

République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

UNIVERSITE d'ADRAR
FACULTE DES SCIENCES ET DE LA TECHNOLOGIE
DEPARTEMENT DES SCIENCES DE LA MATIERE



MEMOIRE DE FIN D'ETUDE
en vue de l'obtention du diplôme de
MASTER en PHYSIQUE ENERGETIQUE

Thème

**Etude d'un système Hybride
cas des Centrales KABERTENE**

Soutenu en : 2016

Présentés par :

Mrs :-MEBROUKI Abdallah

-DJAAFRI Abdelkrim

Membres de jury :

Président :

Pr BENATELLA Ali Univ.d'ADRAR

Encadré par :

Dr BENTOUBA Said Université .d 'Adrar

Examineur:

OMARI Boumadien Univ.d'ADRAR

DÉDICACE

À mes parents et grands parents

qui sont mon inspiration et ma force.

À mes frères et sœurs,

*À mon épouse et mes précieuses filles, sans
eux ce mémoire n'aurait jamais abouti.*

À mes amis et collègues de travail.

Et à tous mes amis

Je dédie ce modeste travail.

A.Mebrouki

Je dédie ce modeste travail.

A tous.

A.Djaafri

REMERCIEMENTS

Tout d'abord, un grand merci au **Docteur BENTOUBA Saïd**, qu'a accepté de diriger et encadrer ce travail de recherche, pour sa grande générosité et pour sa compréhension et son appui dans nos démarches tout au long de ce travail.

Merci aussi aux membres de jury de cette soutenance pour l'honneur qu'ils nous ont fait en acceptant l'invitation pour participer au jugement de ce modeste travail.

Nous remercions vivement aussi nos collègues des centrales Eolienne, photovoltaïque et turbines GAZ de SKTM et SPE de leur disponibilité et qui nous ont permis d'accéder à toutes les documentations et pour leur soutien indispensable.

Merci d'avoir mis à notre service leurs compétences en exploitation, ce qui nous a fait épargner beaucoup de temps.

Merci à tous ceux que nous aurons oublié et qui ont participé de près ou de loin à la réussite de ce mémoire.

Sommaire

Dédicace.....	i
Remerciement.....	ii
sommaire	iii
Liste des figures	v
Liste des tableaux.....	vi
Introduction Générale	1
Chapitre I : LES ENERGIES RENOUVLABLES	
I.1 Introduction	4
I-2 :- Le Gisement Eolien de l'Algérie	4
I-3 Gisement solaire Algérien	5
I-4 : Le Programme des Energies Renouvelables et de l'Efficacité énergétique Algérienne Horizons 2030.....	6
I.5. L'installation photovoltaïque	7
I.5.1. Cellule photovoltaïque	8
I.5.2 Caractéristique électrique	8
I.6 L'installation éolienne.....	9
I.6.1 Principaux composants d'une Eolienne.....	9
Chapitre II : LE SYSTEME HYBRIDE	
II-1 : Définition	13
II.2 : Classification des systèmes Hybrides.....	13
II.2.1 Les régimes de fonctionnement du système Hybride.....	13
II.2.2-La structure du système hybride.....	13
II.2.3- Mode de fonctionnement.....	14
II.3-Etude de différentes structures du système d'énergie hybride.....	15
II.3.1- Configuration à bus à DC	15
II.3.2- Configuration à bus à AC.....	16
Chapitre III: ETUDE DE CAS DU SYSTEME HYBRIDE KABERTENE	
III-1 Introduction.....	18
III-2 : Centrale TG KABERTENE	18
III-2.1: Turbine à Gaz (TG).....	18
III-2.2 Transformateur de Puissance	21
III-2-3 Schéma Générale de la Centrale Turbine à Gaz.....	22
III-3 La ferme éolienne KABERTENE	24
III-3.La Puissance d'une éolienne	24
III-3-2 Les différents type d un eolienne.....	25

III-3.2.1 Les éoliennes à axe horizontal (ou à hélices).....	25
III-3.2.2 -les éoliennes à axe verticales.....	26
III-3.3 Les éléments constituant une éolienne	26
III-3.3.1:Pales	27
III-3.3.2:Moyen du rotor	27
III-3.3.3: Arbre de transmission	27
III-3.3.4: Multiplicateur.....	27
III-3.3.5: Frein	28
III-3.3.6: Génératrice	28
III-3.3.7 Nacelle.....	28
III-3.3.8: Mât et fondation	29
III-3.4 Les constituants de la centrale éolienne KABERTENE	29
III-3.4.1:Caractéristique d'Aérogénérateur Centrale KABERTENE.....	29
III-3.4.2:Transformateur de Puissance Kiosque	32
III-4 La centrale photovoltaïque KABERTENE	35
III-4.1-Situation des centrales photovoltaïque en Adrar	35
III-4.2 Constitution de la centrale.....	36
III-4.3: Types de Panneaux Photovoltaïques	38
III-4.4 Les boîts de raccordement.....	38
III-4.5 L'Onduleur	39
III-4.6 Les Transformateurs.....	41
III-4.7:Poste d'evacuation.....	42
III-4.8 Orientation des pannaux.....	45
CHAPITRE IV : SIMULATION PAR Logiciel HOMER	
IV-1 :Introduction.....	47
IV-2 Interpretation des resultats	47
IV-2-1 :Profile des vitesse mensuel de vent du site.....	47
IV-2-2 Profile des irradiations mensules.....	48
IV-2-3:Profile de charge mensule.....	48
IV-2-4 La meilleure solution par type de système	49
IV-2-5 l'ensemble des solutions classées par cout sur la durée de vie du système	50
Conclusion générale.....	51
Annexes.....	52
<i>Références bibliographiques</i>	65

Liste des figures

Figure I-1 : Carte de vent de l'Algérie	4
Figure I-2 : Irradiation moyen annuelle de l'Algérie	5
Figure I-3 : Phases du programme algérien des Energies.....	7
Figure I-4 : schéma équivalent d'un cellule pv.....	8
Figure I-5 : caractéristique électrique d'une cellule photovoltaïque.....	9
Figure I-5 : production d'énergie par éolienne.....	9
Figure I-6 : principe composent d'un éolienne.....	11
Figure II-1 : classification de système hybride.....	14
Figure II.2 : Schéma physique de la chaîne de conversion d'énergie Electrique hybride (photovoltaïque – éolienne – groupe électrogène.....	14
Figure II-3 Configuration à bus à DC.....	16
Figure II-4 Configuration à bus à AC.....	16
Figure III -1 diagramme de puissance de générateur	20
Figure III -2 : Vu de Face des Deux modules de la Turbine monté cote à cote.....	20
Figure III -3 : Vu d'une Turbine Monté sur Site.....	21
Figure III -4 : Les deux modules de la Turbine.....	21
Figure III -5 : Schéma unifilaire de la Centrale Turbine à Gaz.....	23
Figure III -6 : Eolienne de pompage.....	25
Figure III -7 : Eolienne Verticale.....	26
Figure III -8 : Schémad'une Aérogénérateur	31
Figure III -9 : Vu Générale de la ferme Eolienne de KABERTENE.....	32
Figure III -10 : Transformateur Elévateur de Kiosque.....	33
Figure III -11 : Schéma de Raccordement des éoliennes	34
Figure III -12 : Plan de Situation centrael PV Kabertene.....	35
Figure III -13 : Lieu des centrales par google Erth	35
Figure III -14 : Panorama de la centrale.....	36
Figure III -15 : Plan de disposition des panneaux de la Centrale PV	37
Figure III -16 : String des pannaux.....	38
Figure III -17 : Boîte de raccordement.....	39
Figure III -18 : Onduleur SANGROW.....	40
Figure III -19 : Transformateur et ondleur	42
Figure III -20 : Schemas de la centrale PV.....	44
Figure III -21 : Resultat de calcule orientation module par pv sys.....	45
Figure III -22 : Résultat de calcul des traçer de solie kaberten.....	45
Figure IV-1 : Courbe d'erradiation KW/m2/jour et indice de clarté.....	48
Figure IV-2 : Charge journalier et mensuelle.....	48
Figure IV-3 : La Solution optimale par HOMER.....	49
Figure IV- : Les solutions HOMER.....	50

Liste des tableaux

Tableau I-1 : Le programme de développement de l'énergie renouvelable	6
Tableau III-1 : Plaque signalétique du turbine a gaze.....	19
Tableau III-2 : Plaque signalétique de transformateur de la centrale TG	22
Tableau III-3 : Caractéristique d'aérogénérateur centrale KABERTENE	31
Tableau III-4 : Plaque Signalétique de Transformateur	32
Tableau III-5 : Présentation numérique de la centrale	33
Tableau III-6 : Plaque signalitique diun pannaux	35
Tableau III-7 : Caractrstique de onduleur	37
Tableau III-8 : Caractéristique de transformateur.....	38

1-Introduction Générale :

L'Electricité est un facteur essentiel de développement économique , dans tous les pays du monde , son importance relative ne cesse d'accroître , avec les progrès techniques, industriel et le besoin de confort moderne , l'augmentation de sa production est un synonyme d'amélioration de la qualité de vie et de création de richesse ; est donc un inducteur permettant de mesurer l'écart de développement entre les régions du monde . Ce besoin qui ne cesse d'augmenter et avec lui son impact sur l'environnement à cause des émissions des gaz des centrales conventionnelles utilisant les énergies fossiles .

Le développement des énergies renouvelables apparaît comme le meilleur moyen de satisfaire les besoins en énergie de la planète, qui pourraient augmenter de 50% ou plus d'ici 2030, car elles permettent :

- D'atteindre une plus grande indépendance énergétique :

Aujourd'hui, plus de la moitié de l'énergie primaire qu'elle consomme la planète pour produire de l'électricité, est principalement du charbon, du gaz et du pétrole. Ces ressources se raréfient et leur prix augmente. Or, les énergies renouvelables dépendent de ressources abondantes, directement accessibles : soleil, vent, eau, bois, biomasse, chaleur de la terre... Elles assurent un approvisionnement sûr et maîtrisé sur le long terme.

- De lutter contre le changement climatique :

Elles évitent d'utiliser des énergies d'origine fossile fortement émettrices en gaz à effet de serre, responsables du changement climatique.

- De créer des nouvelles filières professionnelles et des emplois :

Le développement des énergies renouvelables entraîne la création d'emplois décentralisés et donc non délocalisables, et favorisent l'émergence de nouvelles filières industrielles et technologiques sur le territoire national : les énergies renouvelables pourraient ainsi représenter en 2012 un marché annuel de 24 milliards d'euros et 120 000 emplois[3].

Les ER constituent une réelle opportunité pour répondre à une partie de nos besoins énergétiques dans le respect d'impératifs environnementaux, sociaux, économiques, stratégiques et éthiques.

L'utilisation des ER n'est évidemment pas nouvelle. Mais, avec l'avènement de la révolution industrielle, elles ont été marginalisées au profit d'autres sources d'énergie que l'on pensait plus prometteuses. Depuis quelques décennies cependant, la pollution atmosphérique, le réchauffement climatique, les risques du nucléaire ont fait prendre conscience de la nécessité d'une organisation de la société qui respecte l'environnement dans lequel nous vivons. Dans le cadre de cette réorientation vers une plus grande viabilité (le "développement durable" ou, dans une traduction plus correcte, le

"développement supportable"), les Conférences de Rio et de Kyoto ont attribué un rôle important aux énergies renouvelables.

- Sur le plan environnemental

L'utilisation des ER présente plusieurs avantages par rapport à l'utilisation des énergies fossiles ou nucléaire (Absence d'émissions de gaz à effet de serre GES).

Dans le premier chapitre, nous avons présenté les énergies renouvelables en particulier les gisements éoliens et solaire Algérien et le programme des Énergies Renouvelables et de l'Efficacité énergétique Algérienne Horizons 2030.

Dans le deuxième chapitre, nous avons présenté le système hybride, ses classifications, ses régimes de fonctionnement, les structures du système hybride, ainsi que ses modes de fonctionnement:

Dans le troisième chapitre, nous avons présenté les différentes centrales de production du site de Kabertene, la centrale TG, centrale photovoltaïque et la Ferme Éoliennes. C'est le seul système hybride à trois sources d'énergie en Algérie (Énergies fossiles, éoliennes et photovoltaïque).

Dans le quatrième chapitre, nous optimisons le cas étudié de Kabertene par le logiciel HOMER.

CHAPITRE I : LES ENERGIES RENOUVLABLES

I-1 : Introduction

De par sa situation géographique, l'Algérie dispose des gisements solaires et éoliennes parmi les plus élevés au monde , Ce choix stratégique est motivé par l'immense potentiel en énergie verte et non polluante . Afin d'apporter des solutions globales et durables aux défis environnementaux et aux problématiques de préservation des ressources énergétiques d'origine fossile , l'Algérie a amorcée une dynamique d'énergie nouvelle en lançant un programme ambitieux de développement des énergies renouvelables (EnR) et d'efficacité énergétique. Cette vision Algérienne s'appuie sur une stratégie axée sur la mise en valeur des ressources inépuisables comme le solaire,l'Eolien,hydraulique, Geothermie,Biomasseetc, et leur utilisation pour diversifier les sources d'énergie et préparer l'Algérie de demain. .

. I-2 :- Le Gisement Eolien de l'Algérie :

La cartographie des vents moyens en Algérie (sur laquelle nous pouvons constater une différence au niveau de la vitesse des vents) ci-dessous établi par le CDER nous indique les vitesses du vent à 10 m de sol sur le territoire national.

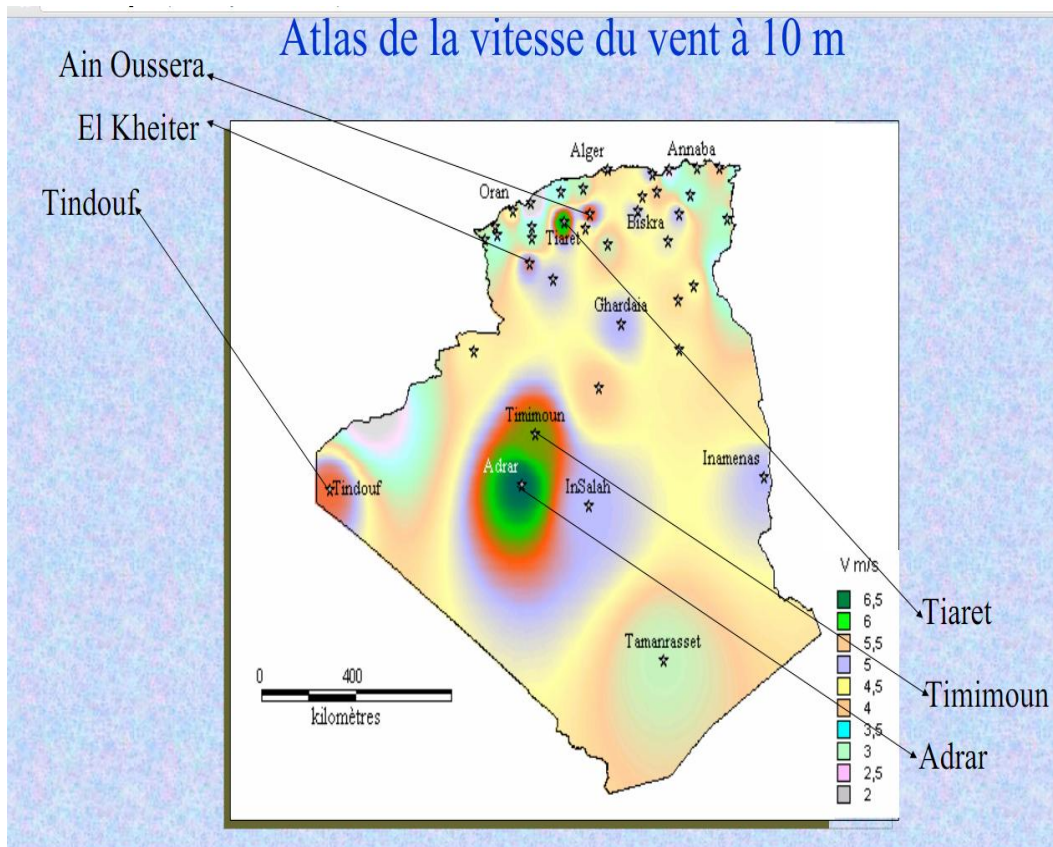


Fig I-1-Carte de vent de l'Algérie (Source site CDER Algérie)

On peut ainsi noter que :

Le Sud est caractérisé par des vitesses plus élevées que le Nord, plus particulièrement le Sud-Ouest avec des vitesses supérieures à 4 m/s et qui dépassent la valeur de 6 m/s dans la région d'Adrar.

Concernant le Nord, on remarque globalement que la vitesse moyenne est peu élevée.

I-3 Gisement solaire Algérien :

La durée d'insolation sur la quasi totalité du territoire national dépasse les 2000 heures annuellement et peut atteindre les 3900 heures (hauts plateaux et Sahara). L'énergie reçue quotidiennement sur une surface horizontale de 1m^2 est de l'ordre de 5 kWh sur la majeure partie du territoire national, soit près de $1700\text{kWh}/\text{m}^2/\text{an}$ au Nord et $2263\text{ kWh}/\text{m}^2/\text{an}$ au Sud du pays.

A l'occasion de la célébration de la journée du solstice d'été, journée la plus longue de l'année, le Centre de Développement des Energies Renouvelables (CDER) a diffusé la carte de l'irradiation solaire globale en Algérie.

Il s'agit d'une première carte de l'Atlas solaire algérien

Moyenne annuelle de l'Irradiation Globale reçue sur une surface horizontale, Période 1992-2002

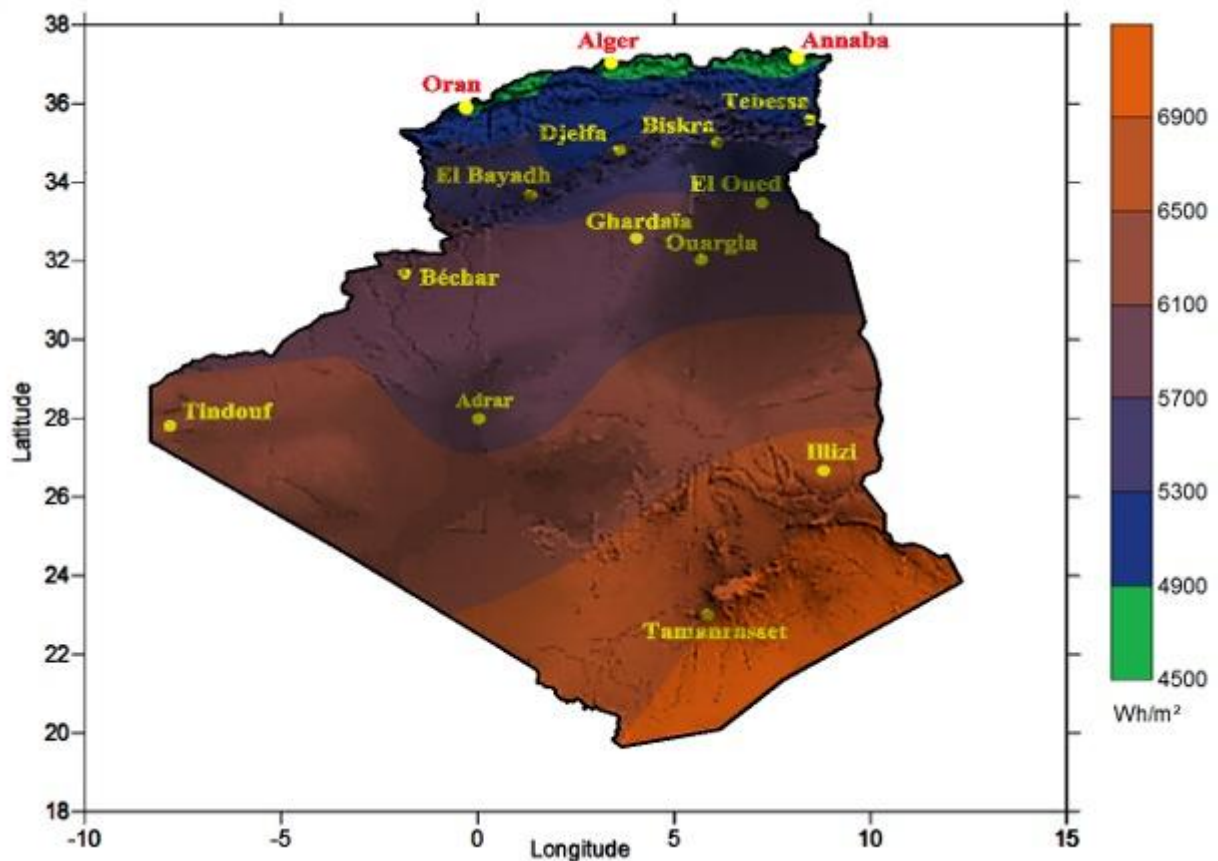


Fig I-2 -Irradiation moyen annuelle de l'Algérie (Source site CDER Algérie)

I-4 : Le Programme des Energies Renouvelables et de l'Efficacité énergétique Algérienne Horizons 2030:

Le programme adopté par le gouvernement Algérien consiste à installer une puissance d'origine renouvelable de près de 22 000 MW entre 2015 et 2030 dont 12 000 MW seront dédiés à couvrir la demande nationale en électricité et 10 000 MW à l'exportation. L'exportation de l'électricité est toutefois conditionnée par l'existence d'une garantie d'achat à long terme, de partenaires fiables et des financements extérieurs.

La réalisation du programme permettra d'atteindre à l'horizon 2030 une part de renouvelables de près de 27% dans le bilan national de production d'électricité. Le volume de gaz naturel épargné par les 22 000 MW en renouvelables, atteindra environ 300 milliards de m³, soit un volume équivalent à 8 fois la consommation nationale de l'année 2014.

Le programme de développement de l'énergie renouvelable répartie par source d'énergie et par phase se présente comme suit :

	1ère phase 2015-2020 (en MW)	2ère phase 2020-2030 (en MW)	TOTAL (en MW)
Photovoltaïque	3000	10575	13575
Eolien	1010	4000	5010
CSP (<i>Concentrating Solar Power</i>)	0	2000	2000
Cogénération	150	250	400
Biomasse	360	640	1000
Géothermie	05	10	15
Total	4525	17475	22000

Tab I-1 : Le programme Algerien de développement de l'énergie renouvelable

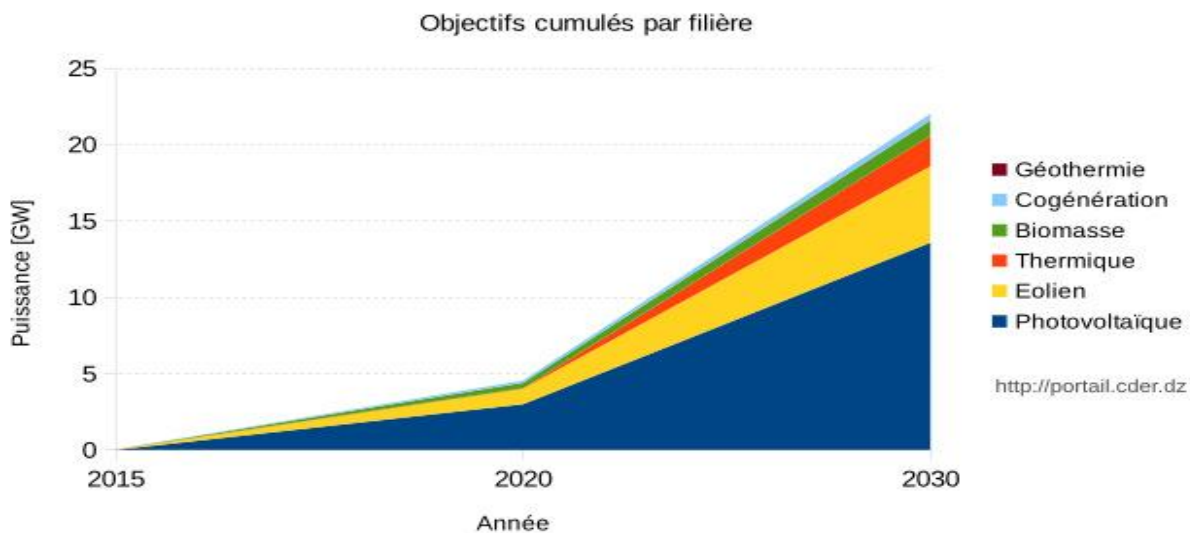


Fig I-3 Phases du programme algérien des Energies Renouvelables

Aussi et afin d'encourager et soutenir les industriels dans la réalisation de ce programme, il est prévu, entre autres, la réduction des droits de douane et de la TVA à l'importation pour les composants, matières premières et produits semi-finis utilisés dans la fabrication des équipements en Algérie, dans le domaine des énergies renouvelables et de l'efficacité énergétique.

I.5 L'installation photovoltaïque :

La conversion photovoltaïque est la transformation directe de l'énergie du rayonnement solaire en énergie électrique, sous forme de courant continu directement utilisable. D'un point de vue purement technique, on estime que les systèmes de conversion à énergie solaire sont potentiellement capables de répondre à une grande partie de la demande énergétique mondiale. Un système photovoltaïque est constitué des éléments suivants:

- Module photovoltaïque
- Régulateur,
- Convertisseur (onduleur).

Cette transformation du rayonnement solaire en électricité par le processus photovoltaïque est un des moyens d'exploitation du gisement solaire. Elle est réalisée par des cellules photovoltaïques (PV). Il est à noter qu'en dépit de cette terminologie, aucune énergie n'est stockée dans la cellule, ni sous forme chimique ni sous aucune autre forme. Ce n'est pas une pile, mais un convertisseur instantané, qui ne pourra fournir une énergie sous forme électrique

que s'il reçoit une énergie sous forme de rayonnement. Une cellule sous obscurité totale va se comporter comme un composant passif. La cellule solaire ne peut être assimilée à aucun autre générateur classique d'énergie électrique de type continu. Elle n'est ni une source de tension constante ni une source de courant constant. Elle possède des caractéristiques non linéaires dépendant de l'éclairement.

I.5.1 Cellule photovoltaïque

La cellule PV est le plus petit élément d'une installation photovoltaïque. Elle est composée de matériaux semi-conducteurs et transforme directement l'énergie lumineuse en énergie électrique. Une cellule photovoltaïque est constituée de deux couches minces semi-conductrices (par exemple le silicium). Sa réalisation est comparable à une diode classique (Figure I-2). La cellule est composée de deux différentes couches. La couche supérieure est dopée N et la couche inférieure est dopée P créant ainsi une jonction PN . Cette jonction PN crée une barrière de potentiel. Lorsque les grains de lumière (les photons) heurtent la surface de ce matériau, ils transfèrent leur énergie aux atomes de la matière. Ce gain d'énergie libère des électrons de ces atomes, créant des trous et des électrons. Ceci engendre donc une différence de potentiel entre les deux couches. Cette différence de potentiel crée un champ E qui draine les porteurs libres vers les contacts métalliques des régions P et N . Il en résulte alors un courant électrique et une différence de potentiel dans la cellule PV. Le courant et la tension fournis par une cellule PV dépendent de différents paramètres que nous allons expliciter dans la suite de l'exposé. Les cellules les plus répandues actuellement sont à base de silicium (différence de potentiel de 0.6 V)

I.5.2 Caractéristique électrique

Une cellule photovoltaïque a un comportement équivalent à une source de courant shuntée par une diode (Figure I.4). Le modèle est complété par une résistance série R_s due à la contribution des résistances de base et du front de la jonction et des contacts face avant et arrière et une résistance parallèle ou shunt R_p qui provient des contacts métalliques et des résistances de fuite sur la périphérie de la cellule.

La tension en circuit ouvert (V_{co}) d'une cellule PV est comprise entre 0,3V et 0,7V selon le matériau utilisé, la température et son état de vieillissement. Son courant de court-circuit (I_{cc}) varie principalement selon le niveau d'éclairement et selon les technologies et les tailles de cellules (entre 5 et 8A pour le silicium cristallin) [1].

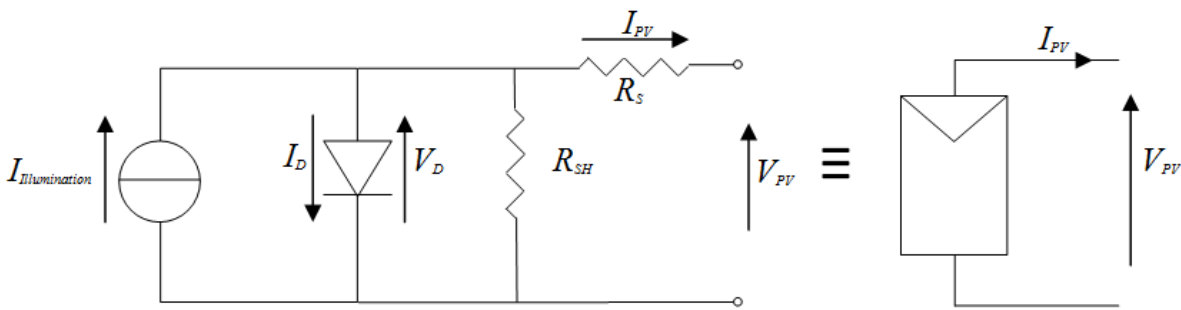


Fig I-4 Schéma équivalent d'une cellule PV.

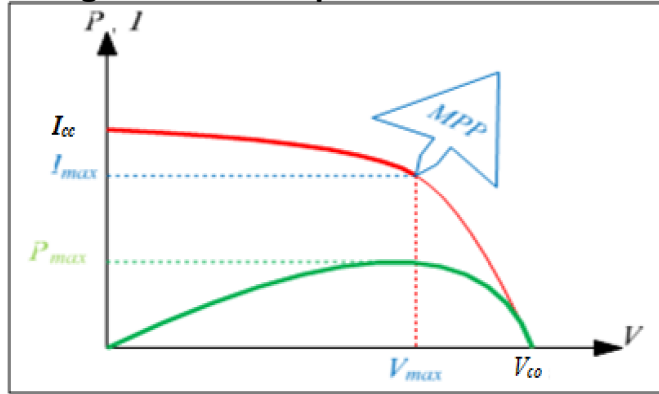


Fig I-5 Caractéristique électrique d'une cellule photovoltaïque

I.6 L'installation éolienne

L'éolienne est un dispositif destiné à convertir l'énergie cinétique du vent en énergie mécanique, elles sont généralement utilisés pour produire de cette conversion se fait en deux étapes [1] :

- Au niveau de la turbine (rotor), qui extrait une partie de l'énergie cinétique du vent disponible pour la convertir en énergie mécanique, en utilisant des profils aérodynamiques. Le flux d'air crée autour du profil une poussée qui entraîne le rotor et une traînée qui constitue une force parasite.
- Au niveau de la génératrice, qui reçoit l'énergie mécanique et la convertit en énergie électrique, transmise ensuite au réseau électrique [1].

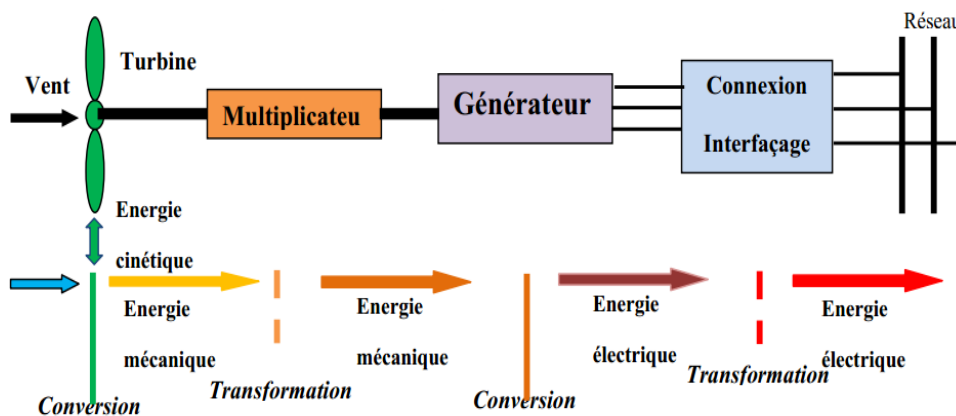


Fig I-6 : Production d'énergie par éolienne

I.6.1 Principaux composants d'une Eolienne

Il existe plusieurs configurations possibles d'Eoliennes qui peuvent avoir des différences importantes. Néanmoins, une éolienne "classique" est généralement constituée des éléments suivant :

Le mât : généralement un tube d'acier ou éventuellement un treillis métallique, doit être le plus haut possible pour éviter les perturbations près du sol. Toutefois, la quantité de matière mise en œuvre représente un coût non négligeable et le poids doit être limité. Un compromis consiste généralement à prendre un mât de taille très légèrement supérieure au diamètre du rotor de l'Eolienne (exemple : éolienne NORDEX N90 2,3 MW: diamètre de 90m, mât de 80 m de hauteur). [1]

La nacelle : regroupe tous les éléments mécaniques permettant de coupler le rotor éolien au générateur électrique : arbres lent et rapide, roulements, multiplicateur. Le frein à disque, différent du frein aérodynamique, qui permet d'arrêter le système en cas de surcharge. Le générateur qui est généralement une machine synchrone ou asynchrone et les systèmes hydrauliques ou électriques d'orientation des pales (frein aérodynamique) et de la nacelle (nécessaire pour garder la surface balayée par l'Eolienne perpendiculaire à la direction du vent). A cela viennent s'ajouter le système de refroidissement par air ou par eau, un anémomètre et le système électronique de gestion de l'éolienne.

Le rotor : formé par les pales assemblées dans leur moyeu. Pour les éoliennes destinées à la production d'électricité, le nombre de pales varie classiquement de 1 à 3, le rotor tripale (concept danois) étant de loin le plus répandu car il représente un bon compromis entre le coût, le comportement vibratoire, la pollution visuelle et le bruit [16]. Les rotors à vitesse fixe sont souvent munis d'un système d'orientation de la pale permettant à la génératrice (généralement une machine asynchrone à cage d'écureuil) de fonctionner au voisinage du synchronisme et d'être connectée directement au réseau sans dispositif d'électronique de puissance. Ce système allie ainsi simplicité et faible coût. Les rotors à vitesse variable sont souvent moins coûteux car le dispositif d'orientation des pales est simplifié voire supprimé. Toutefois, une interface d'électronique de puissance entre le générateur et le réseau ou la charge est nécessaire. Les pales se caractérisent principalement par leur géométrie dont dépendront les performances aérodynamiques et les matériaux dont elles sont constituées (actuellement, les matériaux composites tels la fibre de verre et plus récemment la fibre de carbone sont très utilisés car ils allient légèreté et bonne résistance mécanique).

Le multiplicateur : sert à adapter la vitesse de la turbine éolienne à celle de la génératrice électrique.

Le système de refroidissement: se compose généralement d'un ventilateur électrique utilisé pour refroidir la génératrice, et d'un refroidisseur à l'huile pour le multiplicateur.

La génératrice électrique: c'est l'élément principal de la conversion mécano-électrique qui est généralement une machine synchrone, asynchrone à cage ou à rotor bobiné. La puissance électrique de cette génératrice peut varier entre quelque kW à 10 MW.

Le système de commande : qui contrôle en permanence le bon fonctionnement de l'éolienne et qui intervient automatiquement, en cas de défaillance pour l'arrêter.

Le système d'orientation des pâles: qui sert à la régulation de la puissance (réglage aérodynamique) [1].

En plus de ces éléments, la turbine est munie des pâles fixes ou orientables et qui tournent à des vitesses nominales inférieures à 40 tr/min.

- 1 : pales, 2 : moyeu rotor,
- 3 : nacelle, 4 : cardan,
- 5 : transmission,
- 6 : multiplicateur de vitesse,
- 7 : frein à disque,
- 8 : accouplement,
- 9 : génératrice,
- 10 : radiateur de refroidissement,
- 11 : centrale de mesures du vent,
- 12 : contrôle,
- 13 : centrale hydraulique,
- 14 : mécanisme d'orientation face au vent,
- 15 : paliers du système d'orientation équipés d'un frein à disque,
- 16 : capot, 17 : mât.

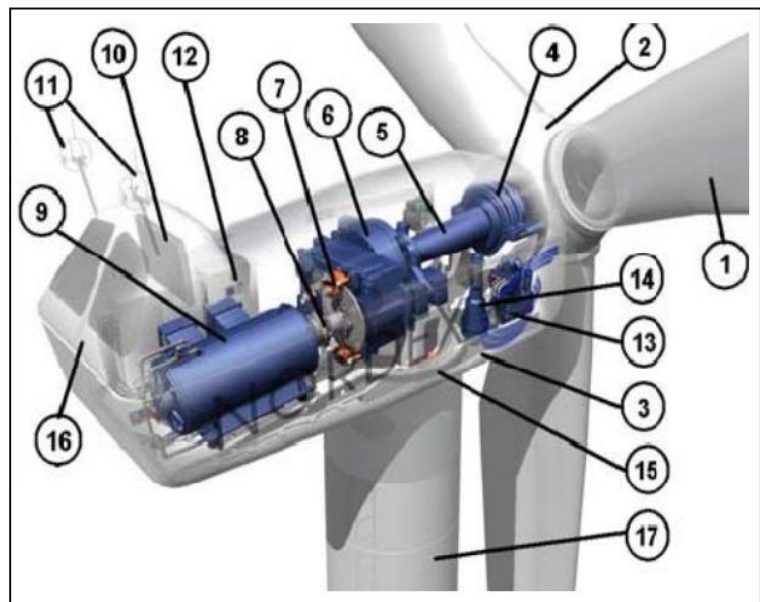


Fig I-6 : Principaux composants d'une éolienne

CHAPITRE II : LES SYSTÈMES HYBRIDES

II-1 : Définition

Le problème avec la puissance variable et non garantie produite par les sources d'énergie renouvelable , peut être résolu par un couplage des sources d'approvisionnement et la formation d'un système hybride (SH).un système hybride à sources d'énergie renouvelable est un système électrique , comprend plus d'une source d'énergie, parmi lesquelles une au moins est renouvelable. Le système hybride peut comprendre un dispositif de stockage ou non. [7]

II.2 : Classification des systèmes Hybrides

Plusieurs classifications sont réalisées selon les critères choisis, dans la suite sont présentés les classifications les plus répandues :

II.2.1 Les régimes de fonctionnement du système Hybride:

Les systèmes hybrides peuvent être divisés en deux groupes. Dans le premier groupe , on trouve les systèmes hybrides, travaillant en parallèle avec le réseau électrique appelé aussi connectés au réseau. Les systèmes hybrides du deuxième groupe fonctionnent en régime isolé ou en mode autonome, ils répondent aux besoins des consommateurs des sites éloignés et villages isolés.

II.2.2-La structure du système hybride:

Trois critères peuvent être pris en compte dans le classement en fonction de la structure du système .

Le premier critère est la présence ou non d'une source d'énergie classique , cette source conventionnelle peut être un générateur diesel ,une turbine à gaz.

Le second critère possible est la présence ou non d'un dispositif de stockage . pour satisfaire la demande en période de pointe ou absence de la source primaire. Les dispositifs de stockage peuvent être des batteries ,des électrolyseurs,des réservoirs ,volants d'inertie....etc.

Le Troisième classification possible est celle relative au type de sources d'énergie renouvelable utilisées . La structure peut contenire un système photvolîque ,Ferme éolienne, des convertiseurs d'énergie hydraulique , ou une combinaiosn des ces sources.

II.2.3- Mode de fonctionnement:

Il existe deux types de système de production hybride de point de vue de mode de fonctionnement :

-Système hybride alterné consiste en association des sources renouvelable et le système classique conventinnelle avec un système de commutation entre eux permettant d'assurer le passage d'un fonctionnemet d'une source à une autre (selon les condion métrologique jour et nuit).

-Système parallele relie les sources renouvelables en meme temps avec les sources classiques conventionnelles .

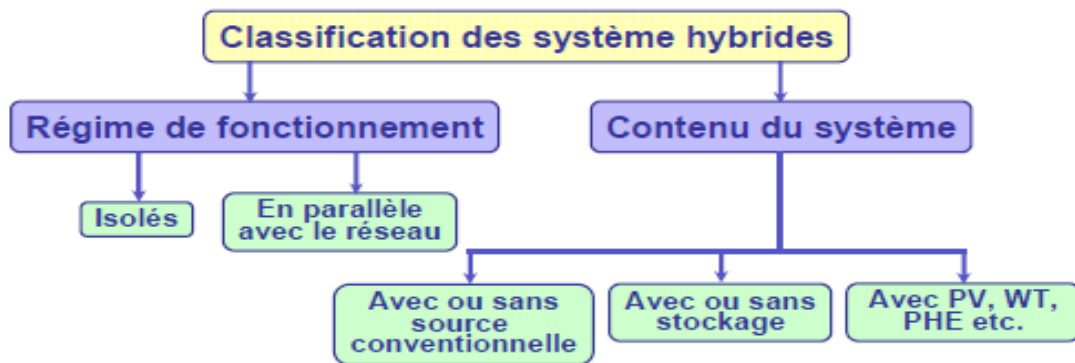


Fig II-1 Classification de système

Le système hybride présente en somme un double avantage afin de minimiser les perturbations de l'environnement grâce à une consommation sur le lieu de production de ressources naturelles renouvelables et d'une sécurité d'approvisionnement quelles que soient les conditions météorologiques. [7]

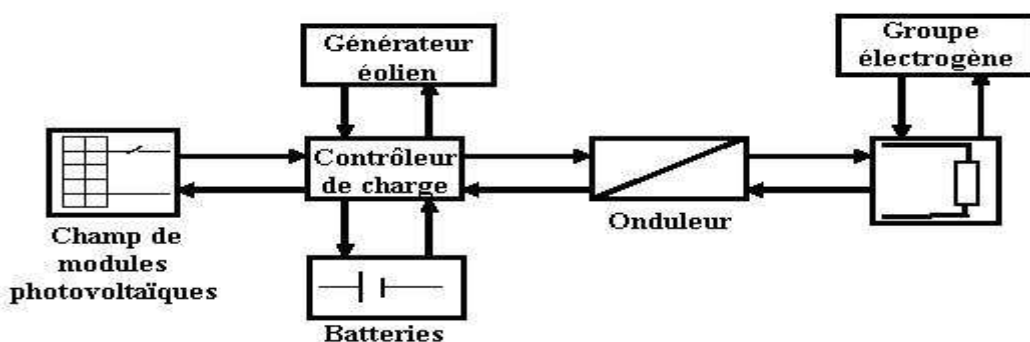


Fig. II.2: Schéma physique de la chaîne de conversion d'énergie Electrique hybride (photovoltaïque – éolienne – groupe électrogène)

Notre cas étudiée est un système parallèle relie les sources energie renouvelable (éolienne, photovoltaïque) en même temp au Turbine à Gaz et tous les Trois raccordé au Résux THT 220 kV(In- Nsalah-ADRAR-TIMIMOUN).

II.3 Etude de différentes structures du système d'énergie hybride

En plus d'un ou plusieurs générateurs diesels (GD), une éolienne et un générateur photovoltaïque, un système multi-source peut aussi incorporer un système de distribution à courant alternatif(CA), un système de distribution à courant continu (CC), un système de stockage, des convertisseurs, des charges, des charges de délestage et une option de gestion des charges ou un system de supervision. Toutes ces composantes peuvent être connectées en différentes architectures. Dans la plupart des cas, les systèmes hybrides classiques contiennent deux bus : un bus à DC pour les sources, les charges à DC et les batteries et un bus à AC pour les générateurs à AC et le système de distribution. Les sources d'énergie renouvelable peuvent être connectées au bus à AC ou à DC en fonction de la dimension et la configuration du système. L'interconnexion entre les deux bus peut être réalisée par l'intermédiaire de l'électronique de puissance : onduleurs/redresseurs ou convertisseurs bidirectionnels. A part la charge principale, un système hybride peut contenir aussi des charges auxiliaires (charge différée, charge optionnelle, charge de délestage) pour réaliser l'équilibre énergétique. Si la charge principale est alimentée sans interruption, les charges auxiliaires sont alimentées en énergie par ordre de priorité, seulement quand il existe un surplus d'énergie. Ainsi, dans un système multi-sources avec des batteries de stockage et charges auxiliaires, s'il existe un excès d'énergie (venant des sources d'énergie renouvelable et des diesels), celui-ci passera d'abord dans les batteries et ensuite, il sera utilisé pour alimenter les autres charges auxiliaires en fonction de leur priorité. Dans un tel système, les batteries de stockage jouent un double rôle : charge et source [1].

II.3.1 Configuration à bus DC

Dans cette configuration, l'énergie produite fournie par chaque source est centralisée sur un bus à CC. Ainsi, les systèmes de conversion d'énergie à AC fournissent d'abord leur puissance à un redresseur pour être convertie en CC. Les générateurs diesels sont connectés en série avec l'onduleur pour alimenter les charges à CA. Les générateurs diesels ne peuvent donc pas alimenter les charges à AC directement. L'onduleur doit alimenter les charges à AC à partir du bus à DC et doit suivre la consigne fixée pour l'amplitude et la fréquence. Les batteries et l'onduleur sont dimensionnés pour alimenter des pics de charge, al

ors que le générateur diesel est dimensionné pour alimenter les pics de charge et les batteries en même temps (Figure II-3). La puissance délivrée peut être contrôlée par la commande du courant d'excitation de la partie électrique du générateur diesel ou en incorporant un régulateur de charge dans les sources d'énergie renouvelable. Les avantages et les désavantages d'un tel système sont présentés ci-après. [1]

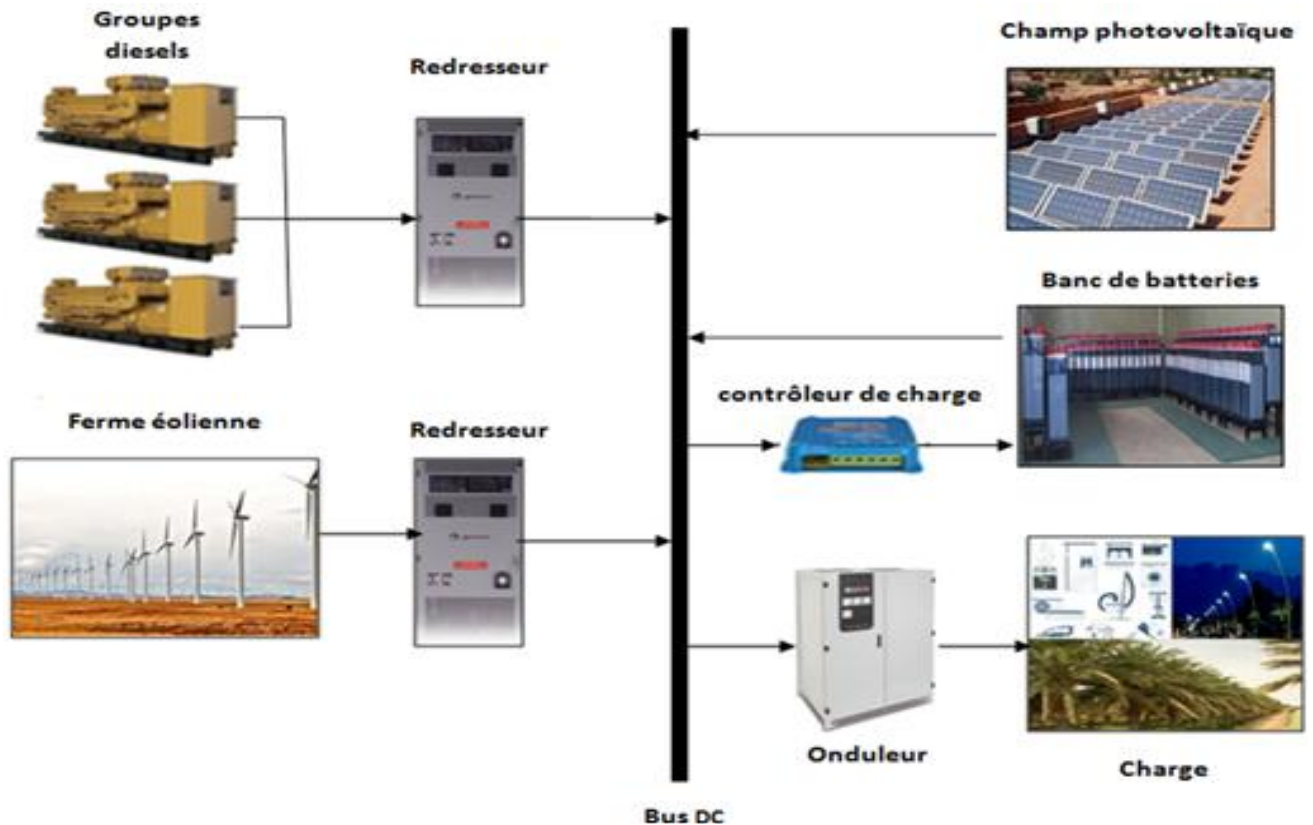


Fig II-3 Configuration à bus DC

II.3.2 Configuration à bus à AC

Toutes les sources de productions sont reliées au bus AC via des convertisseurs excepté le Générateur Diesel qui peut fixer la fréquence du bus [1].

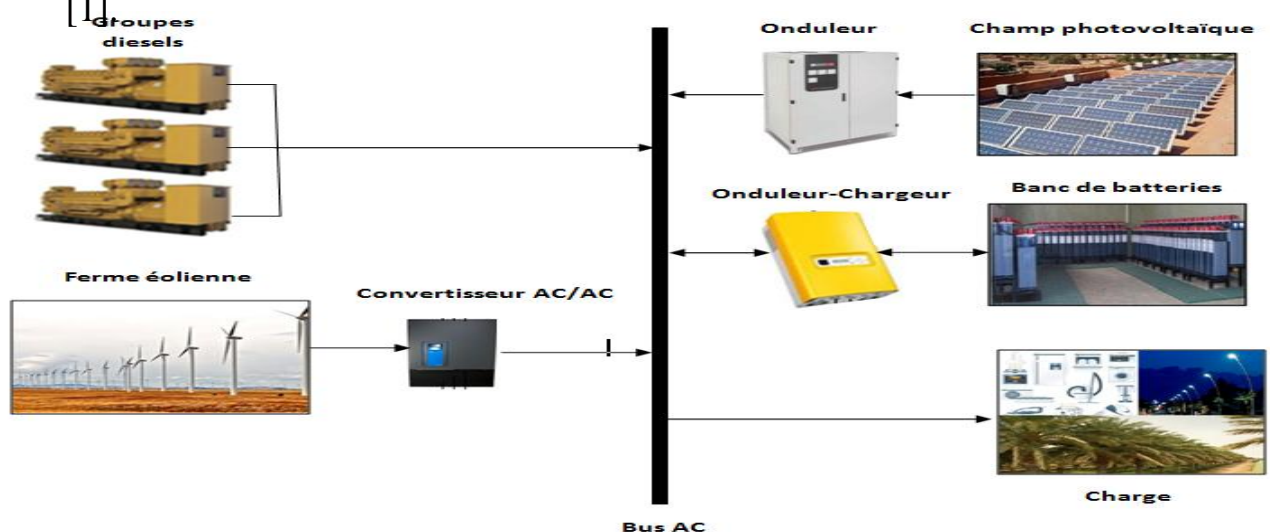


Fig II-4 Configuration à bus à AC

CHAPITRE III

ETUDE DE CAS DU SYSTEME
HYBRIDE KABERTENE.

III-1 Introduction

La source de production d'énergie électrique de KABERTENE fait intervenir trois types sources d'énergies, une conventionnelle centrale à Turbine Gaz et deux autres d'origines renouvelables, une ferme éolienne et une centrale photovoltaïque.

III-2 : Centrale TG KABERTENE :

La centrale thermique de KABERTENE est composée de deux unités de production d'énergie électrique mobile de 25 MW de puissance de fabrication de la firme Américain Glastonbury, Connecticut -. PRATH WITHNEY Power Systems, Inc. (PWPS), une société du groupe de Mitsubishi Heavy Industries, Ltd , les deux unités sont couplés au réseau électrique 220 kV Adrar-Timimoun , par intermédiaire d'un transformateur de puissance à trois enroulements 53 MW , 11/220kV, les caractéristiques des Turbines et du Transformateur sont comme suit :

III-2.1: TURBINE à GAZ :

L'unité MOBILEPAC est un générateur à turbine à gaz autonome, composé de deux remorques :

A.1-Le première est une remorque de puissance comprend le moteur Turbine à Gaz fourni par Pratt & Whitney et le générateur électrique de marque BRUSH avec excitatrice monté sur le même axe avec la Turbine .

Le Moteur utilisé est un moteur Turboréacteur à double compresseur aérodérivé FT-8 inspiré du Moteur JTSD-200 de l'industrie aéronautique et contient les éléments suivants:

Compresseur basse pression (CBP).

Compresseur haute pression (CHP).

Une chambre de combustion ou section de brûlage.

Turbine haute pression(THP).

Turbine basse pression(THB).

A-2-Le deuxième remorque est le remorque commande et contient la cabine de l'opérateur contrôle , la cabine Armoires gestion données , la Cabine instrumentation ,Unité armoire de commande ,Cabine Armoires relais protections Générateur , centre

de commande de moteur, l'armoire du terminal maître, chargeur des batterie, le module Inverseur Classe, transformateur auxiliaire, FM 200 Système anti incendie .

L'unité MOBILEPAC génère 25 mégawatts d'électricité et fonctionne au gaz naturel ou combustible liquide (fuel) .

Facteurs de Performances :

Puissance de sortie	25 MW
Moteur de Base	FT 8®
Nombre de Package	2
Vitesse	3000 trpm
Bruit	95 dBA à 1m
Déclage de phase	0.85 en retard
Liquide de refroidissement	Air à 15 °C
Fréquence Réseau	50Hz ou 60Hz
Combustible	Gaz Naturel ou Gaz oil
Tension de Sortie	11.0 kV
NOx/CO	50/100 mg/m3
Norme	IEC 60034-3

Tab III -1: plaque signalétique du turbine a gaz

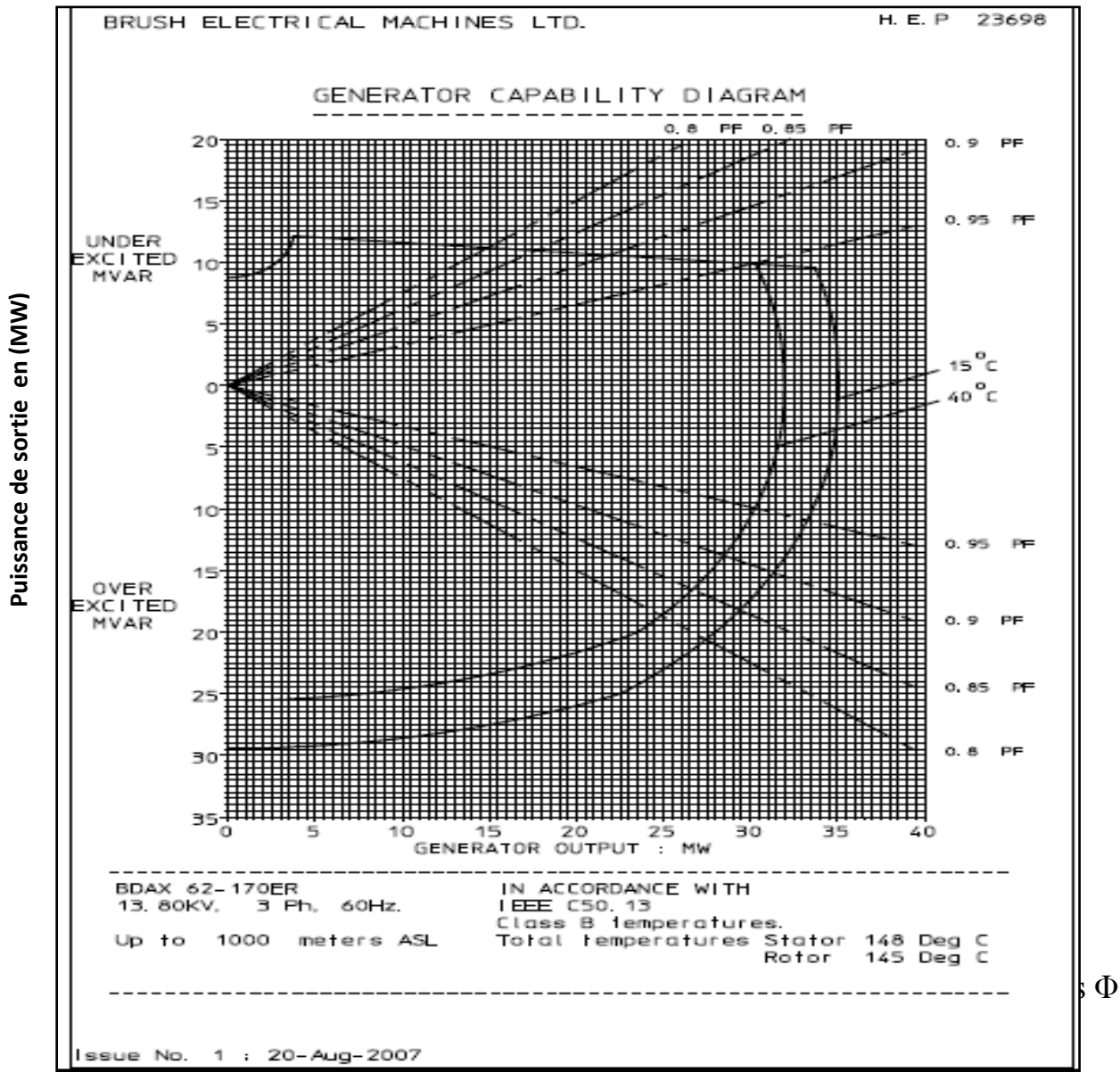


Fig III -1 : Diagramme de puissance de générateur

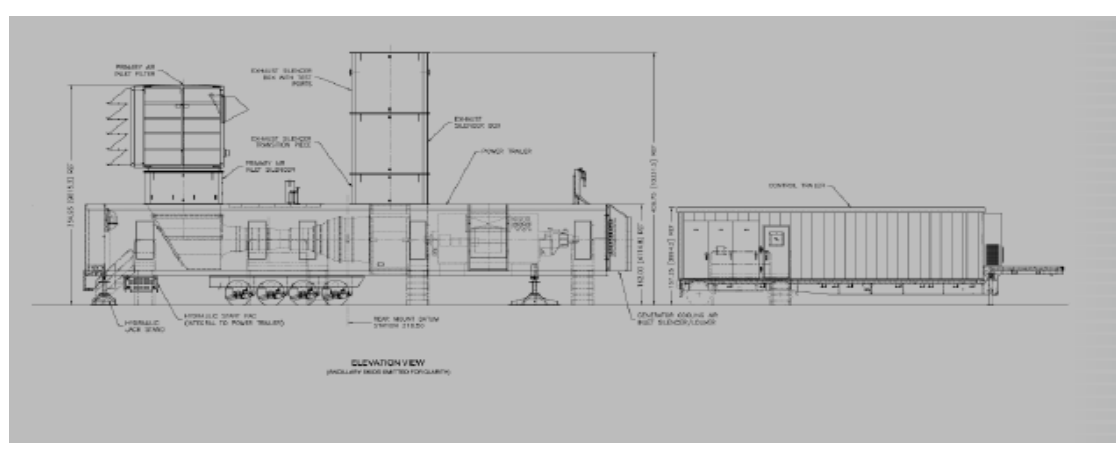


Fig III -2: Vu de Face des Deux modules de la Turbine monté cote à cote.



Fig III -3: Vu d'une Turbine Monté sur Site.



Fig III -4: Les deux modules de la Turbine.

III-2.2 Transformateur de Puissance :

Le transformateur de puissance qui transforme l'énergie produite par les deux groupes d'une tension de 11 kV à une Tension de réseau de transport 220kV.

Marque	SMIT TRANSFORMATOREN
Puissance nominale ONAN/ONAF	34/53MVA
Nombre de phase	3
Reforoidissement	ONAN/ONAF
Fréquence	50Hz
Symbole de couplage	YN d11-d11
Niveau d'isolement HT-HT neutre	900/395-550/230KV
Niveau d'isolement BT	75/28 KV
Echhoff de huile super/ des en rouf	60/65 K
Nombre/contenu unitaire des radiateurs	9/200 L
Nombre/puissance unitaire des moteurs	18/370 W
Vide	100%
Huile transformateur	Sonatrach
Rapport de Transformateur	230/11/11 kV
ANNEE DE CONSTRUCTUON	1980
Tension de court circuit	10% (230V)

Tab **III -2** : Plaque signalétique de transformateur [11]

III-2-3 Schéma Général de la Centrale Turbine à Gaz:

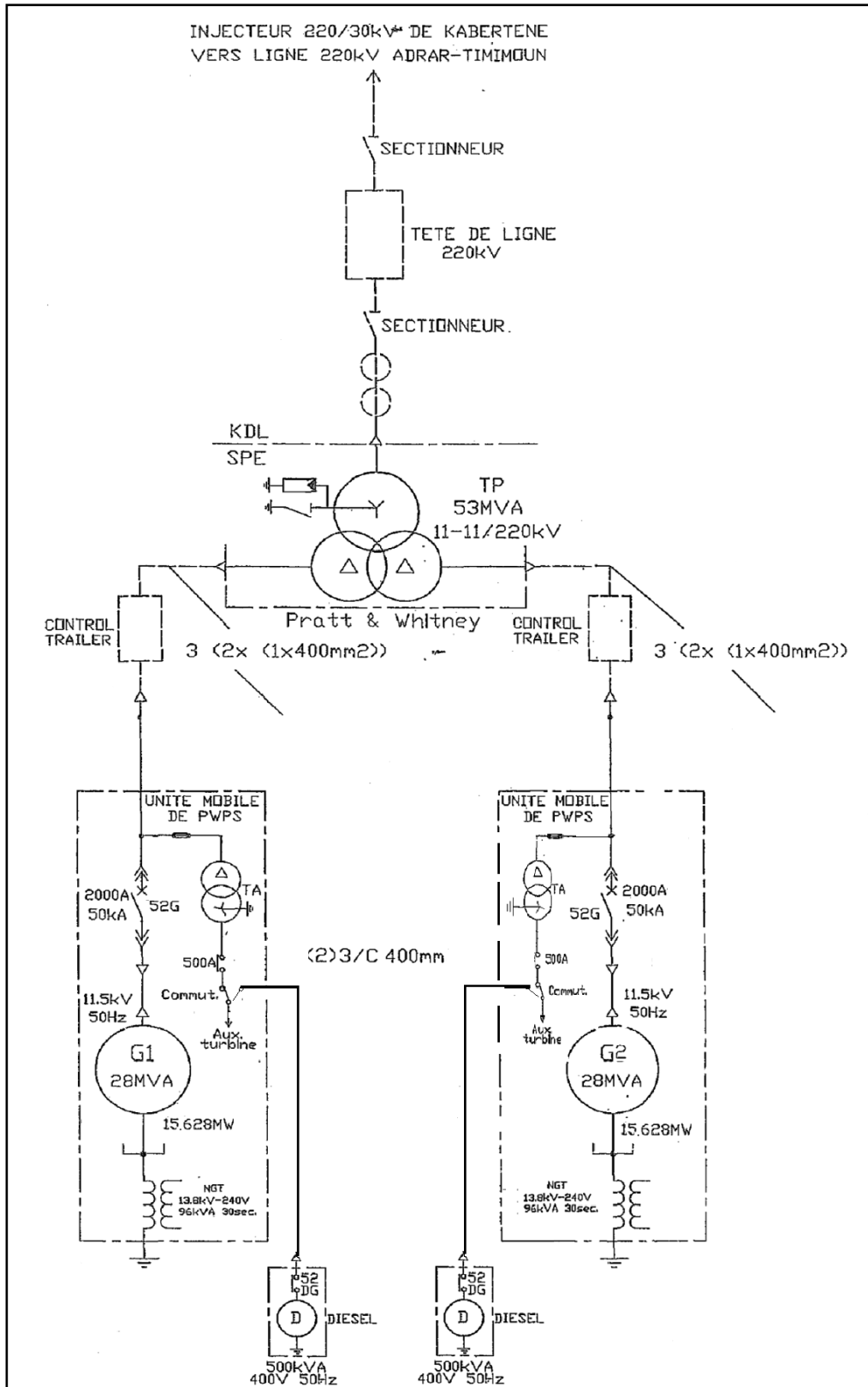


Fig III-5 Schéma unifilaire de la Centrale TG[11]

III-3 LA FERME EOLIENNE KABERTENE :

L'énergie éolienne est d'origine naturel (le vent) par la transformation de l'énergie cinétique de vent en énergie mécanique ou électrique, d'où l'emplacement des éoliennes n'est pas choisi par hasard, il y a des critères précis. Le choix de l'emplacement est judicieux pour le rendement d'une éolienne et cela est en rapport direct avec le vent.

Tout d'abord, les vents en mer sont quasiment constants et sont plus rapides (il n'y a aucun obstacle pour les casser). Mais malgré tout, cela pose des contraintes supplémentaires, ce qui augmente le coût de l'installation d'une éolienne « off-shore », mais au final, ce choix d'emplacement est relativement plus intéressant sur le long terme.

Tout comme la mer, les montagnes sont aussi un lieu très recherché. Celles-ci freinent aussi bien le vent qu'elles créent des effets avec celui-ci.

III-3.1 Puissance d'une éolienne

Il existe une relation simple entre la puissance du vent qui traverse une éolienne et la masse volumique de l'air, la taille du rotor et la vitesse du vent :

$$P = \frac{1}{2} \rho_0 S V^3$$

Avec :

P : la puissance du vent en Watts,

ρ_0 : la masse volumique de l'air, soit 1,2 kg/m³ à 20°C

S : la surface que traverse le vent en m². Cette surface est reliée à la longueur des pales par la relation $S = \pi R^2$, où R désigne le rayon du rotor en mètres.

V : la vitesse du vent en m/s.

Cette formule montre trois choses importantes :

La puissance du vent dépend du cube de sa vitesse, d'où la nécessité de placer des éoliennes dans des sites très venteux, et le plus en hauteur possible, car le vent est fortement ralenti au contact du sol. En effet, monter assez haut pour gagner 30% de vitesse de vent permettra de gagner 120% de puissance.

La puissance dépend du carré du rayon du rotor, d'où l'intérêt d'avoir les pales le plus long possible. Par exemple, un rotor deux fois plus long donnera quatre fois plus de puissance.

La puissance dépend enfin de la masse volumique de l'air, dont les variations en fonction de la température et de la pression peuvent faire varier de 20% la puissance du vent.

Cette formule donne la puissance d'une éolienne « parfaite », mais ce résultat doit être ajusté avec le rendement de l'éolienne.

III-3.2 LES DIFFERENTS TYPES D'EOLIENNES

Les éoliennes se divisent en deux grandes familles : celles à axe vertical et celles à axe horizontal :

III-3.2.1 Les éoliennes à axe horizontal (ou à hélices)

- ✓ Elles sont appelées éoliennes à axe horizontal car l'axe de rotation du rotor est horizontal, parallèle à la direction de vent.
 - ✓ Elles comportent généralement des hélices à deux ou trois pales, ou des hélices multi-pales pour le pompage de l'eau.
 - ✓ Elles sont de conception simple.
 - ✓ Leur rendement étant supérieur à celui de toutes les autres machines , elles sont les plus répandues actuellement.
-
- ✓ Elles sont, depuis longtemps, relativement répandues dans les campagnes, et servent quasi exclusivement au pompage de l'eau.



Eolienne de pompage

- Axe horizontal
- Nombre de pales : ~ 20

Fig III -6: Eolienne de pompage

III-3.2.2 -Les éoliennes à axe verticales :

Type d'éolienne dont les pales sont montées autour d'un axe vertical perpendiculaire à la direction du vent. Comme son nom l'indique. Cette solution est moins répandue que l'éolienne horizontale mais tend progressivement à la remplacer.

Son principal atout est sa capacité à capter des vents faibles :

- L'éolienne verticale n'a donc pas besoin de rafales ou de vents puissants, voire violents, pour fonctionner, car elle n'a pas besoin de s'orienter par rapport au vent.
- De plus, elle demande moins d'espace qu'une éolienne horizontale et peut fonctionner quel que soit le sens du vent.



Fig III -7 : Eolienne Verticale

III-3.3 LES ELEMENTS CONSTITUANT UNE EOLIENNE:

Une éolienne est constituée par une tour (élément porteur). A son sommet se trouve fixée la nacelle (élément actif).

III-3.3.1:Pales : Les pales captent l'énergie du vent et la transfèrent au moyeu du rotor.

Elles sont fabriquées en polyester renforcé par de la fibre de verre ou du carbone.

Elles peuvent également être constituées de bois combiné à de l'époxy.

Ces pales sont montées sur une pièce intermédiaire en acier.

Si l'axe longitudinal des pales est maniable (cas le plus fréquent), il s'agit d'un système dit de "pas variable" ou "réglage pitch". C'est un système mécanique qui agit sur l'inclinaison des pales en les faisant pivoter autour de leurs axes.

C'est d'ailleurs grâce aux moteurs pitch que les pales peuvent se mettre en drapeau en cas de grand vent ou de tornade, et s'arrêter de tourner.

Une pale pèse environ 9 tonnes.

III-3.3.2: Moyen du rotor :

Il transmet le mouvement de rotation à l'arbre de transmission qui lui est solidaire.

III-3.3.3: Arbre de transmission :

transmet la puissance vers le générateur. Celui-ci peut être asynchrone ou synchrone. Dans le premier cas, un système d'engrenages assure la transformation de l'énergie de rotation en puissance électrique (turbines Vestas, Nordex, Neg-Micon...) ; dans le second la transmission se fait directement (turbines Enercon et Lagerwey).

Les turbines actuelles fournissent du courant au réseau public d'électricité par le biais d'un générateur synchrone ou asynchrone

Celui-ci transforme l'énergie de rotation en énergie électrique. Cette énergie doit être compatible pour une injection sur le réseau électrique et cette transformation se fait via des convertisseurs: transformateurs, électronique de puissance

III-3.3.4: Multiplicateur :

L'arbre lent, appelé aussi « arbre primaire » est une pièce en acier sur lequel est placée à une extrémité le moyeu (qui supporte les pales) et est connecté à son autre extrémité au multiplicateur. Même avec un vent très fort, la vitesse de rotation des pales est trop faible pour produire de l'électricité, c'est pourquoi on place entre la génératrice et le moyeu un multiplicateur. Le multiplicateur est un convertisseur de puissance : il multiplie la vitesse d'entrée (rotor de l'éolienne) pour atteindre la vitesse de sortie exigée par la génératrice électrique, en multipliant parfois par 70 la vitesse de rotation initiale. Il est constitué d'un assemblage d'engrenages.

De manière générale, on trouve le multiplicateur ou boîte de vitesse intercalée entre l'arbre et la génératrice. En effet, la majorité des génératrices imposent une vitesse de leur rotor significativement supérieure à la

vitesse du rotor de l'éolienne. Par conséquent, il est nécessaire de placer une boîte de vitesse pour multiplier la vitesse de rotation et assurer le couplage entre ces deux entités.

III-3.3.5: Frein :

Lors de vitesses de vent très élevées, la turbine se met en position de sécurité au moyen du système aérodynamique. On dit alors qu'elles se mettent en drapeau. Un frein à disque sert comme système complémentaire pour assurer l'arrêt immédiat de la turbine. Des systèmes de parafoudre et de dégivrage (pour éviter les chutes de blocs de glace des pales) peuvent également être installés.

Il sert à arrêter l'éolienne en cas d'urgence, ou pour effectuer la maintenance.

III-3.3.6: Génératrice :

La génératrice est l'élément d'une éolienne qui transforme l'énergie mécanique en énergie électrique. Les pales transforment l'énergie cinétique en énergie mécanique, celle-ci étant transmise à la génératrice via le système de transmission. Une fois le courant produit, celui-ci est généralement injecté sur le réseau électrique.

Dans le cas des machines tournantes synchrones et asynchrones, on trouve une certaine tension alternative aux bornes du stator. Elle présente une certaine fréquence, f .

Dans le cas des machines synchrones, son rotor doit tourner à une vitesse constante dépendant de cette fréquence (à la vitesse dite de synchronisme). Si le stator est directement connecté au réseau électrique, la fréquence du stator, f , est la fréquence du réseau (50 Hz). Par conséquent, le rotor de la génératrice tourne à une vitesse fixe imposée par le réseau que l'on ne peut changer.

Dans le cas des machines asynchrones, son rotor tourne à une vitesse différente de la vitesse de synchronisme. Cette différence de vitesse de rotation dépend à la fois des propriétés de la machine et du couple moteur exercé sur le rotor de la génératrice. En conclusion, même si la machine est directement connectée au réseau électrique, il reste une certaine latitude sur la vitesse de rotor.

III-3.3.7: Nacelle :

Accessible via le mât, la nacelle est constituée d'un local dans lequel sont confinés tous les composants importants tels que l'axe majeur avec ses roulements, le générateur, les freins et le système d'engrenage.

Elle pivote de façon à permettre au rotor de se placer dans la bonne direction.

III-3.3.8: Mât et fondation :

Les fondations d'une éolienne sont composées d'environ 500 m³ de béton armé coulé sur place. Ces fondations sont dimensionnées sur base d'essais de sol et occupent une surface d'environ 15 m x 15 m x 3 m. Les fondations reposent sur une quinzaine de pieux si nécessaire.

Ce sont les éléments qui supportent la nacelle et le rotor; ils doivent être capables de supporter les différentes contraintes sont dues aux conditions du site. Plus le mât est haut, plus les pales captent du vent (la vitesse du vent augmentant avec l'altitude).

III-3.4 LES CONSTITUANTS DE LA CENTRALE EOLINNE KABERTENE :

Le choix du site de la Centrale KABERTENE dans la wilaya d'Adrar a été fait suite à une étude cartographique sur les grandes régions de vent en Algérie et à l'issue de laquelle la région d'Adrar a été définie", l'énergie produite par cette ferme est injectée au poste HTA 30 kV KABERTENE. Le choix du site de la ferme KABERTENE dans la wilaya d'Adrar a été fait suite à une étude cartographique sur les grandes régions de vent en Algérie et à l'issue de laquelle la région d'Adrar a été définie", l'énergie produite par cette ferme est injectée au poste HTA 30 kV KABERTENE.

La ferme éolienne de KABERTENE. est composée de 12 aérogénérateurs de 850 kW de puissance chacune soit une puissance Totale de la Ferme de 10,2 MW .

III-3.4.1:Caractéristique d'Aérogénérateur Centrale KABERTENE:

Marque	GAMESA
Type	G52- 850
Puissance Totale nominale délivrée par la machine (Somme de la puissance du stator et du rotor)	850kW
Puissance nominale du stator	812kW
Puissance nominale rotor	59kW

Tension nominale	690kW
Courant maximum de court-circuit	± 19,5 kA
Limites de Tension en fonctionnement normal	10%(Permanente) +20 %(0,1 s) -20%(1 s)
Conforme à la réglementation de réseau	P.O.12.3.
Fréquence nominale de Travail du Réseau	50/60 Hz
Plage de fréquence autorisée.	±2 Hz (cont.) ±4 Hz(5 s.)
Gamme Cos Φ évolutive	0,95 cap./ind.
Vitesse synchrone du générateur.	1 500 tr/min (F=50 Hz) 1 800tr/min(60Hz)
Vitesse nominale du générateur .	1 620 tr/min (F= 50Hz) 1 944tr/min (F= 60 Hz)
Glissement nominale du générateur	8%
Plage de vitesse avec connexion en triangle	1 050 – 1 900 tr/min
Plage admissible de température de service	- 30 °C/+ 50 °C
Plage admissible de température d'entreposage et de transport	40°C/+ 60°C
Niveau d'humidité maximum autorisé pendant l'exploitation	95 % (sans condensation)
Altitude de fonctionnement. Norme 601 46- 1.	< 2 000 m
Dans la section 6 du G5XDAC.	IP23
Dans les sections 1, 2, 3,4 et 5 du G5XDAC.	IP54
Degré de protection anticorrosion.	C3H
Tension Nominale de réseau	690V

Courant Nominale du convertisseur coté réseau	71 Arms
Courant Maximale du convertisseur coté réseau	91 Arms
Courant Minimale du convertisseur coté réseau	59 Arms
Courant Maximin de court circuit	19.5 Arms
Puissance de convertisseur coté Rotor	59kW
Tension nominale du convertisseur coté Rotor	183V
Courant Nominale du convertisseur coté rotor	268A
Tension maximum du convertisseur coté Rotor	608V
Courant maximum du convertisseur coté rotor	354A
Glissement maximum.	26.6%

Tab III -3 : caractéristique d'aérogénérateur centrale Kabertene [12]

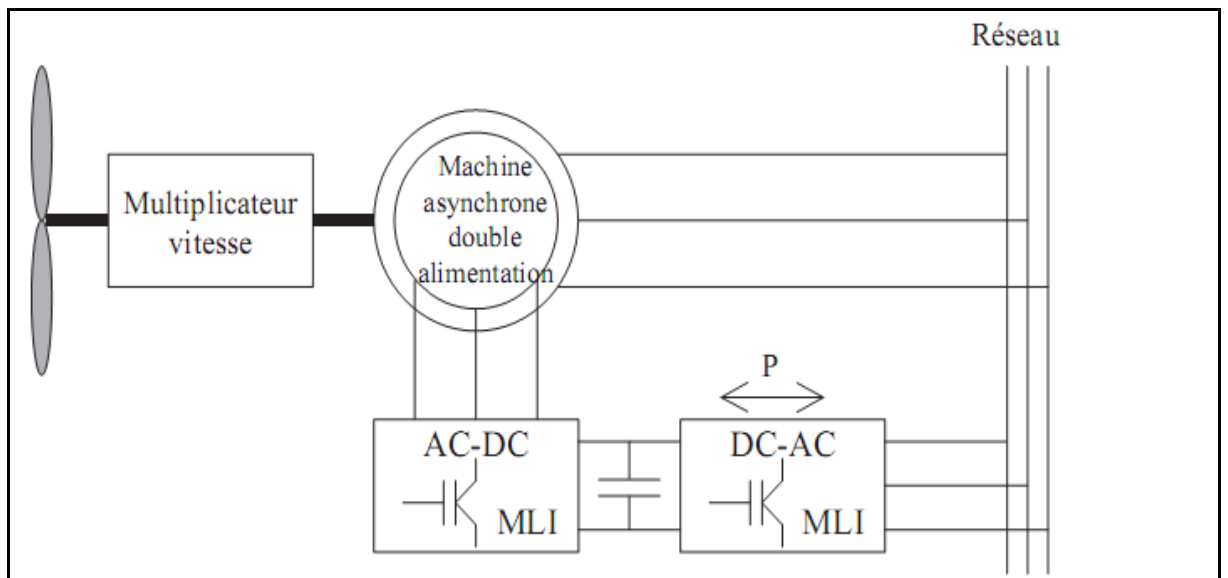


Fig III -8: Schémad'un Aérogénérateur



Fig III -9:-Vu Générale de la ferme Eolienne de KABERTENE

III-3.4.2: Transformateur de Puissance(Kiosque) :

Chaque kiosque d'éolienne fourni de l'énergie au boucle formé avec la poste d'évacuation centrale via un Transformateur élévateur dont les caractéristiques principales sont :

Puissance	1 MW
Perte	5%
Rapport de Transformation	690 V/ 30kV
Tension de fonctionnement	30kV-15/+10%
Perte Fer	2300W
Perte cuivre	14300W à Pmax

Tab III -4 : Plaque Signalétique de Transformateur[12]



Fig III -10: -Transformateur Elévateur de Kiosque

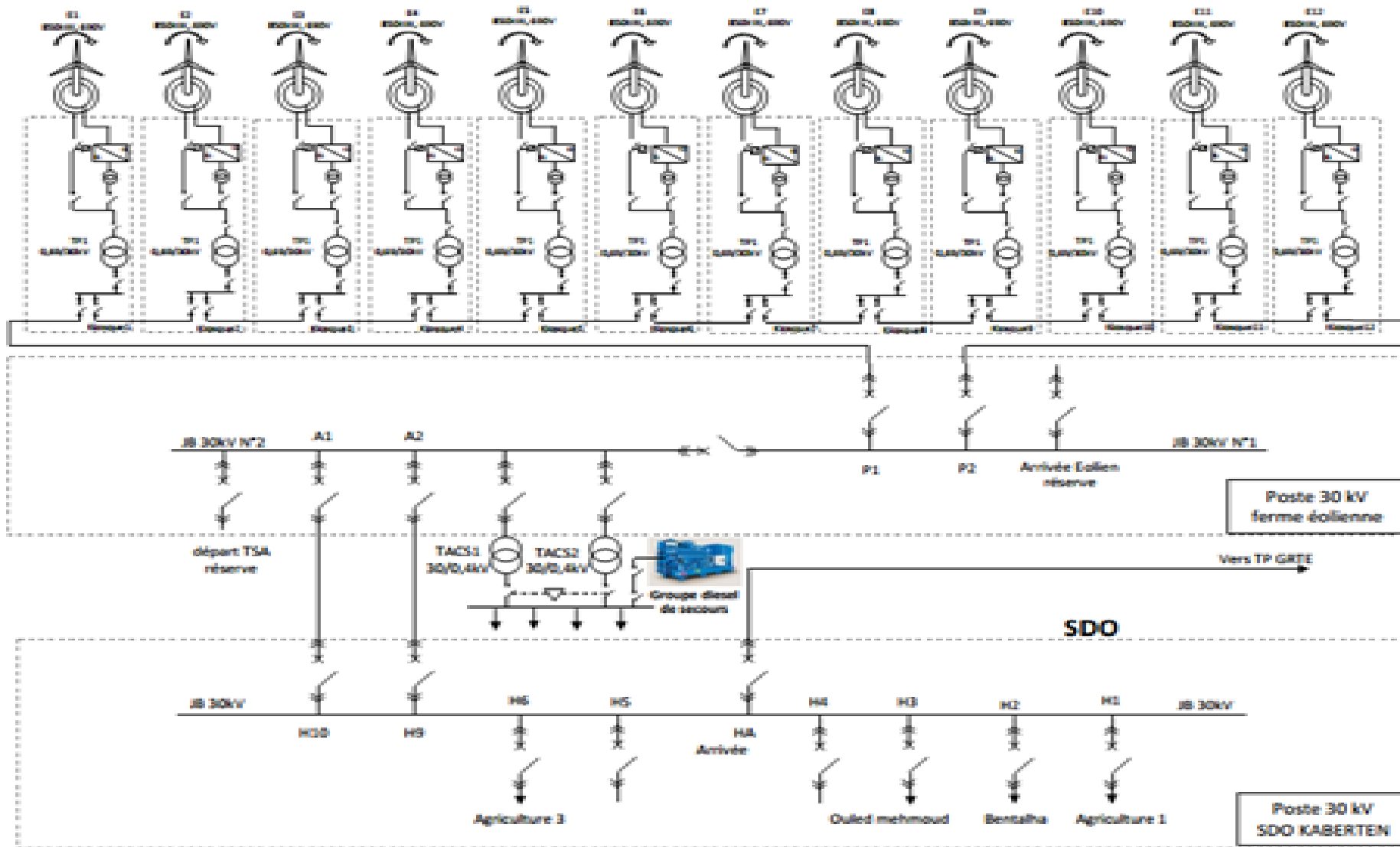


Fig III -11: Schéma de Raccordement des éoliennes entre eux. (Source Document SONELGAZ)

III-4 LA CENTRALE PHOTOVOLTAIQUE KABERTENE :

la centrale est située près de KSAR KABERTENE à 60 Km du Chef lieu Wilaya d'ADRAR, sur une superficie de 6 hectare, les coordonnées géométriques du site sont $31^{\circ} 50$ Nord et $0^{\circ} 78$ Est, la tension d'injection sur le réseau de Distribution SDO (Sonelgaz) est 30kV.



Fig III -12: Plan de Situation central PV Kabertene

III-4.1-situation des centrales photovoltaïque en Adrar :



Fig III -13: Lieu des centrales les Kabertene par googleEarth

III-4.2 Constitution de la centrale :

La centrale est composée de trois sous champs de puissance de 1MW chacun , pour donner une puissance globale de 3MW , sous-champs; contenant des modules photovoltaïques de technologie t polycristalin , type de structures fixe, un onduleur et un Transformateur de puissance , les sous champs sont liés entre pour former une boucle avec Poste d'Evacuation avec liaison départ vers l'étage 30 kV de l'injecteur 220/30kv KABERTENE .

Puissance Totale Centrale	3000 kWc
Puissance d'un sous champ	1003 kWc
Nombre de sous-champ	3
Nombre Totale des modules de la centrale	12276(panneaux)
Nombre des modules d'un Sous champs	4092(panneaux)
Surfaces Totales des Modules	6644 m ²

Tab III - 5 Présentation numérique de la centrale[8]

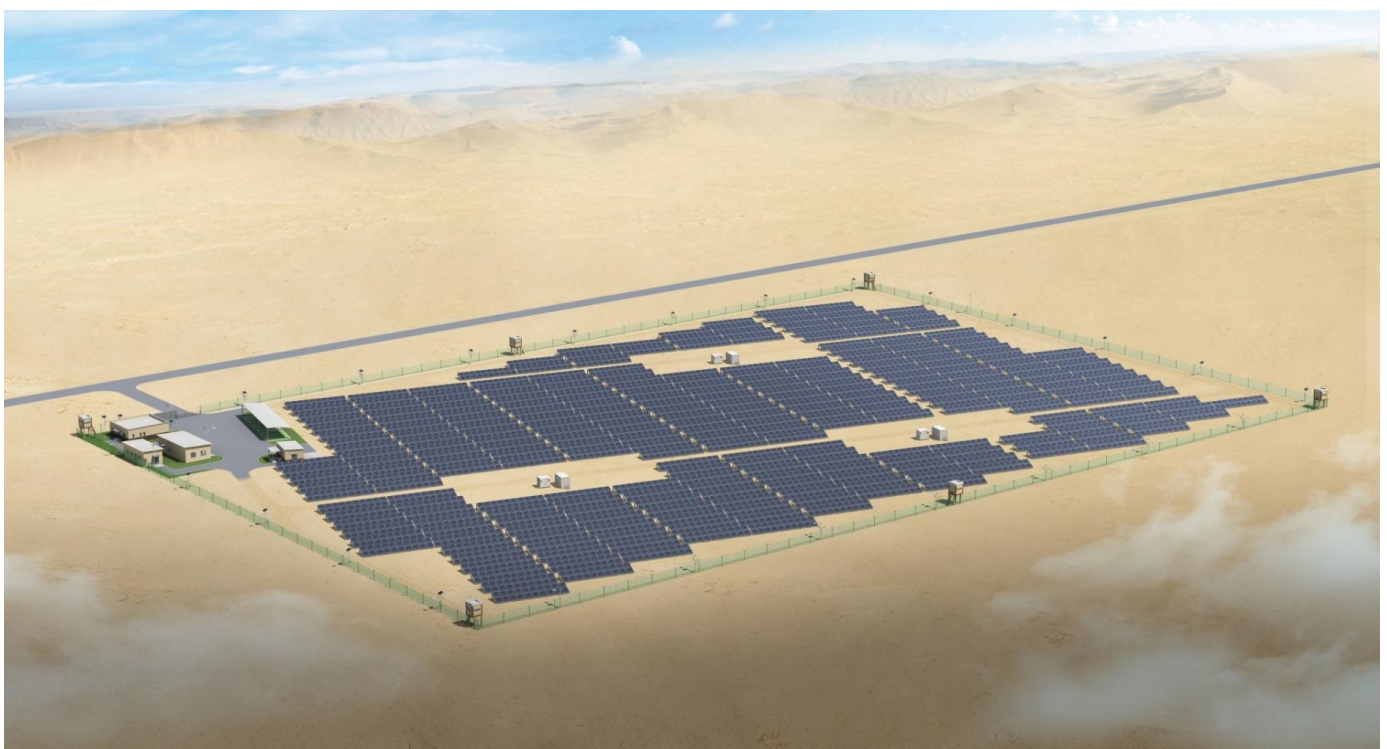


Fig III -14 : Panorama de la centrale

Le plan ci-dessous nous montre les repartition des panneaux pa sous champs et l'orientation des panneaux vers le sud.

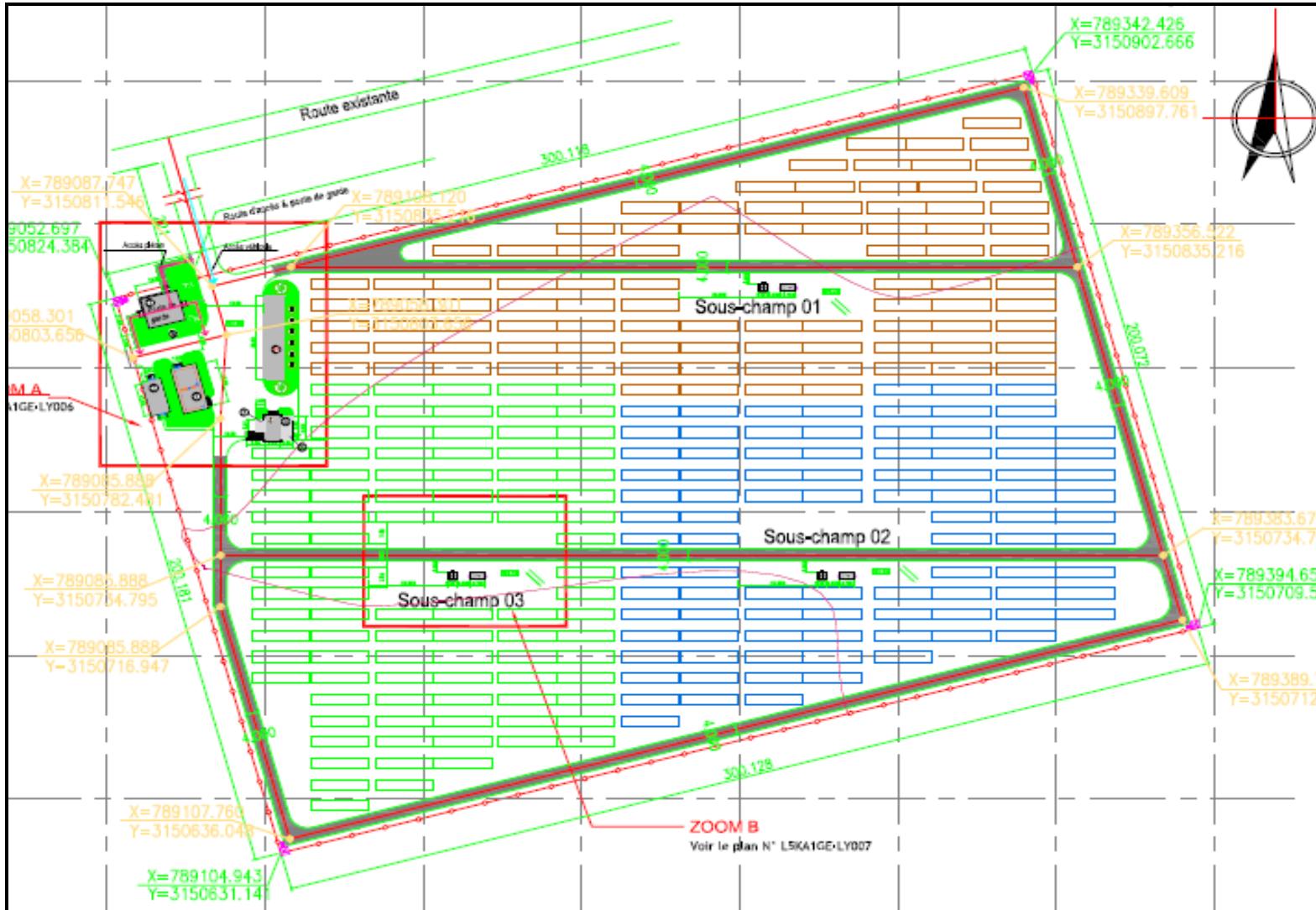


Fig III -15 : Plan de disposition des panneaux de la Centrale PV

III-4.3: Types de Panneaux Photovoltaïques :

Le Panneaux Photovoltaïques utilisés dans centrale sont de type polycristaline de fabrication chinois de marqué YINGLI SOLAR

Les caraterstiques des panneaux au STC(Standrs Test Condition):

Les cellules poly-cristallines sont élaborées à partir d'un bloc de silicium cristallisé en forme de cristaux multiples. L' avantage de ce type de cellule est leur coût de fabrication moins chère par rapport au Monocristallin. Son Inconvénient reside dans le rendement variable.

Type de Module	YL245-29b
Puissance Mesuré	245 W(0/+5W)
Couran Mesurée	8.28 A
Tension àCircuit ouvert	37.7 V
Couraant de CC	8.83A
Tension système Max	1000 V
Classe de Resistance au feu	C
Classe d'Aplication	A



Fig III- 16 : String des panneaux

Tab III-6: plaque signalitique d'un panneaux[8]

Le Nombre de Panneaux par sous champ est 4092 panneaux ,pour une puisssance total de 1039368 Wc .

Le Nombe Total des panneaux de la Centrale est 12276 panneaux soit une puissance crée Total de 3118104 Wc (**3.11 MW**) .

III-4.4 –Les boites de raccordement

Les boites de raccordement sont disposées dans les sous-champ leur fonction est rassembler l'électricité des câbles DC des panneaux et raccorder avec les onduleurs.

Les boits de raccordement satisfaire les fonctions et les exigence qui suivant :

1-le niveau de protection est IP65 : contre l'eau ,la poussière,la rouille, le soleil , et contre le sel du brouillard.

2-Raccordement avec plusieurs circuits de panneaux en série,et capables de supporter la tension de circuit ouvert.

3-les câbles DC d'export sont équipés des parafoudres entre le positif à la terre ,négatif à la terre et le positif au négatif.

4-Il y a un système de surveillance à l'import du courant de la tension de la température.



Fig III-17 Boite de raccordement

III-4.5 L'Onduleur :

Il y a au total 06 onduleurs au niveau de la centrale , Deux onduleurs par sous champs . de marque SUNGROW fabriqué en chine, pour convertir les courants continus des panneaux PV en courant Alternatif, chaque onduleur possède deux entrées et deux sorties.

Les caractéristiques des onduleurs :

Marque		SANGROW Chine	
Type		SG1000TS	
Classe de protection		I	
Protection IP		IP54	
Température de fonctionnement		-35° à + 60°	
Entrée DC		Sortie AC	
Tension Max	1000 V	Puissance sortie	1000 kW
Isc	2X1344 A	Tension nominale de sortie	3x315 V
Tension min Vmpp	500V	Fréquence	50 Hz
Tension Max Vmpp	850V	Courant de sortie Max	2x1008 A
Courant entrée Max	2x1120A	Facteur de Puissance	-0.9 : 0.9
Categorie de surtension	II	Categorie de surtension	III

Tab III-7 :Caractéristique de l'onduleur[8]

Fig III -18 -: Onduleur SANGROW



III-4.6 Les Transformateurs :

Il y a aussi Trois Transformateurs elevateurs dont le rapport de Transformation de tension est $2 \times 315 \text{V} / 30 \text{kV}$ à Trois enroulements (2 enroulements coté BT et 1 enroulement cité HT) un pour chaque sous champ.

Il y a aussi un Transformateur des services auxillaires(TSA) abaisseur $30 \text{kV} / 400$, pour les besoins de sous champs.

Les caraterstiques des Transformateurs :

	Transformateur de Puissance	TSA
Marque	SUNTEN Chine	
Refroidissement	ONAN	
Isolement	Huile	
Enroulements	Cuivre	
Puissance nominale	1250 kVA	160 kVA
Tension Primaire	$2 \times 315 \text{ V}$	$30 \text{ kV} \pm 5\%$
Tension Secondaire	$30 \text{ kV} \pm 5\%$	400 V
Niveau Isolement	36 kV	
Couplage	Dy11	Dyn11
Tension de court-circuit	6%	

Tab III-8 : caractéristique du transformateur[8]



Fig III -19 Le transformateur et l' onduleur

III-4.6:Poste d'evacuation :

Le post d'évacuation 30kV vers l'injecteur 220/30kV est composé de:

- Deux (02) cellules arrivées Transformateur de Puissance,
- Une (01) cellule Départ TSA ,
- Une (01) cellule départ réseau.
- Transformateur des services auxillaires (TSA) .

Ces équipements jouent un rôle très important dans l'évacuation de l'énergie de la centrale :

- Par le raccordement et de séparation avec le réseau par des disjoncteurs.

- La protection en cas de défaillance des équipements électriques (court-circuit, mis à la terre), couper le raccordement à temps avec le réseau et assurer la sécurité de la centrale et du réseau .

- Mesure, contrôle et comptage de l'électricité par les dispositifs des transformateurs de tension et de courant .

- L'alimentation interne en électricité du transformateur auxiliaire et cellule de secteur en charge (système de surveillance, électricité dynamique, éclairage).

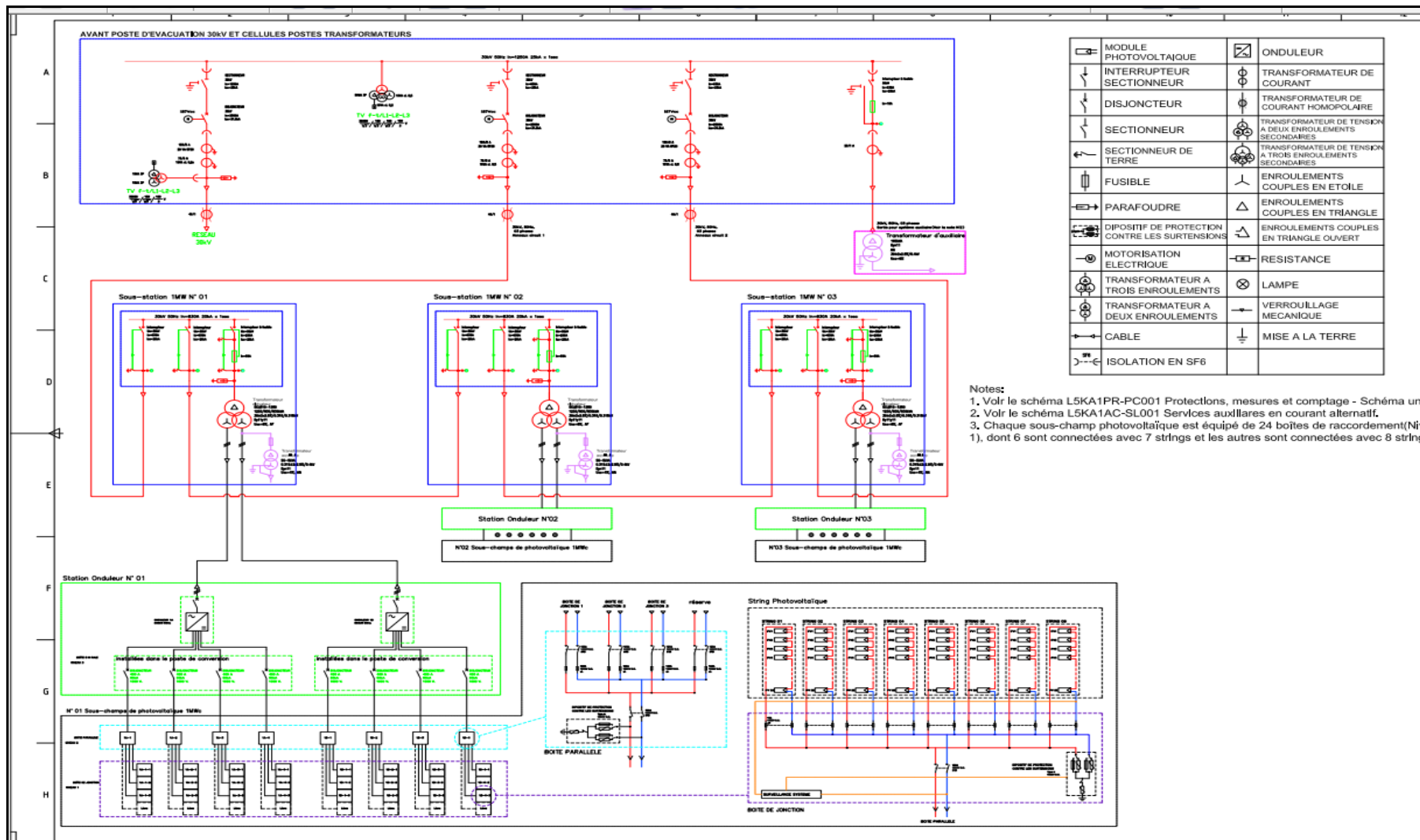


Fig III -19 : Schéma de la Centrale PV.[8]

III-4.8 ORIENTATION DES PANNAUX:

Pour déterminer l'orientation des panneaux photovoltaïques de la centrale de Kabertene qui utilise le Type des champs à panneaux fixe incliné ; nous avons utilisé le Logiciel PVsyst6.3.7 , et nous avons abouti aux résultats suivants.

L'Orientation des Panneaux Photovoltaïque est vers le Sud (Azimut 0°) et leur Angle d'Inclinaison est de 30° . Cette valeur est très proche de l'orientation utilisée par le constructeur de la centrale (Vers le Sud et un angle d'inclinaison de 29°) .

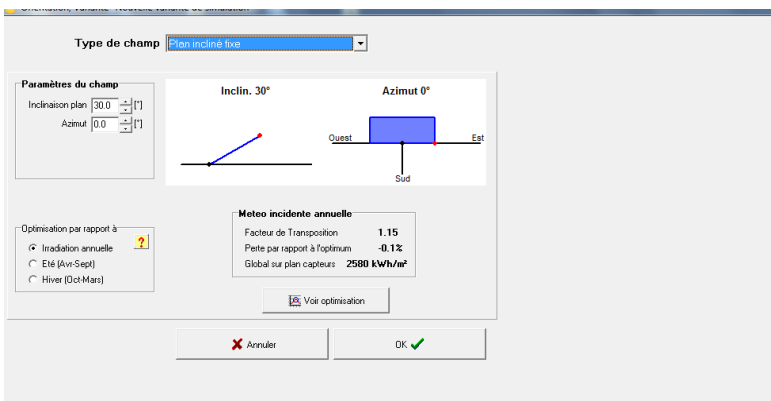


Fig III -20 : Résultat de calcul Orientation module par PVsys

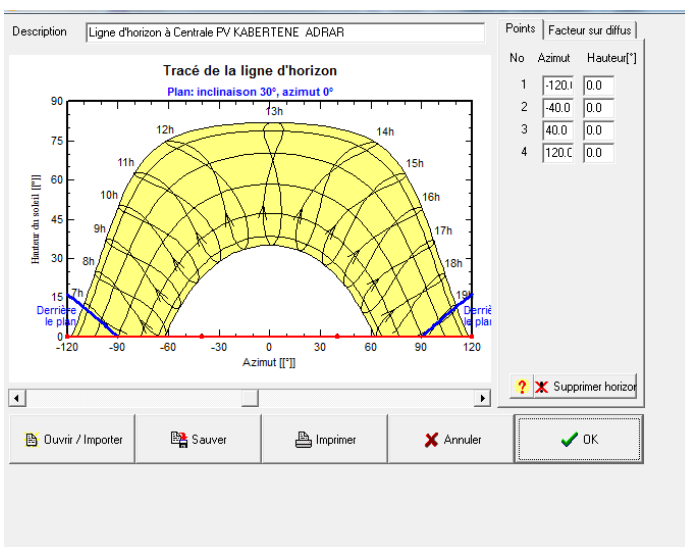


Fig III -21 : Résultat de calcul du tracé de soleil à KABERTENE par PVsys

CHAPITRE IV
SIMULATION PAR
Logiciel HOMER

IV-1 :Introduction :

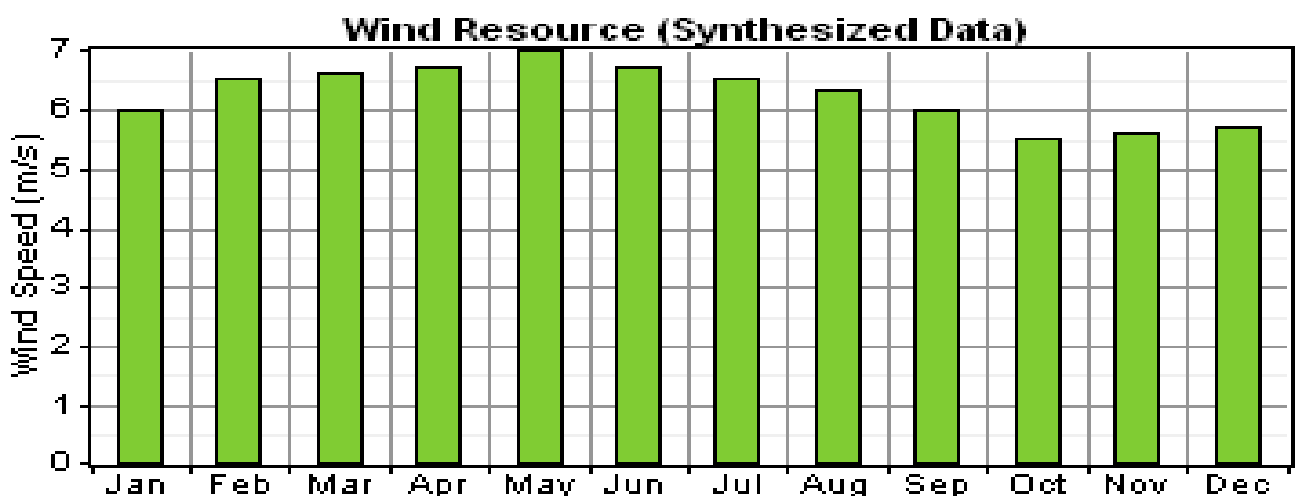
Le logiciel HOMER est un model d'optimisation des systèmes hybrides fonctionnant avec les énergies renouvelables (**H**ybrid **O**ptimisation **M**odel For **E**lectric **R**enewables en anglais) été développé en 1993 par le National Renewable Energy Laboratory et par Dr. Peter Lilienthal le développeur original du logiciel HOMER® ce logiciel est un outil puissant pour la conception et analyse des système de production d'électricité hybrides , compose de groupes électrogènes , de système de cogénération , d'éolienne , de système photovoltaïque , de système hydrauliques, de batteries , de piles à combustible , de la Biomasse et bien d'autre . que l'installation soit reliée au réseau ou non, HOMER permet de déterminer comment les sources d'énergies intermittentes comme l'éolien et solaire peuvent être intégrée de manière optimal au sein des systèmes hybrides.

Dans notre cas, nous voulons étudier et analyser par ce Logiciel les Flux des puissances issu des Centrales d'énergie renouvelable de KABERTEN raccordé au réseau en parallèle avec la centrale TG de Kabertene.

IV-2 INTERPRETATION DES RESULTATS SIMULAION:

IV-2-1 :Profile des vitesses mensuelles de vent du site:

Les graphes ci-dessous ont les résultats du profile de la vitesse moyenne journalière et par mois du Logiciel HOMER et nous remarquons que les vitesses varié pendant les 24 heures d'une journée et varié aussi d'un moi à l'autre :



IV-2-2 Profile des irradiations mensuelles:

Le profile de l'irrediation journalière et par mois utilisé par le Logiciel HOMER pour l'optimisation est le suivant :

Month	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	Scaled annual average :
Clearness Index	0.178	0.162	0.144	0.115	0.103	0.098	0.096	0.104	0.111	0.14	0.168	0.175	
Average Radiation (kWh/m ² /d)	1.1	1.19	1.28	1.18	1.14	1.11	1.08	1.1	1.04	1.09	1.08	1.01	1.22

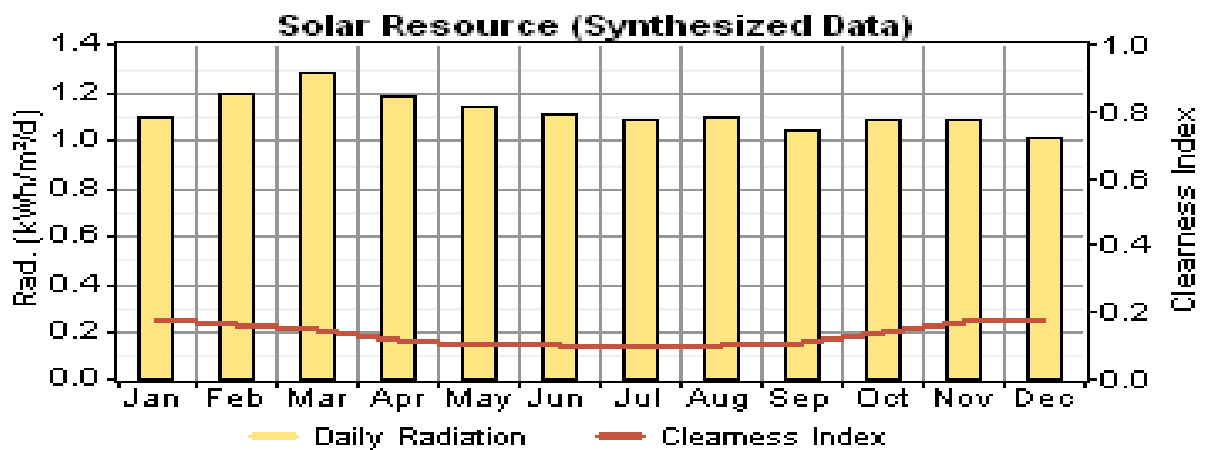


Fig IV-7: Courbe d'irradiation kWh /m²/jour et indice de clarté.

IV-2-3: Profil de charge mensuel: Le profile de la charge journalière local et par mois utilisé par le Logiciel HOMER pour l'optimisation :

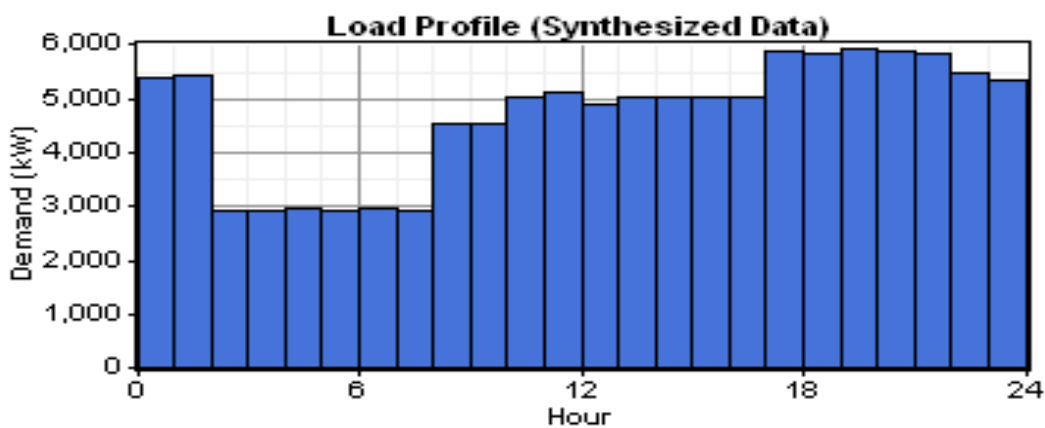


Fig IV-3: Charge journalière et mensuelle

IV-2-4 La meilleure solution par type de système :

L'optimisation a été fait de façon itérative, HOMER donne la solution optimale parmi les grandeurs de système proposées.

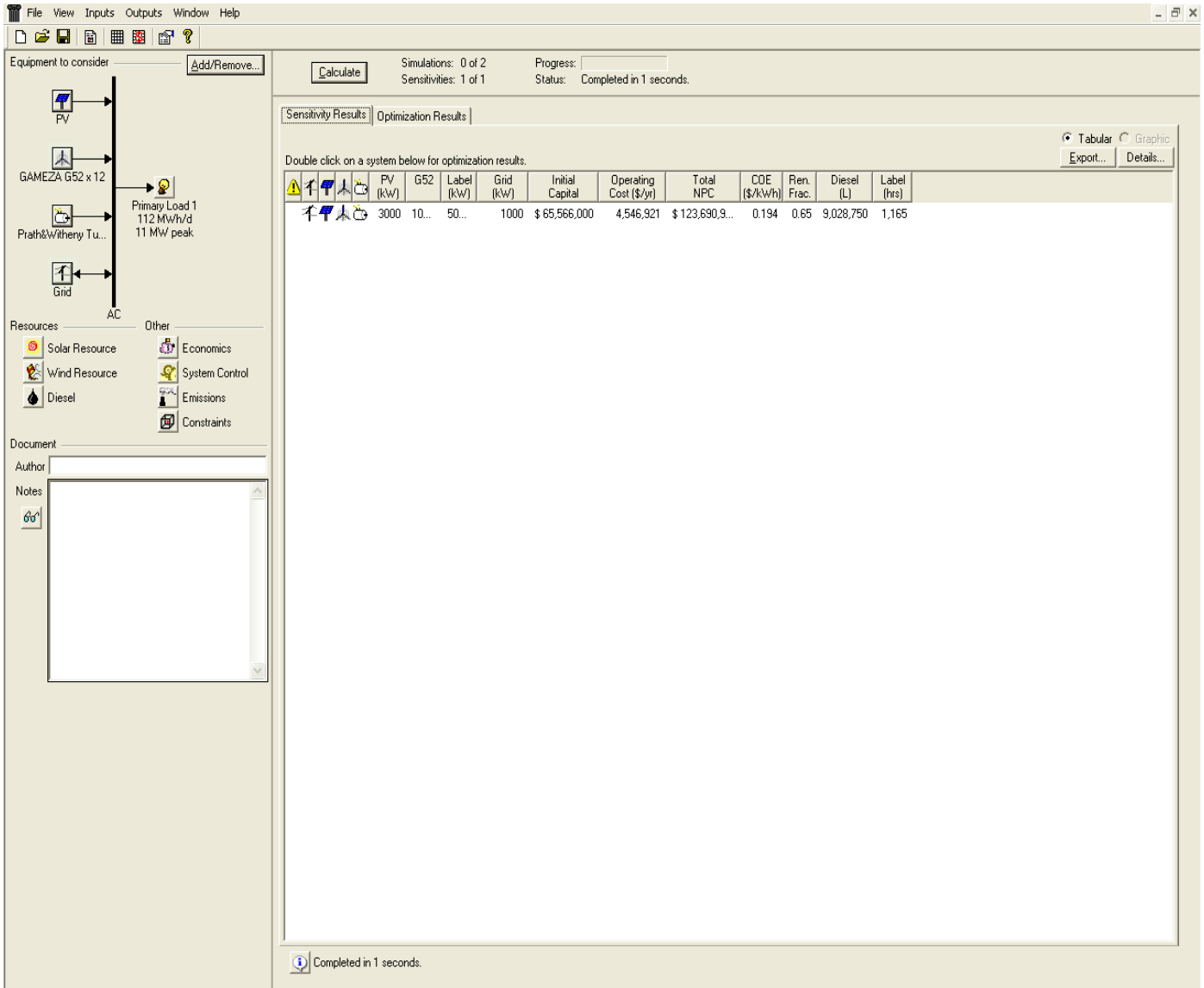


Fig IV-4: La solution optimal HOMER

IV-2-5 l'ensemble des solutions classées par cout sur la durée de vie du système :

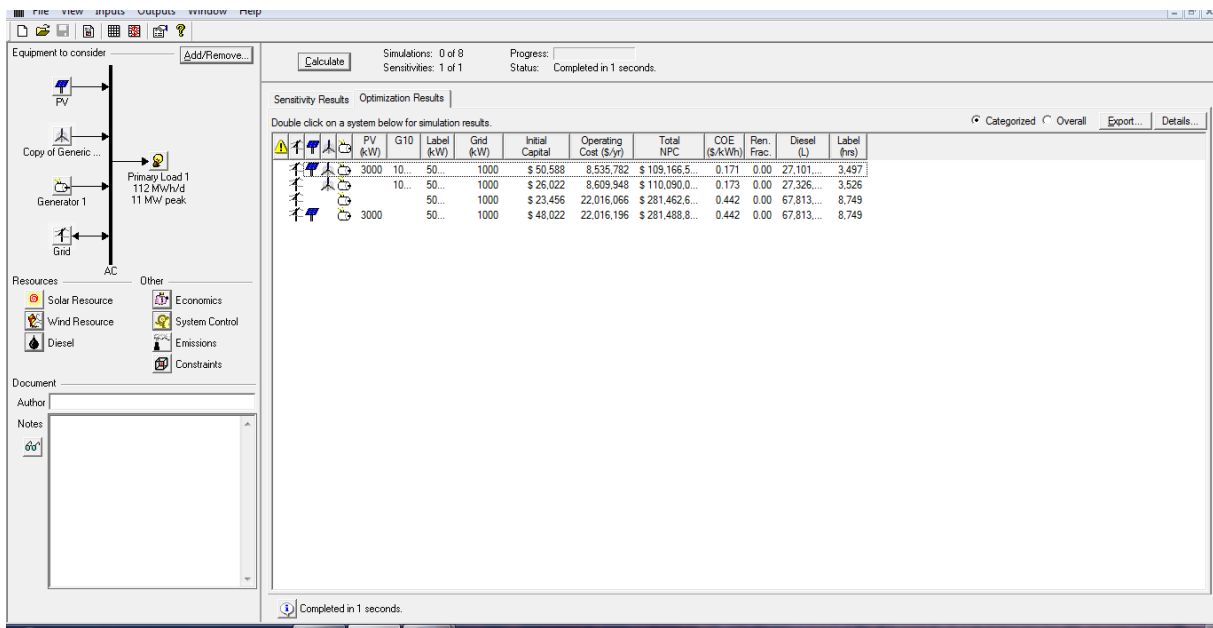


Fig IV-5: Les solutions HOMER

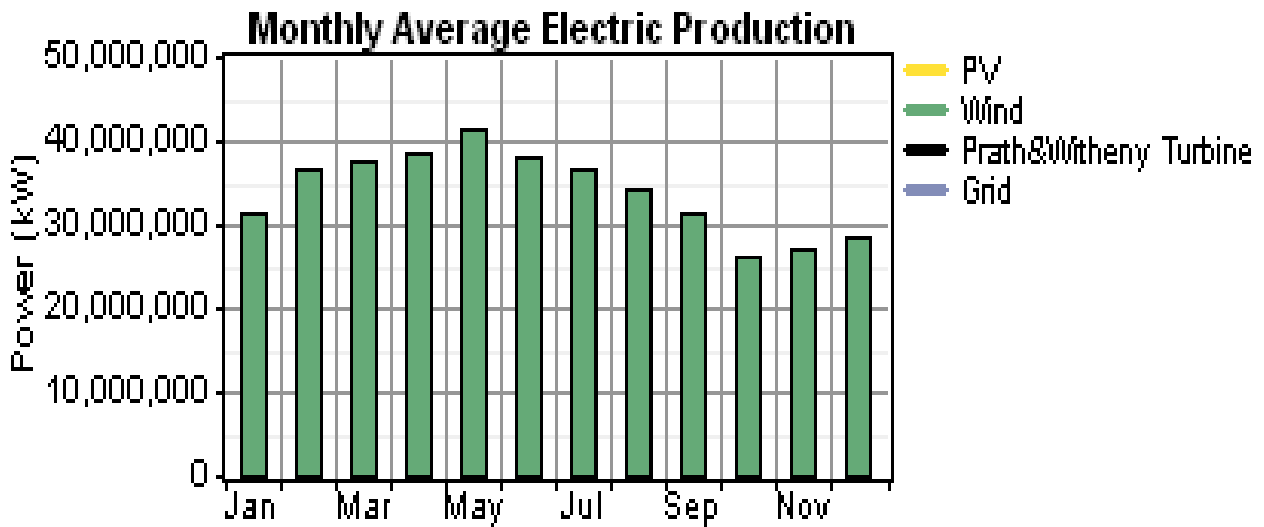


Fig IV-13: Courbe des puissances moyennes produites.

V -Conclusion Générale :

Dans ce mémoire nous avons présenté l'étude d'un système Hybride de production d'énergie électrique raccordé à un réseau électrique (SONELGAZ) ; de la localité de KABERTENE ADRAR et une Simulation de ce système par le Logiciel d'optimisation de production Hybride HOMER qui met en contribution une énergie d'origine fossile (conventionnelle : Fuel,Gaz) et des énergies d'origine renouvelable et durable le vent et le soleil , sans système de stockage , la méthode de dimensionnement et d'optimisation est basée sur les résultats d'une simulation utilisant une année de référence de la vitesse du vent et une autre de l'irradiation solaire globale journalière pour le site de KABERTENE

Nous avons examiné au premier chapitre les énergies renouvelables ; au deuxième nous avons présenté l'étude de cas du système hybride KABERTENE et les différentes compositions des centrales, au quatrième chapitre nous avons présenté et interprété les résultats obtenus de simulation par Logiciel HOMER:

Les résultats obtenus illustrent les coûts du kWh des quatre scénarii du système et la solution optimale est celle des combinaisons des trois systèmes qui nous donne le coût du kWh le moins cher sur un an de marche avec une prédominance de l'énergie à origine éolienne du système

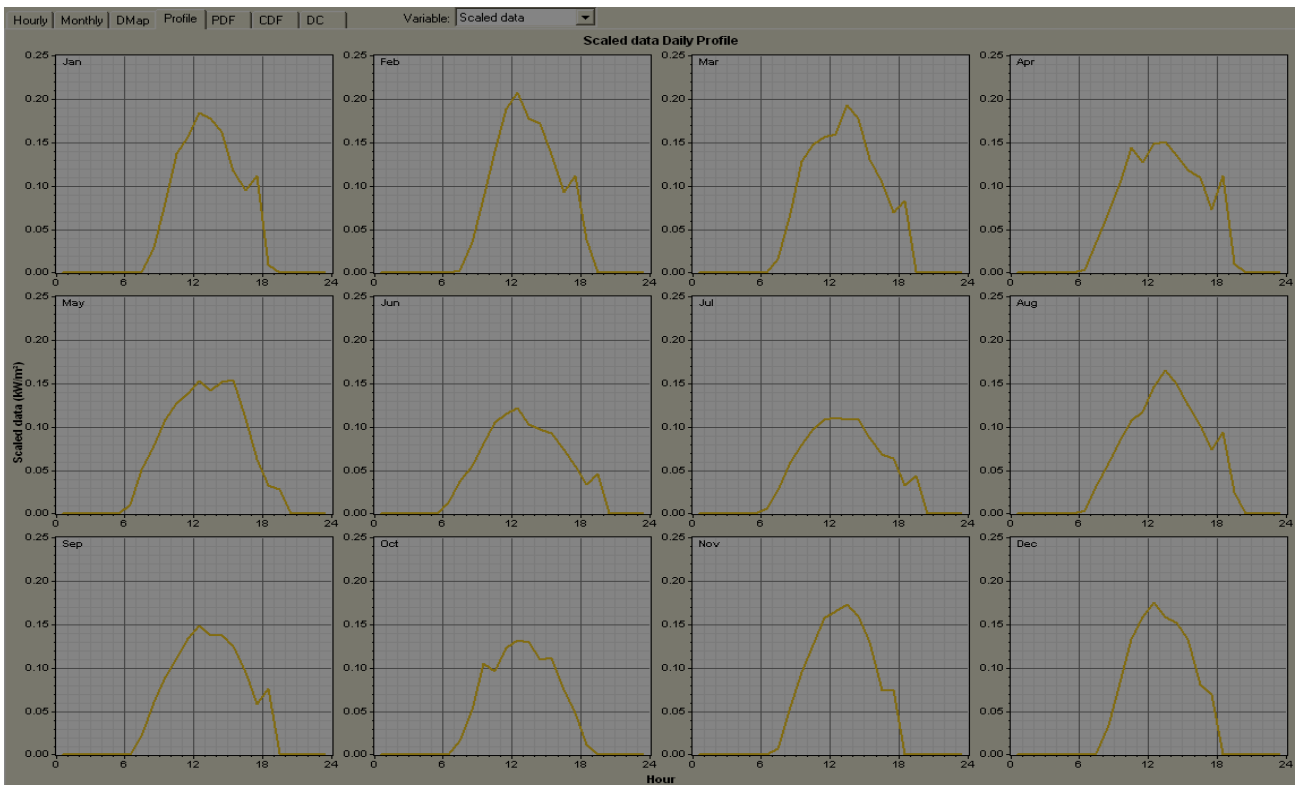
Les résultats obtenus montrent aussi que l'utilisation d'un système photovoltaïque comme système d'appoint avec un système éolien améliore le coût du système hybride et la rentabilité économique pour le site choisi.

En particulier quand les coûts d'électricité auront légèrement augmenté et que les coûts de rachat de l'électricité par le réseau seront intéressants.

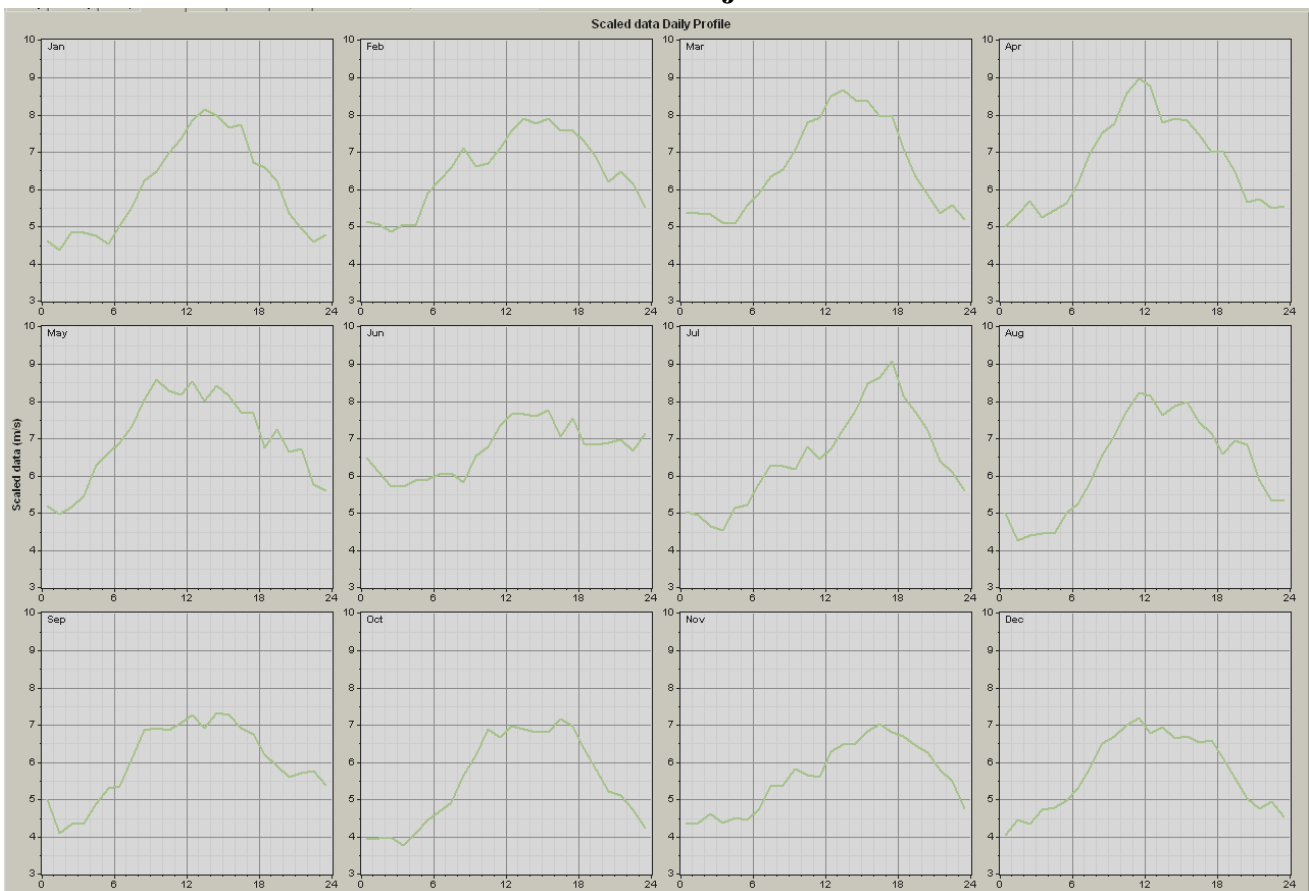
Annexes

Annexe 1-LE SOMMAIRE DES ENTREES HOMER :

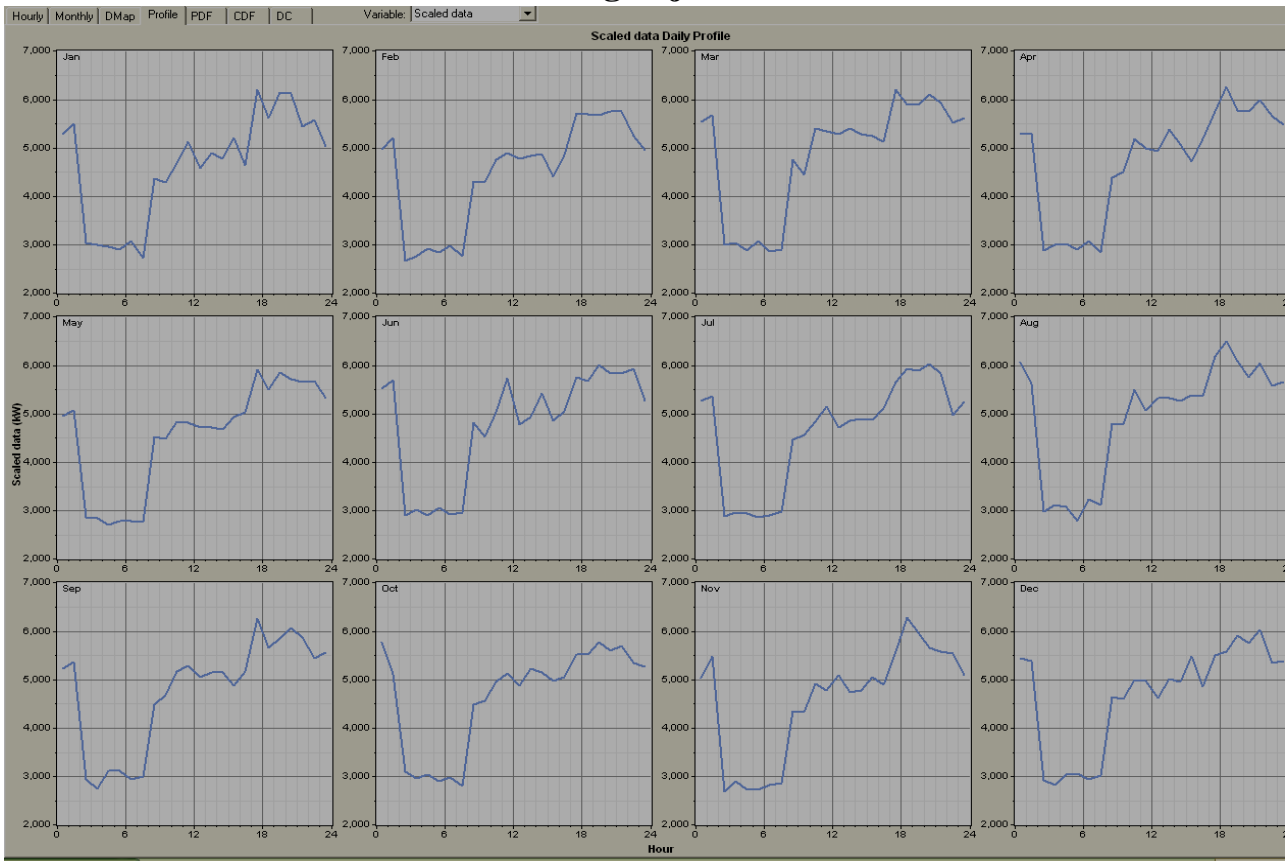
a-Courbe des irradiations moyennes à Kabertene.



b- Courbe des vitesses de vent journalier et mensuel



c- Courbe des Charges journalier et mensuel



Annexe 2 :

a-Caractéristique de la Charge (AC Load: Primary Load 1)

Source des Données	Data source:	Synthetic
Bruit quotidienne	Daily noise:	15%
Bruit Horaire	Hourly noise:	20%
Moyen journalière Annuel charge	Scaled annual average:	112 467 kWh/d
Pic de Charge	Scaled peak load:	10 590 kW
Facteur de Charge	Load factor:	0.442

b-Caractéristiques Centrale PV:

Size (kW)	Capital (\$)	Replacement (\$)	O&M (\$/yr) Coût de main d'œuvre et Maintenance
3,000.000	24,566,000	24,566,000	900

Sizes to consider:	Lifetime :	Derating factor:	Tracking system:	Slope:	Azimuth:	Ground reflectance:
3,000 kW	20 yr	80%	No Tracking	28.5 deg	0 deg	20%

c-Cordonnées du site:

Latitude:	28 degrees 27 minutes North
Longitude:	0 degrees 2 minutes West
Time zone:	GMT +1:00

d-Caractéristiques Centrale Eolienne :

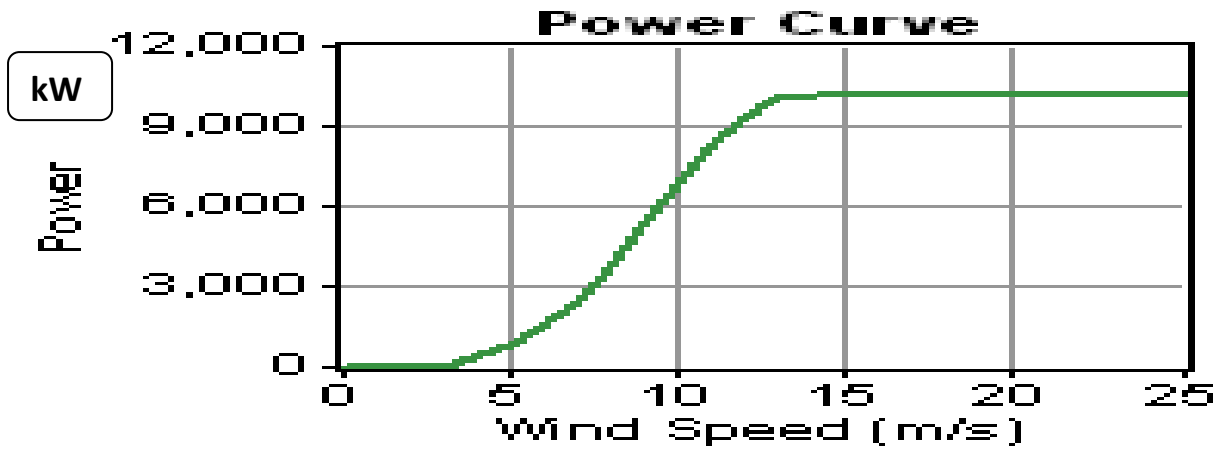
(AC Wind Turbine: 12x GAMEZA G52)

Quantity	Capital (\$)	Replacement (\$)	O&M (\$/yr)
10,000	19 000,000	19 000,000	900

Quantities to consider:	10,000
Lifetime:	15 yr
Hub height:	50 m

Annexe 3:

a-Courbe de puissance de l'Eolienne en fonction des vitesses du vent.



b-Data source: Synthetic (Vitesse mensuelle du Site)

Month	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
Wind Speed (m/s)	6	6.5	6.6	6.7	7	6.7	6.5	6.3	6	5.5	5.6	5.7

Weibull k:	Autocorrelation factor:	Diurnal pattern strength:	Hour of peak wind speed:	Scaled annual average:	Anemometer height:	Altitude:	Wind shear profile:	Surface roughness length:
2	0.85	0.25	15	6.26 m/s	10 m	0 m	Logarithmic	0.01 m

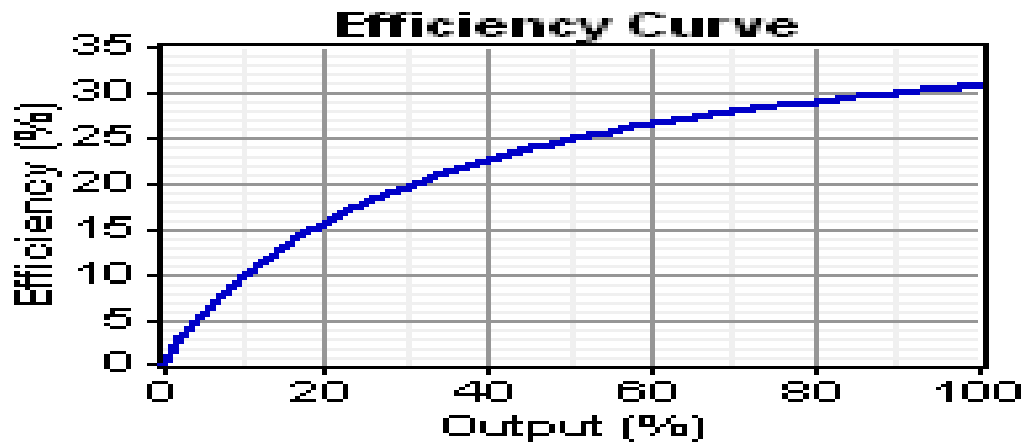
Annexe 4:

a- CARATERSTIQUE GENERATEUR: AC Generator: Prath & Witheny Turbine

Size (kW)	Capital (\$)	Replacement (\$)	Main d'oeuvre & Maintenance (\$/h)
50,000.000	22,000,000	22,000,000	7.000

Sizes to consider:	Lifetime:	Min. load ratio:	Heat recovery ratio:	Fuel used:	Fuel curve intercept:	Fuel curve slope:
50,000 kW	15,000 hrs	30%	0%	Diesel	0.08 L/hr/kW	0.25 L/hr/kW

b- Courbe d'Efficacité (rendement).



c- carterstiques Fuel(Diesel)

Price:	Lower heating value:	Density:	Carbon content:
\$ 0.33/L	43.2 MJ/kg	820 kg/m ³	88.0%

c- Caraterstiques réseaux (Grid):

Rate	Power Price	Sellback Rate	Demand Rate	Applicable
	\$/kWh	\$/kWh	\$/kW/mo.	
Rate 1	0.1	0.05	0	Jan-Dec All week 00:00-24:00

Annexe 5:
a-Les Emmissions

CO2 emissions factor:	CO emissions factor:	UHC emissions factor:	PM emissions factor:	SO2 emissions factor:	NOx emissions factor:	Interconnection cost:	Standby charge:	Purchase capacity:	Sale capacity:
632 g/kWh	0 g/kWh	0 g/kWh	0 g/kWh	2.74 g/kWh	1.34 g/kWh	\$ 0	\$ 0/yr	1,000 kW	1,000 kW

b-Economics

Annual real interest rate:	6%
Project lifetime:	25 yr
Capacity shortage penalty:	\$ 0/kWh
System fixed capital cost:	\$ 0
System fixed O&M cost:	\$ 0/yr

D-Generator control

Check load following:	No
Check cycle charging:	Yes
Setpoint state of charge:	80%

e-Penalties Emissions dioxide carbon:

Carbon dioxide penalty:	\$ 0/t
Carbon monoxide penalty:	\$ 0/t
Unburned hydrocarbons penalty:	\$ 0/t
Particulate matter penalty:	\$ 0/t
Sulfur dioxide penalty:	\$ 0/t
Nitrogen oxides penalty:	\$ 0/t

Maximum annual capacity shortage:	0%
Minimum renewable fraction:	0%
Operating reserve as percentage of hourly load:	10%
Operating reserve as percentage of peak load:	0%
Operating reserve as percentage of solar power output:	50%
Operating reserve as percentage of wind power output:	50%

Annexe 6 : System Report - Kabertene

System architecture

PV Array	3,000 kW
Wind turbine	10,000 kW
Prath&Witheny Turbine	50,000 kW
Grid	1,000 kW

Cost summary:

Total net present cost	\$ 118,095,280
Levelized cost of energy	\$ 0.185/kWh
Operating cost	\$ 4,109,193/yr

Les Tableaux ci-dessus représentent l'architecture du système ; les coûts actuels et frais de fonctionnement:

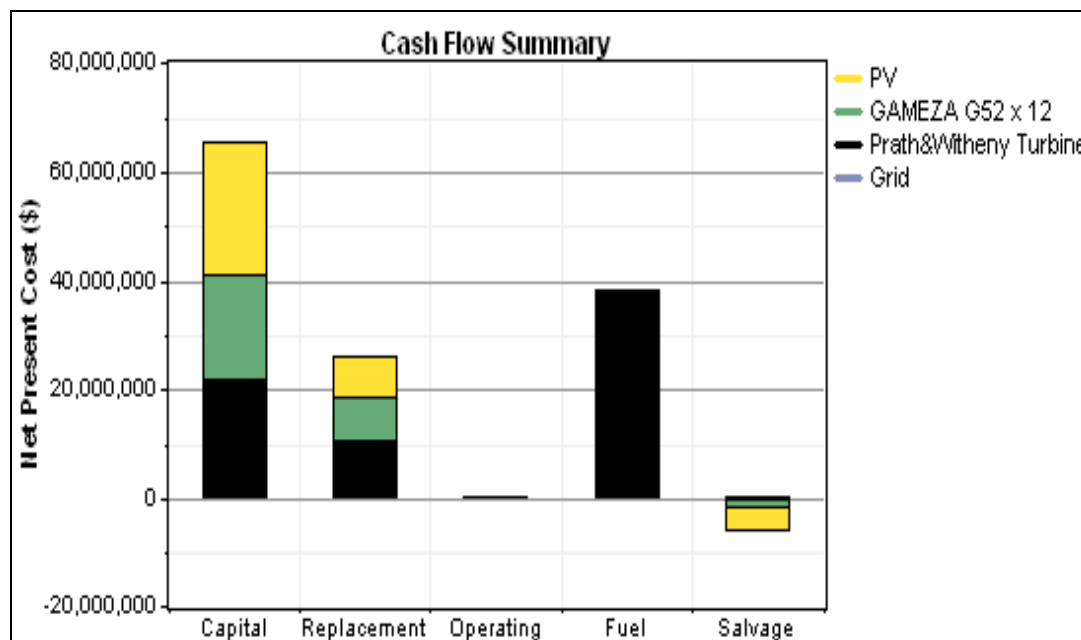


Fig IV-11: Courbe des Cash flow .

Net Present Costs:

Component	Capital	Replacement	O&M	Fuel	Salvage	Total
	(\$)	(\$)	(\$)	(\$)	(\$)	(\$)
PV	24 566,000	7 659,804	11,505	0	-4 292,889	27 944,416
GAMEZA G52 x 12	19 000,000	7 928,043	11,505	0	-1 475,660	25 463,884
Prath&Witheny Turbine	22 000,000	10 389,542	104,248	38 087,872	-299,016	70 282,656
Grid	0	0	-5 595,639	0	0	-5 595,639
System	65 566,000	25 977,388	-5 468,381	38 087,872	-6 067,565	118 095,320

Ce tableau représente les coûts totaux nets actuels par sources.

Analyses des coûts (Annualized Costs) :

Component	Capital	Replacement	O&M	Fuel	Salvage	Total
	(\$/yr)	(\$/yr)	(\$/yr)	(\$/yr)	(\$/yr)	(\$/yr)
PV	1 921,718	599,201	900	0	-335,819	2 186,000
GAMEZA G52 x 12	1 486,308	620,185	900	0	-115,436	1 991,956
Prath&Witheny Turbine	1 720,988	812,740	8,155	2 979,489	-23,391	5 497,982
Grid	0	0	-437,728	0	0	-437,728
System	5 129,013	2 032,126	-427,773	2 979,489	-474,646	9 238,209

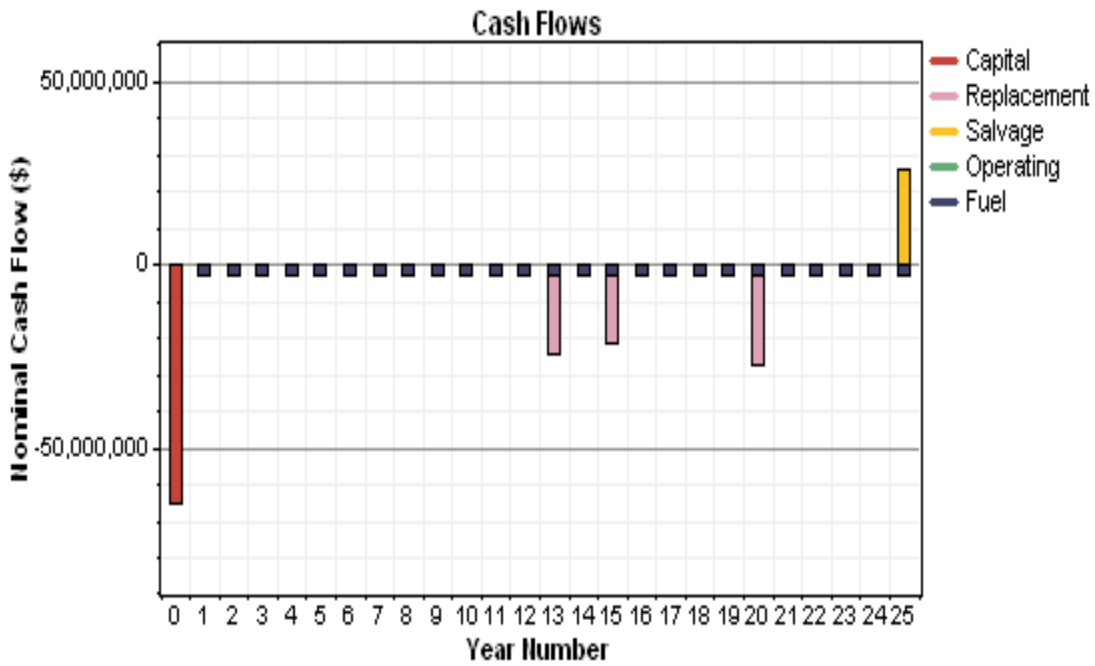


Fig IV-12: Courbe des Cash flow sur la durée de vie système.

Electricité:

Le tableau ci-dessous montre la répartition de production et les taux de participation par sources et par an du système ; ou on constate une prédominance de la production éolienne par rapport aux autres énergies.

Component	Production	Fraction
	(kWh/yr)	
PV array	1 073,425	0%
Wind turbines	297 270 345,728	100%
Prath&Witheny Turbine	17 475,002	0%
Grid purchases	1,718	0%
Total	297 288 892,416	100%

Load	Consumption	Fraction
	(kWh/yr)	
AC primary load	41 050,444	82%
Grid sales	8 758,000	18%
Total	49 808,444	100%

a-Centrale Photovoltaïque :

Quantity	Value	Units
Rated capacity	3 000	kW
Mean output	123	kW
Mean output	2 941	kWh/d
Capacity factor	4.08	%
Total production	1 073 425	kWh/yr

Quantity	Value	Units
Minimum output	0.00	kW
Maximum output	2 408	kW
PV penetration	2.61	%
Hours of operation	4 383	hr/yr
Levelized cost	2.04	\$/kWh

La courbe ci-dessous représente les variations de puissances de sortie centrale PV pendant l'an et chaque 24 heures.

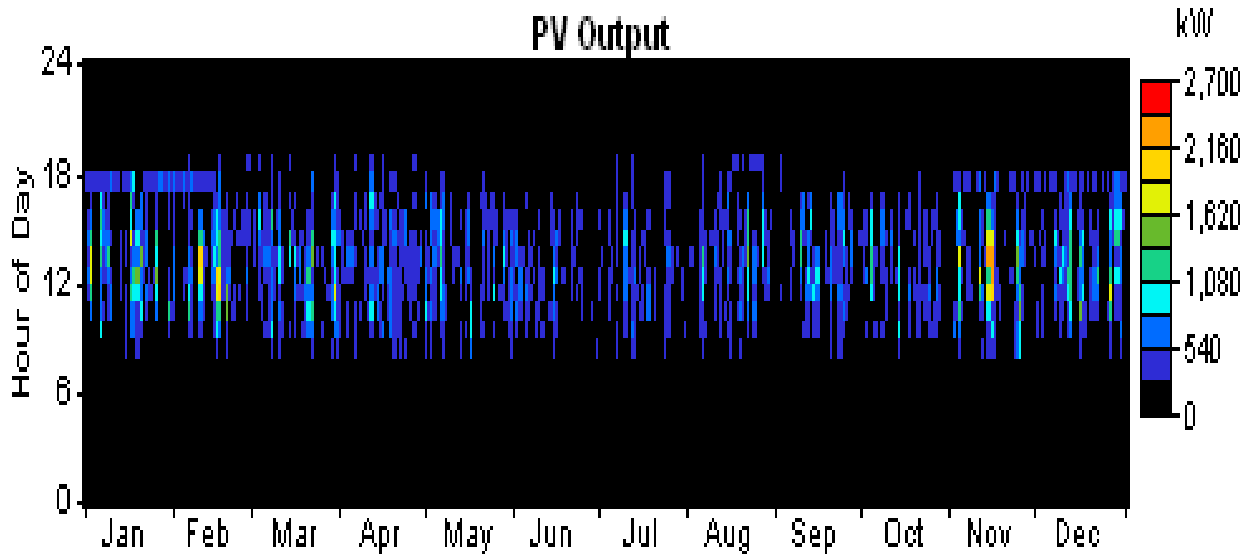


Fig IV-13: Courbe des puissances sorties PV à Kabertene.

b-Ferme Eolien(AC Wind Turbine): GAMEZA G52 x 12

Variable	Value	Units
Total rated capacity	102 000,000	kW
Mean output	33 934,972	kW
Capacity factor	33.3	%
Total production	297 270 345,728	kWh/yr

Quantity	Value	Units
Excess electricity	297 238 560,768	kWh/yr
Unmet load	0.00	kWh/yr
Capacity shortage	0.00	kWh/yr
Renewable fraction	0.649	

Variable	Value	Units
Minimum output	0.00	kW
Maximum output	102 000,000	kW
Wind penetration	724,159	%
Hours of operation	7,594	hr/yr
Levelized cost	0.00000670	\$/kWh

La courbe ci-dessous représente les variations de puissances de sortie centrale Eolienne pendant l'an et chaque 24 heures.

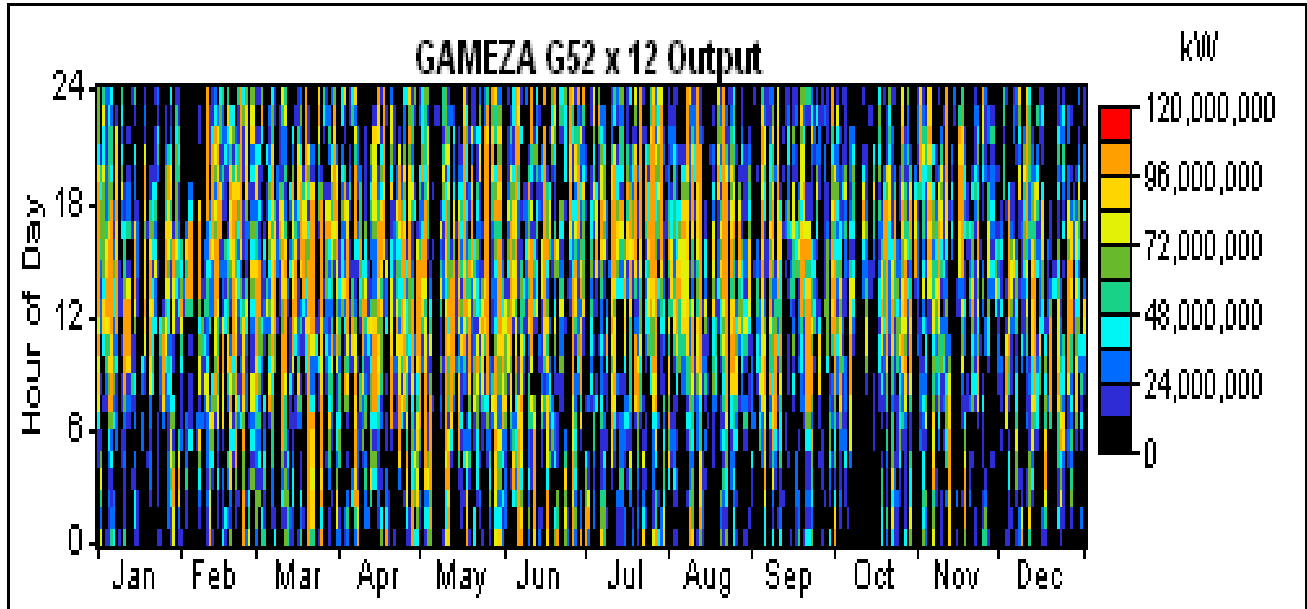


Fig IV-15: Courbe des puissances sorties Eoliennes à Kabertene.

C-Centrale Diésel (Prath&Witheny Turbine) :

Quantity	Value	Units
Hours of operation	1,165	hr/yr
Number of starts	410	starts/yr
Operational life	12.9	yr
Capacity factor	3.99	%
Fixed generation cost	2,794	\$/hr
Marginal generation cost	0.0825	\$/kWhyr
Electrical production	17,475,002	kWh/yr
Mean electrical output	15,000	kW
Min. electrical output	15,000	kW
Max. electrical output	15,000	kW
Fuel consumption	9,028,750	L/yr
Specific fuel consumption	0.517	L/kWh
Fuel energy input	88,842,912	kWh/yr
Mean electrical efficiency	19.7	%

La courbe ci-dessous représente les variations de puissances de sortie centrale Turbine à GAZ pendant l'an et chaque 24 heures.

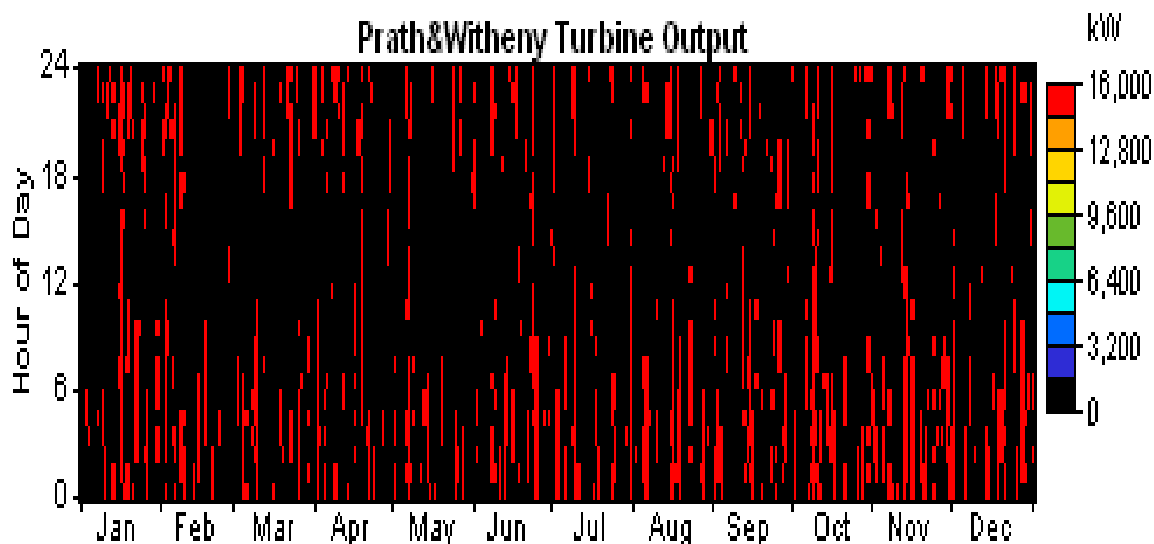


Fig IV-16: Courbe des puissances sorties TG à Kabertene.

d-L'Excédent de l'Energie injecter sur réseau (Grid) :

Month	Energy Purchased	Energy Sold	Net Purchases	Peak Demand	Energy Charge	Demand Charge
	(kWh)	(kWh)	(kWh)	(kW)	(\$)	(\$)
Jan	0	744,000	-744,000	0	-37,200	0
Feb	0	672,000	-672,000	0	-33,600	0
Mar	0	744,000	-744,000	0	-37,200	0
Apr	0	720,000	-720,000	0	-36,000	0
May	0	744,000	-744,000	0	-37,200	0
Jun	0	720,000	-720,000	0	-36,000	0
Jul	0	744,000	-744,000	0	-37,200	0
Aug	0	744,000	-744,000	0	-37,200	0
Sep	882	719,000	-718,118	882	-35,862	0
Oct	836	743,000	-742,164	836	-37,066	0
Nov	0	720,000	-720,000	0	-36,000	0
Dec	0	744,000	-744,000	0	-37,200	0
Annual	1,718	8 758,000	-8 756,282	882	-437,728	0

C-Emissions :

Le tableau suivant montre les émissions polluantes en kg/an générer par le système étudié.

Pollutant	Emissions (kg/yr)
Carbon dioxide	18 241,700
Carbon monoxide	58,687
Unburned hydrocarbons	6,501
Particulate matter	4,424
Sulfur dioxide	23,753
Nitrogen oxides	511,934

Bibliographie:

- [1] **M. Laroui Rachid** " Modélisation et simulation d'un système multi-sources Photovoltaïque-éolien-diesel dans la région d'Adrar" Mémoire magister 05/03/2015.
- [2] -**NEHMAT YOUSSEF** ; Rendement total d'un système éolien Projet de fin d'études Ingénieur ; UNIVERSITE LIBANAISE 2013.
- [3] - **HASSINI née BELGHITRI HOUDA** ;Modelisation, simulation et optimisation d'un Systeme hybride eolien-photovoltaïque U niversite abou-bakr belkaid de TLEMCCEN Faculte de sciences
- [4] - **CHRISTOPHE DARRAS** ; Modélisation de systèmes hybrides Photovoltaïque / Hydrogène : Applications site isolé, micro-réseau, et connexion au réseau électrique dans le cadre du projet pepite (anr pan-h); thèse présentée pour l'obtention du grade de docteur de l'universite de CORSE.
- [5] -**LUDMIL STOYANOV** ; Etude de différentes structures de systèmeshybrides à sources d'énergie renouvelables ;Thèse Doctorat UNIVERSITE DE CORSE PASQUALE PAOLI et UNIVERSITE TECHNIQUE DE SOFIA.
- [6] -**JOSÉANNE BÉLANGER-GRAVEL** ; Analyse technico-économique d'un système hybride éolien-photovoltaïque en comparaison avec les systèmes Photovoltaïque et éolien seuls ; Mémoire présenté en vue de l'obtention du diplôme de maîtrise ès sciences appliquées UNIVERSITE DE MONTREAL . 2011
- [7] -**D. REKIOU, Z. ROUMILA ET T. REKIOUA** ; Etude d'une centrale hybride photovoltaïque - éolien – diesel ; UNIVERSITE A. MIRA, BEJAIA Revue des Energies Renouvelables.
- [8] -**YANGLI SOLAR** ; Peformance Panneaux solair documents Techniques centrales PV KABERTENE.
- [9] - **PWPS** ;Informations Techniques Turbines PWPS ; documents constructeur Générateur Electrique turbine à Gas PW Power Système 2012 . des Groupes centrales Kabertene.
- [10] - **A. EL KHADIMI**, "Modélisation de l'Irradiation Solaire Globale d'un Plan Horizontal et de la Vitesse du Vent en Vue de leur Utilisation dans le Dimensionnement d'un Système Hybride", Thèse de Doctorat de 3ème Cycle, UNIVERSITE CADI AYYAD, Faculté des Sciences Semlalia, Marrakech, 1998.

Sites consultés

- <http://www.cder.dz/>
- <http://www.pvsyst.com/>
- <http://www.powerlite.com>
- [http://www.HOMER energy.com.](http://www.HOMERenergy.com)
- [http:// e.jrc.ec.europa.eu/pvgis/apps4/pvest.php?map=Africa](http://e.jrc.ec.europa.eu/pvgis/apps4/pvest.php?map=Africa)
- <http://www.solarpedia.fr>

Résumé :

Les préoccupations croissantes sur l'environnement après le Protocole de Kyoto ont encouragé l'exploitation des ressources renouvelables propres et inépuisables. La production de l'énergie par des ressources renouvelables est principalement mise en contributions avec les sources d'énergies fossiles classiques par des systèmes hybrides afin de réduire les émissions des gaz à effet de serre.

L'objectif principal de ce travail est l'étude et la simulation d'un système hybride éolien-photovoltaïque -diesel qui répond à nos besoins

Les résultats de simulation obtenus, par le Logiciel HOMER , montrent la meilleur combinaison en coût de kWh du système proposé face aux variations de la charge tout en minimisant les émissions des gaz à effet de serre et assurant une alimentation de charge de la localité de KABERTENE avec une stabilité sur la tension et la fréquence générées en présence des perturbations provoquées par la ressource aléatoire du vent.

Abstract:

Increasing concerns about the environment after the Kyoto Protocol have encouraged the exploitation of clean and inexhaustible renewable resources. The production of energy from renewable resources is primarily set contributions with conventional sources of fossil fuels by hybrid systems to reduce emissions of greenhouse gases.

The main objective of this work is the study and simulation of a wind-solar hybrid system - Diesel that meets our needs

The simulation results obtained by the HOMER software, show the best combination of cost of kWh of the proposed system to variations of the load while minimizing emissions of greenhouse gases and ensuring load supply in the locality of KABERTENE with stability on the voltage and frequency generated in the presence of interference caused by the random wind resource.

ملخص :

زيادة المخاوف حول البيئة بعد بروتوكول KYOTO وتشجيع استغلال مصادر الطاقة المتجددة النظيفة والتي لا تنضب. إنتاج الطاقة من المصادر المتجددة هو في المقام الأول المساهمات التي تم تحديدها مع المصادر التقليدية للوقود من قبل الأنظمة الهجينة للحد من انبعاثات الغازات المسببة للاحتباس الحراري.

الهدف الرئيسي من هذا العمل هو دراسة ومحاكاة لنظام هجني من الديزل - الرياح- الشمسية التي تلبي احتياجاتنا .

نتائج المحاكاة التي تم الحصول عليها بواسطة برنامج HOMER، تظهر أفضل مزيج بالنسبة لتكلفة كيلو واط ساعة من النظام المقترح للتغيرات الحمل مع تقليل انبعاثات الغازات المسببة للاحتباس الحراري، وضمان إمدادات الحمل في KABERTENE مع الاستقرار على الجهد والتردد ولدت في وجود الرياح بصفة عشوائية .