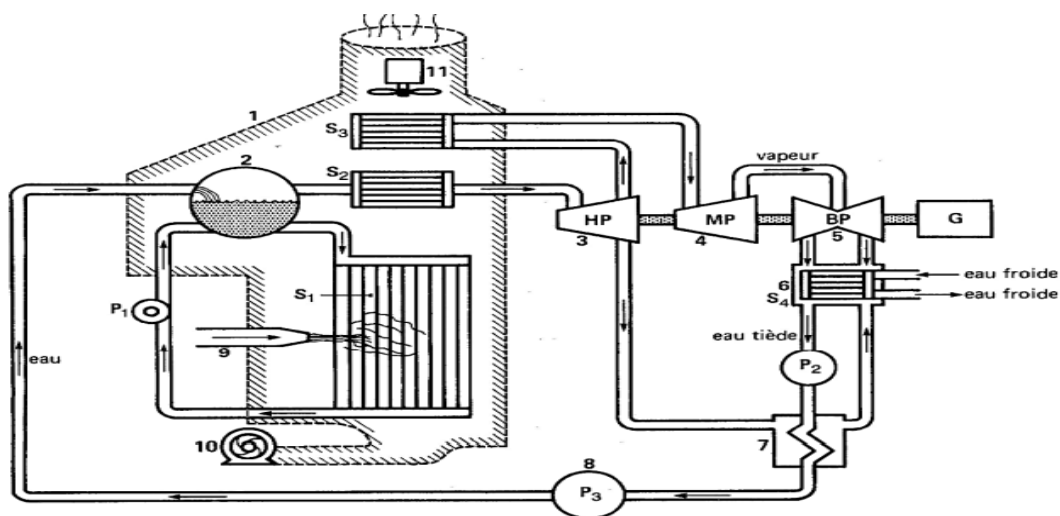


Figure 1.6: Eléments d'une centrale thermique

1. Immense chaudière construite en hauteur dans laquelle on brûle le combustible. La chaleur est absorbée par l'eau circulant dans une série de tubes SR 1 R qui entourent les flammes. La circulation est forcée par la pompe PR 1R. 2. Réservoir, contenant de l'eau et de la vapeur à haute pression. Il constitue à la fois le point de départ de la vapeur vers les turbines et le récepteur de l'eau d'alimentation de retour. La vapeur se dirige vers la turbine haute pression (HP) en passant par un surchauffeur SR 2R. Ce dernier formé d'une série de tubes entourant le feu, provoque une forte augmentation de la température de la vapeur (200 °C environ). Cela assure une vapeur qui est absolument sèche et donne un meilleur rendement thermique. 3. Turbine haute pression (HP) qui permet une première expansion de la vapeur durant laquelle une partie de l'énergie mécanique. La pression et la température à la sortie de la turbine HP sont donc plus basses qu'à l'entrée. Afin d'augmenter le rendement thermique et pour éviter une condensation prématurée de la vapeur, on la fait passer par un réchauffeur SR 3R composé d'une troisième série de tubes. 4. Turbine moyenne pression (MP) semblable à la turbine HP sauf qu'elle est plus grosse pour permettre à la vapeur de se détendre davantage.

5. Turbine basse pression (BP) à double carter qui enlève le reste de l'énergie thermique disponible dans la vapeur, permettant à cette dernière de se détendre dans un vide presque complet à l'intérieur du condensateur. 6. Condensateur qui provoque la condensation de la vapeur, grâce à la circulation d'eau froide venant de l'extérieur et circulant dans des tubes SR 4R. Une pompe d'extraction PR 2R enlève l'eau tiède condensée et la pousse à travers le réchauffeur (7) vers la pompe PR 3 R alimentant la chaudière. 7. Réchauffeur. Dans cet échangeur de chaleur, une partie de la vapeur qui est passée par la turbine HP réchauffe l'eau d'alimentation, après quoi, la vapeur se condense aussi dans le condensateur. Les analyses thermodynamiques prouvent que le rendement ainsi obtenu est meilleur que si la vapeur dérivée dans le réchauffeur allait aux turbines MP et BP en passant par le réchauffeur SR 3R. 8. Pompe d'alimentation PR 3 R qui refoule l'eau d'alimentation contre la forte pression régnant à l'intérieur du ballon (2) et complète ainsi le cycle thermique 9. Brûleurs provoquant la combustion du gaz, du mazout ou du charbon pulvérisé projeté à l'intérieur de la chaudière. Avant d'être projeté dans la chaudière, le charbon est réduit en poudre. De la même façon, l'huile lourde est préchauffée et soufflée en jet vaporisé afin d'augmenter sa surface de contact avec l'air environnant. 10. Ventilateur soufflant l'air requis pour la combustion 11. Ventilateur aspirant les gaz brûlés qui s'échappent par la cheminée. En pratique, une centrale contient bien d'autres appareils et accessoires essentiels pour assurer un bon rendement et des conditions sécuritaires. Ainsi, des vannes de réglage permettent de contrôler l'admission de la vapeur dans les turbines, un système d'épuration maintient la propreté de l'eau d'alimentation, des pompes

gardent les paliers en bon état de lubrification, etc. Cependant, les composants que nous venons de décrire suffisent à expliquer le fonctionnement et les problèmes de base d'une centrale thermique [TEB 20].

### 8-1-3-AVANTAGES ET INCONVENIENT

#### A -AVANTAGES

- ✓ Centrales d'appoint qui peuvent être facilement mise en fonctionnement ou arrêtées
- ✓ Moyen de production d'électricité « dispatchable » pour répondre aux variations de la demande  
Autonomie (dépendant de l'approvisionnement et du stock de combustible)
- ✓ Flexibilité dans le choix du combustible (pour certaines technologies)
- ✓ Longue durée de vie (30 à 40 ans)

#### B -INCONVENIENTS

- ✓ Réactivité faible au démarrage (plus d'1h pour atteindre la puissance max)
- ✓ Usage de combustibles fossiles (raréfaction et coût de la ressource, dépendance énergétique)
- ✓ Emissions de gaz à effet de serre et d'éléments polluants, en particulier sur charbon et fioul (SOx, NOx, poussières)
- ✓ Coût et usure liés aux arrêts / démarrages
- ✓ Besoin d'un débouché (ouverture) chaleur pour la cogénération

### 8-2- CENTRALE THERMIQUE A GAZ



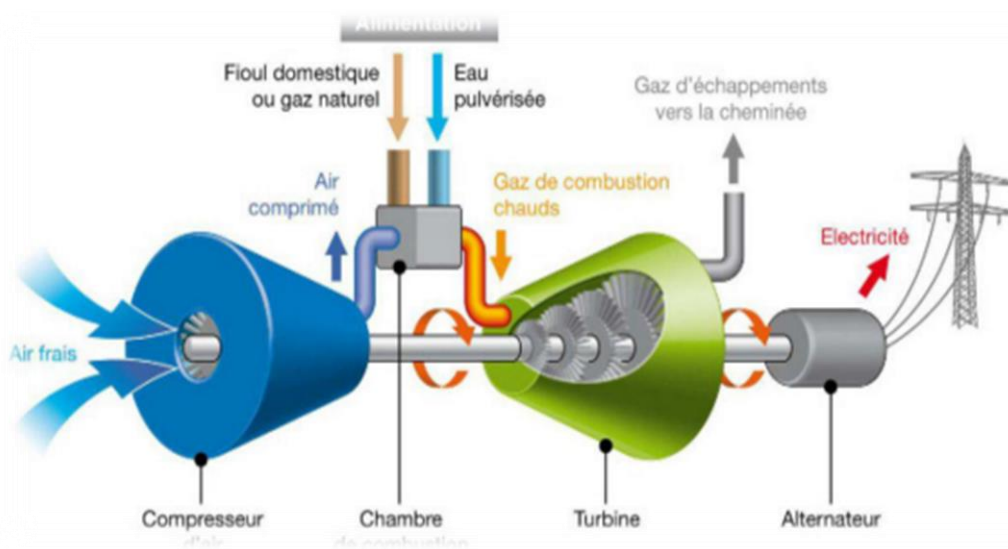
**Figure I.7:** centrale à gaz

### 8-2-1-Généralités

Les centrales à gaz sont basées sur la combustion du gaz naturel ou fioul dans de l'air sous pression et sur la détente des gaz chauds brulés dans une turbine couplée à un alternateur.

La turbine est l'élément de base d'une centrale électrique. C'est un moteur rotatif qui convertit l'énergie de vapeur ou de gaz en énergie mécanique. Plus généralement, c'est un organe permettant la détente d'un fluide en recueillant son énergie sous formes mécanique. On distingue les turbines hydrauliques, les turbines à vapeur et les turbines à gaz.

### 8-2-2-principe de fonctionnement



**Figure I.8** Schéma de principe de fonctionnement d'une turbine à gaz [BEN 14]

Une chambre de combustion, dans laquelle un combustible gazeux ou liquide est injecté sous pression, puis brûlé avec l'air comprimé, avec un fort excès d'air afin de limiter la température des gaz d'échappement ; Une turbine, généralement axiale, dans laquelle sont détendus les gaz qui sortent de la chambre de combustion. Dans une turbine à combustion (TAC), l'électricité est générée grâce à la circulation de gaz d'échappement issus d'une chambre de combustion et traversant directement la turbine. La chambre de combustion est le plus souvent interne à la turbine, elle génère de la chaleur à partir d'un combustible (gaz ou fioul) et d'air initialement comprimé. Sous cette forme, la turbine à gaz constitue un moteur à combustion interne à flux continu. On notera que le terme de turbine à gaz provient de l'état du fluide de travail, qui reste toujours gazeux, et non du combustible utilisé, qui peut être aussi bien gazeux que liquide. Sur le réseau électrique, la forte réactivité des TAC (moins de 30 min pour atteindre la puissance max) est souvent mise à profit pour fournir la pointe électrique.

Les TAC sont également répandues pour la production décentralisée dans l'industrie ou le tertiaire, notamment pour un fonctionnement en cogénération. L'intérêt de la cogénération sur les TAC réside dans la haute température des fumées de combustion, dont la chaleur peut être récupérée et valorisée sans affecter la production électrique [TEB 20].

### 8-2-3-AVANTAGES ET INCONVENIENTS

#### A -AVANTAGES

- ✓ Moyen de production d'électricité « dispatchable » pour répondre aux variations de la demande
- ✓ Forte réactivité (moins de 30 min pour atteindre la puissance max)
- ✓ Autonomie et sécurité de fourniture des TAC fioul, grâce au stock de combustible sur site
- Longue durée de vie (25 à 30 ans)
- ✓ Qualité de la chaleur pour cogénération (haute température)

#### B -INCONVENIENTS

- ✓ Usage de combustibles fossiles (raréfaction et coût de la ressource, dépendance énergétique)
- ✓ Emissions de gaz à effet de serre et d'éléments polluants, notamment pour le fioul (SO<sub>x</sub>, NO<sub>x</sub>)
- ✓ Coût et usure liés aux arrêts / démarrages (croissants avec le besoin de flexibilité sur les réseaux)

### 8-3-CENTRALE THERMIQUE A CYCLE COMBINE



**Figure I.9:** centrale à gaz à cycle combine

### 8-3-1-Généralités

La recherche continue pour améliorer le rendement thermique qui a donné lieu à des modifications plutôt innovantes aux centrales électriques conventionnelles.

La modification la plus populaire implique le cycle à gaz qui surmonte un cycle de vapeur, qui est appelé le cycle combiné gaz-vapeur, ou simplement le cycle combiné.

### 8-3-2-PRINCIPE DE FONCTIONNEMENT

Une centrale à cycle combiné associe plusieurs cycles thermodynamiques dans un effort d'amélioration de l'efficacité énergétique de la centrale considérée. Les centrales à cycle combiné gaz turbine associent ainsi une turbine à gaz et une turbine à vapeur pour produire de l'électricité. La turbine à gaz et la turbine à vapeur peuvent être reliées à une seule génératrice (qui produit l'électricité) ou peuvent être reliées à deux génératrices différentes. Le combustible, mélangé à de l'air sous pression est brûlé dans la chambre de combustion, provoquant ainsi une brusque augmentation de la température et de la pression des gaz brûlés. Ces gaz se détendent ensuite dans les aubes d'une turbine, en rotation autour du même arbre que l'alternateur, qui va générer de l'électricité.

En sortie de turbine, les gaz encore chauds sont évacués dans l'atmosphère. Les centrales à cycle combiné permettent de mettre à profit l'énergie résiduelle de ces gaz chauds qui vont céder leur chaleur dans un échangeur pour faire bouillir le fluide d'un second cycle thermodynamique. La vapeur ainsi obtenue entrainera à son tour une deuxième turbine génératrice d'électricité [KHA 19].

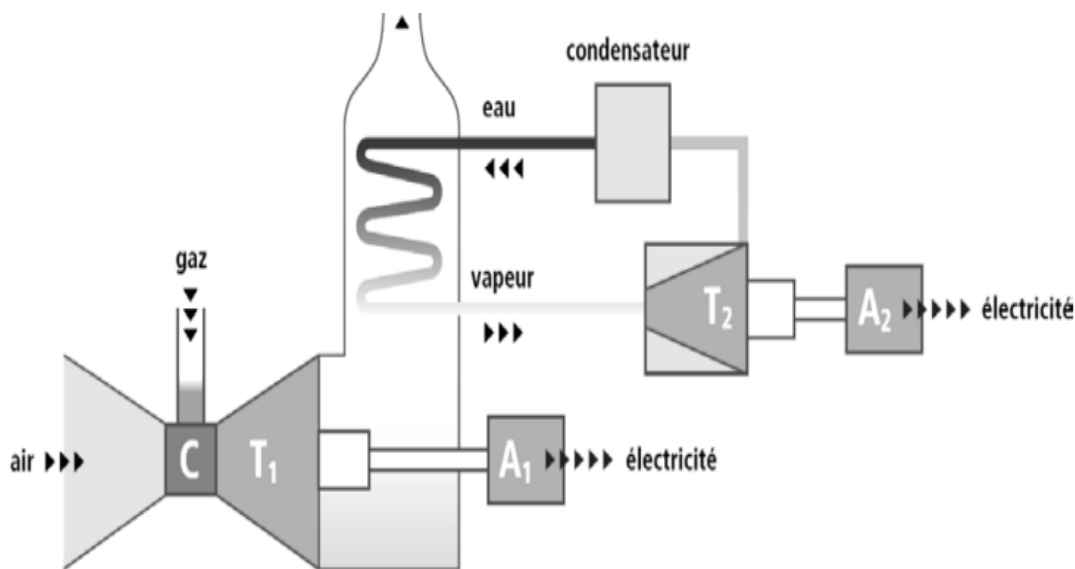


Figure I.10: Principe d'une centrale à gaz à cycle combiné

### 8-3-3-AVANTAGES ET INCONVENIENTS

#### A -AVANTAGES

- ✓ Moyen de production d'électricité « dispatchable » pour répondre aux variations de la demande
- ✓ Rendement élevé par rapport à un cycle simple
- ✓ Réactivité (30 min à 1h pour atteindre la puissance max)
- ✓ Impact environnemental réduit par rapport aux centrales thermiques à flammes: émissions de gaz à effet de serre et d'éléments polluants (SOx, NOx, etc.) moindres
- ✓ Longue durée de vie (25 à 30 ans).

#### B - INCONVENIENTS

- ✓ Usage de combustibles fossiles (raréfaction et coût de la ressource, dépendance énergétique) Emissions de gaz à effet de serre .
- ✓ Coût et usure liés aux arrêts / démarrages (croissants avec le besoin de flexibilité sur les réseaux) .
- ✓ Besoin d'un débouché chaleur pour la cogeneration.

### 8-4-CENTRALE NUCLEAIRE



**Figure I.11:** Principe de fonctionnement d'une centrale nucléaire

#### 8-4-1-Généralités

Les centrales nucléaires produisent l'électricité à partir de la chaleur libérée par une réaction nucléaire. Ce phénomène est provoqué par la division du noyau d'un atome, procédé



que l'on appelle fission nucléaire. Une centrale nucléaire est identique à une centrale thermique à vapeur, sauf que la chaudière est remplacée par un réacteur contenant le combustible nucléaire en fission. Une telle centrale comprend donc une turbine à vapeur, un alternateur, un condenseur, etc. comme dans une centrale thermique conventionnelle. Le rendement global est semblable (entre 30 % et 40 %) et l'on doit encore prévoir un système de refroidissement important, ce qui nécessite un emplacement près d'un cours d'eau ou la construction d'une tour de refroidissement. A cause de ces similitudes, nous nous limiterons à l'étude du principe de fonctionnement et des caractéristiques du réacteur lui-même [TEB 20].

### 8-4-2-principe de fonctionnement Les centrales nucléaires

La fission d'un atome d'uranium est provoquée par le bombardement de son noyau avec des neutrons en mouvement. Le neutron est un excellent projectile car il ne subit aucune force de répulsion à mesure qu'il s'approche du noyau. Si l'impact est suffisamment intense, le noyau se scinde en deux et la diminution de masse qui en résulte libère de l'énergie. La fission d'un atome  $U^{235}$  dégage une énergie de 218 Mev sous forme de chaleur. La fission s'accompagne de l'éjection de 02 ou 03 neutrons à hautes

vitesse qui peuvent entrer à leurs tours en collision avec d'autres atomes (Principe de la bombe atomique) [TEB 20].

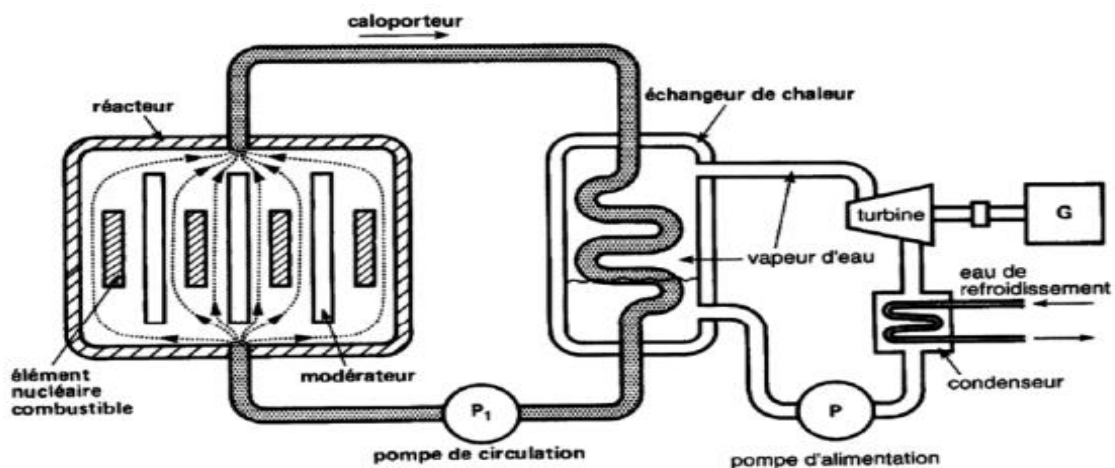


Figure I.12 : Partie principales d'une centrale nucléaire

### 8-4-3-AVANTAGES ET INCONVENIENTS

#### A -AVANTAGES

- ✓ Pas d'émission de gaz à effet de serre pour la production d'électricité
- ✓ Coût relativement faible de combustible

- ✓ Longue durée de vie (40 à 60) ans
- ✓ Forte densité énergétique

### B -INCONVENIENTS

- ✓ Gestion des déchets nucléaires
- ✓ Usage de combustible fossile (Dépendance énergétique)
- ✓ Acceptabilité sociale complexe } Criticité d'impact en cas d'incident
- ✓ Complexité du démantèlement et de la gestion de la fin de vie des centrales

### 8-5-CENTRALE HYDRAULIQUE



Figure I.13: La centrale hydraulique

#### 8-5-1-PRINCIPE DE FONCTIONNEMENT

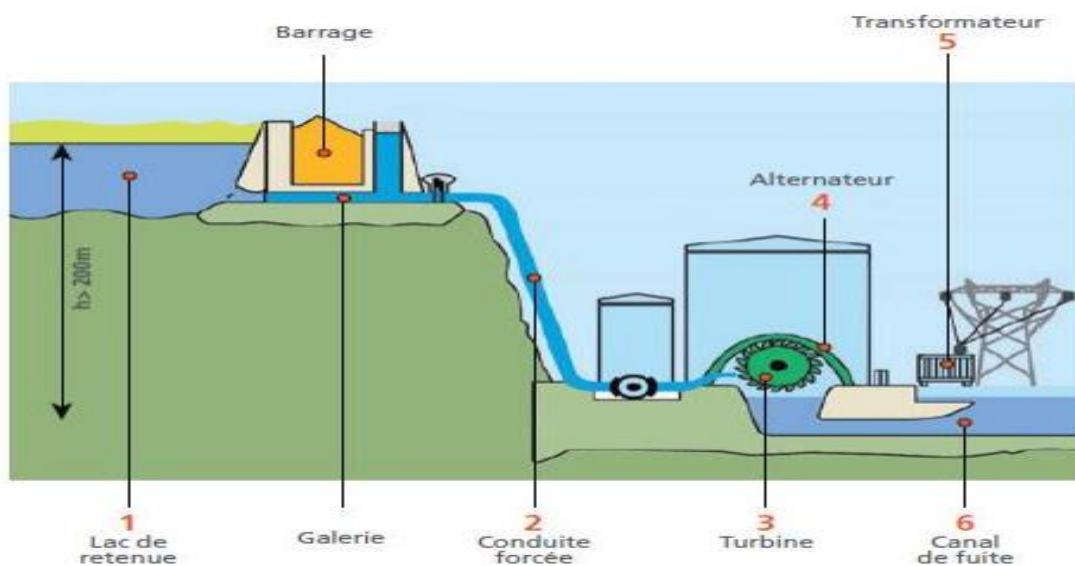


Figure I.14: Fonctionnement D'une Centrale Hydroélectrique

Les centrales hydroélectriques convertissent l'énergie de l'eau en mouvement en énergie électrique. L'énergie provenant de la chute d'une masse d'eau est tout d'abord transformée dans une turbine hydraulique en énergie mécanique. Cette turbine entraîne un alternateur dans lequel l'énergie mécanique est transformée en énergie électrique [TEB 20].

### **8-5-2-DIFFERENTES CENTRALES HYDRAULIQUES**

**Tableau :les types de stations hydrauliques**

<b>Centrale</b>	<b>Hauteur de chute</b>	<b>Turbine</b>	<b>Situation de la Centrale</b>
Haute chute	$h > 300 \text{ m}$	<b>Pelton</b>	à quelques km de la prise d'eau
Moyenne chute	$30 \text{ m} < h < 300 \text{ m}$	<b>Francis</b>	implantée dans le barrage
Basse chute ou fil de l'eau	$h < 30 \text{ m}$	<b>Kaplan</b>	implantée au fil de l'eau

### **8-5-3-AVANTAGES ET INCONVENIENTS**

#### **A -AVANTAGES**

- ✓ Usage de ressources renouvelables, sans émission de gaz à effet de serre pour la production d'électricité Forte réactivité (Démarrage en quelques secondes)
- ✓ Longue durée de vie (plus de 50 ans) Coût de production d'électricité faible

#### **B -INCONVENIENTS**

- ✓ Raréfaction des sites exploitables (contraintes géographiques)
- ✓ Acceptabilité sociétale potentiellement complexe (impact sur la continuité écologique des cours d'eau) Production d'électricité fatale pour les centrales sans stock.

### 8-6-Central PHOTOVOLTAÏQUE



Figure I.15: La centrale PHOTOVOLTAÏQUE

#### 8-6-1-PRINCIPE

Le principe de l'obtention du courant par les cellules photovoltaïques se nomme effet photoélectrique, qui consiste à l'émission d'électrons par un matériau soumis à l'action de la lumière. Cette production d'énergie électrique peut alors être stockée dans des batteries ou converties à l'aide d'un onduleur pour être distribuée dans le réseau électrique [HAU 06].

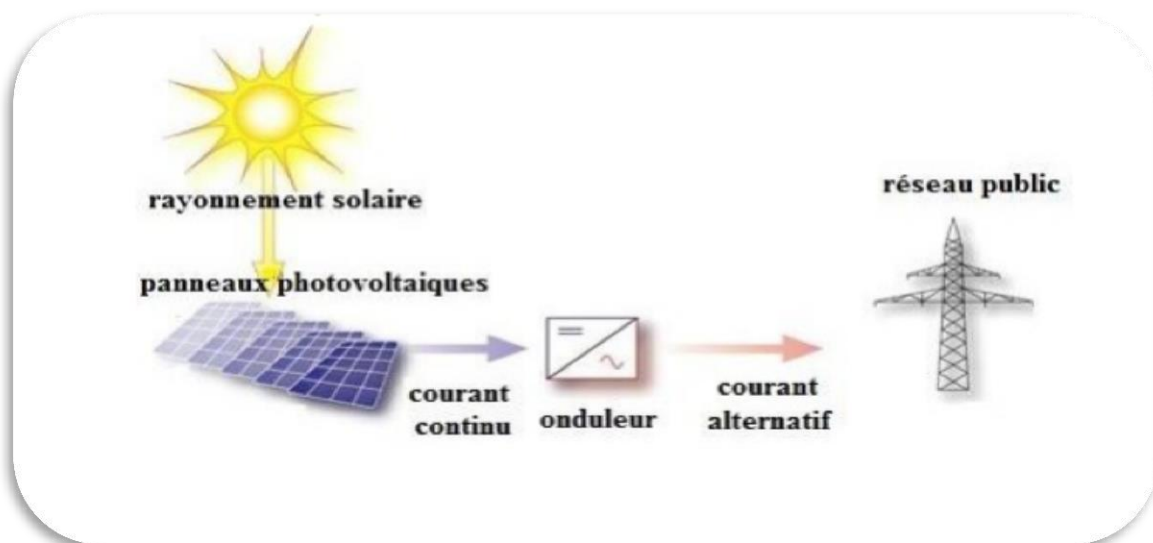


Figure I.16: schéma de principe d'un générateur photovoltaïque

### **8-6-2-Avantages et inconvénients**

Les avantages de l'énergie photovoltaïque les plus importants sont:

#### **A -Avantage**

- ✓ Energie indépendante, le combustible (le rayonnement solaire) est renouvelable et gratuit.
- ✓ Génère l'énergie requise.
- ✓ Réduit la vulnérabilité aux pannes d'électricité
- ✓ L'extension des systèmes est facile, la taille d'une installation peut aussi être augmentée par la suite pour suivre les besoins de la charge
- ✓ Entretien minimal.
- ✓ Aucun bruit

#### **B -Inconvénients**

- ✓ La fabrication des panneaux photovoltaïques relève de la haute technologie demandant énormément de recherche et développement et donc des investissements coûteux
- ✓ Les rendements des panneaux photovoltaïques sont encore faibles
- ✓ Nécessite un système d'appoint (batteries) pour les installations domestiques
- ✓ Le coût d'investissement sur une installation photovoltaïque est cher.
- ✓ Incertitude dans la prévision de la ressource
- ✓ Création de perturbations sur le réseau (variations brutales d'ensoleillement)

### **8-7-Central ENERGIE EOLIENNE**



**Figure I.17:** Central éolienne

8-7-1-FONCTIONNEMENT D'UNE EOLIENNE

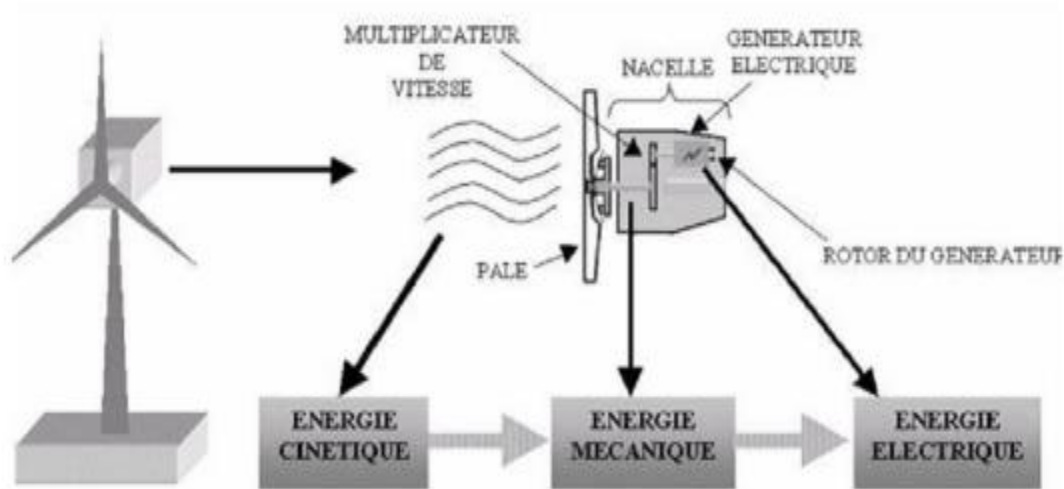


Figure I.18: Conversion de l'énergie cinétique du vent

L'éolienne, appelée aussi aérogénérateur, permet une transformation de l'énergie cinétique produite par le vent en énergie mécanique de rotation dans le but de produire de l'électricité. Il existe deux types d'éoliennes : certaines ont un axe horizontal, parallèle ausol, et d'autres avec un axe vertical, perpendiculaire au sol. L'éolienne à axe horizontal est munie de pales (généralement deux ou trois) qui tournent dans un plan vertical. Ainsi l'éolienne doit s'orienter face au vent pour une bonne efficacité. Les pales des éoliennes à axe vertical tournent quant à elles dans un plan horizontal et prennent alors le vent plus facilement [TEB 20].

8-7-2-COMPOSANTS D'UNE EOLIENNE

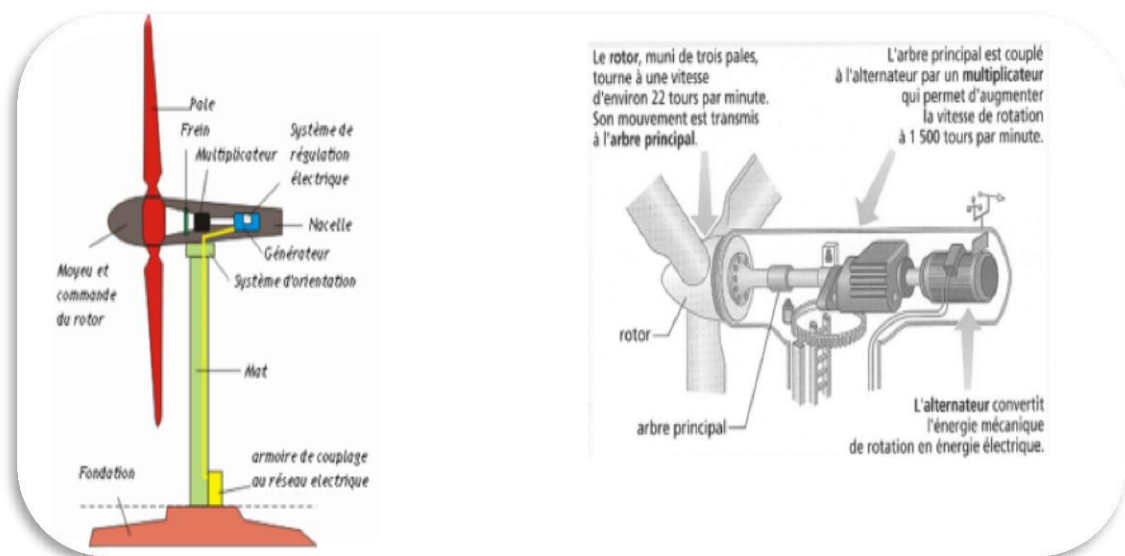


Figure I.19: Schéma d'ensemble d'une éolienne

### **8-7-3-AVANTAGES ET INCONVENIENTS**

#### **A -AVANTAGES**

- ✓ Usage de ressources renouvelables, sans émissions de gaz à effet de serre pour la production d'électricité
- ✓ Intermittence de production pouvant être compensée en partie par le foisonnement des régimes de vent sur le réseau.
- ✓ Conception, installation et maintenance aisée
- ✓ Coût marginal de production d'électricité très faible ("gratuité de la ressource")

#### **B -INCONVENIENTS**

- ✓ Intermittence et caractère fatal de la production d'électricité (variabilité dans le temps et dans l'espace de la ressource)
- ✓ Incertitude dans la prévision de la ressource
- ✓ Contraintes géographiques sur les sites éligibles (topographie, obstacles, etc.)
- ✓ Acceptabilité sociétale potentiellement complexe (impact paysager, biodiversité, etc.)

### **8-8-Centrale GEOTHERMIQUE**

Actuellement, le développement durable s'intéresse à d'autres filières énergétiques, plus respectueuses de l'environnement et quasiment inépuisables pour l'homme, comme la géothermie. L'énergie géothermique est un mot composé (du grec géo = la terre et thermie = la chaleur) qui désigne l'énergie provenant de la chaleur naturelle présente dans la croûte terrestre et dans les couches superficielles de la terre [TEB 20].

#### **8-8-1-Le principe de fonctionnement de centrale géothermique**

Les puits de production (forages) donnent un mélange eau-vapeur d'une température proche de 200°C. Le fluide géothermal est dirigé vers un séparateur d'où sort la vapeur haute pression (à environ 6 bar) produisant 30 tonnes/heure de vapeur. L'eau géothermale séparée de la vapeur passe dans un ballon de détente pour produire de la vapeur basse pression (à environ 1.3 bar) produisant 120 tonnes/heure de vapeur.

Les deux flux de vapeurs produits sont dirigés vers d'une turbine à condensation qui produit de l'énergie cinétique. La turbine entraîne un alternateur qui transforme l'énergie cinétique en énergie électrique.

Après son passage dans la turbine la vapeur est refroidie à 45 °C et se condense au contact de l'eau de mer, qui est fournie par une station de pompage. Le mélange eau de mer/eau

géothermale sortant du condensateur et l'eau provenant du ballon de détente sont renvoyés à la mer par un canal d'évacuation. L'eau rejetée a une composition chimique identique à celle des sources hydrothermales naturelles rencontrées en surface ou en mer.

Des circuits de contournement d'eau et de vapeur permettent d'évacuer le débit du forage en cas d'arrêt de la centrale.

Une variante consiste à réinjecter l'eau géothermale dans le sous-sol. Ce projet de réinjection partielle des fluides dans le réservoir géothermal est en cours de réalisation. Ces travaux devraient permettre de remettre en service la turbine la plus ancienne [TEB 20].

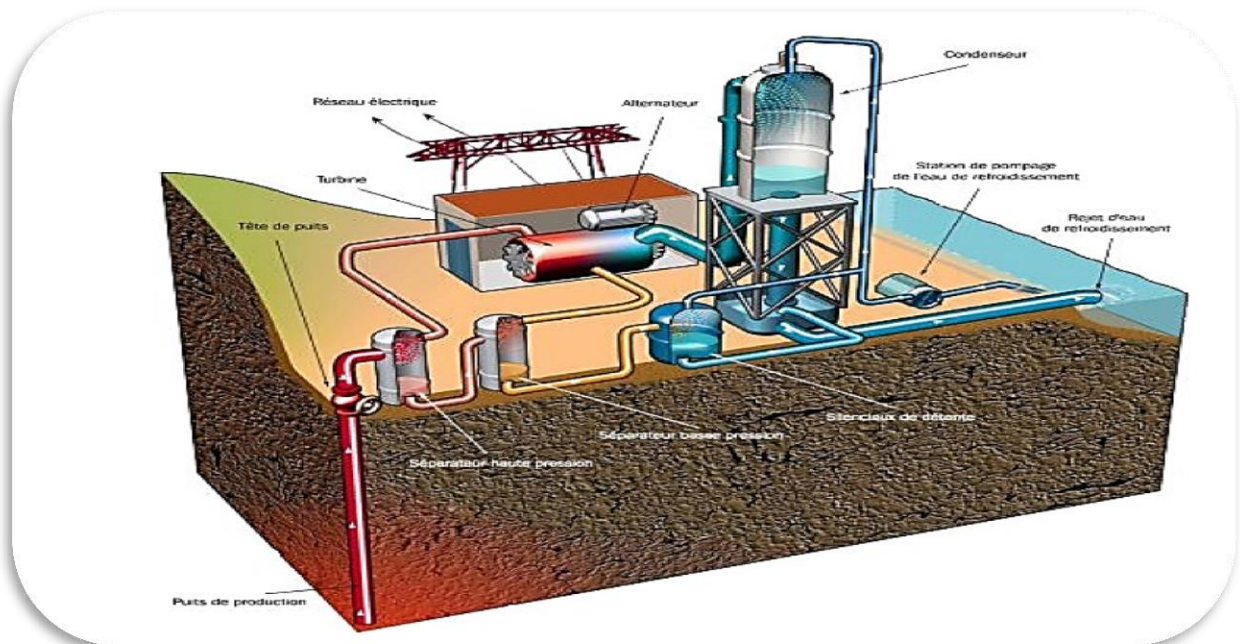


Figure I.20 : Schéma d'une centrale géothermique

### 8-8-2-AVANTAGES ET INCONVÉNIENTS

#### A -AVANTAGES

- ✓ Les puissances produites peuvent être importantes
- ✓ La technologie de production d'électricité est bien maîtrisée (turbine/alternateur)

#### B -INCONVÉNIENTS

- ✓ Seules les régions volcaniques sont pour l'heure concernées par la géothermie moyenne/haute température
- ✓ Le coût des forages très élevé
- ✓ Les forages doivent être bien réfléchis pour préserver la ressource en eau souterraine et ne pas la polluer [TEB 20].





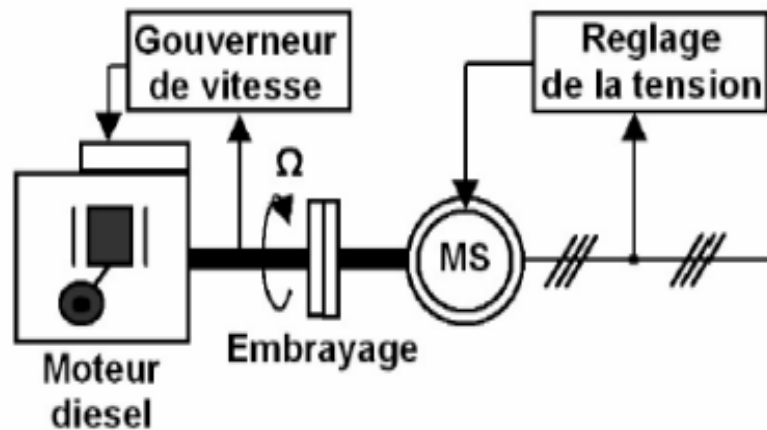


Figure I.22: Configuration de générateur diesel

### 8-10-1-AVANTAGES ET INCONVÉNIENTS

#### A -Avantages

- ✓ C'est simple du point de vue de la conception.
- ✓ Requis très petit espace.
- ✓ peut également être conçu pour une utilisation portable.
- ✓ Le petit groupe électrogène diesel peut être démarré en quelques secondes.
- ✓ Le coût initial est inférieur à celui des autres types de centrales.

#### B -Inconvénients

- ✓ Comme nous l'avons déjà mentionné, le coût du diesel est très élevé par rapport au charbon. L'usine est généralement utilisée pour produire une faible consommation d'énergie.
- ✓ Le coût des lubrifiants est élevé.
- ✓ La maintenance est assez complexe et coûte cher.
- ✓ L'usine ne fonctionne pas de manière satisfaisante dans des conditions de surcharge pendant une période plus longue

#### Conclusion

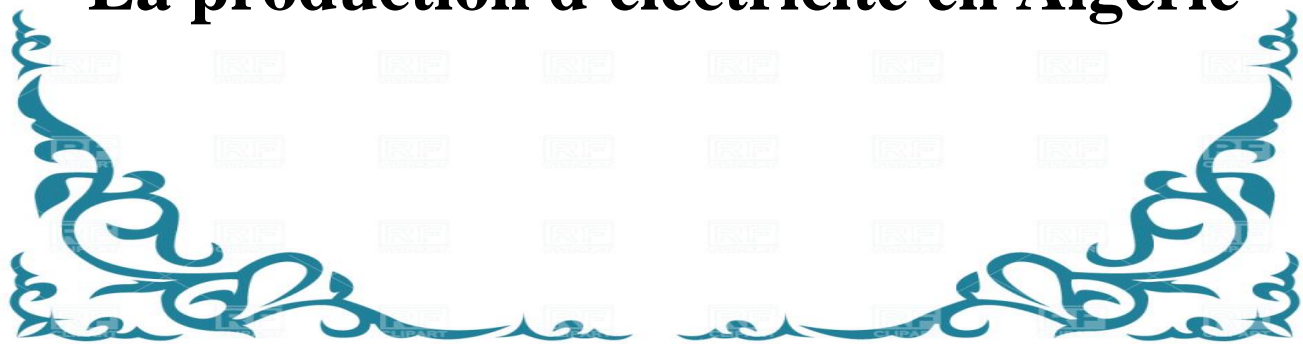
Ce chapitre est consacré aux généralités sur les différents types centrales électriques et rendre connaissance des différents équipements participant à la production de l'énergie électrique, et nous avons expliqué les principales étapes de la production d'électricité et les différentes technologies utilisées aux niveaux local et mondial.





## **Chapitre II :**

# **La production d'électricité en Algérie**



## **Introduction**

La consommation d'énergie électrique totale et par habitant est considérée comme un indicateur de développement du pays. Dans ce chapitre, nous allons faire la lumière sur la consommation d'énergie de grande puissance par les industries en Algérie, où nous étudions la réalité de la production, de la consommation et des statistiques sur les lignes de transmission à travers le territoire national afin que nous puissions étudier en profondeur l'avenir énergétique en Algérie.

### **1-Description d'Algérie**

#### **1-2-Situation géographique**

L'Algérie est le pays le plus étendu des pays Africains (2 381 741 km<sup>2</sup>). Il constitue un vaste pentagone. Il est situé entre le 18° et le 38° parallèle de la latitude Nord et entre le 9° de longitude Ouest et 12° de longitude Est. Le Méridien International d'origine (0° Greenwich) passe près de la ville de Mostaganem. L'Algérie est constituée de deux ensembles régionaux qui relèvent de domaines morphologiques distincts: Le premier au Nord, compris entre la mer et l'Atlas saharien, appartient à la zone de formation « alpine » qui ceinture la Méditerranée depuis l'Europe du Sud jusqu'en Afrique du Nord. Le second, constitué des régions sahariennes, au sud de l'Atlas du même nom, fait partie de la vieille Afrique et forme un ensemble immense, rigide et monotone. L'Algérie est un vaste pays caractérisé par un climat typique pour chaque région. Ainsi, l'Algérie du Nord est méditerranéenne dans sa presque totalité avec 1600 km de côtes, où s'installe un climat doux et pluvieux en hiver, chaud et sec en été. Quant à la région saharienne, elle se distingue par une aridité extrême, interrompue de temps à autre par des pluies exceptionnelles et imprévisibles. L'amplitude thermique, à la fois entre le jour et la nuit, est saisonnière et très importante dans ces régions. Elle a une incidence directe sur les activités agricoles et pastorales de l'homme [CHI 16].

La situation géographique de l'Algérie se situe dans la région de l'Afrique du Nord, s'étendant de la Méditerranée au nord à la profondeur africaine au sud, définissant son voisinage géographique au sud de la région de l'Afrique subsaharienne qui s'appelle l'Algérie à travers un vaste désert s'étendant au centre de l'Afrique du Nord pour couvrir environ 98% de la superficie de l'Algérie. Le total dans la partie sud, et environ 08% de la superficie du Grand Sahara Africain. Et le désert se connecte l'Algérie au sud et à l'ouest dans les régions semi-arides du Sahel (Tchad, Niger, Mali et Sénégal), et à l'est, les déserts égyptien et soudanais.

Compte tenu de ce lien et de l'extension géographique du Sahara algérien en la profondeur du Grand Sahara africain en a fait un pont de liaison entre le nord du continent et sa côte d'Afrique sub-saharienne.

Il a fait partager à l'Algérie ses frontières méridionales avec la soi-disant «région du Sahel africain» à travers le Mali Et le Niger, avec une frontière terrestre avec le Mali, d'une longueur d'environ 9 199 km, s'étendant dans une zone désertique coupée par des routes

Une ancienne zone commerciale, avec le Niger, distante de 159 km.

Utilisé par les marchands et les caravanes touaregs

Ainsi, la région (côte africaine) est considérée comme une zone tampon et un lien entre

Deux espaces géopolitiques distincts représentés en Afrique du Nord (Blanche) vers lesquels l'Algérie se développe géographiquement Mon équipe est ce qui est juste et ce qui est juste

Wa (noir), notant que le Sahel africain est un espace régional qui s'étend entre

La mer Rouge à l'est jusqu'à l'océan Atlantique à l'ouest, et il comprend géographiquement un groupe de pays, dont les plus importants sont Soudan, Niger, Tchad, Mali, Mauritanie, Sénégal, en plus des calculs géo-économique Burkina Faso, Nigéria, îles du Cap-Vert et Sahara algérien [CHI 16]

### **1-3-La population**

Sur la base de l'hypothèse que le même taux de croissance démographique se poursuivra pour l'année 2020, la population résidente totale s'élevait à 45,4 millions au 1er janvier 2022, selon les attentes du Bureau national des statistiques [ATL 16].

### **1-4-Climat**

Au nord, le climat est typiquement méditerranéen. Les étés sont chauds et secs, les hivers doux et humides (400 mm à 1 000 mm de pluie par an). Les températures moyennes (25 °C en août et 12 °C en janvier à Alger) varient en fonction de l'altitude.

En été, le sirocco, un vent extrêmement chaud et sec, souffle du Sahara. Sur les Hauts Plateaux et dans l'Atlas saharien, les précipitations sont peu abondantes (200 mm à 400 mm par an). Dans le Sahara, elles sont inférieures à 130 mm par an. L'amplitude thermique y est très importante (de 49 °C le jour à moins de 10 °C la nuit). L'aridité du climat est accentuée par des vents de sable parfois très violents (le vent simoun). Superficie et découpage administratif [ATL 16].

### **1-5-Superficie et découpage administratif**

L'Algérie est le plus grand pays d'Afrique par sa superficie 2 381 741 km<sup>2</sup>, dont les quatre cinquièmes sont occupés par le Sahara. Sur le plan administratif, l'Algérie comprend 58 wilayas, divisées en 160 dairates et 1 541 communes [ATL 16].

2-Situation énergétique

2-1- Production Nationale d'énergie

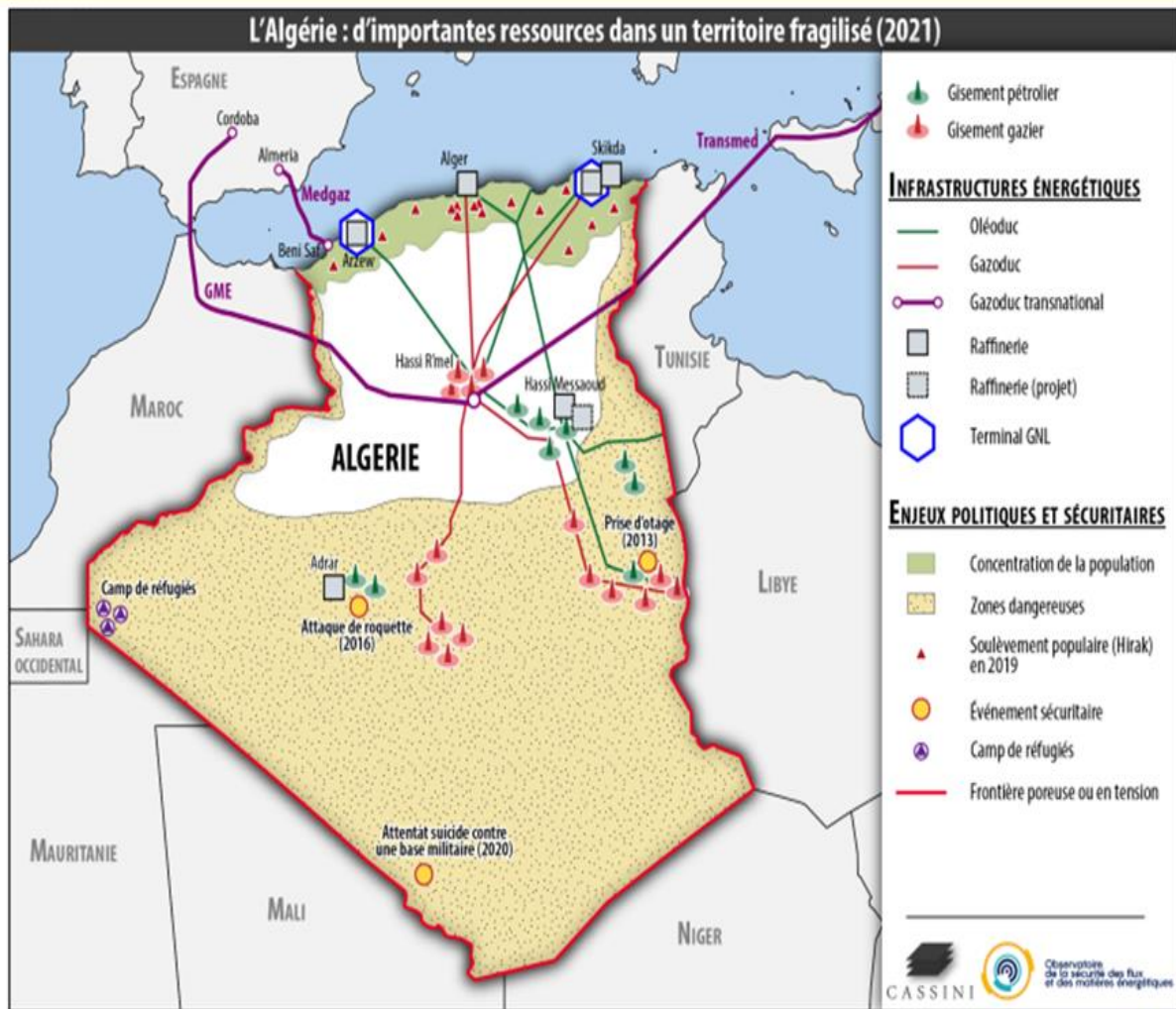


Figure II.23 Carte énergie (gaz et pétrole) [BEN 18]

Ses sources principales sont les combustibles fossiles tels que le pétrole, le charbon et le gaz. Dans ce chapitre, les données de la production et la consommation d'énergie sont collectées des bilans énergétiques publiés par le ministère de l'énergie sur le site intern 1.3.1.a. Production d'énergie primaire La production commerciale d'énergie primaire a enregistré une quasi-stabilité (0,2%) par rapport aux réalisations de 2016, pour atteindre 165,9 Mtep. Ainsi, la hausse de production du gaz naturel a compensé partiellement la baisse de production des liquides en raison notamment de l'application de l'accord de réduction de production de l'OPEP [BEN 18] .

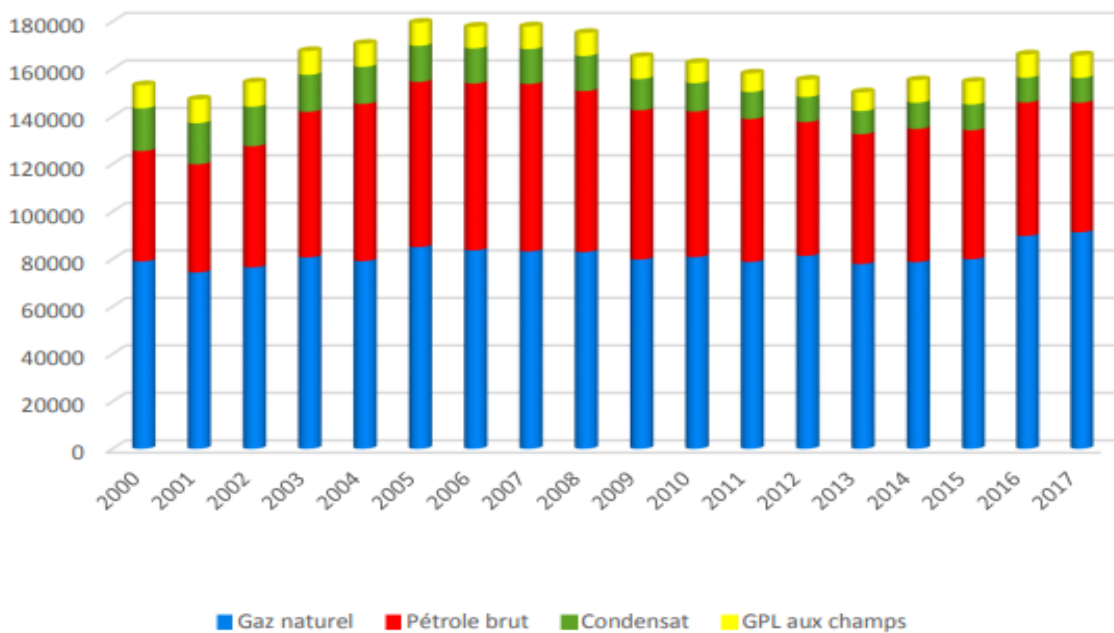


Figure II.24 : Production nationale d'énergie primaire de (2000 à 2017) en ktep [BEN 18].

### Interprétation

La figure 1.2 montre la production nationale d'énergie primaire et nous constatons une augmentation de la production nationale d'énergie primaire d'année en année. Car la production globale pour l'année 2017 voisine 165,9 Mtep. La distribution de la production énergétique primaire comme suite:

- Gaz Naturel : avec une production de 55%
- Le pétrole : avec une production de 32.9%
- GPL aux champs : 5.7%
- Condensat 6.3%

### 2-2-Production d'énergie dérivée

La production d'énergie dérivée a atteint 64,2 Mtep, en hausse de 1,8% par rapport aux réalisations de 2016, suite à l'augmentation (6,0%) de la production du gaz naturel liquéfié (GNL), de l'électricité thermique (5,2%) et du GPL (5,3%). Cette hausse a plus que compensé La baisse de production des produits pétroliers (-2,7%) [BEN 18]



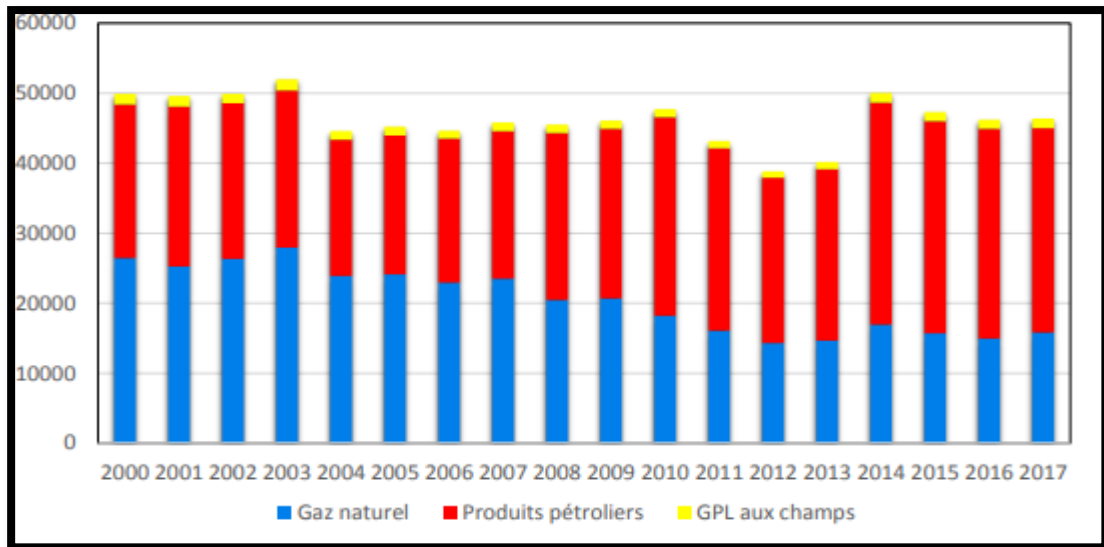


Figure II.25 : Production d'énergie dérivée de (2000 à 2017) ktep [BEN 18]

### Interprétation

La figure 1.4 montre la production d'énergie dérivée en Algérie, qui augmente d'une année à l'autre, la production d'énergie dérivée en Algérie est de 63.09Mtep, la distribution des énergies dérivées est comme suite:

- Les produits pétroliers; avec une production de 45.4%
- L'électricité: une production de 27.6%
- Le GPL; une production de 24.7%

### 3-Evolution de Réseau National Transport

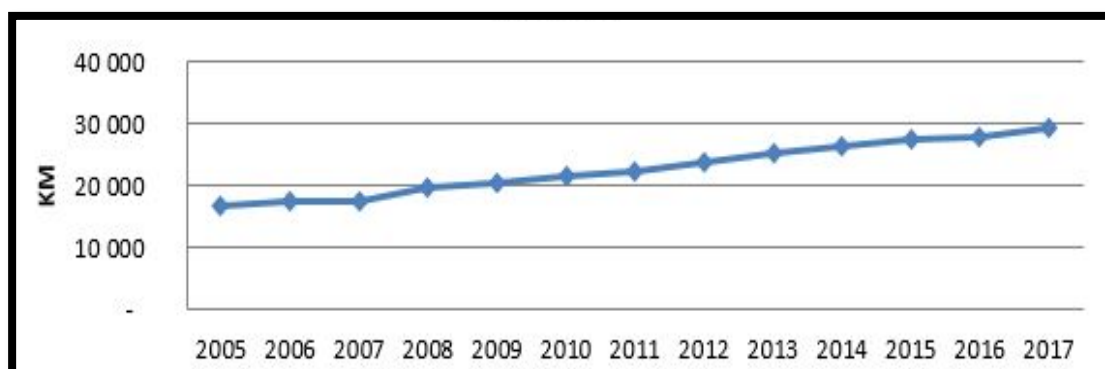


Figure II.26 :Evolution de Réseau National Transport d'Electricité en( 2005 -2017)

## Interprétation

A travers la courbe obtenue, on constate une augmentation des lignes de transmission THT en raison de l'augmentation de la demande pour celles-ci et de l'adoption de nouveaux itinéraires suite à l'émergence de certaines zones résidentielles et également selon la politique algérienne d'alimentation des zones isolées sur le territoire national .

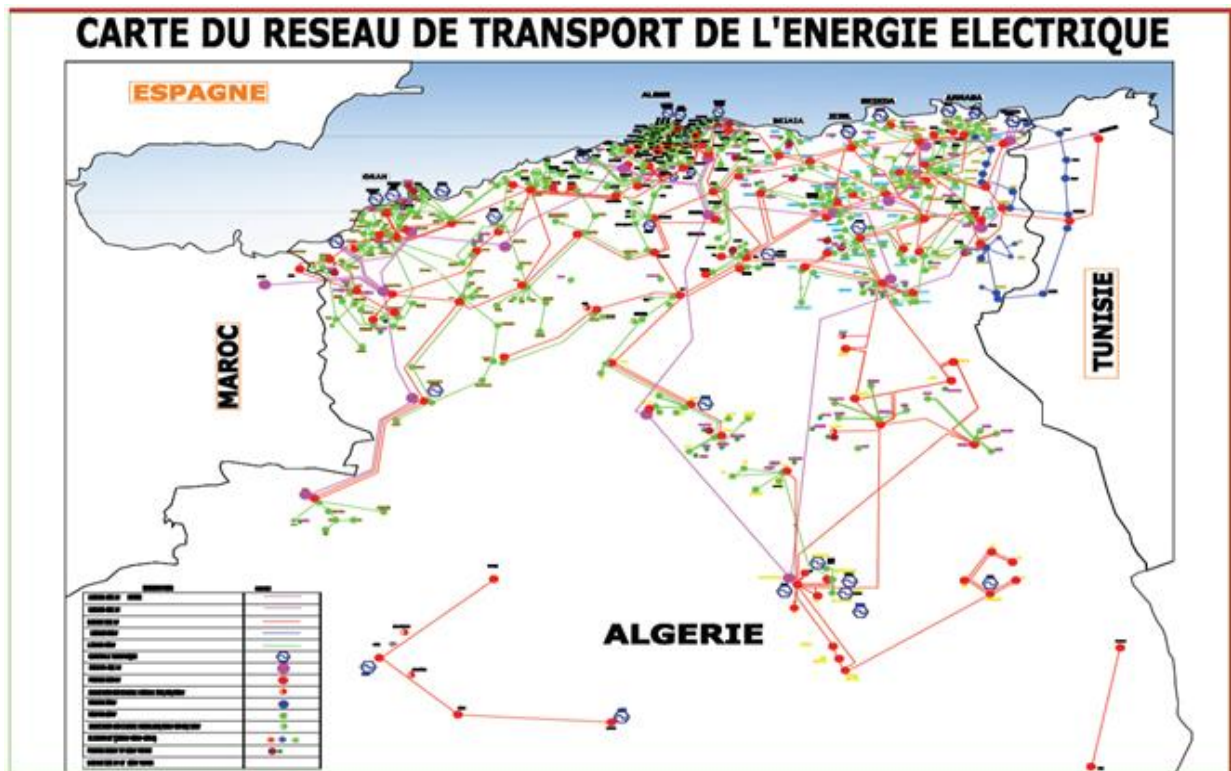


Figure II.27. carte réseau national [MEA 17]

### 4-La consommation de l'énergie électrique

La consommation d'électricité correspond à un appel de puissance active sur le réseau pour une période de temps bien déterminée .L'électricité est consommée par des différents types de consommateurs (résidentiels, commerciaux et industriels), étant donné la pluralité de leurs utilisations individuelles de l'énergie électrique, elle varie à chaque moment. [SAG 07]

Connaître la consommation de l'électricité d'une période future est important pour l'exploitation du système électrique. Pour ce faire, une multitude de variables sont traditionnellement utilisées pour expliquer et prédire le niveau de consommation d'électricité : la température, l'heure de la journée, le jour de la semaine (jour ouvrable, week-end), le prix, etc. L'impact de la plupart de ces variables est lié aux conditions climatiques, aux habitudes de consommation, aux rythmes de vie et au pays considéré. [SLI 09].

### 5-Statistiques sur l'électricité en Algérie

Pour les clients éligibles le prix est déterminé dans le contrat commercial et Le CREG (Commission de Régulation de l'Electricité et du Gaz) qui détermine le tarif d'utilisation du réseau de transport par ces clients chaque année. Les entreprises de distribution alimentent les clients non éligibles et ces deniers payent selon le tarif déterminé par le CREG. Parce que le marché d'électricité en Algérie est dominé par SONELGAZ, on peut voir globalement ses actions d'un point de vue statistique approximative actuellement (2020), d'après le site de cette entreprise. Tableau

Nombre de clients electricites	Production d'Electricite	Longour de reseau de transport électrique	Longueur reseau de distribution électrique	Capacite installée
9 605 685	72 395 Gwh	29 644 KM	338 380 KM	8 542,5GWh

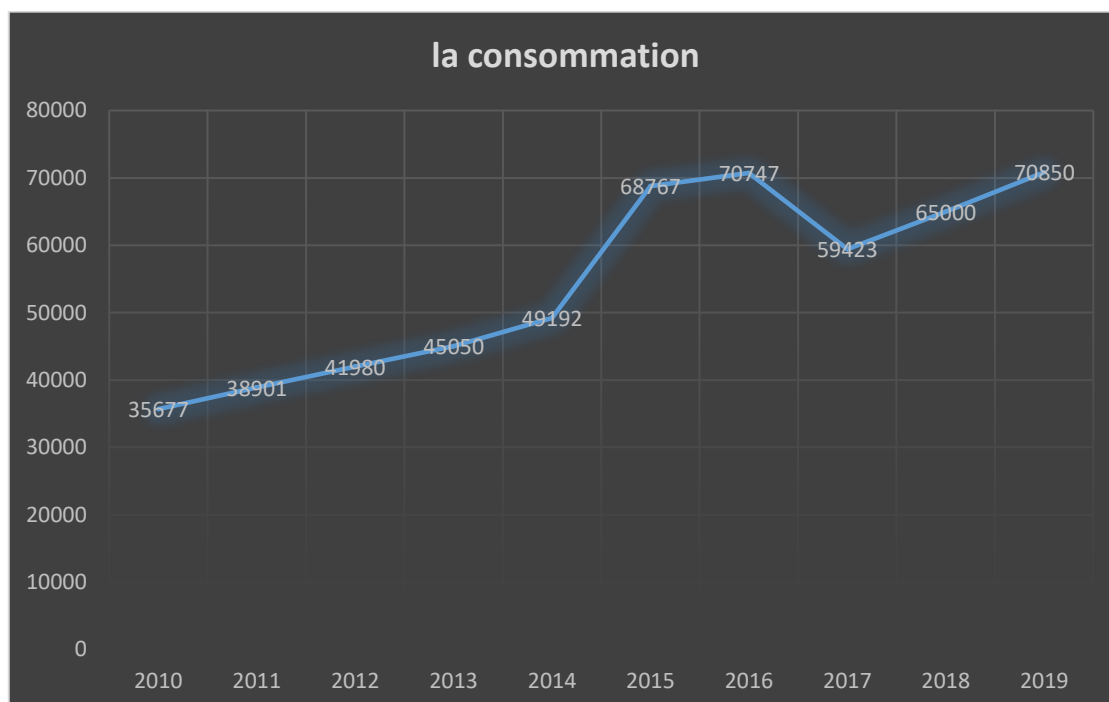
### 6-La réalité de la production et de la consommation d'électricité en Algérie

		Taux d'évolution 2018/2019 %
	Turbine Vapeur	849,5 GWh +7,0%
	Turbine Gaz	3 673,2 GWh -11,2%
	Cycle Combiné	3 866,4 GWh +32,9%
<b>PRODUCTION</b>	Hydraulique	17,1GWh -
<b>8 542,5GWh</b>	Diesel	83,7 GWh -19,4%
	Photo Voltaïque	52,4 GWh +1,3%
	Eolien	0,2 GWh -34,2%

Figure II.28 : la production d'électricité en Algérie 2019 [OSE 2019]

**Tableau II.1** la consommation d'électricité sur la période 2010-2019

<b>l'année</b>	<b>2010</b>	<b>2011</b>	<b>2012</b>	<b>2013</b>	<b>2014</b>
<b>La consommation d'électricité</b>	<b>35677</b>	<b>38901</b>	<b>41980</b>	<b>45050</b>	<b>49192</b>
<b>l'année</b>	<b>2015</b>	<b>2016</b>	<b>2017</b>	<b>2018</b>	<b>2019</b>
<b>Laconsommation d'électricité</b>	<b>68767</b>	<b>70747</b>	<b>59423</b>	<b>65000</b>	<b>70850</b>



**Figure II.29** : la consommation d'électricité sur la période 2010-2019 [OPAEP]

### Interprétation

A travers le document, on note une augmentation significative de la consommation d'électricité au cours des dix dernières années, et cela est directement proportionnel à la population et aux investissements réalisés au cours de l'année.

7-Évolution de la consommation d'électricité par secteurs

Unité : gigawattheure

Tableau II.2 la consommation d'électricité par secteurs [TYP 21]

l'année	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
domestique	11.758	12.722	14.764	17.181	14.764	19.672	20.211	21.776	24.726
commercial	7.432	7.954	9.077	8.765	9.077	10.306	10.689 1	11.390	11.543
Industrielle	15.032	16.482	17.331	17.552	17.331	20.679	21.411	23.207	23.493
Autre	1.581	1.743	1.978	1.552	2.484	2.756	2.838	3.050	1.233
Total	35.803	38.901	43.150	45.050	49.192	45.050	55.149	59.423	60.995

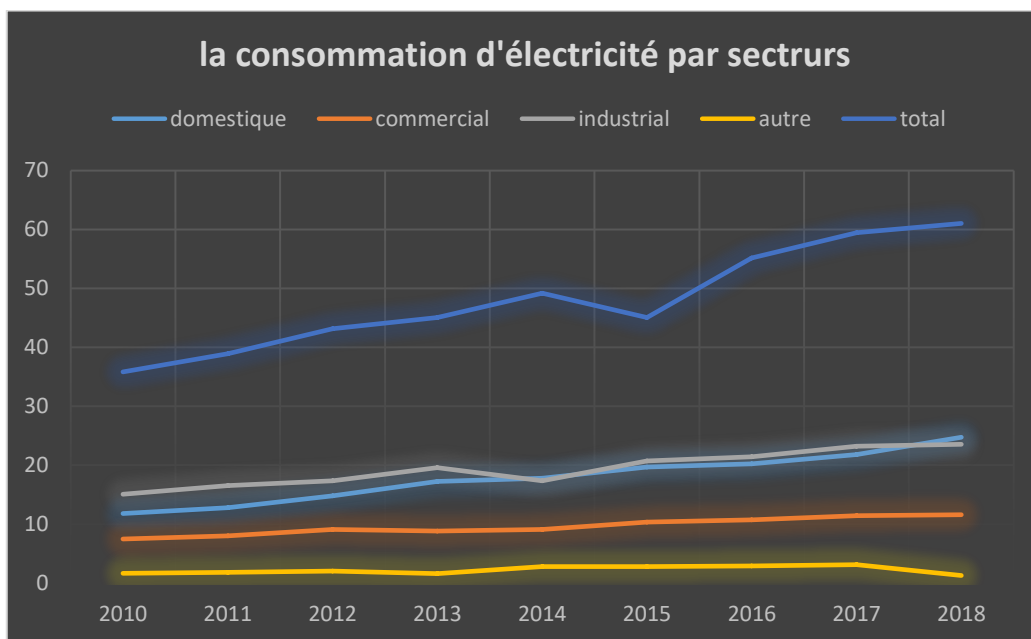


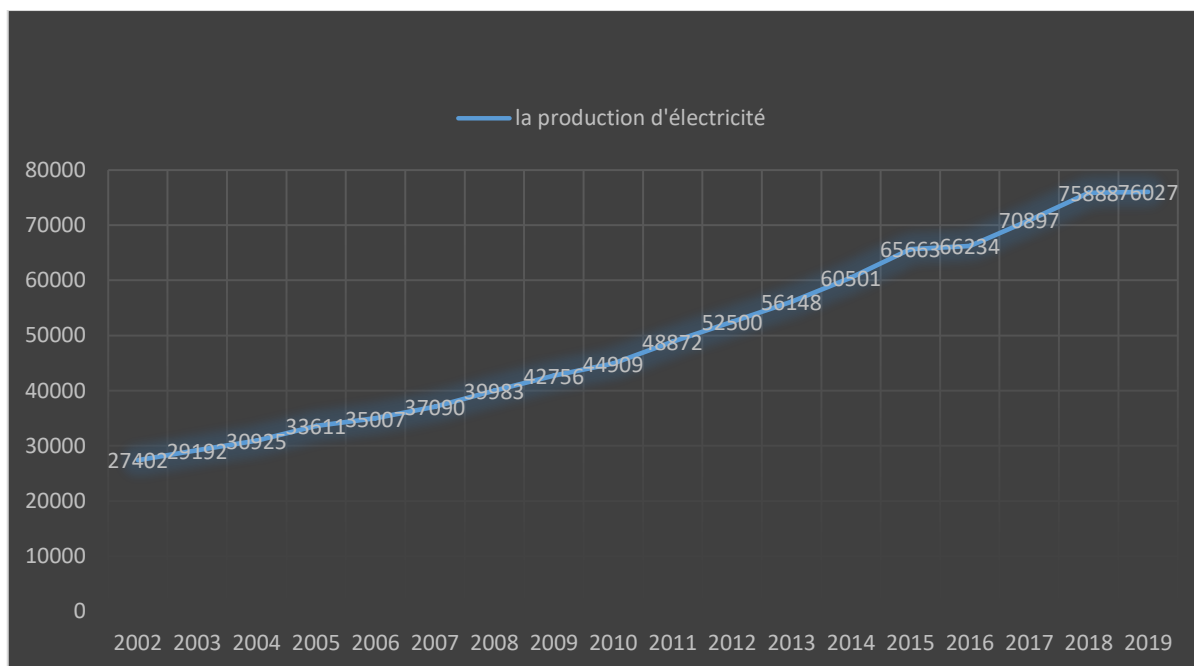
Figure II.30 L'évolution de la production d'électricité sur la période 2002-2019

## Chapitre II..... : La production d'électricité en Algérie

La production d'électricité a connu un développement remarquable au cours des 27 402 dernières à 76 027 en 2019, ce dernier représentant près de trois fois l'année 2002, qui est Le 200années tableau suivant montre

**Tableau II.3** de la production d'électricité sur la période 2002-2019 [DPR ]

l'année	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
la production d'électricité	27402	29192	30925	33611	35007	37090	39983	42756	44909
l'année	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
la production d'électricité	48872	52500	56148	60501	64663	66234	70897	75888	76027



**Figure II.31** : Un graphique montrant l'évolution de la production d'électricité en Algérie durant la période 2002-2019

### Interprétation

On note à travers la courbe une augmentation de la production à rythme constant sur la période des dernières années sous l'effet de l'augmentation de la demande et de l'expansion des nouvelles urbanisations

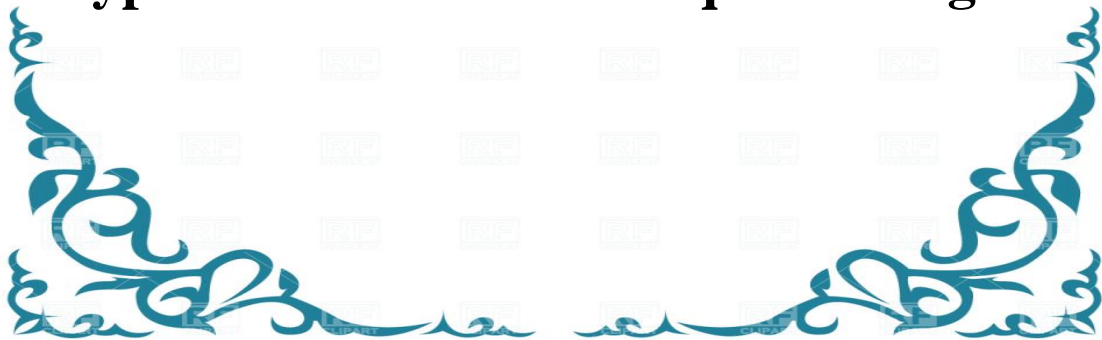
## **Conclusion**

L'étude bibliographique comparative fait dans ce chapitre des différentes centrales électriques qui nous a permis de tirer la conclusion suivante : parmi ces centrales de récupération on a constaté que la centrale à cycle combiné (gaz, vapeur) est la solution Idéale à court terme pour répondre à la demande croissante de l'électricité en Algérie est cela pour plusieurs raisons : C'est une technologie thermique moderne permettant d'ajuster en permanence la production et la consommation électriques au niveau de l'Algérie Notre pays est un pays gazier .



## **Chapitre III:**

### **Types de centrales électriques en Algérie**





### **Introduction**

L'Algérie est un pays en développement où un bon nombre d'habitations se situent en territoires isolés ou à une distance significative du réseau électrique. Les coûts de raccordement au réseau sont importants et parfois, le raccordement est tout simplement impossible. C'est pourquoi à partir de cette problématique et à la suite des statistiques précédentes, nous aborderons dans ce chapitre quelques points, notamment l'analyse de la carte énergétique et l'examen des ressources énergétiques exploitables, et nous pencherons sur la réalité et les perspectives des énergies renouvelables. Nous donnerons également quelques suggestions, non compétitives, mais pour être Le continuité de service et la sécurité énergétiques et à moindre coût tout en respectant l'environnement. Par conséquent, davantage de mesures devraient être prises. Et les politiques qui travailleront sur l'utilisation optimale de ces ressources afin d'augmenter la contribution des ressources production d'énergie naturelle.

### **1-Le types centrales électriques en Algérie**

En Algérie, l'énergie électrique est produite, principalement, à partir de gaz naturel, la part de la puissance installée de l'ensemble des centrales utilisant cette énergie primaire dépasse les 96%, le reste des énergies employées se répartit entre le gasoil dans les centrales Diesel et l'eau dans les centrales hydroélectriques.

Le gaz est utilisé dans des centrales thermiques à vapeur, à gaz, ainsi que dans les centrales à gaz et à vapeur appelées centrales à cycle combiné. En effet, les cycles combinés peuvent se présenter selon deux configurations : Mono-arbre ou multi-arbre. Un cycle combiné mono-arbre est constitué d'une seule turbine à gaz, d'une seule chaudière de récupération qui alimente une turbine à vapeur et d'un unique alternateur dimensionné pour les deux turbines.

La configuration mono-arbre se caractérise par le fait que les équipements : turbine à gaz, turbine à vapeur et alternateur sont agencés selon une disposition longitudinale, pour ne constituer qu'une seule ligne d'arbre.

Un cycle combiné multi-arbres est constitué d'une ou plusieurs turbines à gaz, d'une chaudière de récupération pour chaque turbine à gaz ou d'une chaudière commune à toutes les turbines à gaz, d'une turbine à vapeur et d'un alternateur pour chaque turbine.

La configuration multi-arbres se caractérise par le fait que les équipements turbo-alternateurs à gaz et à vapeur peuvent être agencés selon la forme du site dans les centrales en cycle combiné qui étaient les moyens privilégiés pour répondre à la charge de base, la

configuration en mono-arbre était la plus adéquate puisque son exploitation était plus simple et plus économique. Avec l'abondance de capacités de production atteintes et pouvant être plus importantes avec l'ouverture du marché de l'électricité, cette configuration peut s'avérer inadaptée.

La souplesse d'exploitation d'un cycle combiné de type mono-arbre étant limitée, les constructeurs de machines ont œuvré pour l'amélioration de cette souplesse, notamment, en adjoignant des équipements pouvant en dire indépendant le fonctionnement des turbo-alternateurs. Ainsi, les cycles mono-arbre ont été équipés de systèmes d'embrayage qui permettent l'exploitation de turbo-alternateurs à gaz en cycle simple

La vapeur est alors dirigée directement vers le condenseur par le système de contournement D'autres solutions offrant une meilleure souplesse consistent en l'introduction de cheminées de by-pass des fumées permettant le fonctionnement des turboalternateurs à gaz seuls, sans production de vapeur. Dans les cycles combinés de type multi-arbres, la modulation de la puissance peut s'opérer par l'arrêt de la turbine à vapeur dans un premier temps et être suivie d'une baisse de la charge de la turbine à gaz jusqu'au minimum technique possible. Ce mode de fonctionnement est approprié pour la gestion du creux. Cette modulation est d'autant plus grande pour un multi-arbre comprenant plusieurs turbines à gaz que l'arrêt d'une turbine à gaz au lieu d'une turbine à vapeur offre l'avantage de ne pas dégrader le rendement thermique. De plus, l'échelonnement dans la construction permet la mise en service des groupes turbines à gaz avant l'achèvement des cycles à vapeur En Algérie [NBL 10].

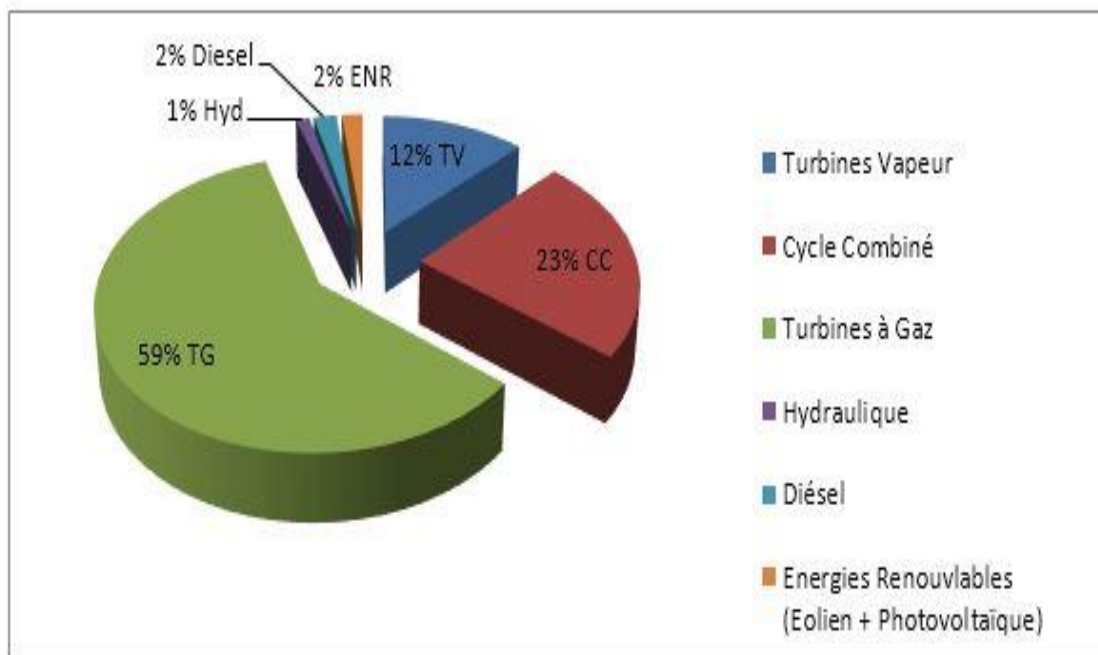
le parc de production dispose actuellement de deux centrales de type cycle combiné en exploitation. L'introduction de ces centrales dans un parc constitué quasi-exclusivement de turbines à vapeur et de turbines à gaz a, indéniablement, contribué à réduire les quantités de gaz dédiées à la production de l'électricité. La consommation spécifique globale de gaz est ainsi passée de 2,98 th/kWh en 2005 À 2,70 th/kWh en 2009 après l'entrée en service de ces deux centrales. Cette amélioration s'est traduite par une économie d'un volume d'environ 1,4 milliards de m<sup>3</sup> de gaz en 2009.

La première centrale localisée à Skikda, appartenant à Shariket Kahraba Skikda(SKS), développe une puissance de 825 MW. Elle est de type multi-arbres. Les turbines à gaz sont entrées en service à la fin de l'année 2005. La mise en service des tranches de production est intervenue au courant de l'été 2006. Le couplage des turbines à gaz, plusieurs mois avant les turbines à vapeur, a permis de disposer d'une capacité de production supplémentaire de l'ordre de 500 MW.

La seconde installation située à l'ouest de Cherchell (Tipasa), appartenant à Shariket Kahraba Hadjret Ennous (SKH), est de type mono-arbre. Elle a commencé à produire de l'électricité durant l'hiver 2008-2009. Elle est constituée de trois tranches développant une puissance totale de 1225 MW. Deux centrales de type mono-arbre sont actuellement en fonctionnement : La première, située à Terga dans la wilaya d'Ain-Temouchent. Elle a commencé à produire de l'électricité durant l'hiver 2011. Développant une puissance totale de 1200 MW.

La deuxième à Koudiet-Eddraouch dans la wilaya d'El-Taref. Elle a commencé à produire de l'électricité au début de l'année 2012. Elle est constituée de trois tranches développant une puissance totale de 1200 MW. Ces centrales à cycle combiné en fonctionnement on les trouve dans les wilayas suivantes : Wilaya de Jijel, développant une puissance totale de 750 MW. Wilaya de Sétif (Ain arnet), la centrale développe une puissance de 1200 MW. Wilaya de Djelfa, développant une puissance totale de 1200 MW. Wilaya de Biskra, développant une puissance totale de 1400MW. Une autre centrale solaire (Solar Power Plant one) (SPP1), située à Hassi-R'mel (Laghouat) et développant environ 134 MW, est entrée en phase d'essai à la fin de l'année 2010. C'est une installation hybride (Centrale Solaire Power) CSP/ Gaz dont la partie cycle combiné est de type multi-arbres. Si la part des cycles combinés dans la puissance électrique installée globale est restée, jusqu'à aujourd'hui assez modeste en Algérie, son intégrations s'inscrit résolument dans une logique de développement, avec notamment des perspectives de conversion d'une partie des centrales à turbines gaz existantes en cycles combinés. Les principales centrales, localisées dans les sites arides, qui peuvent présenter un intérêt pour la transformation en cycle combiné et dont les paliers de puissance se situent entre 100 et 425 MW totalisent une puissance de l'ordre de 2000 MW. Et on a aussi les centrales à gaz en fonctionnement on les trouve dans les wilayas suivantes :

- ✓ M'sila (DRAA- EL-HADJA) développe une puissance de 425 MW (2009/2010).
- ✓ Khenchla (Zone d'El-berg sud de khenchla) développant environ 420 MW.
- ✓ Batna (Ain djasser), développant une puissance totale de 254MW (nov /dec 2009).
- ✓ Blida (Larbâa) développe une puissance de 560MW (2009/2010).
- ✓ Annaba développe une puissance de 71MW(2010).
- ✓ Oran (Est) développe une puissance de 75MW mars 2008.
- ✓ Relizane développe une puissance de 465MW (sep2009).
- ✓ Alger port développe une puissance de 71MW (2010) [NBE 10]



**Figure II.32** Un cercle relatif indiquant le pourcentage de chaque type de production nationale

Evaluation de la production d’électricité : Intégration progressive des marchés de l’électricité de l’Algérie, le tableau suivant décrit l’évolution prévu du parc de production selon ses critères :

**Tableau I.4.**L’évolution prévue du parc de production sur la période considérée en Algérie

[DPR 14].

Estimation Capacité Installée	2008	2009	2010 – 2012	2013 – 2015	2016 – 2020	2021 - 2025
TG	4 205	5 419	4 957	5 797	6 697	7 797
CC	825	2025	4 425	6 025	8 825	11 225
TV	2 435	2 435	2 435	2 435	2 239	1 662
TH	230	230	230	0	0	0
Hybride	0	0	150	150	150	570
Nucléaire	0	0	0	0	0	1000
<b>Total</b>	<b>7 695</b>	<b>10 109</b>	<b>12 197</b>	<b>14 407</b>	<b>17 911</b>	<b>22 254</b>
<b>Déclassement</b>	<b>230</b>	<b>120</b>		<b>273</b>	<b>400</b>	

LA PRODUCTION Le mois d’Aout 2019 est marqué par une progression de la production rapport à l’année passée, la part des Cycle combine est remarquable elle est dominante avec 45,1% du total mensuel de production

**2-Liste des centrales électriques en Algérie**

<b>le lieu de la station</b>	<b>Capacité en mégawatts</b>	<b>Type</b>	<b>Mise en service</b>
Algérie	108	TG	1979
Oran	200	TG	2007
Oum El Bouaghi	300	TG	2004
Algérie	418	TG	2002
Oran	445	TG	2005
Médéa	500	TG	2006
Ouargla	660	TG	2006
Skikda	880	TG CC	2013
Tarif	1200	TG	
Khenchela	1200	TG	
Naâma	1200	TG	
Biskra	456+1400	TG et TG CC	2020
Boumerdès	1200	TG	
Mostaganem	1200	TG	
Tipasa	1260	TG	
Djelfa	1263	TG	
Jijel	1600	TG CC	
Sétif	1015	TG CC	
Jijel	750	TG	
Djelfa	1200	TG CC	
M'sila	425	TG	
Khenchla	420	TG	
Batna	254	TG	
Blida	560	TG	
Annaba	71	TG	
Oran	75	TG	
Relizane	464	TG	
Alger port	464	TG	
	71	TG	
AinTemouchent	1200	TG	
		TG	
Béjaïa	24	hyd	
Laghouat	150	hyb	2018
Djelfa	48	PV	

### Chapitre III :.....Le types centrales électriques en Algérie

Al Masila	44	PV	
Ouargla	39	PV	
El byad	30	PV	2016
Elmghyaer	28	PV	
Aïn al Bayda	27	PV	
Djelfa	26	PV	
Bachar	26	PV	
Tessemsilt	26	PV	
Djanet	03	PV	2015
Saeidat	30	PV	
Naâma	23	PV	
Biskra	22	PV	
Touggourt	20	PV	
M'Sila	20	PV	
Tindouf	20	PV	
Naâma	20	PV	
Tiaret	20	PV	
El Oued	20	PV	
Laghouat	20	PV	
Ghardaïa	18	PV	2016
Laghouat	16	PV	
Béchar	9	PV	
El byad	8	PV	
Naâma	8	PV	
Sidi bel abbes	12	PV	
Tananrasset	13	PV	2015
Souk Ahras	15	PV	
Tindouf	9	PV	2015
ADRAR	10,2	EL	2014

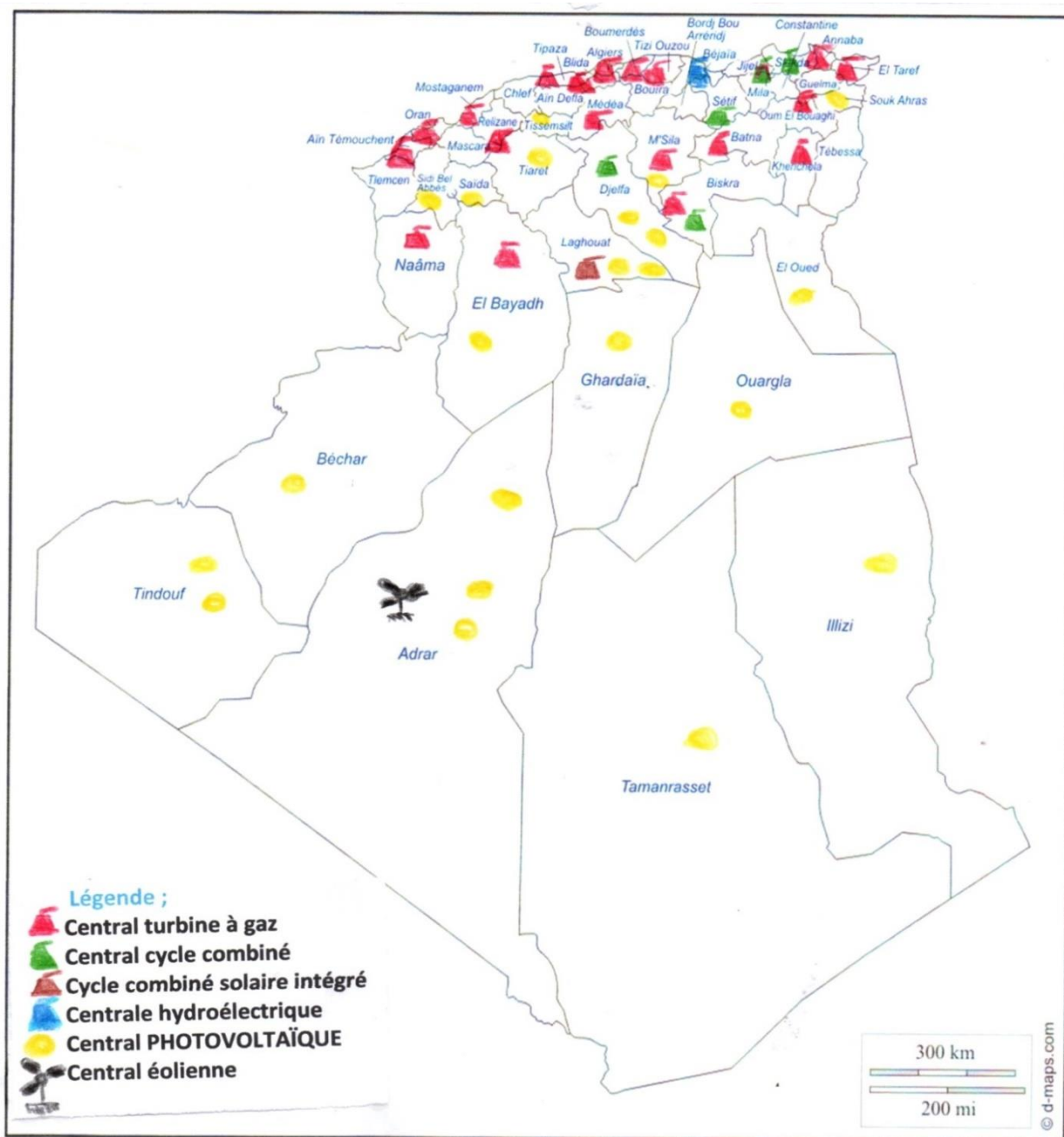


Figure II.33 : Une carte énergétique pour les centrales de production d'électricité en Algérie

**Interprétation**

Malheureusement, le Grand Sud n'a pas été raccordé au réseau national et il n'est pas juste de le classer parmi les zones isolées, malgré la disponibilité de toutes les capacités nécessaires de gisements de gaz, de gisements d'énergie solaire et d'énergie éolienne, car dépendant entièrement sur les stations diesel dans de si grands états coûte très cher par rapport au gaz Par conséquent, nous suggérons quelques solutions possibles qui peuvent être mises en œuvre afin de fournir le meilleur service aux WILAYAZ du sud.

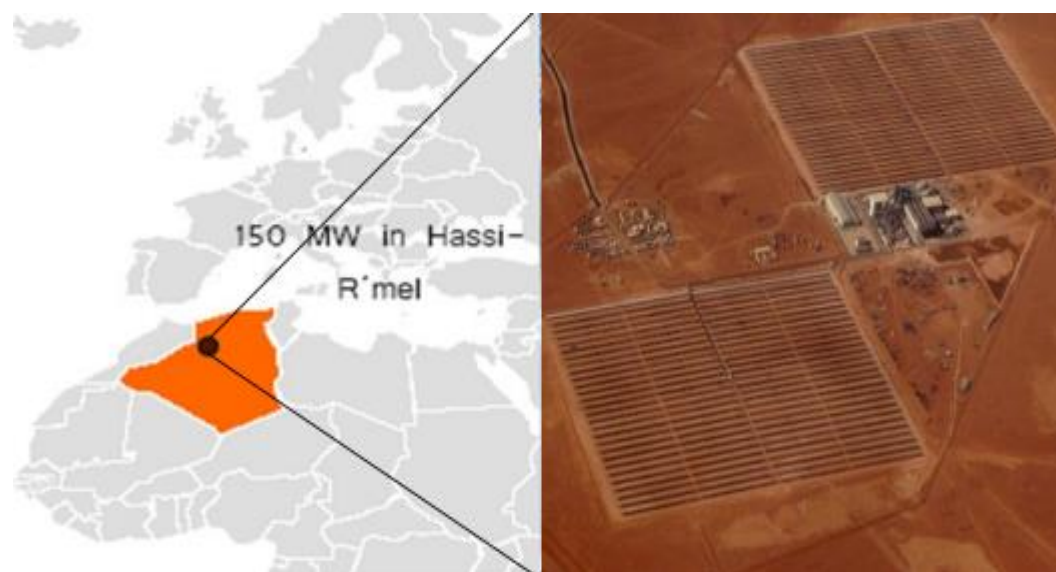
### **3-Projet de Hassi R'Mel**

La centrale hybride d'énergie solaire-gaz a été inaugurée en 2011. Dans le désert situé à Tilghemt, Hassi R'mel (Algérie), la centrale est située à 494,5 km au sud de la capitale d'Algérie, la frontière sud de la wilaya de Laghouat. Elle est située sur un terrain qui s'étend sur une superficie de 130 hectares. Cette centrale est dénommée SPP1 (Solar Power Plant One) [ ELG 11].

Les actionnaires de SPP1 sont:

ABENER à hauteur de 51%

- NEAL (New Energy Algeria): 20%
- COFIDES (une compagnie espagnole de financement de projet dans les pays en voie de développement) : 15% ∞ SONATRACH à 14% Actuellement, pour répondre à ses besoins.
- SONATRACH acquiert toute la puissance électrique générée par la centrale hybride au coût de 0,04 \$/kW.hr [BEH 14].



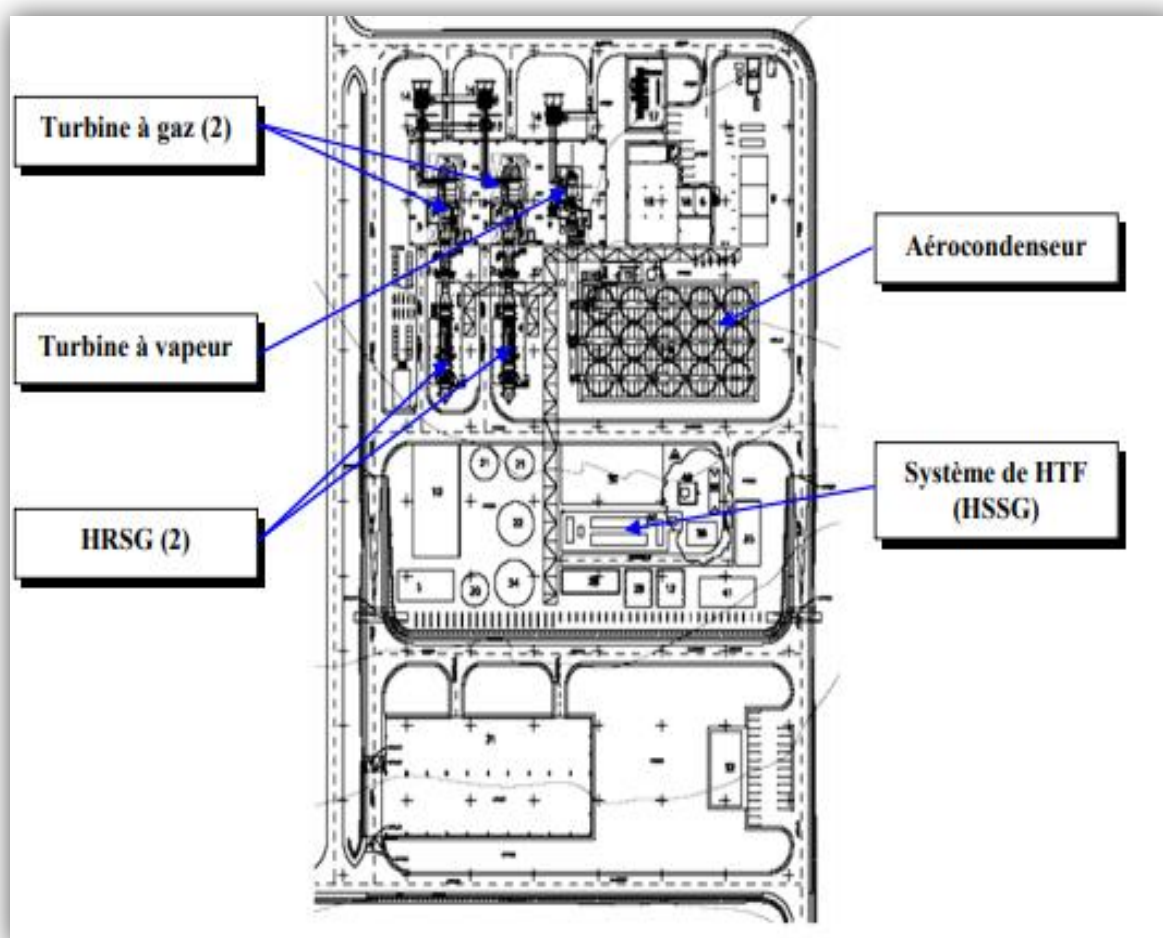
**Figure III.34:** Localisation de la centrale hybride solaire de Hassi R'Mel

### **4-Description de la centrale hybride de Hassi R'Mel**

La centrale solaire combinée intégrée dans le désert de Hassi R'Mel se compose de deux turbines à gaz de 47 MW, une turbine à vapeur d'une capacité maximale de 80 MW et d'un champ solaire de 183,120 m<sup>2</sup>. Sa capacité était estimée à environ 150 MW. Comme représenté sur la figure III.4 la centrale hybride de Hassi R'Mel se compose essentiellement de:



- Deux champs solaires (nord et sud), chaque champ solaire contient 28 boucles de quatre modules, répartis en deux rangées. Chacun boucle comporte 6 collecteurs du type de LS-3 qui sont traqué à un axe et alignés sur une ligne nord-sud, ce qui permet de suivre le soleil d'est en ouest.
- Deux unités de turbine à gaz pour assurer une flexibilité nécessaire dans l'opération lorsque l'énergie solaire n'est pas disponible.
- Une unité de turbine à vapeur et deux générateurs de vapeur à récupération de chaleur (HRSG) en parallèle avec un générateur de vapeur solaire

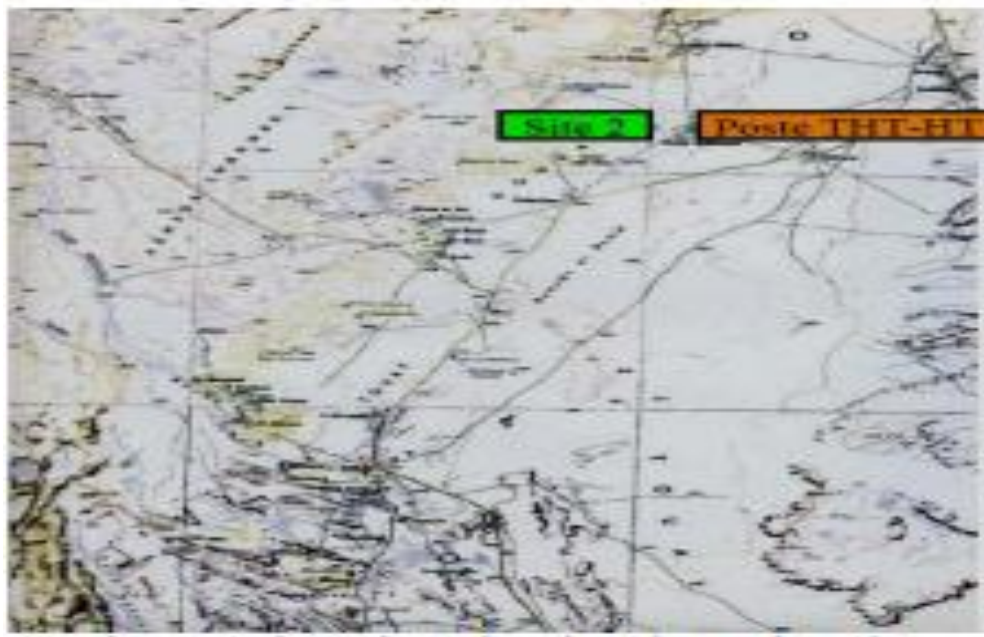


**Figure III.35:** Bloc de puissance de la station Hassi R'Mel.

Comme montré dans la figure suivante, le bloc de puissance se compose de plusieurs éléments opérationnels tels que l'aérocondenseur, deux turbines à gaz, turbine à vapeur, un système de transfert de chaleur et un générateur de vapeur à récupération de chaleur .

### **5-la ferme éolienne d'Adrar**

Situation La ville d'Adrar se trouve au Sud Ouest de l'Algérie, à environ 1540 km d'Alger. La région est caractérisée par sa topographie relativement plate, ainsi que par une géomorphologie désertique. Adrar et ses alentours sont caractérisés par un fort potentiel de vent venant du Nord Est. Les données de vent de la région d'Adrar classent cette dernière comme celle présentant le meilleur potentiel de vent en Algérie [BEN 10] .



**Figure III.36:** Situation du site de Kabertène

### **6-Potentiel éolien à Adrar**

La centrale éolienne d'Adrar contient 12 éolienne , avec une capacité de 0,8MW, où la capacité totale est de 10MW et n'est pas connectée au réseau national.

### **7-énergies renouvelables en Algérie**

#### **7-1-Définition**

Une source d'énergie est renouvelable si le fait d'en consommer ne limite pas son utilisation future. C'est le cas de l'énergie du soleil, du vent, des cours d'eau de la terre, de la biomasse à l'échelle de la durée de vie de l'humanité, ce n'est pas le cas pour les combustibles fossiles et nucléaires. L'utilisation des énergies renouvelables n'est pas nouvelle, elles ont été exploitées par l'homme depuis l'aube de l'humanité, bois de feu, traction animale, bateau à voile, moulin à vent [ABD 12].

### 7-2-Capacités énergies renouvelables en Algérie

#### 7-2-1-Capacités solaires

L'Algérie dispose de la capacité solaire la plus importante de la région méditerranéenne, avec une capacité de 169440TWh/an, représentant 5000 fois la consommation d'électricité de l'Algérie, et représentant 60 fois la consommation Pays de l'UE, estimé à 3000 TWh/an [DPR 14].

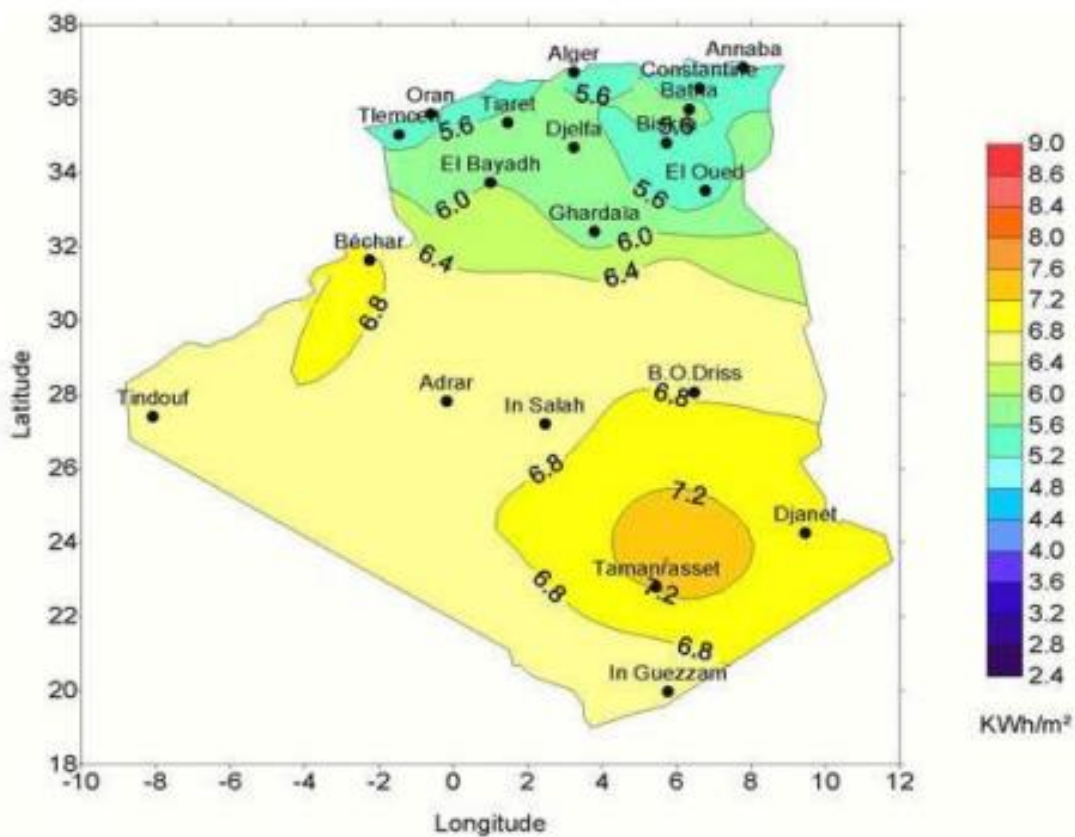


Figure III-37. Carte préliminaire des irradiations solaires de l'Algérie [CDER]

#### 7-2-2-Capacités éoliennes

cette ressource énergétique change avec la topographie changeante et la diversité climatique qui prévaut L'Algérie, où le sud a une vitesse de vent qui dépasse la vitesse du nord, par exemple, sa vitesse augmente dans l'état d'Adrar Environ 6 m/s, alors que les zones côtières soufflent des vents saturés d'air marin et continental, sains et irrigués Avec une vitesse moyenne de plus de 7 m/sec à une hauteur de 10 m, ce qui offre un potentiel annuel de production d'électricité de 673 millions de wattheures en cas d'installation d'une éolienne à 30 m de hauteur en cas de vents violents [ Lou 21].

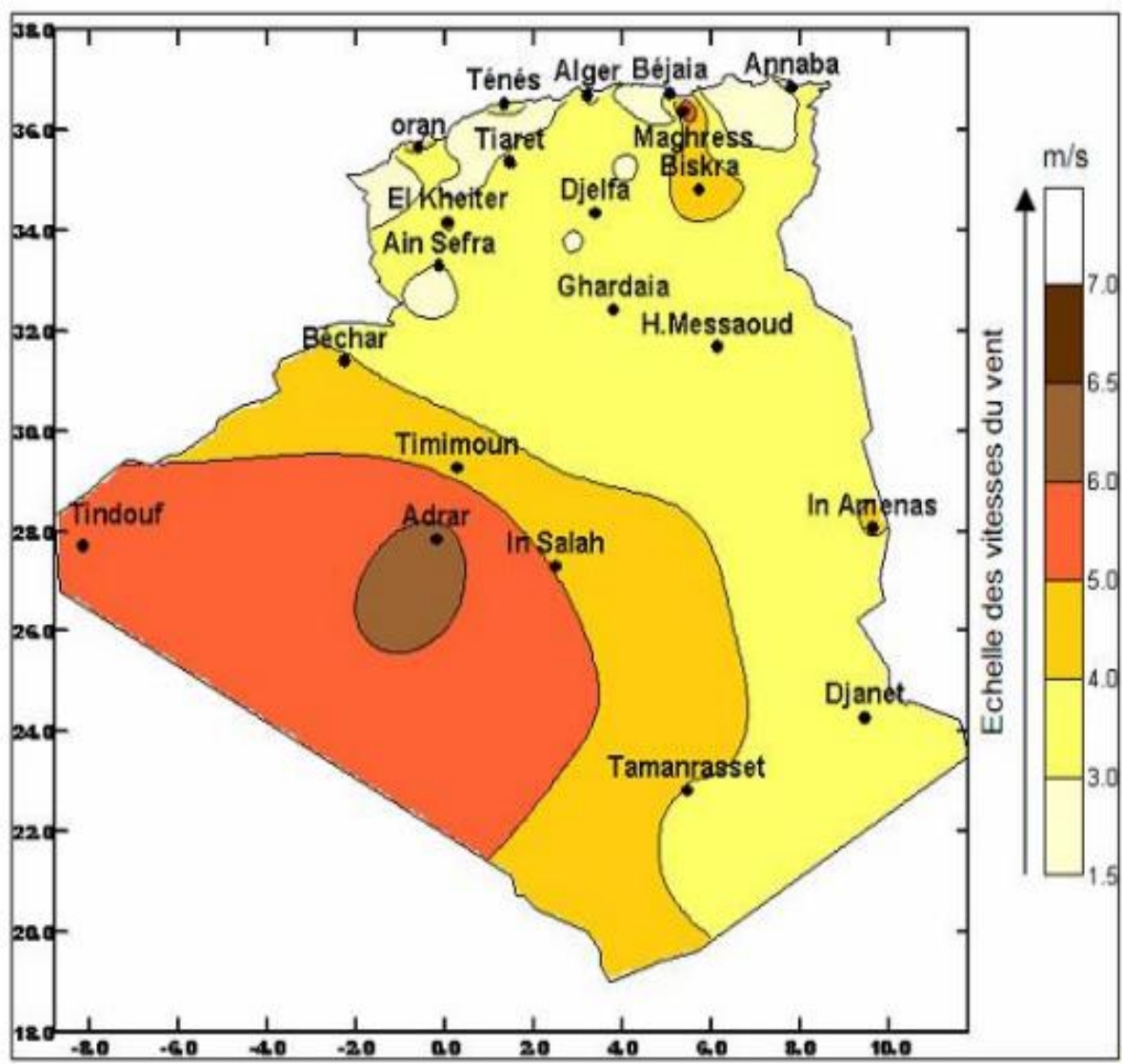


Figure III .38: Carte Potentiel éolien Algérie [BEN 17].

### Interprétation

D'après la Figure III, on remarque une variation des champs de vent, ainsi la vitesse du vent dans la région de l'Adrar atteint 1 m/s. Dans la région de Tindouf comme de Béchar, sa vitesse atteint 5,5 m/s, ce qui rend cette région importante dans Production d'énergie éolienne.

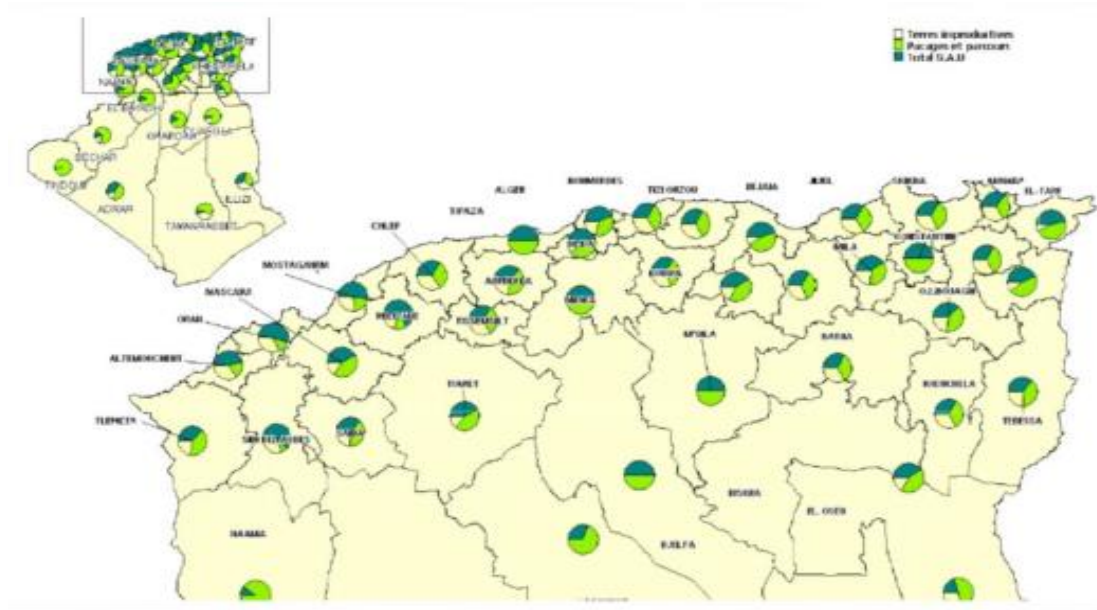
### 7-2-3-Capacité en eau

Le rendement des capacités d'irrigation dans le parc de production électrique total a atteint 5. Soit 286 mégawatts, et sa capacité est faible en raison du nombre insuffisant de sites d'irrigation et du manque d'exploitation des sites. La centrale hydroélectrique existante a été réhabilitée en 2005 dans la Wilayat de Jijel avec une capacité de 100 mégawatts [ Lou 21].

**7-2-4-Capacité biomasse**

L'Algérie dispose d'une capacité biomasse de 37 millions de tonnes équivalent pétrole Pour les forêts, et 30 millions de tonnes pour les déchets urbains, tant le pin marin est considéré L'eucalyptus et l'eucalyptus sont deux plantes importantes dans la consommation d'énergie.Actuellement, ces deux plantes n'occupent que 5% Issu des forêts algériennes, il est également considéré comme un déchet de produits agricoles dont les plus importants sont les olives et les dattes. L'une des plus importantes sources d'énergie de la biomasse en Algérie

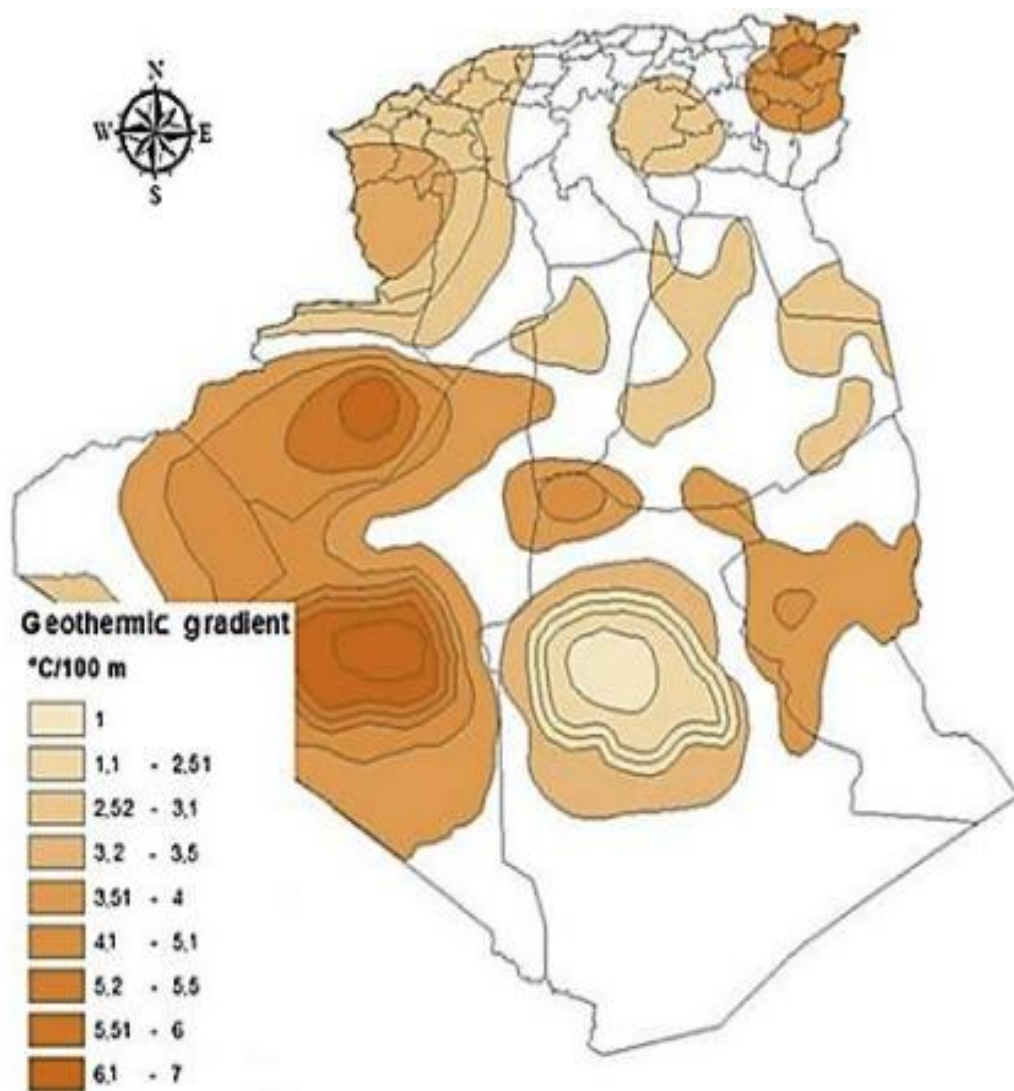
[Lou 21].



**Figure III- 39** Répartition des terres utilisées par l’agriculture [CREG 15]

**7-2-5-Capacités géothermiques**

L'Algérie compte plus de 200 sources de chaleur, concentrées dans Dans le nord-est et le nord-ouest du pays, sa température dépasse les 40 degrés et monte à 98 degrés au Hammam Maskhoutine à Guelma pour atteindre 118° à Biskra, où l'on obtient plus de 12 m<sup>3</sup> s d'eau Chaud, dont la température oscille entre 22 et 98 degrés Celsius, ce qui permet l'implantation de centrales électriques Cependant, l'électricité n'est actuellement utilisée que pour le séchage des produits agricoles et le conditionnement des bâtiments, délimitée au nord par Biskra, au sud par Ain Saleh, et au sud A l'ouest, l'Adrar, de l'est, il s'étend jusqu'à la frontière tunisienne, et sa température est estimée à 57 degrés pourcentage [ Lou 21].



**Figure III-40 :** Carte potentiel géothermiques [CDER].

L'Algérie compte plus de 200 sources thermiques, concentrées dans Dans le nord-est et le nord-ouest du pays, sa température dépasse les 40 degrés et monte à 98 degrés au Hammam Maskhoutine à Guelma pour atteindre 118° à Biskra, où l'on obtient plus de 12 m<sup>3</sup> s d'eau Chaud, dont la température oscille entre 22 et 98 degrés Celsius, ce qui permet l'implantation de centrales électriques Cependant, l'électricité n'est actuellement utilisée que pour le séchage des produits agricoles et le conditionnement des bâtiments, délimitée au nord par Biskra, au sud par Ain Saleh, et au sud A l'ouest, l'Adrar, de l'est, il s'étend jusqu'à la frontière tunisienne, et sa température est estimée à 57 degrés pourcentage [GOU 15].

**Conclusion**

Ce chapitre présente la situation géographique et situation énergétique actuelle à niveau nationale, en termes de ressources, de production, de consommation et les énergies renouvelables, l'augmentation de la demande nationale en énergie, fossiles et le changement climatique amorcé au cours des dernières décennies sont des réalités indéniables., L'intégration des énergies renouvelables dans la régulation de ce défi est primordiale.

Ce qui permet d'une part, de garder un environnement propre et sain et d'autre part, assurer la protection de la biodiversité .



**Conclusion générale et  
PERSPECTIVES**

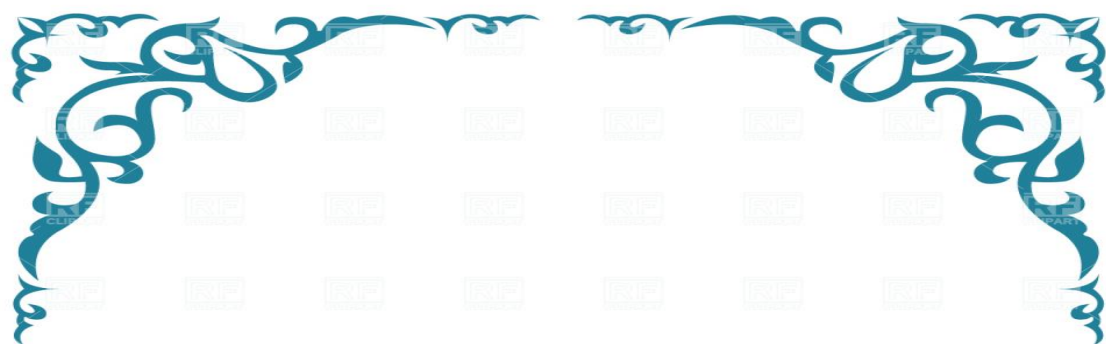


### **CONCLUSIONS GENERALES ET PERSPECTIVES**

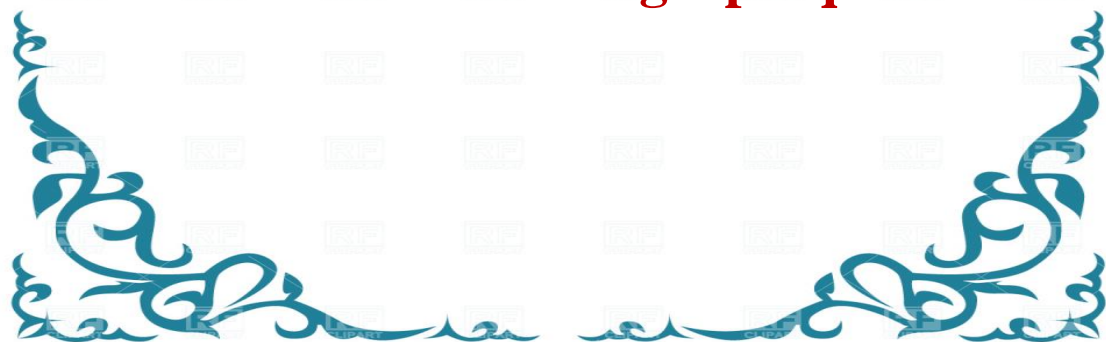
Nous concluons de ce thèse que nous connaissons les différentes stations en Algérie. Nous avons dressé une carte montrant les différentes stations et leur capacité en Algérie. Cette carte de l'énergie est nécessaire pour tous les chercheurs et intéressés par le secteur de l'électricité et que vous connaissez les centrales et de produire de l'électricité avec précision.

Nous avons également découvert la situation énergétique de l'Algérie et les possibilités qui nous qualifient pour la production et l'utilisation d'énergie propre, où il répond à la capacité éolienne élevée dans le sud-ouest et l'énergie solaire dans de nombreuses régions du sud. Nous avons fait quelques suggestions, notamment en reliant le Grand Sud au Réseau National et en établissant des stations hautement performantes dans le Sud. Promouvoir l'intégration des énergies renouvelables et réduire la consommation d'énergie épuisée (gaz et diesel) et fournir de l'énergie aux zones isolées. En tant qu'ingénieurs, nous avons examiné des questions techniques.

Nous m'avons vu renforcer des stations à les centrales à cycle combiné plus rentables et respecté l'environnement et la technologie qui suivent le rythme du temps pour sujet a accès à un modèle de production d'électricité qui inclut toutes les normes économiques, techniques, politiques et environnementales et sommes également disponibles dans notre proposition, qui n'est pas concurrentielle, mais pour ajouter et atteindre la sécurité énergétique.



## **Références bibliographiques**



### Références bibliographiques

- [ABD 12] L.ABDELHAMID, « Contribution à l'Amélioration des Performances des Générateurs Eoliens - Evaluation de l'Impact des Energies Renouvelables sur l'Environnement », thèse de doctorat, Université Hadj Lakhdar de Batna, 26/04/2012.
- [ATL 16] M.Atlas Monde Mise à jour 2016,<https://www.atlas-monde.net/afrique/algerie/>
- [BRE 05] P.Breeze. 'Power Generation Technologies' , Elsevier Science 2005, <http://www.elsevier.com>.
- [BEN 14] K.BEN KILANI, cours «Réseaux Électriques de Puissance», École nationale d'ingénieurs de Tunis, , 2013-2014.
- [BRI 11] F.BRIHMAT, Mémoire de Master,« Etude conceptuelle d'un système de conditionnement de puissance pour une centrale Hybride PV/Eolien », thèse déc. magister, Université Mouloud Mammeri de TiziOuzou, Electrotechnique 2011.
- [BEN 18] Bilan\_Energétique\_National\_2000\_2017edition\_2018 <http://www.energy.gov.dz>
- [BEN 10] S.Ben Miloud. Article, "Etude du potentiel éolien d'Adrar Sélection de sites pour la ferme éolienne de 10 MW " ,UNIVERSITY Tipaza, 2010.
- [BEH 14] o.Behar, "A review of integrated solar combined cycle system with a parabolic trough technology". Renewable and Sustainable Energy Reviews, 2014. 39: p. 223-250.
- [BOU 18] L. Boufenneche , « RESEAUX ELECTRIQUE », Université des Frères Mentouri Constantine 1, 2017/2018.
- [CHI 16] S.Chikh <http://www2.horizons-dz.com/IMG/pdf/16-05-2016bb.pdf> 2,Op.Cit,p.0
- [CREG 15] Programme de Développement des Energies Renouvelables 2015- 2030, <http://www.creg.gov.dz/images/stories/PDF/creg15mars.pdf> > Mars 2015.
- [DJE 20] F.DJEDID ,MEMPOIR « ETUDE ET MODELISATION D'UN TURBO ALTERNATEUR DE TYPE 600 MVA », 2020/2021 .
- [DPR 14] Document pays de la République algérienne, Energy Sector in Algeria, Tenth Arab Energy Conference, Abu Dhabi, United Arab Emirates 21-23 décembre 2014.

## Références bibliographiques

---

- [ELB 03] R. El Bachtiri, "A method for in situ Determination of the Junction Temperature of Solar Modules and its Potential Applications, " Proceeding of the International Conference Metrology & Measurement Systems - METSIM'2003,Bucharest, October 2003.
- [ ELG 11] N. EL GHARBI, "la centrale hybride de Hassi R'mel", CDER, 2011 .
- [GOU 15] A.Gouareh GIS-based analysis of hydrogen production from geothermal electricity,2015.
- [HAU 06] E. Hau, "Wind Turbines: Fundamentals, Technologies, Application, Economics", Springer, Germany ,2006.
- [HAD ] A . Haddar , site internet , <https://slideplayer.fr/slide/13588883/>.
- [NBE 10] NREL, « Cost and Performance Assumptions for Modeling Electricity Generation Technologies » ,2010 .
- [KAR 14] A.KARA, Thèmeé” Dimensionnement et analyse du coût d’un système hybride de production d’énergie renouvelable pour des sites isolés en Algérie” Soutenu le 24/06/2014.
- [KHA 19] A. KHADRAOUI , MÉMOIRE DE MASTER « Etude technique de la centrale électrique de Chegaa-Oumache II » Université de Biskr , 2019
- [MEA 17] site Ministère de l'énergie de l'Algérie <http://www.energy.gov.dz>
- [Lou 21] T.louafi , magazine «The Role of Renewable Energy Projects in Boosting the Production of Electrical Energy in Algeria » , 2021
- [SET ] [https://fr.wikipedia.org/wiki/Loi\\_de\\_Lenz-Faraday](https://fr.wikipedia.org/wiki/Loi_de_Lenz-Faraday)
- [SAA 14] A .SAADAOUI , Institut Supérieur des Etudes Techniques De Radès 2013/2014
- [SIT ] site Ministère de l'énergie de l'Algérie “ <http://www.energy.gov.dz>”
- [SON 20] Page du site de l’entreprise SONELAGZ disponible sur<https://www.sonelgaz.dz/fr/835/plan-de-developpement-2018-2028>,
- [TEA 11] I.TEGANI, mémoire de Master , «Optimisation multi objectif à base des algorithmes génétiques appliquée sur un réseau électrique», Université de Biskra, 2011.
- [TEB 20] H .TEBANI "Production de l’Energie Electrique " support cours,Université Hassiba Benbouali Chlef 2020 .

## Références bibliographiques

---

[TYP 21] L. Taybe ,articl , « The Role of Renewable Energy Projects in Boosting the Production of Electrical Energy in Algeria » , Université de tebssa, 2021 .

[JAN 08] S. Jean-Claude, lignes et réseaux électriques 3, Ed.Lavoisier 2008

[OUL 14] A. Ould « Nagi Optimisation de l'écoulement de puissance Par algorithmes : AG et PSO-TVAC » ,biskra , 2014

[OPP 20] Organisation des pays arabes exportateurs de pétrole (OPAEP), Rapport statistique annuel complet ,2020.

