

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

Ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche scientifique

Université Ahmed Draya Adrar



FACULTE DES SCIENCES ET DE LA TECHNOLOGIE

DEPARTEMENT : SCIENCES DE LA MATIERE

Mémoire de Master

Spécialité : Physique Energétique

Mémoire De Fin D'étude En Vue de L'Obtention Du Diplôme
De Master En Physique Energétique

Thème

Etude de performance d'une éolienne dans un milieu saharien en particulier station éolienne de Kabertene

Soutenu le 30 mai 2016

Présenté par :

Mr.: LAHBIB MEBAREK
Mr.: BILLAH MOHAMMED

Encadré par

Mr. M. BOUSSAID UNIV ADRAR
Mr. R. LAROUI

Membres de jury :

Président: Pr : A.BENATILAH
Examineur Mr : S.MANSOURI
Examineur Mr : A. DAHBI

UNIV ADRAR
UNIV ADRAR
URERMS ADRAR

Remerciements

A l'issue de ce travail, nous adressons nos remerciements premièrement à Dieu le tout puissant pour la volonté, le courage, la patience et la force qu'il nous a donné durant toute la période d'étude.

Un remerciement particulier à Monsieur M. BOUSSAID, pour avoir dirigé ce travail, et pour la confiance et l'intérêt qu'il a témoigné tout au long de la réalisation de ce travail, son expérience et sa connaissance ont contribué à notre formation scientifique. Nous tenons à remercier aussi Mr. R. LAROUI le co-encadreur responsable SKTM Adrar pour son aide à réaliser ce travail au niveau de la centrale éolienne de Kabertene.

Nos remerciements distingués vont aussi à Monsieur A.BENATILLAH, Professeur à l'Université Ahmed draya d'ADRAR, pour nous avoir fait l'honneur de présider le jury de soutenance.

Ainsi, nous remercions vivement Monsieur S. MANSOURI, pour avoir accepté d'examiner ce mémoire.

Nous tenons à exprimer nos vifs remerciements à Monsieur A. DAHBI, pour avoir accepté d'examiner ce travail en nous faisant l'honneur de participer à ce jury.

Enfin nous remercions tous ceux qui de près ou de loin ont participé à l'élaboration de ce travail.

Dédicaces

Je tiens à dédier ce modeste travail à

MA mère et Ma femme et mes enfants :

m/Ahmed-Abdallah -Abdelkrim, et Mes sœurs et mes frères

À tous mes collègues de:

** promotion. Physiques énergétique 2016*

** Sonelgaz SKTM sud-ouest*

Mebarek LAHBIB

Dédicaces

Je tiens à dédier ce modeste travail à

Mes très chers parents:

MA mère et mon père

Ma femme et mes enfants :

NourElhouda, Mohie, Tasnime, et Abdou

Mes sœurs et mes frères

À tous mes collègues de:

** promotion. Phys. énergétique 2016*

** Sonelgaz SKTM sud-ouest*

** Travailleurs DP Touat huile*

Mohammed BILLAH

Summaries

INTRODUCTION GENERALE.....	1
I. Chapitre 01 : Généralité – état de l’art des éoliennes	4
I.1 Introduction.....	4
I.2 Le principe de fonctionnement d'une éolienne.....	4
I.3 Les-composantes d’une éolienne	5
I.4 Caractéristiques d’une éolienne (aérogénérateur) :	7
I.5 Schéma électrique d’un générateur éolien :.....	9
II. Chapitre 02 : Description de la ferme éolienne de KABERTENE.....	11
II.1 Le Gisement Eolien de l’Algérie	11
II.2 Description géographique et climatique de la zone d’ADRAR(en particulier KABERTENE).....	12
II.2.1 Présentation de la wilaya d’Adrar.....	12
II.2.2 Dénomination des Daïras.....	13
II.2.3 Le Relief.....	13
II.2.4 Climatologie.....	13
II.3 La démarche à suivre pour le dimensionnement et l’installation éolienne.....	14
II.3.1 Analyse du besoin énergétique.....	14
II.3.2 Analyse de gisement énergétique du vent	16
II.3.3 Distribution de Wei bull	17
II.3.4 Techniques de dimensionnement	18
II.3.5 Présentation des résultats du dimensionnement	20
II.3.6 Potential Eolien De KABERTENE	20
II.3.7 Critères de choix d’un site éolien et l’énergie due au vent:	21
II.3.8 Choix De Site De KABERTENE.....	21
II.4 Les différents blocks constituant la station de KABERTENE.....	28
II.4.1 Kiosque :.....	29
II.4.2 Sous station 30 KV.....	29
II.4.3 Transformateurs auxiliaire TACS1.2 et groupe diesel de secours de type AUSONIA 128KW.....	30
II.4.4 Les éoliennes	30
II.5 L’énergie annuelle produite :	34
III. Chapitre 03 : présentation de la problématique.....	36
III.1 Description du problème observé :	36
III.2 Estimation de La perte (énergétique et économique) à cause du problème indiquée (annuellement) :.....	37
III.3 Les techniques contre defaults, maintenues par le constructeur	39
III.3.1 Pour le refroidissement de la Nacelle	39
III.3.2 Pour le Multiplicateur	39
III.3.3 Groupe hydraulique	39
III.4 Notre technique proposée :	39
IV. Chapitre 04 : la technique de solution proposé.....	42

IV.1	Présentation des extracteurs d'air.....	42
IV.1.1	Généralité :	42
IV.1.2	Définition d'un Extracteur	42
IV.1.3	Quel extracteur pour quelle utilisation ?.....	42
IV.1.4	Aérateurs et extracteurs d'air, comment choisir ?.....	43
IV.1.5	Rôle de l'extracteur d'air	43
IV.2	Paramètres de dimensionnement d'un système ventilation d'air.....	44
IV.3	Différent types de ventilateurs.....	44
IV.4	Calcule des dimensionnements de l'extracteur proposé.....	45
IV.5	Extracteur choisi c'est HCN 150N	46
IV.5.1	Applications :.....	47
IV.5.2	Avantage :	48
IV.5.3	Caractéristiques :.....	48
IV.5.4	Recommandations de sécurité.....	48
IV.5.5	Montage sur le mur.....	49
IV.5.6	Raccordement électrique	50
IV.6	Calcul rapport d'énergie annuel.....	51
IV.7	Calcul du cout économique bénéficié annuellement :	51
IV.7.1	Le taux économique perdu pendant une année :	51
IV.8	Interprétation des résultats	53
V.	Conclusion général et perspectives.....	55
VI.	Les annexes	59
VI.1	Quelques exemples réels des pertes énergétiques calculées	59
VI.2	Energie perdue à cause l'alarme N° N°305 haute température ambiante	61
VI.3	L'énergie perdue par l'alarme N° N°318	64
VI.4	Circuit d'alimentation auxiliaire (puissance).....	65
VI.5	Circuit d'alimentation auxiliaire (commande).....	66
VII.	Résumé.....	67

Liste des figures

FIGURE I.3-1. schéma des différents éléments d'une éolienne (3)	5
FIGURE I.3-2. les composants de la nacelle d'une éolienne (4).....	6
FIGURE I.5-1 éoliennes fonctionnant à vitesse variable (5)	9
FIGURE I.5-2 système éolienne base sur la mada (5)	9
FIGURE I.5-3 générateur asynchrone a double alimentation gamesa (6)	9
FIGURE II.1-1 cartes des vent de l'algerie (9)	11
FIGURE II.2-1. Carte géographique wilaya d'Adrar (10).....	12
FIGURE II.2-2 les différentes régions de la wilaya d' Adrar (11)	14
FIGURE II.3-1 CARTE réseau isole piat.....	15
FIGURE II.3-2 implantation de la ferme éolienne de KABERTENE (12).....	15
FIGURE II.3-3 mat de mesure	17
FIGURE II.3-4 effet tunnel (7).....	21
FIGURE.II.3-5 Courbe annuel de température de kabertene (15).....	22
FIGURE II.3-6 direction du vent (rose du vent -période 2003-2008).....	23
FIGURE II.3-7 distribution des fréquences des vitesses du vent (2003-2008) (16).....	23
FIGURE II.3-8 graphe de vitesse moyenne 2001	25
FIGURE II.3-9 graphe de vitesse moyenne 2002	26
FIGURE II.3-10 Graphe De Vitesse Moyenne 2010	27
FIGURE II.3-11 graphe de vitesse moyenne 2013.....	27
FIGURE II.4-1 plan d'implantation de la ferme éolienne de kabertene	28
FIGURE II.4-2 cellule électrique du kiosque (5)	29
FIGURE II.4-3 schéma unifilaire de liaisonne la ferme éolienne avec le poste (220/30)kv (5).....	30
FIGURE II.4-4 schéma unifilaire des auxiliaire de la ferme éolienne (5).....	30
FIGURE II.4-5 schema simplifie generatrice + ground controller (5).....	33
FIGURE III.2-1. Courbe de puissance de l'éolienne n°06 (20)	37
FIGURE III.4-1 nacelle éolienne (5).....	39
FIGURE III.4-2 armoire top (5)	40
FIGURE IV.3-1 les différents type de ventilateur (22)	45
FIGURE IV.5-1 extracteur HCM 150N (25).....	47
FIGURE IV.5-2 schéma montage extracteur HCM 150N (25).....	49
FIGURE IV.5-3 différent parties d'extracteur HCM 150N (25)	50
FIGURE IV.7-1 climatiseur armoire électrique SK 3302.100	52
FIGURE VI.4-1 schéma du circuit de puissance représente le raccordement de nouvel extracteur	65
FIGURE VI.5-1 schema de commande represente le raccordement de nouvel extracteur	66

Liste des tableaux

TABLEAU II.3-1 les capteurs de mesures et son emplacement sur le mat de mesure (14)	17
TABLEAU II.3-2 les renseignements relatifs au site de KABERTENE	22
TABLEAU II.3-3 Paramètre Climatique De-là Vitesse Du Vent Et La Temp Amb En 2001(17).....	25
TABLEAU II.3-4 parametre climatique de la vitesse du vent et la temp amb en 2002 (17)	25
TABLEAU II.3-5 paramètre climatique de la vitesse du vent et la temp amb en 2010 (17)	26
TABLEAU II.3-6 parametre climatique de la vitesse du vent et la temp amb en 2013 (17)	27
TABLEAU II.4-1 paramètres de base pour les classes d'éoliennes	31
TABLEAU II.5-1 énergie produite année 2015 (19)	34
TABLEAU III.2-1 courbe de puissance (20)	38
TABLEAU IV.4-1 taux de renouvellements de quelque locaux (24)	46
TABLEAU IV.5-1 caracteristiques techniques hcm 150n(25).....	47
TABLEAU IV.7-1 barème des nouveaux tarifs de l'électricité (4)	51
TABLEAU VI.1-1 énergie perdue par l'effet température.....	60
TABLEAU VI.2-1 énergie perdu par l'alarme n°305.....	63
TABLEAU VI.3-1 énergie perdu par l'alarme n°318.....	64

Nomenclature

λ : La vitesse spécifique.....	(-)
k, c : facteurs de forme des paramètres de weibull	(-)
R : Longueur de pale, Rayon de l'éolienne	(m)
Ω : Fréquence de rotation du rotor	rad/s
v : vitesse relative de l'air par rapport à la pale.....	(m/s)
m : masse du volume de vent ou d'air	(kg)
E_c : énergie cinétique	(Joule)
ρ = la masse volumique de l'air.....	(kg.m ⁻³)
v = vitesse du vent.....	(m/s)
P : La puissance disponible	(Watt)
C_p : coefficient de puissance.....	(-)
P_R : puissance récupérer au rotor.....	(Watt)
C_{pmax} coefficient puissance maximale	(-)
A : facteur d'échelle et $A > 0$	(m/s)
D : diamètre	(m)
N : Nombre total d'aérogénérateurs à placer sur le site	(-)
E : l'énergie générée	KWh
$P(V)$: La puissance effective de l'éolienne à une vitesse V_i	(Watt)
$f(V)$: la distribution en fréquences des vitesses	(-)
S : surface balayée par les pales.....	(m ²)
I _{réf} : L'intensité de turbulence de référence.....	(-)
$v_{réf}$: vitesse de référence de l'éolien	(m/s)
A1, A2, A3, A4, A5 : les anémomètres de mat de mesures.....	(m/s)
G1, G2 : girouettes de mat de mesures.....	(°)
CT1, CT2, CT3 : contrôle température.....	(c°)

Armoire Ground	L'armoire qui se trouve en bas de l'éolienne a l'intérieure de kiosque
Armoire Top	L'armoire qui se trouve en haut de l'éolienne a l'intérieure de la nacelle
CEEG	Compagnie de l'Engineering de l'Electricité et du Gaz filiale Sonelgaz
CEGELEC	Maitre d'œuvre de la réalisation de la centrale éolienne de Kabertene
MADA	Machine Asynchrone à Double Alimentation
SCADA	Système Contrôle And Data Acquisition
SDO	Société de Distribution de l'Electricité et du Gaz de l'Ouest filiale Sonelgaz
SKTM	Société d'électricité des sites isolés sud et des énergies renouvelables, filial de Sonelgaz
SPE	Société Algérienne de Production de l'Electricité filial de Sonelgaz
TACS 1 ,2	Transformateur auxiliaire commun site 1 et 2

INTRODUCTION

GÉNÉRALE

INTRODUCTION GENERALE

L'énergie est devenue un élément fondamental à cause de nos différentes exigences en plusieurs termes domestiques et industriels. Ce qui nous incite à réfléchir toujours à de nouvelles techniques de production de cette énergie.

Depuis l'aube de l'humanité, la production de l'énergie était basée en une grande partie sur les combustibles comme le bois, les fossiles (charbon, pétrole, gaz...), puis l'uranium. Mais le grand problème accompagnant l'utilisation de ces matières est l'émission de gaz et les dégagements massifs de composés divers ; ce qui déséquilibre notre planète et pousse vers un cycle ouvert non renouvelable.

En à peine plus d'un siècle, l'énergie avec l'électricité comme forme moderne a pris une place de premier plan. Sa production couvre le tiers de la consommation énergétique mondiale qui est concentrée principalement dans des machines thermomécanique où la combustion est à sa grande échelle avec l'émission directe de plusieurs millions de tonnes de CO₂ provoquant des degrés élevés de la pollution et de la température ; ainsi que la réduction des réserves naturelles.

Alors, on a besoin de chercher d'autres solutions alternatives aux énergies fossiles pour produire l'électricité avec des sources renouvelables non polluantes et plus économiques en exploitant bien les éléments de la nature comme l'eau, le soleil et le vent.

C'est dans cet objectif que vient s'insérer notre étude qui porte sur l'une des énergies renouvelables en développement à ce moment qui est l'énergie éolienne. Nous allons nous intéresser à l'état actuel des avancées technologiques qui ont permis la construction et le bon fonctionnement des aérogénérateurs et leur insertion dans la production électrique.

Afin de mieux exploiter les ressources éoliennes pour différentes conditions de vent et de température, cette étude s'intéresse aux les conditions de fonction de la 1^{er} ferme éolienne d'Algérie dans la zone d'Adrar (kabertene) qui est le cœur de 1^{er} expérience de l'Algérie en particulière le sonelgaz de domaine de production d'électricité sur le réseau connecte par l'énergie éoliennes

Et ces éoliennes sont équipées par des systèmes de commande et de sécurité afin d'assurer un bon fonctionnement dans les différentes conditions

Mais dans les conditions climatiques comme Adrar de Climat désertique sec et chaud ces système Devient insuffisante à cause de la température ambiante élevée de la saison d'été

C'est donc dans ce cadre que nous allons développer notre étude à travers les chapitres suivants :

Dans le premier chapitre, nous donnons un aperçu général sur les éoliennes :Définition et principe de fonctionnement avec les différents composants de l'éolienne et ainsi les différents systèmes qui constituent et le schéma de principe de l'éolienne avec le générateur MADA

Et pour le 2eme chapitre sera consacré a la description de la station éolienne de kabertene, on a donné la généralité sur le gisement éolien en Algérie avec les différents sites qui sont favorables d'être exploités cette énergie, et le gisement climatique de la wilaya d'Adrar où il existe notre site (kabertene) a été étudié. et on a représenté le critère de choix de site de kabertene et la distribution de Weibull et la rose des vents de site et les différents blocs qui constituent la ferme avec le schéma unifilaire de raccordement électrique

Le 3eme et le dernier chapitre et sera consacré a définir les différents défauts constatés de la mise en service qui empêchent le bon fonctionnement de la station éolienne avec une estimation de l'énergie perdue à cause de ces problèmes avec des solutions proposées sur le dernier chapitre

Enfin, nous avons terminé notre travail par une conclusion générale, quelques

Perspectives et des recommandations susceptibles de constituer une base de travail pour une éventuelle poursuite de ce présent et modeste travail

CHAPITRE I

*Généralité – état de l’art des
éoliennes*

I. Chapitre 01 : Généralité – état de l'art des éoliennes

I.1 Introduction

«Depuis l'utilisation du moulin à vent, la technologie des capteurs éoliens n'a cessé d'évoluer. C'est au début des années quarante que de vrais prototypes d'éoliennes à pales profilées ont été utilisées avec succès pour générer de l'électricité. Plusieurs technologies sont utilisées pour capter l'énergie du vent (capteur à axe vertical ou à axe horizontal). Les structures des capteurs sont de plus en plus performantes. Outre les caractéristiques mécaniques de l'éolienne, l'efficacité de la conversion de l'énergie mécanique en énergie électrique est très importante. Là encore, de nombreux dispositifs existent et, pour la plupart, ils utilisent des machines synchrones et asynchrones. Les stratégies de commande de ces machines et leurs éventuelles interfaces de connexion au réseau doivent permettre de capter un maximum d'énergie sur une plage de variation de vitesse du vent la plus large possible, ceci dans le but d'améliorer la rentabilité des installations éoliennes ». » (1)

Dans ce chapitre, on va présenter l'historique et la définition de l'énergie éolienne d'une manière générale, et l'évolution des éoliennes durant les dernières décennies. Des statistiques sont données montrant l'évolution de la production de l'énergie par les éoliennes dans le monde, ainsi que les différents types de ces appareils.

I.2 Le principe de fonctionnement d'une éolienne

«La fabrication d'électricité par une éolienne est réalisée par la transformation de l'énergie cinétique du vent en énergie électrique, selon plusieurs étapes :

- transformation de l'énergie par les pales : les pales fonctionnent sur le principe d'une aile d'avion. La différence de pression entre les deux faces de la pale crée une force aérodynamique, mettant en mouvement le rotor par la transformation de l'énergie cinétique du vent en énergie mécanique.

- accélération du mouvement de rotation grâce au multiplicateur : les pales tournent à une vitesse relativement lente, de l'ordre de 5 à 15 tours par minute, d'autant plus lente que l'éolienne est grande. La plupart des générateurs ont besoin de tourner à très grande vitesse (de 1 000 à 2 000 tours par minute) pour produire de l'électricité. C'est pourquoi le mouvement lent du rotor est accéléré par un multiplicateur.

- production d'électricité par le générateur : l'énergie mécanique transmise par le multiplicateur est transformée en énergie électrique par le générateur. En tournant à grande vitesse, le générateur produit de l'électricité à une tension d'environ 690 volts

- traitement de l'électricité par le convertisseur et le transformateur : l'électricité produite ne peut pas être utilisée directement. Elle est traitée grâce à un convertisseur, puis sa tension est élevée à 20 000 volts par un transformateur. L'électricité est alors acheminée à travers un câble enterré jusqu'à un poste de transformation pour être injectée sur le réseau électrique». (2).

I.3 Les-composantes d'une éolienne

On peut considérer trois composantes essentielles dans une éolienne, la nacelle, le rotor, et le mât, comme elles sont illustrées sur la figure

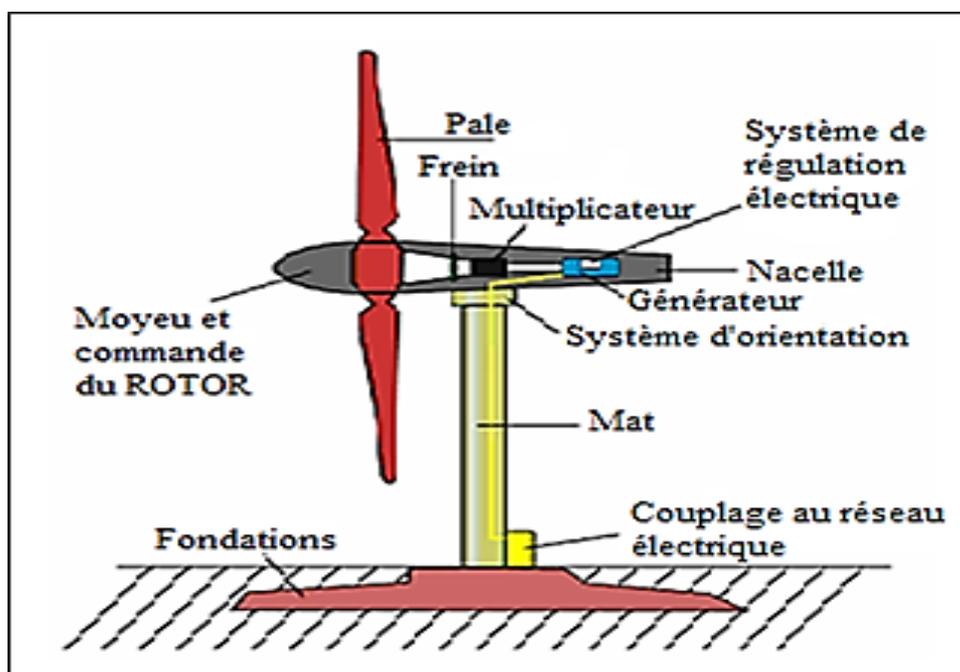


FIGURE I.3-1. schéma des différents éléments d'une éolienne (3)

○ Un mât (ou tour)

De 10 à 35 mètres qui permet de placer l'éolienne à une hauteur où la vitesse du vent est plus élevée et plus régulière qu'au sol. Pour être rentable, les premières installations d'éolienne domestique démarrent à 10 mètres. Les professionnels conseillent cependant des mâts d'éoliennes domestiques plus hauts pour maximiser la production.

- **Une nacelle,**

Au sommet du mât, équipé d'un rotor à axe horizontal, avec deux ou trois pales mises en rotation par le vent. Dans le cas du petit éolien domestique, le diamètre des pales varie de 2 à 10 mètres. Le vent fait tourner les pales de l'éolienne domestique entre 10 et 25 tours par minute. Le mouvement de rotation est alors converti par le rotor en électricité

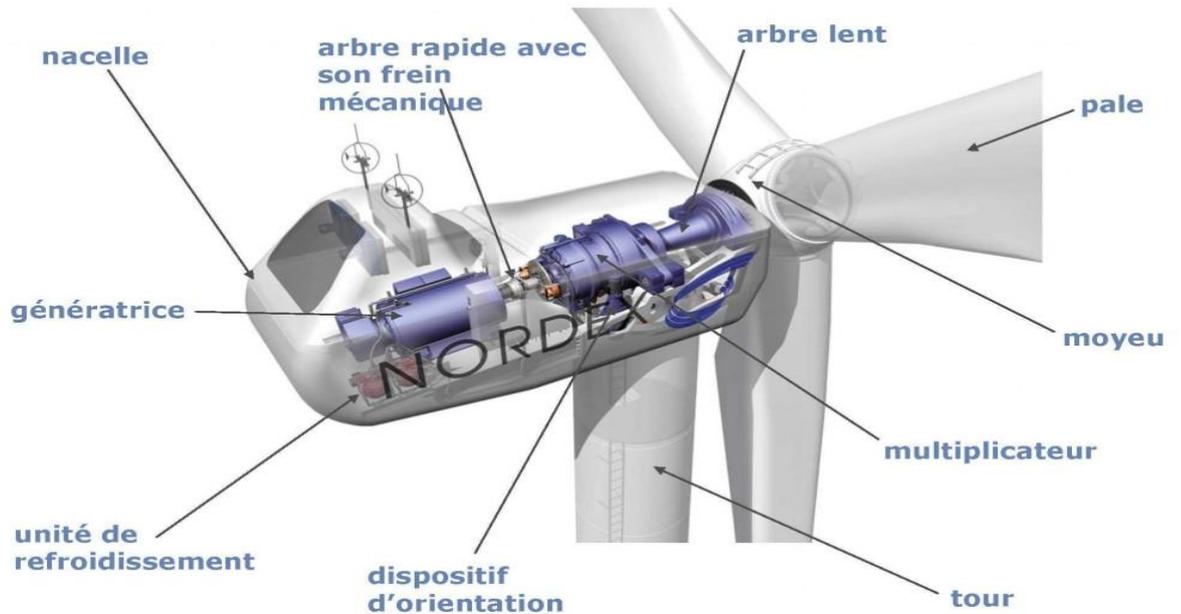


FIGURE I.3-2.les composants de la nacelle d'une éolienne (4)

- **«La transmission mécanique**

Qui transforme le mouvement de rotation du rotor en un mouvement utilisable par la charge ;

- **Une génératrice électrique**

Qui transforme l'énergie mécanique en énergie électrique ;

- **Un système électrique**

Qui gère le fonctionnement de l'éolienne ;

- **Un système d'orientation**

Qui oriente la nacelle face au vent ;

○ **Le rotor**

Le rotor ou l'hélice est constitué de pales montées sur un moyeu tournant, cela forme la partie mécanique la plus importante de l'éolienne. L'efficacité globale de l'aérogénérateur dépend fortement de celle-ci. Le rendement de la chaîne électromécanique est généralement élevé et de l'ordre de 85%. Ce rendement est défini par le rapport entre l'énergie du vent et l'énergie mécanique récupérée par le rotor qui dépend de plusieurs paramètres dont :

La longueur des pales : Le diamètre de l'hélice est en fonction de la puissance désirée. La détermination de ce diamètre fixe aussi la fréquence de rotation maximale, que l'hélice ne devra pas dépasser.

Largeur : La largeur des pales intervient pour le couple de démarrage qui sera d'autant meilleur que la pale sera plus large. Mais pour obtenir des vitesses de rotation élevées, on préférera des pales fines et légères.

Nombre de pales : Les éoliennes à marche lente ont généralement entre 20 et 40 ailettes. Leur rendement par rapport à la limite de Betz est faible car leur vitesse en bout de pales est limitée.

Les éoliennes à marche rapide sont généralement bipales ou tripale, cette dernière est la plus stable. Leur rendement est plus proche de la limite de betz » (3)

I.4 Caractéristiques d'une éolienne (aérogénérateur) :

- Puissance maximale
- Vitesses :
 - du vent de démarrage
 - du vent nominal
 - du vent de coupure
- Rotor :
 - Diamètre
 - Surface balayée
 - Nombre de pales
 - Vitesse de rotation

Chapitre 01 : Généralité – état de l'art des éoliennes

- Poids
- Pales :
 - Longueur
 - Matériaux
 - Poids unitaire
- Nacelle : Elément fixé au sommet de la tour, contenant la génératrice.
 - Poids
 - Système d'orientation :
 - Type : (quatre motoréducteur)
 - Stabilisation : frein à disque
 - Multiplicateur :
 - Type : étages parallèles et planétaires
 - Rapport de réduction : 1/105,4
 - Génératrice :
 - Type : quatre pôles, asynchrone, à double alimentation
 - Puissance nominale : ex : 2 000 kW
 - Vitesse de rotation : ex : 900 à 1 800 tours/min
 - Tension nominale : ex : 690 V
 - Mât :
 - Type : Tubulaire en acier
 - Hauteur du moyeu : 80 m
 - Poids de la virole : 10 tonnes
 - Résistance au froid :

Supporte jusqu'à -40°C, la neige, le givre et la glace. Certains éléments possèdent leur propre chauffage (génératrice, armoires électriques).

Cette fiche technique peut donner une idée générale de l'éolienne pour choisir une éolienne industrielle standard.

I.5 Schéma électrique d’un générateur éolien :

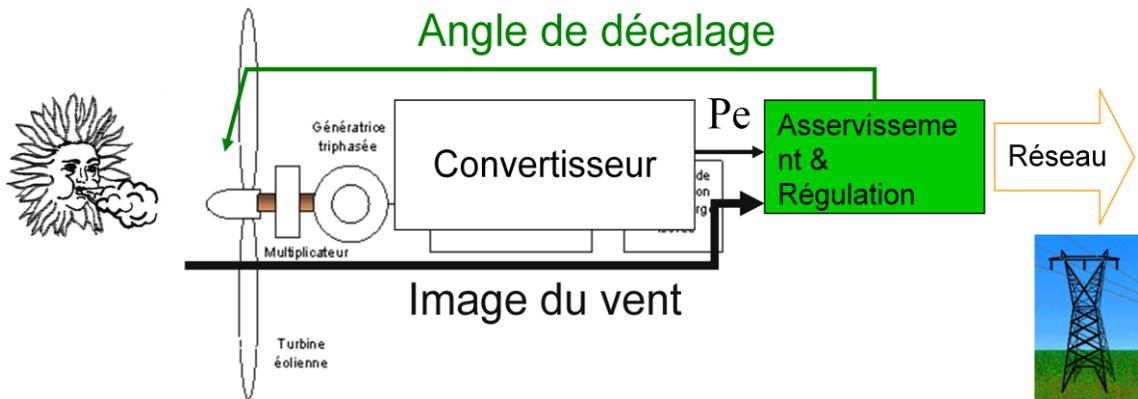


FIGURE I.5-1 éoliennes fonctionnant à vitesse variable (5)

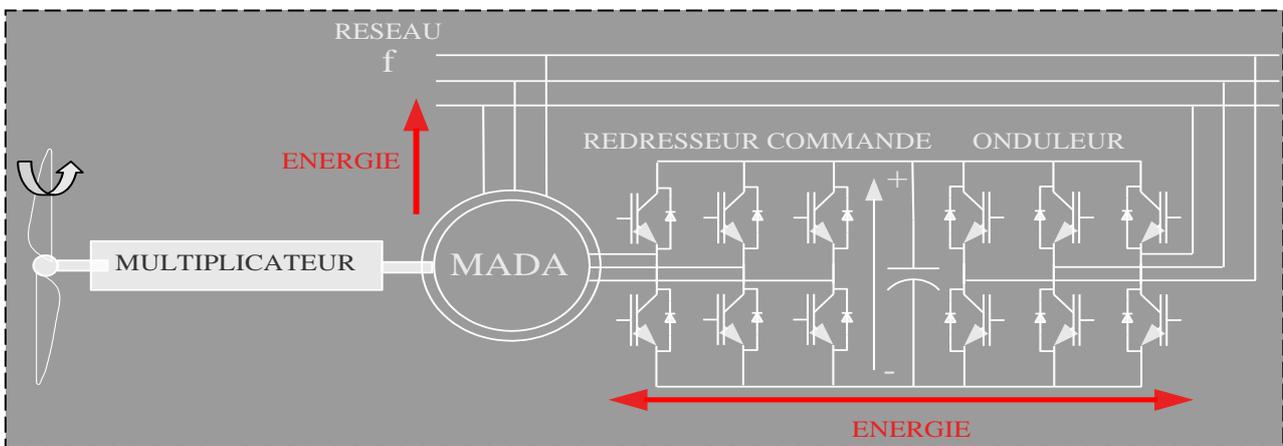


FIGURE I.5-2 système éolienne base sur la mada (5)

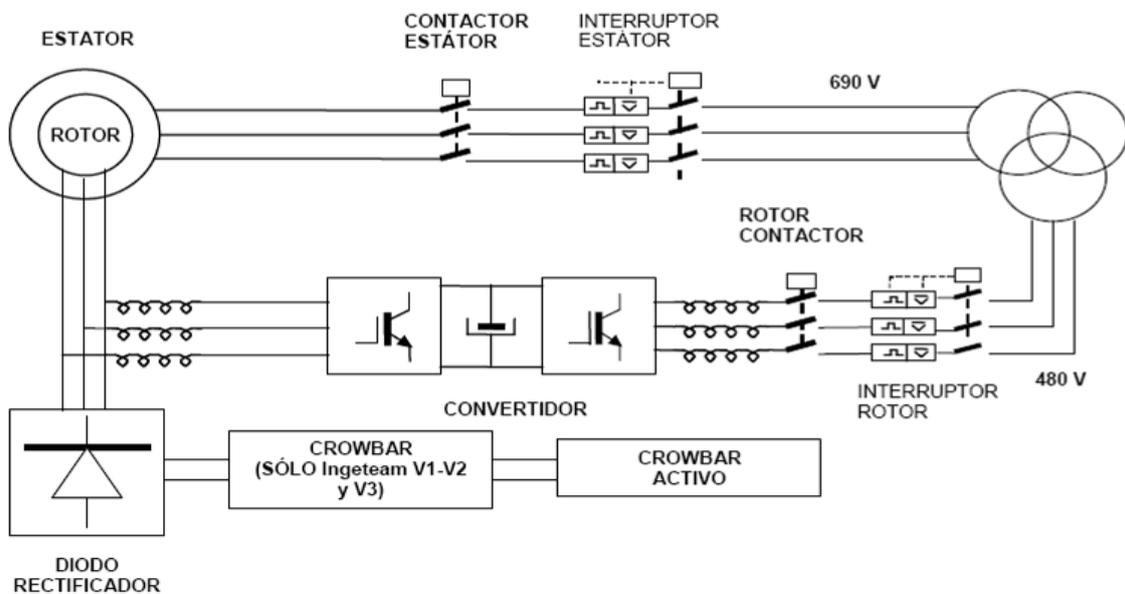


FIGURE I.5-3 générateur asynchrone a double alimentation gamesa (6)

CHAPITRE II

Description de la ferme éolienne de Kabertene

II. Chapitre 02 : Description de la ferme éolienne de KABERTENE

II.1 Le Gisement Eolien de l'Algérie

Ci-dessous la cartographie des vents moyens en Algérie (sur laquelle nous pouvons constater une différence au niveau de la vitesse des vents) 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.

On note cependant, l'existence de microclimats sur les sites côtiers d'Oran et Annaba, sur les hauts plateaux de **Tiaret** et El **Kheiter**.

Toutefois, la vitesse du vent subit des variations en fonction des saisons qu'on ne doit pas négliger, en particulier, lorsqu'il s'agit d'installer des systèmes de conversion de l'énergie éolienne.

Néanmoins, on remarque que la région de **Tiaret** fait l'exception avec une vitesse plus faible en été qu'en hiver (7)+le sillage induit par les machines». (8)

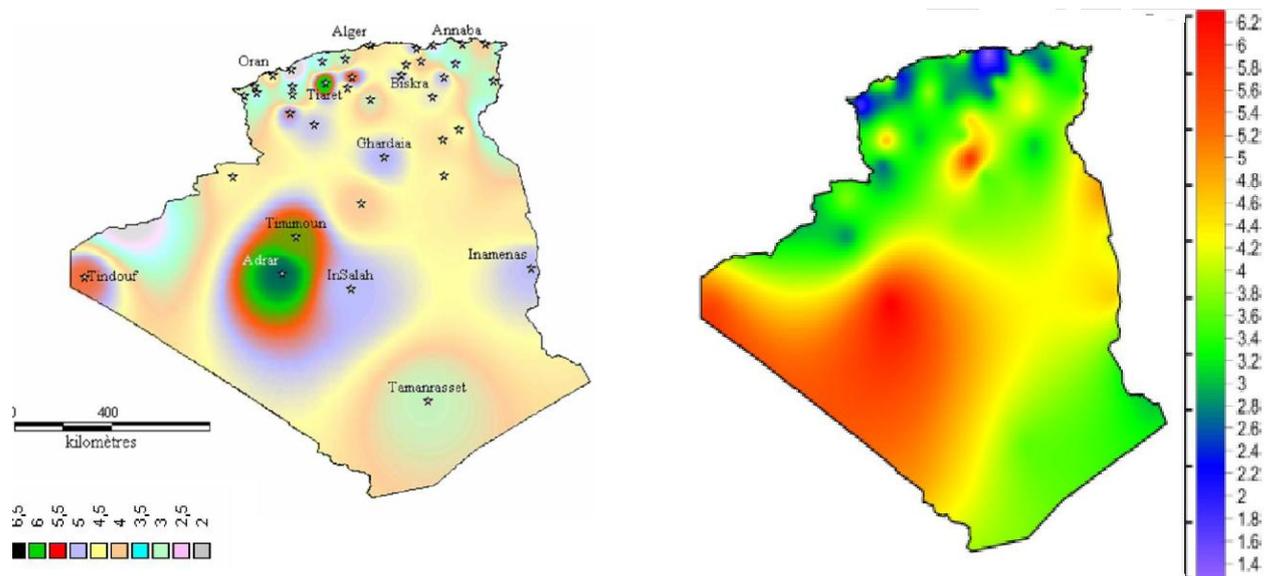


FIGURE II.1-1 cartes des vent de l'algerie (9)

II.2 Description géographique et climatique de la zone d'ADRAR (en particulier KABERTENE)

II.2.1 Présentation de la wilaya d'Adrar

La Wilaya d'Adrar est située dans le sud-ouest de l'Algérie. Elle est en superficie la deuxième plus grande wilaya d'Algérie avec 427 368 km².

Majoritairement occupée par le Sahara, la wilaya est peu peuplée avec seulement 432 193 habitants (estimation 1er janvier 2011).

Le mot Adrar signifie en langue berbère "montagne".

Au nord de la wilaya se trouvent les wilayas de Ghardaïa et d'El Bayedh, à l'ouest les wilayas de Béchar et de Tindouf, à l'est la wilaya de Tamanrasset et au sud la Mauritanie et le Mali.

La Wilaya d'Adrar a pour principale économie l'agriculture avec notamment son système d'irrigation la « foggara ».

La Wilaya dispose notamment d'un important potentiel en énergies renouvelables grâce à une bonne durée d'ensoleillement (9,2 h par jour) et aux caractéristiques physiques du vent (permanence, force 2 à 6 m/s, uni-directionnalité...).

Quatre régions sont situées dans la wilaya d'Adrar

- ✓ Le Gourara (région de TIMIMOUN)
- ✓ Le Tidikelt (région d'AOULEF).
- ✓ Le Touat (région d'ADRAR).
- ✓ La Tanezrouft (région de BORDJ BADJI Mokhtar) [(10)].

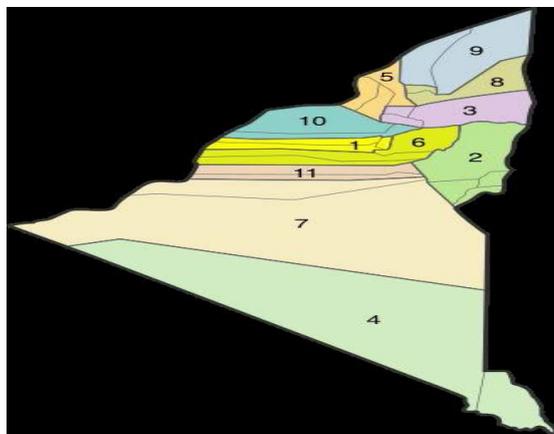


FIGURE II.2-1. Carte géographique wilaya d'Adrar (10)

II.2.2 Dénomination des Dairas

ADRAR, AOULERF, AUGROUT, BORDJ BADJI MOKHTAR ,
CHAROUINE, FENOUGHIL, REGGANE, TIMIMOUN, TINERKOUK,
TSABIT , ZAOUJET KOUNTA

II.2.3 Le Relief

La wilaya d'Adrar se caractérise par un relief d'aspect désertique se subdivisant en 03 grands ensembles Géomorphologiques que sont :

II.2.3.1 Les Plateaux :

Couvrent de très grandes surfaces et sont constituées de formation géologiques différentes.

- Crétacé inférieur du continental intercalaire.
- Crétacé supérieur secondaire marin-Mio-Pliocène Comme exemple : Le plateau du Tanezrouft.

II.2.3.2 Les Ergs

Massifs dunaires s'étendant sur près de la moitié de la wilaya. Ils se sont formés au cours des temps quaternaires tels que le Grand Erg Occidental et l'Erg Chèche.

Véritables curiosité touristique dans la région du Gourara en particulier.

II.2.3.3 Les Sebka

Correspondants aux puits les plus bas et appartiennent généralement aux anciens lits d'oueds très larges, elles sont formées de dépôts confluviaux gypseux. La sebka de Timimoune, la sebka de Timokten, de Bouda

II.2.4 Climatologie

Le climat de la wilaya d'Adrar est composé de 02 zones climatiques distinctes :

- Une zone semi désertiques qui part de Timimoun vers Béchar.
- Une zone désertique partant de Timimoun vers Timioaouine

II.2.4.1 Les Températures

La wilaya d'Adrar enregistre des écarts de températures considérables. En été les températures sont maximales jusqu'à 49°C(en ombre) (juin-juillet – août).

En hiver les températures peuvent atteindre parfois les 0°C en décembre et janvier.

II.2.4.2 Les Vents

La fréquence des vents est très grande durant toute l'année, notamment le sirocco dont la vitesse peut atteindre les 100KM/H.

Généralement, la saison du printemps (mars-avril), connaît une fréquence plus grande de vents de sable. (11)

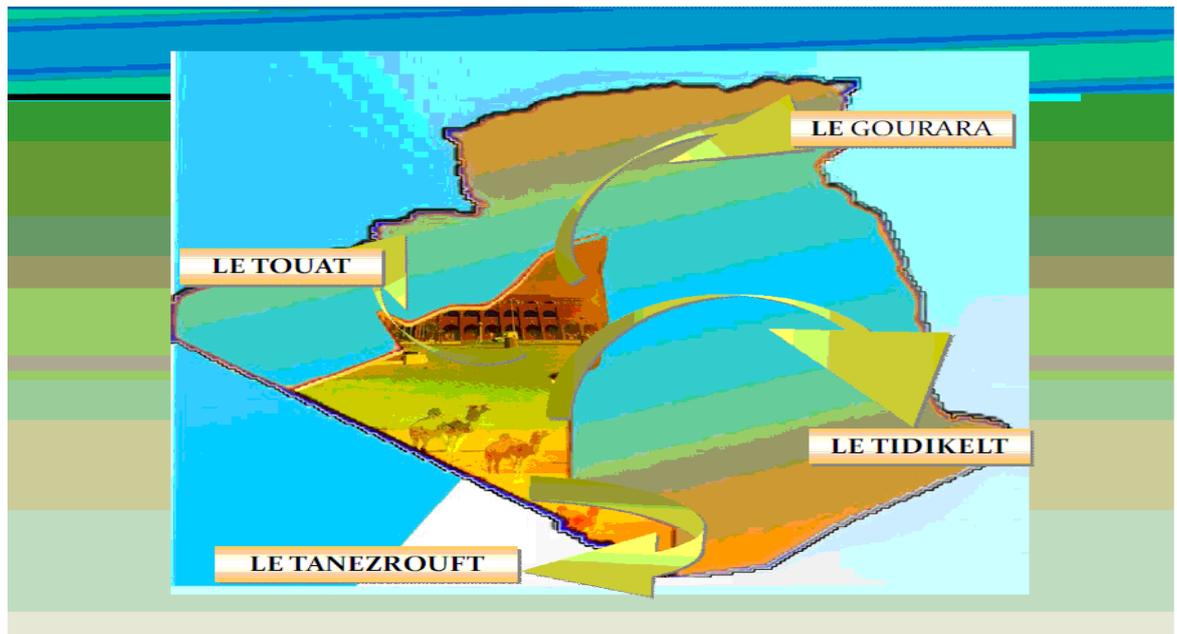


FIGURE II.2-2 les différentes régions de la wilaya d'Adrar (11)

II.3 La démarche à suivre pour le dimensionnement et l'installation éolienne

Le dimensionnement du projet de la station éolienne de KABERTENE a été réalisé par la compagnie de l'engineering de l'électricité et du gaz CEEG, à l'aide d'un utilitaire de calcul professionnel : Wind pro. Ce logiciel permet en effet de créer un parc éolien, et d'en calculer la production, la rentabilité, de faire des photomontages, etc.... Grâce au serveur EMD qui y est rattaché et les mesures sur site des paramètres climatiques par le mat de mesures de 2003 jusqu'à 2008,

II.3.1 Analyse du besoin énergétique

«Dans le but d'améliorer l'efficacité énergétique, l'Algérie vise, à l'horizon 2030, un objectif de 40% d'énergie produite par les sources d'énergies renouvelables. Pour l'énergie éolienne, la puissance à installer est près de 2000 MW

Et en 2014 est la mise en service de 1^{ère} ferme éolienne en Algérie de 12 aérogénérateurs d'une capacité de 10.2 MW qui injecte sur le réseau isolé de Pôle In

Chapitre 02 : Description de la ferme éolienne de Kabertene

Salah-Adrar-Timimoune (PIAT). Et ce Réseau électrique de Sonelgaz qui comporte 05 centrale TG et 07 centrale PV et 01 centrale éolienne (notre cas)

On injecte l'électricité produite sur le poste 220KV/30KV KABERTENE qui raccorde sur le réseau isolé (PIAT). De la ligne 220KV» (12)

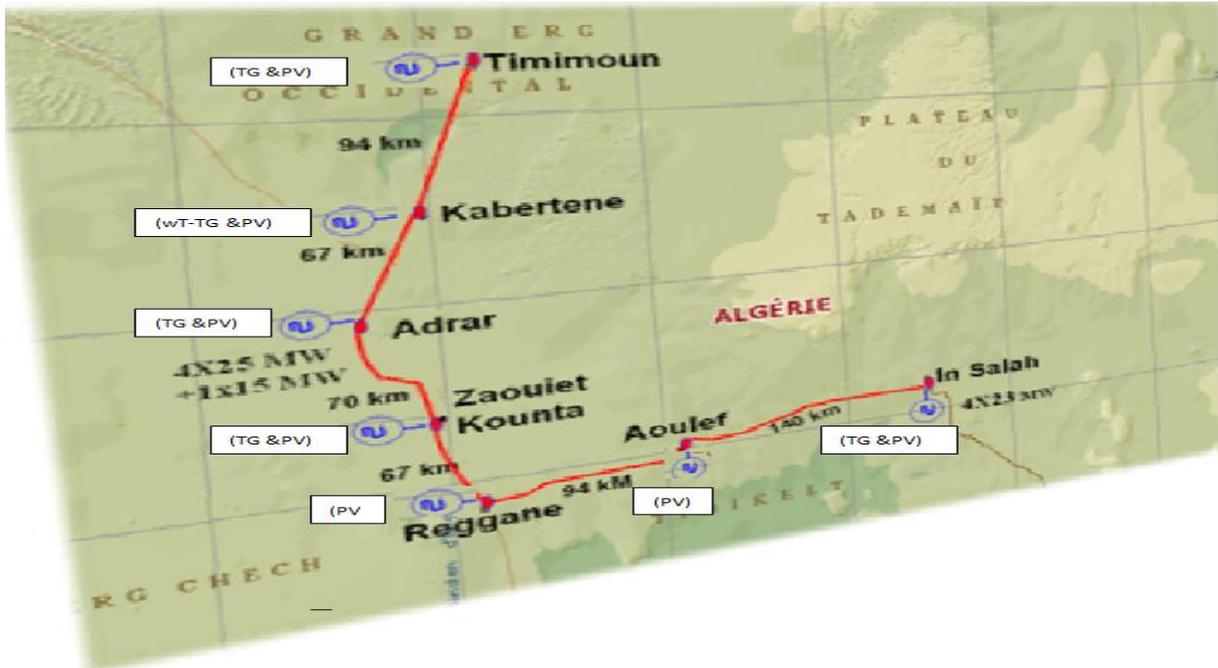


FIGURE II.3-1 CARTE réseau isole PIAT



FIGURE II.3-2 implantation de la ferme éolienne de KABERTENE (12)

II.3.2 Analyse de gisement énergétique du vent

II.3.2.1 La ressource en vent

«Le paramètre le plus important pour l'installation d'éolienne est la vitesse du vent sur le lieu exact de l'implantation de futures éoliennes. C'est le paramètre le plus difficile à obtenir.

Ainsi, pour installer une éolienne, il faut être sûr que le ressource en vent soit suffisante, c'est-à-dire que la vitesse du vent soit ni trop faible pour pouvoir faire tourner l'éolienne ni trop élevée car sinon celle-ci s'arrêterait pour des raisons de sécurité ou d'usure.

L'étude du gisement est une composante essentielle d'un projet éolien, une infime erreur dans l'étude de la ressource en vent peut remettre en cause la rentabilité d'un projet. Une autre condition, en dehors de la vitesse du vent, est que celui-ci doit être constant avec très peu de changement d'orientation». (13)

II.3.2.2 Analyse des résultats du gisement du vent

II.3.2.2.1 Appareils pour la mesure du vent :

Les anémomètres : A l'heure actuelle, la méthode la plus répandue est l'utilisation d'un mât de la taille souhaitée sur lequel sont positionnés un ou plusieurs anémomètres. Un anémomètre se compose en général de trois demi-coquilles disposées à 120 degrés, d'un dispositif de compteur de tours et d'un appareil d'enregistrement de données électronique. Les avantages de cet anémomètre sont sa simplicité et l'absence de limitation dans la gamme de vitesse du vent mesurée. Les données sont enregistrées et stockées pendant plusieurs mois ou années. Ces données permettent ensuite de déterminer les fonctions de densité de probabilité de la vitesse du vent.

Et sur notre cas on a des paramètres climatiques qui enregistrent avec un mat de mesure pendant la période de 2001 à 2013 par le CEEG avec une MAT DE MESURE qui continent de 05 anémomètres 02 girouettes et 02 CT (température)



FIGURE II.3-3 mat de mesure

	A1	A2	A3	A4	A5	G1	G2	CT1	CT2
Hauteur(M)	54		50,5	30		52	48	53	10
Orientation*	ouest	Est	Est	Est	ouest	Est	Est		
référéncé	134506	134508	136105	181466	157908				

TABLEAU II.3-1 les capteurs de mesures et son emplacement sur le mat de mesure (14)

II.3.3 Distribution de Wei bull

«Comme c'est difficile de manipuler l'ensemble des données relatives à une distribution de la fréquence du vent, il est plus convenable pour des considérations théoriques, de modéliser l'histogramme des fréquences des vitesses du vent par une fonction mathématique continue que par une table de valeurs discrète.

On peut donc opter pour le modèle de Wei bull. En effet, pour des périodes allant de quelques semaines jusqu'à une année, la fonction de Wei bull représente raisonnablement les vitesses observées. Il s'agit d'une fonction de densité de probabilité, s'exprimant sous la forme:

Densité de probabilité
$$P(v) = \frac{k}{c} \left(\frac{v}{c}\right)^{k-1} \exp\left[-\left(\frac{v}{c}\right)^k\right] \quad (2-1)$$

Avec: V est la densité de probabilité de la vitesse ; K le facteur de forme de la courbe (sans dimension) ; et C le facteur d'échelle de la courbe en m/s.

La vitesse moyenne du vent peut être trouvée en intégrant la fonction densité de probabilité, soit donc la formule
$$V_{moy} = \int V \times P(V) \times dv \quad (2-2)$$

Répartition du Weibull
$$F(v) = 1 - \exp\left[-\left(\frac{v}{c}\right)^k\right] \quad (2-3)$$

Ainsi, la distribution de Weibull peut faciliter beaucoup de calculs rendus nécessaires par l'analyse des données du vent

II.3.3.1 Détermination des paramètres de Weibull

Il existe de nombreuses méthodes pour déterminer K et C à partir d'une distribution de vent donnée:

$$P = \frac{1.125 \times V_{moy}}{(1 - B)} \quad (2-4)$$

$$K = 1 + 0.483 \left[(V_{moy} - 2)^{0.51} \right] \quad (2-5)$$

$$B = 1 - 0.81 \left[(V_{moy} - 1)^{0.089} \right] \quad (2-6)$$

Cette fonction densité de probabilité s'appelle la distribution de Rayleigh, lorsque $K = 2$.

II.3.4 Techniques de dimensionnement

II.3.4.1 Puissance éolienne

Si nous considérons l'éolienne (en général, ces lois sont valables pour tout les type d'éoliennes existantes) comme un dispositif de récupération de l'énergie fournie par le vent d'énergie cinétique de formule
$$E_c = \frac{1}{2} m v^2 \quad (2-7)$$

Alors la puissance disponible à travers la surface S (surface couverte par le rotor) s'exprime par la formule
$$P = \frac{1}{2} \rho S v^3 \quad (2-8)$$

Chapitre 02 : Description de la ferme éolienne de Kabertene

Avec V la vitesse en m/s, S la surface balayée par les hélices en m^2 et ρ la densité de l'air ($1,25 \text{ Kg/m}^3$).

Toutefois, la puissance captée et la vitesse du vent peuvent s'exprimer en entrée et en sortie d'éolienne.

De ce fait, nous avons la formule suivante

$$P_R = \frac{1}{2} \rho S V^3 C_p \quad (2-9) \quad \text{Où}$$

- C_p (coefficient d'échange de puissance) dépend de V_{sortie} et $V_{\text{entrée}}$
- ρ : masse volumique de l'air $1,225 \text{ kg/m}^3$
- S : surface balayée par les pales
- V : vitesse du vent en m/s
- P_R : puissance récupérer par le rotor

La vitesse spécifique

$$\lambda = \frac{R \cdot \Omega}{V} \quad (2-10)$$

Le théorème du physicien Allemand Betz montre que le maximum d'énergie récupérable dans le vent par le rotor est égal à $16 / 27$, soit environ 60 % de l'énergie totale du vent.

$$C_p = \frac{16}{27} = 0,59259 \quad (2-11)$$

II.3.4.2 Facteur de capacité

$$CF(\%) = \frac{(100 \times P_{\text{moy}})}{P_{\text{max}}} \quad (2-12)$$

II.3.4.3 Nombre total des éoliennes à placer dans le site

Conditions à respecter

$$\begin{aligned} (N1 + 1) \times 10H &< I \\ (N2 + 1) \times 3D &< L \\ N &= N2 \times N1 \end{aligned} \quad (2-13)$$

I= Dimension du terrain perpendiculaire à la direction prédominante du vent

L= Dimension du terrain parallèlement à la direction prédominante du vent

D= Diamètre du rotor de la machine

H= Hauteur du pylône

N1= Nombre d'aérogénérateurs par rangée

N2= Nombre de rangée d'aérogénérateurs

N= Nombre total d'aérogénérateurs à placer sur le site.

II.3.5 Présentation des résultats du dimensionnement

Différents logiciels sont disponibles sur le marché pour l'aide à l'implantation sur site : **WASP, Wind PRO, Wind Farm, Géo Wind...**

Ils comportent généralement plusieurs modules synthétisant les différents aspects évoqués et permettant :

- ✓ de prendre en compte tous les aspects du site ;
- ✓ de choisir les machines adaptées dans un catalogue ;
- ✓ d'optimiser l'implantation de ces machines ;
- ✓ de fournir des photomontages pour mesurer l'impact visuel ;
- ✓ de calculer la production annuelle d'électricité attendue.

Pour l'optimisation, ces logiciels sont capables d'intégrer des données aussi diversifiées que :

- la cartographie et la rugosité du site, les obstacles, etc. ;
- la caractérisation du vent sur le site ;
- le bruit généré par les éoliennes ;

II.3.6 Potential Eolien De KABERTENE

Le vent est inégalement réparti sur la surface du globe. La géographie même d'un site peut faire varier de manière importante les vitesses de vent à seulement quelques

kilomètres de distance. Toutefois, il est fondamental de connaître précisément le site éolien, puisque c'est de lui que dépend la viabilité économique d'un projet éolien. Il est donc nécessaire de mettre en place préalablement un mât de mesure qui enregistrera le comportement du vent pendant plusieurs mois, voire même plusieurs années. La puissance éolienne disponible est principalement fonction du cube de la vitesse du vent. Ce qui signifie, par exemple, qu'une augmentation de 10 % de la vitesse du vent augmente de 30 % l'énergie éolienne disponible.

II.3.7 Critères de choix d'un site éolien et l'énergie due au vent:

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. Elles freinent aussi bien le vent qu'elles créent des effets avec celui-ci. (7)



FIGURE II.3-4 effet tunnel (7)

II.3.8 Choix De Site De KABERTENE

Ce site se trouve à environ 73 km au Nord de la ville d'Adrar à proximité d'un poste électrique de Sonelgaz, il se trouve à une altitude d'environ 250 m et ses coordonnées géographiques sont 28°27' 7.44 N 0°02' 59.08 W. Les éléments décisifs ayant conduit au choix du site pouvant contenir la ferme éolienne sont:

Chapitre 02 : Description de la ferme éolienne de Kabertene

- Altitude;
- Obstacles;
- Situation par rapport à la direction des vents;
- Situation par rapport au réseau électrique de distribution;
- Superficie disponible;
- Géographie et géomorphologie (qualité des sols, topographie);
- Possibilités d'accès;
- Axe routier jusqu'à la prochaine ville portuaire;
- Eléments réglementaires (éloignement suffisant par rapport au plan d'extension de la ville, éloignement suffisant aux radars, aéroport

Ces différents points ont été analysés dans le choix du site. L'optimisation se fait en comparant à la fois le potentiel éolien du site choisi avec les coûts impliqués dans la construction du parc sur ce même endroit

Nom du site		Kabertene / Province d'Adrar	
Coordonnées :	géographiques	Latitude	Longitude
	UTM WGS 84	Y = 3 152 755.2	X = m787 103.7m
Élévation		250 mètres	
Direction des vents dominants		Nord-est	
Description du site		Terrain plat, très dégagé et couvert de sable	

TABLEAU II.3-2 les renseignements relatifs au site de KABERTENE

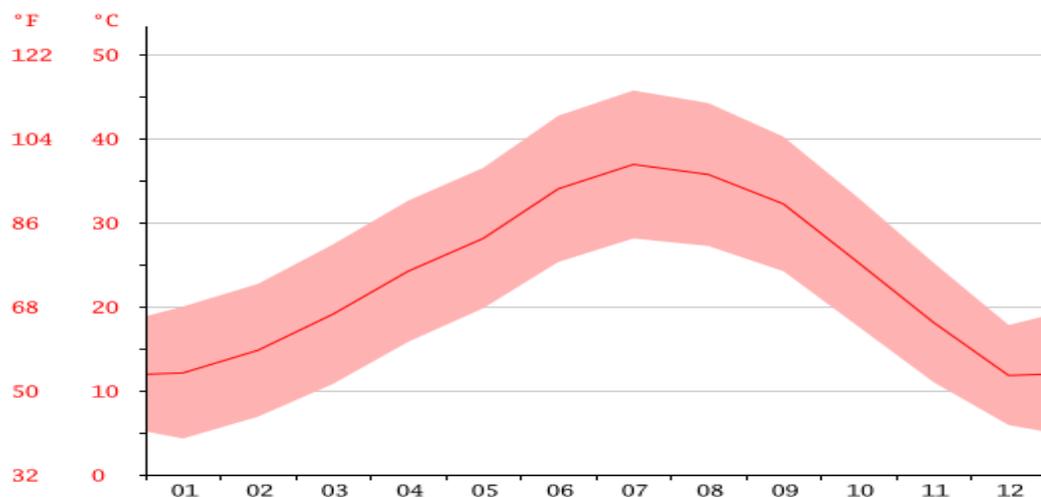


FIGURE.II.3-5 Courbe annuel de température de kabertene (15)

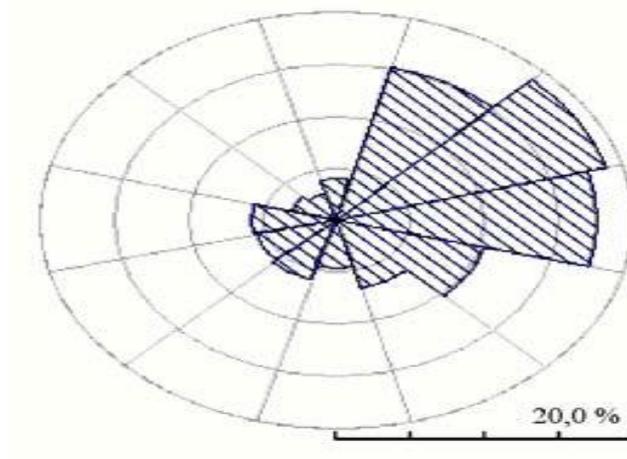


FIGURE II.3-6 direction du vent (rose du vent -période 2003-2008)

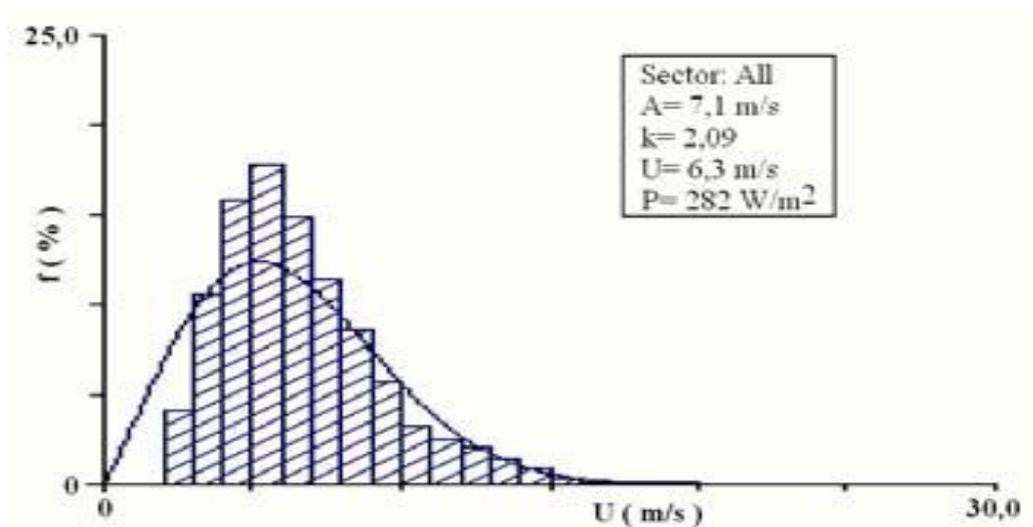


FIGURE II.3-7 distribution des fréquences des vitesses du vent (2003-2008) (16)

II.3.8.1 Le climat

Le climat correspond à la distribution statistique des conditions atmosphériques dans une région donnée pendant une période de temps donnée. Il se distingue de la météo qui désigne le temps dans un futur à court terme et dans des zones déterminées. L'étude du climat est la climatologie.

La détermination du climat est effectuée à l'aide de moyennes établies à partir de mesures statistiques annuelles et mensuelles sur des données atmosphériques locales: température, précipitations, ensoleillement, humidité, vitesse et direction du vent.

Sont également pris en compte leur récurrence ainsi que les phénomènes exceptionnels. Ceci s'appuie sur des relevés météorologiques historiques, comme sur des mesures relevées par satellite, mais aussi l'épaisseur du manteau neigeux, le recul des glaciers, l'analyse chimique de l'air emprisonné dans la glace, etc.

II.3.8.2 Le vent

L'air dont se compose l'atmosphère est un mélange de gaz et de particules solides ou liquides, concentrés dans la troposphère, exerce sur la terre une pression, appelée pression atmosphérique. Sur la surface de la terre, la pression atmosphérique n'est pas la même partout.

Il existe des secteurs où règnent une basse pression et des secteurs où règne une haute pression.

L'air froid, plus lourd, descend, créant une zone de haute pression (HP). Inversement, l'air chaud, plus léger, monte naturellement dans les couches hautes de l'atmosphère avec pour conséquence la création d'une zone de basse pression (BP). La différence de pression entre ces deux masses d'air est à l'origine du vent. L'air contenu dans la haute pression a tendance à s'engouffrer dans la basse pression qui l'avoisine.

Le vent provient du déplacement d'une masse d'air de la haute vers la basse pression.

Plus la haute pression est proche de la basse pression, plus le vent est fort. Dans cette région le déplacement de l'air par rapport à la surface terrestre, appelé vent, résulte de l'équilibre entre les forces en présence.

Pour un observateur à l'arrêt par rapport au sol, il existe quatre forces majeures qui agissent sur une partie élémentaire d'air.

- La force gravitationnelle.
- La force due au gradient de pression.
- La force de Coriolis
- La force de frottement

Chapitre 02 : Description de la ferme éolienne de Kabertene

Quelque donnée climatique de site de KABERTENE :

2001

	Vmoy(m/s)	Vmax(m/s)	T°©	Vmin(m/s)	T°©
jan	4,5	10,9	11	0,1	7
fév.	5,7	12,5	13	0,1	17
mars	6,2	15,1	21	0,2	25

TABLEAU II.3-3 Paramètre Climatique De-là Vitesse Du Vent Et La Temp Amb En 2001(17)

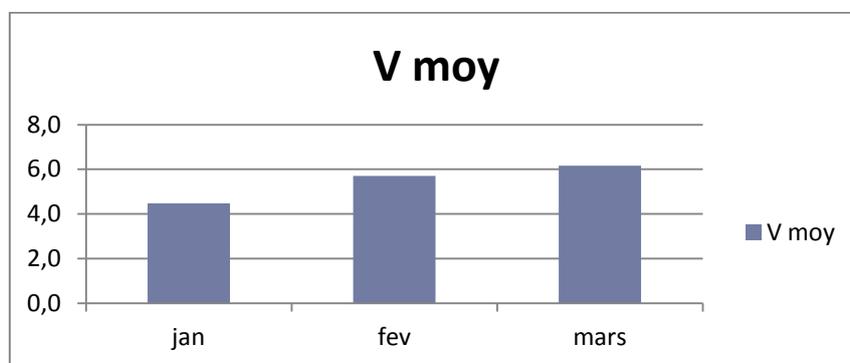


FIGURE II.3-8 graphe de vitesse moyenne 2001

2002

	V moye	V max	T°©	Vmin	T°©
avril	7,4	15,4	25	0,5	17
mai	7,4	16,7	31	0,2	25
juin	6,8	15,4	36	0,4	36
juillet	4,6	15,1	39	0,1	33
aout	4,9	13,0	39	0,2	29
septembre	5,0	12,4	30	0,0	28
octobre	6,7	12,9	24	0,0	33
novembre	5,6	14,4	24	0,1	9
décembre	4,1	10,4	9	0,2	8

TABLEAU II.3-4 parametre climatique de la vitesse du vent et la temp amb en 2002 (17)

Chapitre 02 : Description de la ferme éolienne de Kabertene

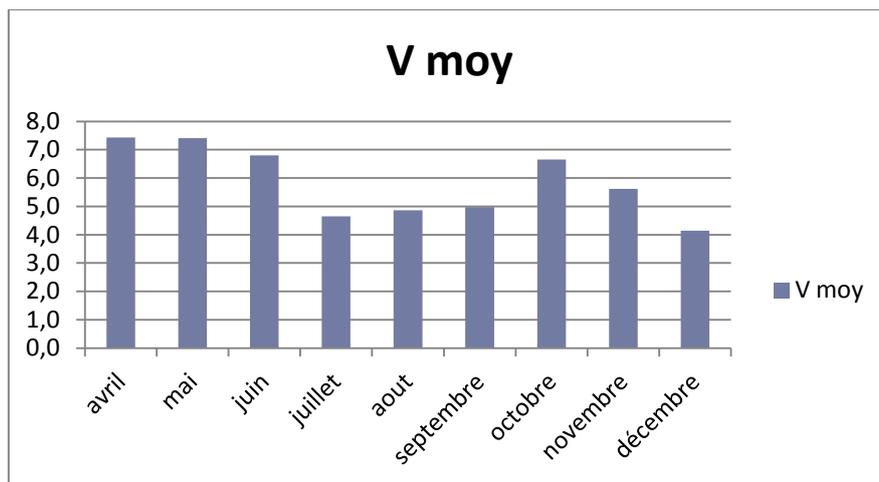


FIGURE II.3-9 graphe de vitesse moyenne 2002

2010

	V moy	V max	T°☉	Vmin	T°☉
jan	4,3	13,9	21	0,1	15
fév.	5,9	15,7	28	0,1	16
mars	6,9	13,6	18	0,0	25
avril	7,0	15,4	31	0,0	33
mai	7,3	17,0	38	0,1	27
juin	5,8	14,5	36	0,1	36
juillet	6,3	14,4	33	0,2	35
aout	5,8	13,9	39	0,4	43
sept	5,4	12,3	29	0,0	26
oct.	6,8	15,3	34	0,3	34
nov.	6,3	13,1	19	0,2	13
déc.	5,3	12,2	18	0,4	14

TABLEAU II.3-5 paramètre climatique de la vitesse du vent et la temp amb en 2010 (17)

Chapitre 02 : Description de la ferme éolienne de Kabertene

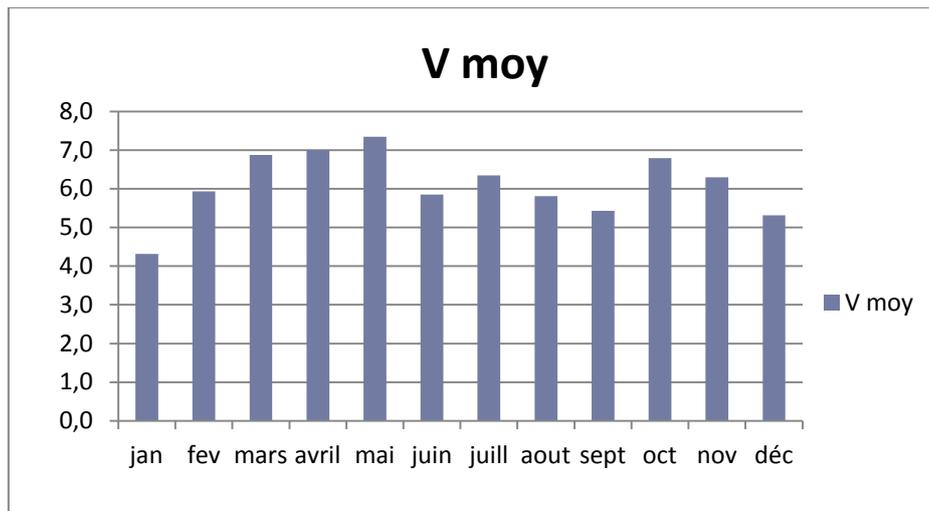


FIGURE II.3-10 Graphe De Vitesse Moyenne 2010

2013

	V moy	V max	T°☉	Vmin	T°☉
jan	5,3	13,5	20	0,3	11
fév.	5,5	13,6	10	0,2	5
mars	6,9	15,6	27	0,6	13

TABLEAU II.3-6 parametre climatique de la vitesse du vent et la temp amb en 2013 (17)

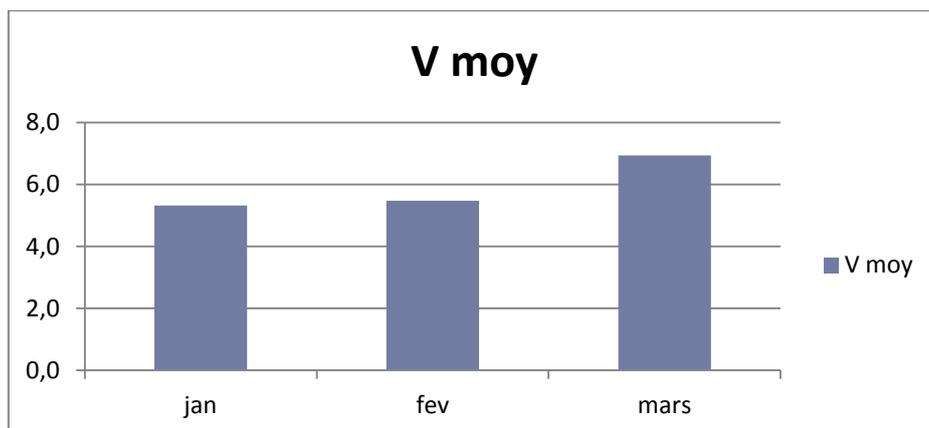
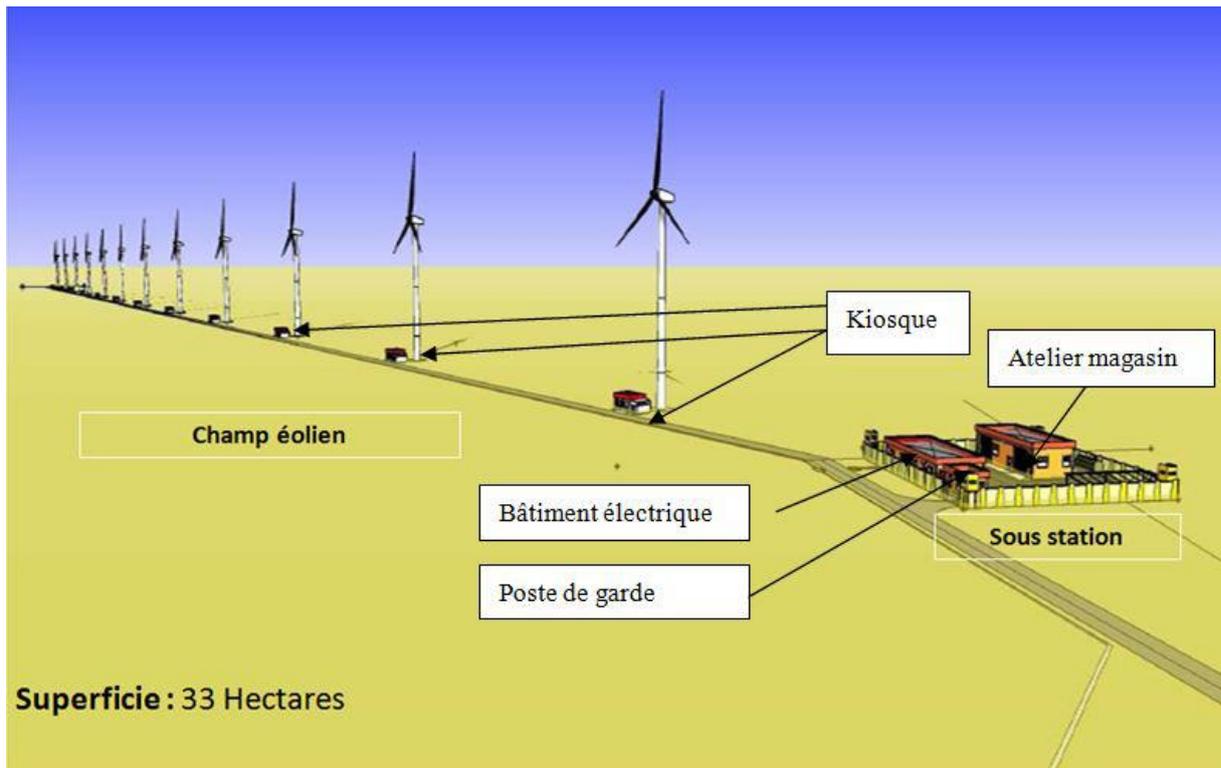


FIGURE II.3-11 graphe de vitesse moyenne 2013

II.4 Les différents blocks constituant la station de KABERTENE

La ferme éolienne de KABERTENE est située sur la wilaya d'ADRAR (Algérie). Il s'agit d'un projet d'installation de 12 éoliennes pour une puissance totale d'environ 10 MW.

- Les blocks constituant la ferme éolienne sont les suivants :



(Voir l'image ci-dessous)

FIGURE II.4-1 plan d'implantation de la ferme éolienne de kabertene

- ✓ 12 Kiosques situés au pied de chaque éolienne
- ✓ 01 Bâtiment électrique. Contient :
 - Sous station moyenne tension 30KV
 - Salle de commande et contrôle ou se trouve le SCADA (system of control and data acquisition) et le système de détection d'incendie
- ✓ Les éoliennes
- ✓ 01 Bâtiment de maintenance : se compose par :
 - Atelier
 - Magasin
- ✓ 01 Poste de garde. Doté par un système de télésurveillance

II.4.1 Kiosque :

Les Equipements principaux d'un kiosque d'éolienne sont :

- Cellules 30 kV kiosque éolienne
- Coffret fusible
- Transformateur d'éolienne 30 / 0,69 kV
- Ground Controller

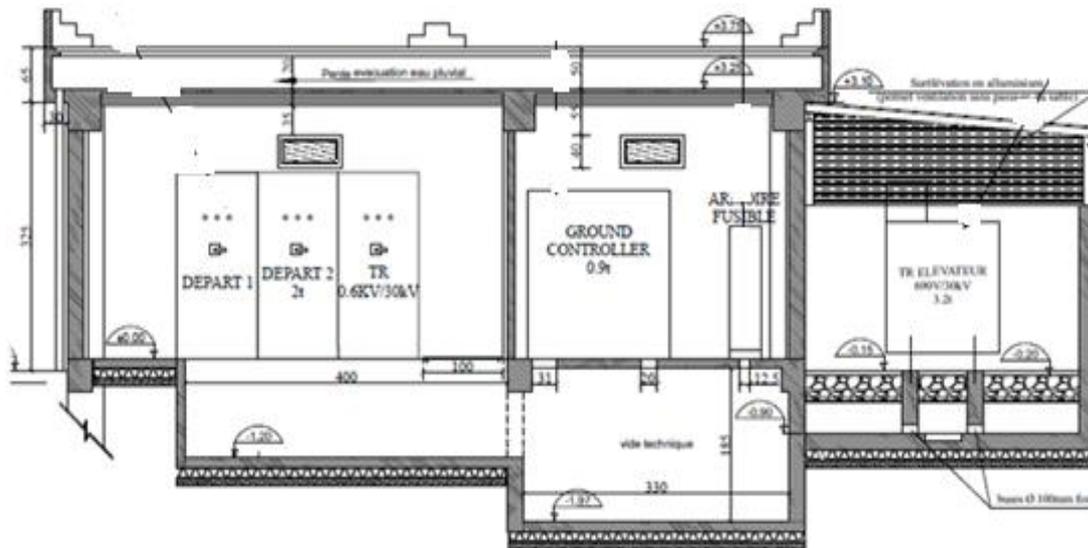


FIGURE II.4-2 cellule électrique du kiosque (5)

Pour les cellules des éoliennes 30 kV est composé de 03 disjoncteurs :

Un disjoncteur arrivée TP 0.69/30KV

Deuxième disjoncteur départ vers kiosque éolien précédent

Troisième disjoncteur départ vers kiosque éolien suivant

Pour éoliennes 1 et 12 sont raccordée avec sous station 30 KV_(5)

II.4.2 Sous station 30 KV

Pour la station MT 30 kV contiennent des cellules des disjoncteurs suivants :

- ❖ disjoncteurs P1 .P2 arrivée des éoliennes 1 et 12
- ❖ disjoncteur de couplage de deux demi jeux de barre 30 kV 1 et 2
- ❖ disjoncteur réserve éolienne (future)
- ❖ disjoncteur départ des transformateurs auxiliaires TACS 1& 2 (30/0.4) kv
- ❖ disjoncteurs liaisons A1 et A2 pour poste 30/220KV de SDO Kabertene (5)

Chapitre 02 : Description de la ferme éolienne de Kabertene

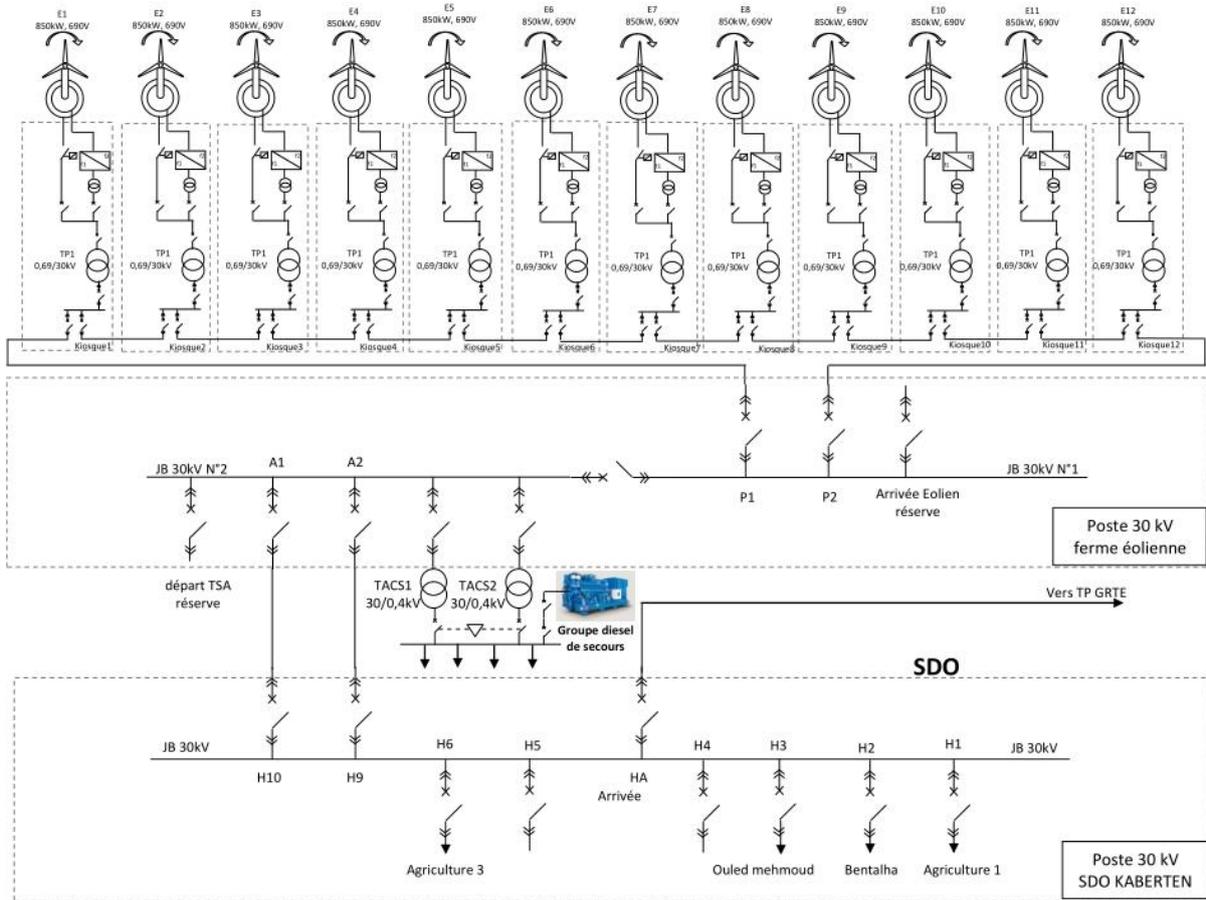


FIGURE II.4-3 schéma unifilaire de liaisonne la ferme éolienne avec le poste (220/30)kv (5)

II.4.3 Transformateurs auxiliaire TACS1.2 et groupe diesel de secours de type AUSONIA 128KW

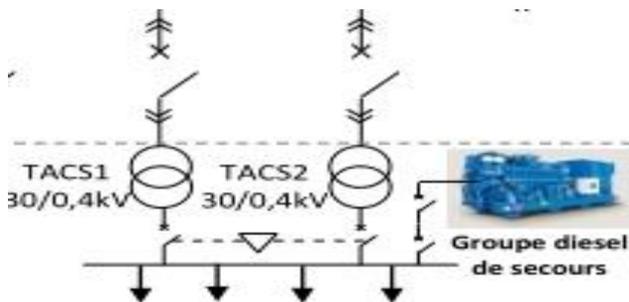


FIGURE II.4-4 schéma unifilaire des auxiliaire de la ferme éolienne (5)

II.4.4 Les éoliennes

Aérogénérateur de type (GAMESA G52) qui compose de la nacelle et le mat+rotor

II.4.4.1 Choix de constructeur

Le constructeur est choisit selon la réglementation algérien en vigueur ‘

(code des marches publique) concrétise par un appel d'offre international.

Cet appel d'offre international est lance par la compagnie de l'engineering de l'électricité et du gaz CEEG et sur la base qualité/prix le consortium Cegelec (SAS-France), Cegelec (SPA-Algérie) a obtenue le marché.

Ce constructeur a choisit GAMESA comme vendeur des équipements éoliens vue que le prix de ces machines moins cher par rapport autres fabricants des machines

GAMESA est fabricant espagnole des équipements éoliens

II.4.4.2 Choix de la machine

Les machines sont classées par la norme IEC61400 et leur classification est indique par le tableau suivant

Classe d'éoliennes	I	II	III	S
V réf (m/s)	50	42.5	37.5	Valeurs spécifique Par Le constructeur
A I réf (-)	0.16			
B I réf (-)	0.14			
C I réf (-)	0.12			

TABLEAU II.4-1 paramètres de base pour les classes d'éoliennes

Dans le Tableau les valeurs des paramètres s'appliquent à la hauteur du moyeu. Et V réf est la moyenne de la vitesse du vent de référence sur 10 min.

A désigne la catégorie relative aux caractéristiques de turbulence plus élevée,

B désigne la catégorie relative aux caractéristiques de turbulence moyenne

C désigne la catégorie relative aux caractéristiques de turbulence plus faible,

Iréf est la valeur attendue de l'intensité de la turbulence 2 à 15 m/s.

Outre ces paramètres de base, plusieurs autres paramètres importants sont nécessaires

Afin indiquer de manière exhaustive les conditions externes devant être retenues dans la conception des éoliennes. Dans le cas des classes d'éoliennes IA à IIIC, ces dernières étant mentionnées en tant que classes standard d'éoliennes, les valeurs inhérentes à ces

Chapitre 02 : Description de la ferme éolienne de Kabertene

paramètres complémentaires sont spécifiées en 6.3. 6.4 Et 6.5. La durée de vie prévue à la conception pour les classes I à III l'éoliennes doit être d'au moins 20ans

Les machines éolienne utilisent des fournitures GAMESA de type G52 fabriqué en Espagne, la puissance de cette machine est de 850 KW

.la génératrice utilise pour la production de l'énergie est la MADA (machine asynchrone double alimentation) Parmi ses nombreux avantages, nous citons

- La mesure des courants stators et rotor, contrairement aux autre machines, Donnant ainsi une plus grande flexibilité et précision au contrôle du flux et du couple électromagnétique,
- La partage des fréquences entre le stator et le rotor : en effet, dans le cas d'une double alimentation il est possible et recommande de partager la fréquence de rotation du rotor entre les deux convertisseurs alimentant la machine, réduisant ainsi les pertes fer de la machine et augmentant son rendement,
- L'alimentation de la machine par deux onduleurs va nous permettre de travailler autour de l'arrêt à des fréquences relativement élevées évitant ainsi un déclassement des convertisseurs tout en maintenant un couple à l'arrêt. Cette même propriété nous assure un contrôle quasi insensible aux variations résistives de la machine.
- La solution avec deux convertisseurs alimentant la machine nous permet d'assurer un partage du courant magnétisant entre les deux armatures ainsi que la puissance mécanique fournie à la charge.
- La MADA présente une puissance massique légèrement plus élevée que les autres machines à grandes puissance
- La possibilité de fonctionner à couple constant au delà de la vitesse nominale.
- La MADA se comporte comme une machine asynchrone et l'on peut pratiquer des rapports de démagnétisation très importants (de l'ordre de 1 à 6)
- Un fonctionnement en régime dégradé, si l'un des deux onduleurs tombe en panne, plus souple que la machine a simple alimentation

II.4.4.3 La nacelle :est contient la génératrice le multiplicateur et le système d'orientation De la pale et nacelle (pitch & yaw), l'armoire de contrôle et de puissance TOP

Chapitre 02 : Description de la ferme éolienne de Kabertene

II.4.4.3.1 La Génératrice : Convertit l'énergie mécanique du rotor en énergie électrique.

Type : asynchrone à double alimentation (technologie DFIM) elle est composée

. d'un rotor bobiné et d'un stator bobiné.

L'énergie est évacuée par le stator (~800 kW) et par le rotor (~50 kW)

Caractéristiques de la génératrice :

Puissance nominale génératrice : 850 kW

Puissance nominale stator : 812 kW

Puissance nominale rotor : 59 kW

Le système de contrôle de l'éolienne est capable de

limiter la puissance active.

Vitesse nominale du générateur : 1620 tours/min

Vitesse synchrone du générateur : 1500 tours/min

Tension nominale : 690 V

Fréquence nominale : 50 Hz

Limite de fréquence autorisée : 47-52 Hz

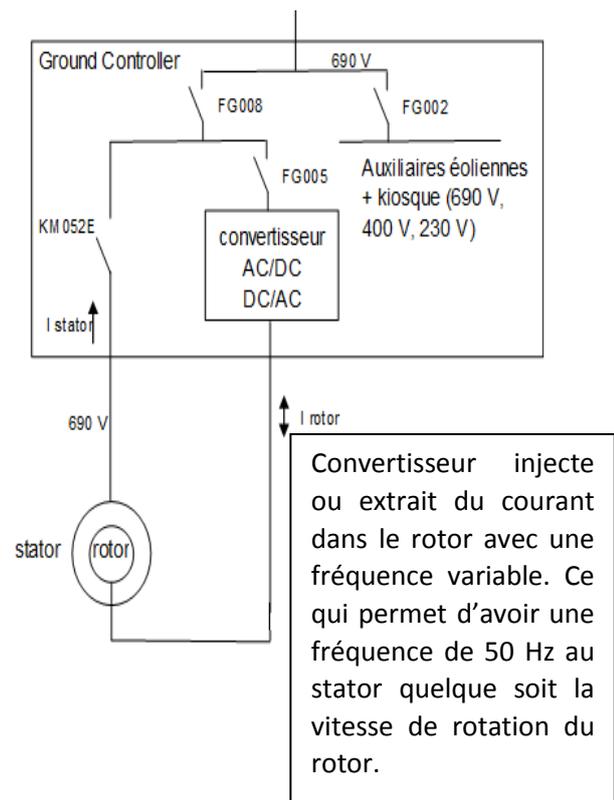


FIGURE II.4-5 schéma simplifié génératrice + ground controller (5)

II.4.4.3.2 Multiplicateur :

Il sert à élever la vitesse de rotation entre l'arbre primaire et l'arbre secondaire qui entraîne la génératrice à 1500 tr/min

II.4.4.3.3 Système d'orientation : de la nacelle et les pales (yaw et pitch)

Yaw pour suivre la direction du vent et le pitch permet d'ajuster la portance des pales à la vitesse du vent, principalement pour maintenir une puissance sensiblement constante dans la zone de vitesses entre nominal et max.

Chapitre 02 : Description de la ferme éolienne de Kabertene

II.4.4.3.4 Armoire de contrôle et puissance TOP

a pour but de surveillance, commander, le dispositif d'orientation. En cas de défaillance le système stop l'éolienne et envoi le signal à l'ordinateur de l'opérateur via système SCADA, et d'alimenter les différents moteurs électriques de la nacelle

II.4.4.3.5 Le mat

Son rôle est d'une part de supporter l'ensemble rotor + nacelle pour éviter que les pales ne touchent le sol, mais aussi de placer le rotor à une hauteur suffisante, de manière à sortir autant que possible le rotor du gradient de vent qui existe à proximité du sol, améliorant ainsi la captation de l'énergie.

Dimensions : 55m de haut et un diamètre supérieur à 3

II.5 L'énergie annuelle produite :

Du : 01/01/2015 Au : 31/12/2015

Parc éolien	Dispositif	Production (kWh)	Aérogénérateur OK (h)	Dispon. (%)	Équivalent heures	C. F. (%)
ADRAR	WT01	2 250 284	7 215	92,00	2 647,39	30,22
	WT02	1 697 193	5 432	70,17	1 996,70	22,79
	WT03	697 817	2 258	47,95	820,96	9,37
	WT04	1 906 719	6 242	85,77	2 243,20	25,61
	WT05	1 944 630	6 513	93,66	2 287,80	26,12
	WT06	2 387 932	7 625	95,72	2 809,33	32,07
	WT07	1 875 750	6 009	75,47	2 206,76	25,19
	WT08	2 200 120	7 369	90,76	2 588,38	29,55
	WT09	1 952 431	6 877	88,84	2 296,98	26,22
	WT10	1 162 480	4 592	65,67	1 367,62	15,61
	WT11	1 894 519	7 180	89,26	2 228,85	25,44
	WT12	1 542 196	5 129	69,32	1 814,35	20,71
	Total	21 512 071	72 441	80,38	25 308,32	24,08

TABLEAU II.5-1 énergie produite année 2015 (19)

Avec :

Dispon. (%) = Aérogénérateur OK (h) / nombre d'heures année

Équivalent heures = Production (kWh) / 850

Facteur de capacité : C. F. (%) = Équivalent heures / nombre d'heures année

CHAPITRE III

Présentation de la problématique

III. Chapitre 03 : présentation de la problématique

III.1 Description du problème observé :

L'éolienne de type Gamesa - G52 - de puissance de 850 kW, plantée sur l'Hauteur du mat 55m, elle est de 3 pales, d'une longueur de 26 m.

Le problème, peut être major, qu'on a observé, qui fait baisser le bon rendement du fonctionnement de notre ferme éolienne, c'est l'effet de la température élevée sur la disponibilité des éoliennes. En revanche, quand la vitesse du vent est supérieure ou égale à 4 m/s, l'éolienne commence alors à produire automatiquement l'électricité, la puissance fournie démarre par une valeur de 34 kW environs, à l'instant où la température atteint la valeur de 45°C, le fonctionnement est brusquement stoppé. En revanche cette rupture est programmée pour des raisons de sécurité des appareils. D'où l'apparition d'un défaut inattendu par le constructeur lié essentiellement au milieu du fonctionnement.

Les objets de sécurité montés, qui déclenche le stoppage du fonctionnement de l'éolienne à cette température sont :

- Alarme N°305 Haute température ambiante : quand la température ambiante filtrée est supérieure à 40°C (PC62) (45°C (PC61), le déclenchement est lancé, le retour au fonctionnement ne sera possible que si la température soit inférieure à 38°C (43°C sur les machines pour sites à hautes températures).L'hystérésis de température pour la désactivation est fournie par le paramètre PB50
- Alarme N°318 température de la nacelle élevée : quand la température de la nacelle soit supérieure à 50°C, il y aura aussi le déclenchement, jusqu'à ce qu'elle soit inférieure à 48°C.
- Alarme N° 311 la température élevée de l'armoire de contrôle et/ou puissance TOP : si la température mesurée à l'intérieure de l'armoire de puissance et/ou de commande du TOP dépasse la 55°C pendant plus de 60s. la réinitialisation de l'alarme intervient lorsque la température dans les armoires de commande et de puissance du TOP sera inférieure à 50°C.

D'autres alarmes sont reliées à l'élévation de la température ambiante au de la de 45°C, à savoir la température d'huile hydraulique qu'elle ne doit pas atteindre 65°C, la température d'huile multiplicateur ne doit pas atteindre 80°C.

Chapitre 03 : présentation de la problématique

Vraiment ce déclenchement de la station nous a perdus un taux énergétique et économique in négligeable, ce qui demande de bien réfléchir à une solution fiable de ce problème, peut être inattendu par les fabricants.

Quelques exemples réels des pertes énergétiques calculées :

(voir les détails sur les tableaux des annexe)

III.2 Estimation de La perte (énergétique et économique) à cause du problème indiquée (annuellement) :

Comme un titre d'exemple, nous présentons ici une estimation de l'énergie perdue pendant une année, pour une éolienne de ce site de station, à fin de sensibiliser à l'énorme perte existée.

On va choisir l'éolienne N°06. Alors On utilise la courbe de puissance active suivant le prélèvement du SCADA dans la période de 00:00:00 au 00:10:00 du jour de 01/01/2016

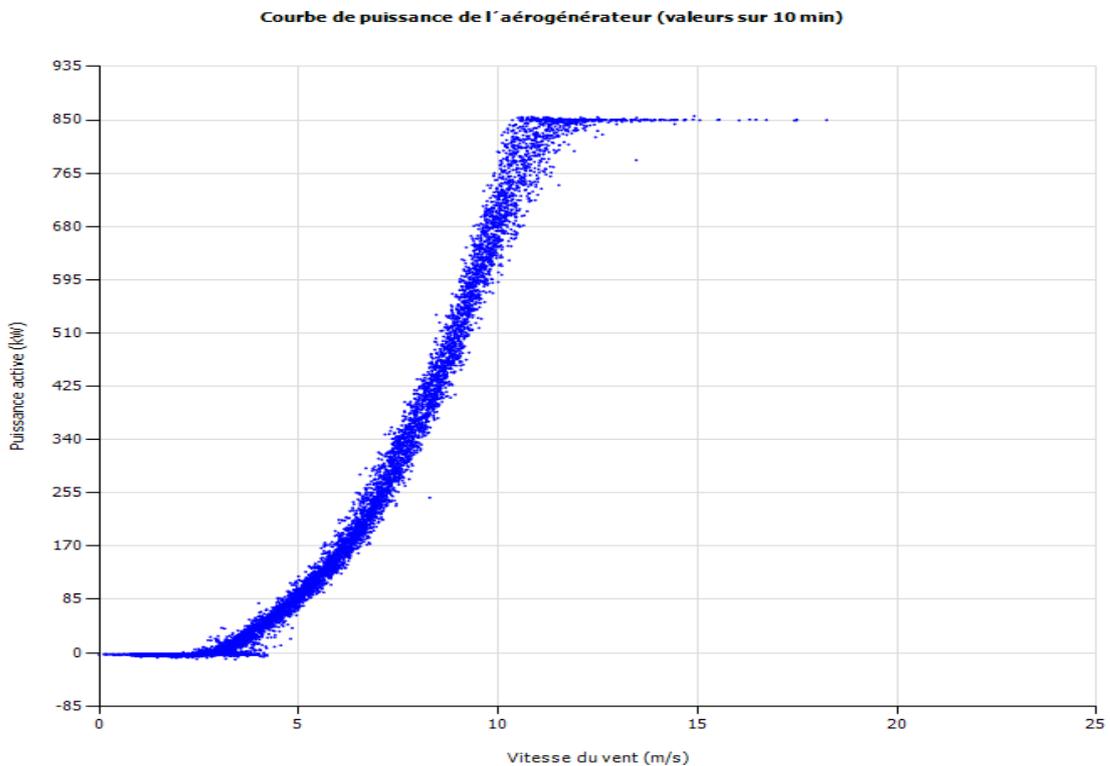


FIGURE III.2-1. Courbe de puissance de l'éolienne n°06 (20)

Chapitre 03 : présentation de la problématique

BIN DE VITESSE DE VENT	VITESSE DU VENT (M/S)	PUISSANCE (KW)
0	0,15	-3
1	1,08	-3
2	2,00	-4
3	3,01	3
4	3,97	34
5	5,00	90
6	6,02	157
7	6,99	246
8	8,00	366
9	9,00	515
10	9,96	681
11	10,95	808
12	11,92	845
13	12,85	848
14	13,96	850
15	14,81	851
16	15,97	850
17	17,28	850
18	18,23	850

TABLEAU III.2-1 courbe de puissance (20)

Energie perdue à cause l'alarme N° N°305 haute température ambiante est estimée par : **3276,25 kWh**. Le détail est le suivant:(voir les détails sur les tableaux des annexe)

L'énergie perdue par l'alarme N° N°318 (la température de la nacelle élevée) :

13528,47 kWh, le détail : :(voir les détails sur les tableaux des annexe)

L'énergie totale annuelle perdue = 13528.47+3276.25= 16804,72 kWh

III.3 Les techniques contre defaults, maintenues par le constructeur

III.3.1 Pour le refroidissement de la Nacelle

Il existe un volet d'air qui s'ouvre à une température de 40 °C pour un échange thermique naturel entre l'air extérieur et l'intérieur de la nacelle. Mais comme nous avons observés, cette technique n'a pas empêché le déclenchement.

III.3.2 Pour le Multiplicateur

Pour le multiplicateur il ya un radiateur air-huile de graissage qui sert à garder la température d'huile inférieure à 80°C. et presque le problème est rarement apparais.

III.3.3 Groupe hydraulique

Il ya un radiateur air-huile de pression des systèmes pitch et yaw pour garder la température d'huile inférieure à 65°C.

L'inefficacité de ces techniques: Comme nous avons vu, ces techniques pratiquement, ne sont pas fiables, surtout dans la période ou la température ambiante est élevée (la période d'été), qui dépassent la température seuil (45 °C). En raison de sécurité, le fonctionnement est totalement arrêté. La recherche sur une autre solution est le cas.

III.4 Notre technique proposée :

On a réfléchi à renforcer le système de refroidissement à l'intérieur de la nacelle et à l'intérieure de l'armoire TOP, à fin d'éviter l'augmentation de la température.

La 1er étape : Pour la nacelle on a proposé d'ajouter un extracteur d'air.(Voir la figure) :

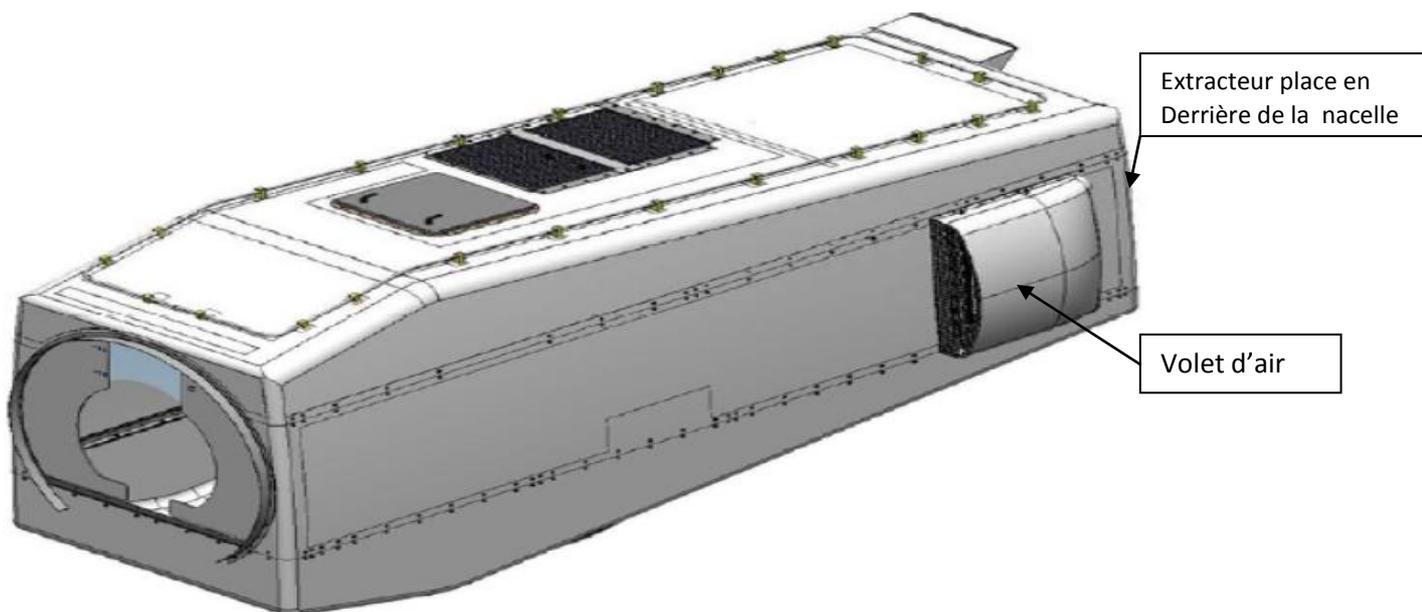


FIGURE III.4-1 nacelle éolienne (5)

Chapitre 03 : présentation de la problématique

Le 2^{ém} étape : on ajoute un climatiseur d'une puissance de 300 W dans l'armoire TOP.

N.B : l'armoire TOP se trouve à l'intérieur de la nacelle éolienne elle contient des modems qui convertissent les signaux analogique en provenance des capteurs aux signaux numérique et transmettre au SCADA par des fibres optique (figure) :

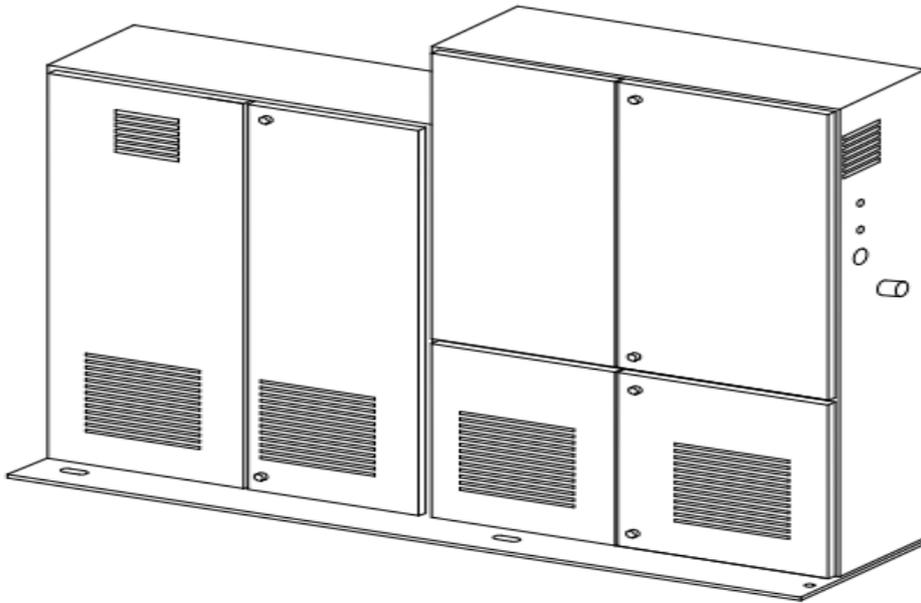


FIGURE III.4-2 armoire top (5)

Le très important est de confirmer l'optimisation de ces techniques, qui sera l'objet du chapitre suivant.

CHAPITRE IV

Technique de solution proposée

IV. Chapitre 04 : la technique de solution proposé

IV.1 Présentation des extracteurs d'air

IV.1.1 Généralité :

Un ventilateur ou extracteur est une turbo machine dont le rôle est d'assurer la Circulation de l'air jusqu'à des pressions de 30.000 Pa. On distingue les ventilateurs centrifuges et les ventilateurs hélicoïdes. Dans les premiers le mouvement de l'air s'établit Radialement au travers de la turbine. Dans les ventilateurs hélicoïdes, ce mouvement s'établit parallèlement à l'axe de rotation. Les ventilateurs centrifuges peuvent être classés également en fonction:

- de l'augmentation de pression qu'ils provoquent.
- de la forme des aubes.
- de la disposition des aubes.
- de leurs diverses applications.

Les ventilateurs objets de ce catalogue, appartiennent au groupe des ventilateurs centrifuges, basse pression, avec aubes inclinées vers l'avant, destinés aux installations de chauffage, ventilation et Air conditionné.

IV.1.2 Définition d'un Extracteur

Un extracteur d'air est un dispositif mécanique servant à extraire l'air chaud et humide de l'intérieur d'une pièce. Appelé aussi ventilation mécanique contrôlée (VMC), il permet d'évacuer les vapeurs, les odeurs et autres impuretés vers l'extérieur. Ce système est notamment utilisé dans les salles de bains, les toilettes, les cuisines, les industries, etc.

IV.1.3 Quel extracteur pour quelle utilisation ?

«Il existe plusieurs types d'extracteur d'air pouvant vous aider à évacuer l'air vicié, chaud, humide de votre pièce. Vous trouverez des extracteurs dits « domestiques » que vous pouvez utiliser dans votre maison et des extracteurs dits « industriels » utilisés dans des industries, des hangars et autres. Il y a entre autres des aérateurs de mur et de plafond très puissants, de largeurs et de dimensions variées, conçus pour donner à votre pièce une aération optimale. Certains modèles disposent d'un détecteur de mouvements avec la spécificité d'un capteur de tension qui peut être varié selon le type de ventilation. Pour votre usage professionnel ou domestique, choisissez le type d'aération qui vous convient parmi cette grande variété. Des conseils pour le choix de votre extracteur d'air La

Chapitre 04 : la technique de solution proposé

ventilation mécanique contrôlée permet en permanence de renouveler l'air de votre pièce. Pour le choix de cet appareil, il suffit simplement de parcourir la gamme qu'on vous propose. Nos distributeurs vous offrent à des prix avantageux, des matériels de qualité. Selon vos préférences, faites votre choix » (21)

IV.1.4 Aérateurs et extracteurs d'air, comment choisir ?

«Il existe deux types d'extracteurs : l'extracteur d'air tubulaire et l'extracteur d'air mural. Le premier est composé d'un conduit qui achemine l'air vicié à la bouche d'évacuation, le second est en contact direct avec l'extérieur. Il est nécessaire de regarder son débit en m³/h, son niveau sonore et sa consommation électrique. Il faut également veiller à ce qu'il soit équipé d'un clapet anti-retour pour éviter tout courant d'air frais.

Les réglages de l'extracteur d'air doivent correspondre à vos besoins. S'il ne fonctionne pas assez longtemps, il est préférable d'en choisir un avec temporisateur (timer) ou avec un capteur qui continuera à marcher après avoir atteint la valeur de consigne.

De plus en plus d'habitations s'équipent d'aérateurs à détecteurs à infrarouge qui enclenche l'extraction d'air dès que quelqu'un entre dans la pièce. Mais pour une salle machine, l'extracteur d'air le plus efficace reste celui raccorde a un capteur de température qui réagit automatiquement. Pour que l'aérateur fonctionne efficacement, il doit se trouver loin d'une fenêtre ou lucarne» (22)

Voici les éléments qui peuvent guider le choix :

- Point de fonctionnement et rendement
- Aubes recourbées vers l'avant ou vers l'arrière ?
- Mode d'entraînement
- Intégration du ventilateur dans le réseau
- Acoustique
- Encombrement

IV.1.5 Rôle de l'extracteur d'air

La ventilation d'une locale grâce à un **extracteur d'air** a pour but d'évacuer l'humidité, la pollution et échange thermique entre l'intérieure et l'extérieure et de renouveler l'air, pour permettre aux occupants de ou aux utilisateurs de la pièce, de bénéficier d'un environnement sain. L'extracteur d'air est composé de différents éléments : un moteur situé généralement dans les combles qui permet la sortie de l'air grâce à un ventilateur, un

Chapitre 04 : la technique de solution proposé

réseau de gaines qui permet à l'air de circuler, l'expulsion de l'air pollué en extérieur, des bouches d'extraction et dans certains cas, des bouches d'insufflation pour permettre à l'air neuf de rentrer dans la pièce et enfin, des entrées d'air qui peuvent avoir un débit fixe, un débit en fonction de l'humidité

IV.2 Paramètres de dimensionnement d'un système ventilation d'air

- Débits
- Perte de charge de base
- Paramètres de confort

Le rendement d'un système de ventilation

- Rendement de la transmission
- Rendement du ventilateur
- Rendement du moteur électrique
- Rendement global

IV.3 Différent types de ventilateurs

On distingue différents types de ventilateurs :

- les ventilateurs hélicoïdes ou axiaux, utilisés là où il n'existe presque pas

De canalisations, ou encore là où se posent des problèmes d'encombrement;

- les ventilateurs centrifuges:
 - ✓ -à aubes inclinées vers l'avant: pour des groupes de conditionnement d'air et si le prix et L'encombrement sont primordiaux;
 - ✓ à aubes inclinées vers l'arrière: lorsque rendement, qualité, Économie, énergie et débit fixe sont primordiaux;
- les ventilateurs tangentiels, utilisés lorsque la place disponible est très limitée,

Comme dans les ventilo-convecteurs, les climatiseurs ou les rideaux d'air ;

- les extracteurs de toiture, utilisés pour l'extraction de l'air vicié, soit directement, Soit via un conduit vertical.

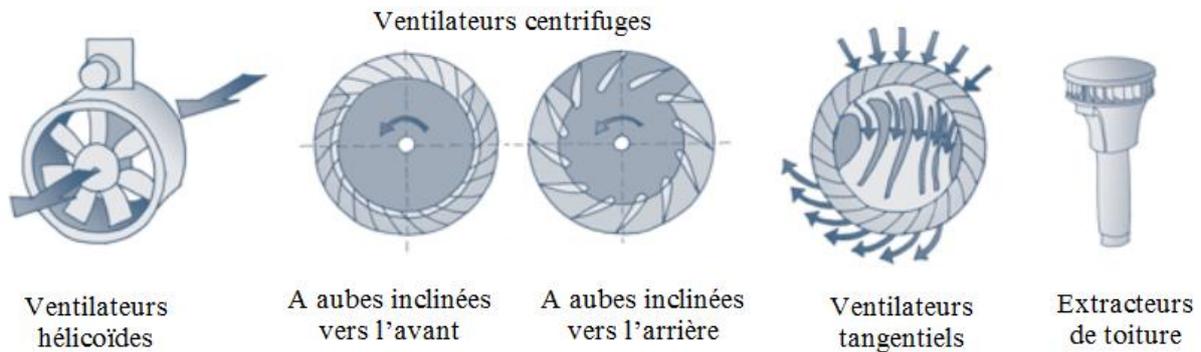


FIGURE IV.3-1 les différents type de ventilateur (22)

IV.4 Calcule des dimensionnements de l'extracteur proposé

Pour calculer l'énergie consommée par les appareils il faut trouver le dimensionnement de ces appareils (puissance, débit, tension ...ect).

Donc il est indispensable de calculer le débit de ventilation:

Débit (m³/h)= volume de la nacelle. nr/h (23)

Avec : nr/h : le renouvellement d'air demandé

On utilise le tableau ci-dessous pour trouver le taux de renouvellement (nr/h) et On prend le cas de la salle de machine : 20

Donc on calcule le volume de la nacelle :

V= longueur .largeur. Hauteur = 5*2*2 =20 m³

Débit (m³/h)= 20* 20 = 400 m³/h

Chapitre 04 : la technique de solution proposé

Désignation du local	Renouvellements d'air par heure
Ateliers en général	6 à 10
Atelier de confection	6 à 10
Ateliers de charcuterie	20 à 30
Ateliers de peinture	60 à 100
Banque	3 à 6
Bar	10 à 15
Blanchisseries - Lavoirs	40 à 50
Boulangeries - Ateliers	20 à 30
Bureaux	8 à 10
Café - Brasserie	10 à 15
Chambre noire	10 à 15
Cuisines domestiques	15 à 20
Cuisines industrielles et collectives	20 à 30
Dancing	20 à 30
Eglises	1 à 3
Fabriques en général	6 à 10
Fonderie	20 à 30
Garage	6 à 10
Hôpital	4 à 6
Laboratoires	8 à 10
Local compresseurs	40 à 60
Local douches	20 à 30
Local de soudure	20 à 30
Magasins - Entrepôt	4 à 6
Parking	6 à 10
Piscines	20 à 30
Restaurants (local)	6 à 10
Salle de bain	6 à 10
Salle de banquet	6 à 10
Salle de billard	6/10
Salle de classe	3 à 6
Salle de club	10 à 15
Salle de danse	10 à 15
Salle de machines	20 à 30
Salle de transformateurs	40 à 60
Teinturerie	20 à 30
Théâtre	4 à 6
Toilettes	10 à 30

TABLEAU IV.4-1 taux de renouvellements de quelque locaux (24)

IV.5 Extracteur choisi c'est HCN 150N

Gamme d'aérateurs hélicoïdes conçus pour le renouvellement d'air dans les locaux domestiques ou tertiaire. Virole en plastique injecté. Grille de protection à l'aspiration et soufflage. Volet de fermeture au soufflage. Hélice profilée en plastique injectée. Tous les aérateurs sont classe II, IPX4.



FIGURE IV.5-1 extracteur HCM 150N (25)

Volet extérieur

Volet extérieur s'ouvrant par surpression



Caractéristiques techniques

Modèle	Vitesse (rpm)	Puissance absorbée maxi.(W)	Tension (V)	Niveau de pression sonore* (dB(A))	Poids (kg)	Débit maxi. (m3/h)
HCM-150 N	1900	25	230 V 50 Hz	40	0,9	400

TABLEAU IV.5-1 caractéristiques techniques HCM 150N(25)

IV.5.1 Applications :

- Renouvellement d'air dans les locaux domestiques et tertiaires.
- Spécialement conçu pour être installé sur une vitre ou directement au mur.

Chapitre 04 : la technique de solution proposé

IV.5.2 Avantage :

- Compact.
- Silencieux 41 dB.
- Grille de protection.
- Volets extérieur.
- Ouverture des volets dépendante de la pression.

IV.5.3 Caractéristiques :

- Virole en plastique injecté renforcée par structure métallique.
- Volet de fermeture au soufflage.
- Hélice profilée en plastique injecté.
- Variable par variateur électronique REB 1N ou REB 1NE (en option).
- Protection thermique par fusible.
- Montage sur vitres de 3 à 6 mm d'épaisseur.
- Débit de 400 m³/h.
- Moteur monophasé 230V - 50 Hz réglable.
- Classe II.

IV.5.4 Recommandations de sécurité

- L'installation et le raccordement électrique des appareils devront être réalisés conformément à la réglementation en vigueur dans chaque pays.

- L'installation doit être réalisée par un professionnel qualifié.

- Si l'appareil fonctionne comme extracteur dans une pièce où est installée une chaudière ou un autre système à combustion nécessitant de l'air pour fonctionner, vérifié que les entrées d'air soient suffisantes.

- La ligne d'alimentation électrique doit incorporer un système de coupure omnipolaire ayant une ouverture entre contacts d'au moins 3 mm.

- Les ventilateurs de la série HCM sont classe II (double isolation électrique) et n'ont pas besoin d'être raccordés à la prise de terre.

Chapitre 04 : la technique de solution proposé

- Les ventilateurs sont prévus pour évacuer de l'air dans les limites de températures indiquées sur la plaque caractéristiques.
- Ne pas utiliser ces ventilateurs dans des ambiances explosives

IV.5.5 Montage sur le mur

1. Faire un trou dans le mur à l'endroit prévu pour le montage en respectant les dimensions indiquées fig. 3-2

2. Démonter la grille intérieure (1) du HCM (fig 4-4) après avoir desserré la vis de fixation (5)

3. Démonter la grille extérieure équipée de volets (2) après avoir retiré les deux écrous (6)

4. Séparer la platine (3) de la grille extérieure (2)

5. Placer la platine contre le mur et marquer les emplacements des trous de fixation (11)

6. Fixer la platine au mur

7. Replacer la grille intérieure (1) après avoir réalisé le raccordement électrique, et resserré la vis de fixation (5)

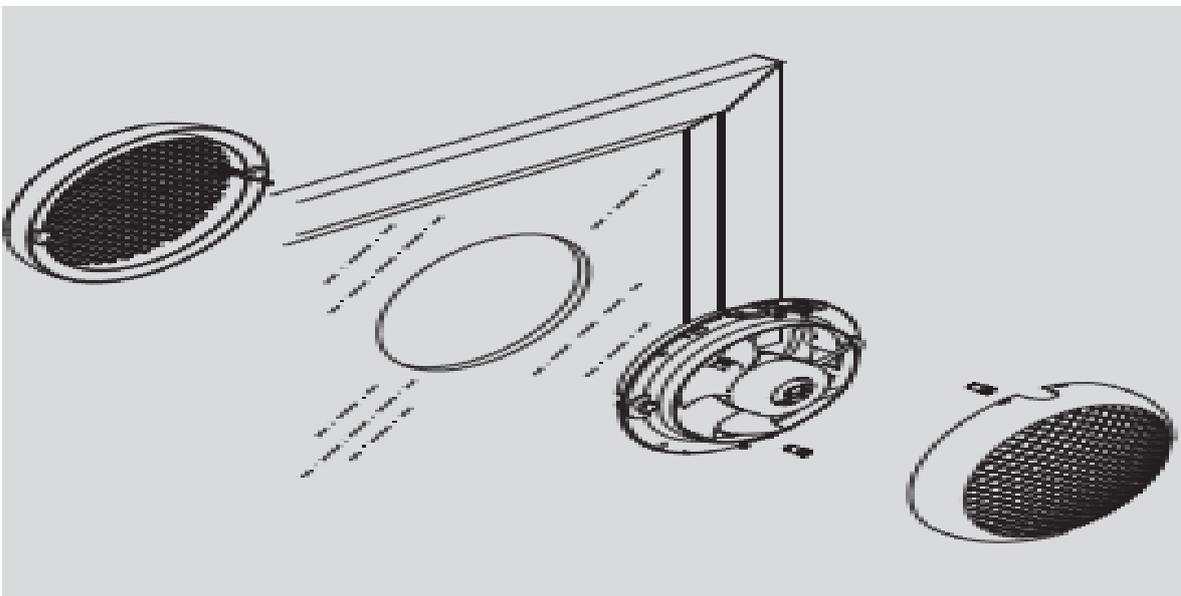


FIGURE IV.5-2 schéma montage extracteur HCM 150N (25)

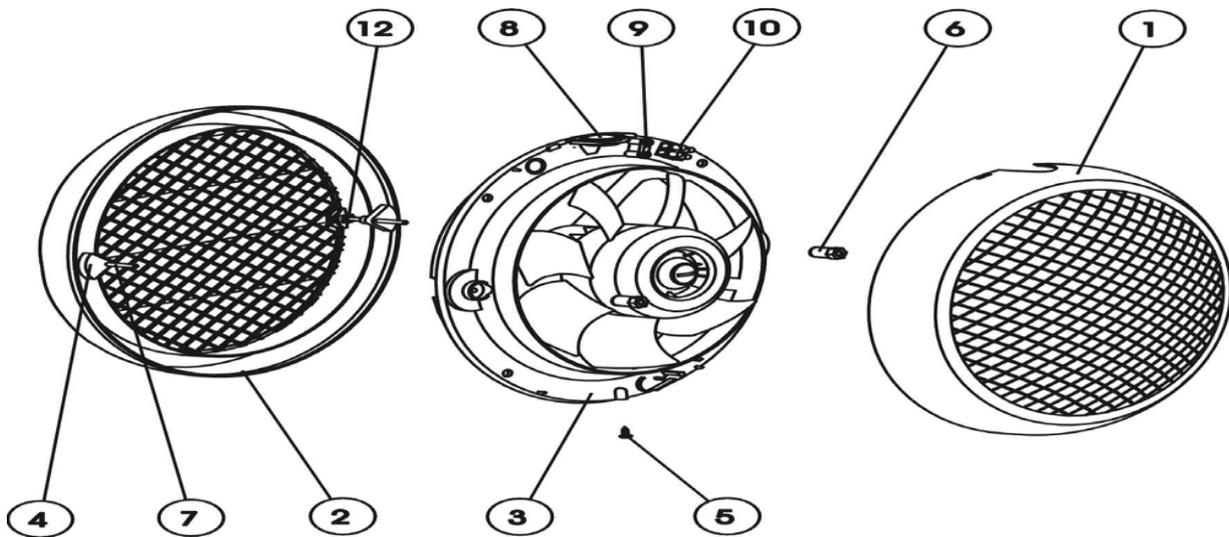


FIGURE IV.5-3 différent parties d'extracteur HCM 150N (25)

IV.5.6 Raccordement électrique

1. Avant d'intervenir sur le ventilateur, vérifier qu'il ait été au préalable déconnecté du réseau, même s'il est arrêté.
2. Vérifier que la tension et la fréquence du réseau d'alimentation soient égales aux valeurs indiquées sur la plaque caractéristique (variation maximum en tension et en fréquence : $\pm 5\%$)
3. Pour le raccordement au réseau suivre le schéma électrique fig.
4. Le câble électrique doit entrer dans l'extracteur par le passe-câbles (8) situé en partie supérieure de l'appareil, puis passé par le serre-câbles (9) et être Raccorder au bornier (10)

Le montage électrique de l'extracteur sur la nacelle éolienne GAMESA G52 est raccorde en parallèle avec les volets d'air qui s'ouvre a une température ambiante de 40 c° pour avoir une bonne aération (voir le schéma de puissance et de commande sur l'annexe)

Chapitre 04 : la technique de solution proposé

IV.6 Calcul rapport d'énergie annuel

D'après le SCADA le totale du temps ou la température ambiante supérieur à 40°C dans l'année 2015 est 850 heures on prendre cette période comme heures de fonctionnement de l'extracteur et le totale du temps ou la température ambiante supérieur à 45°C dans l'année 2015 est 170 heures on prendre cette période comme heures de fonctionnement du climatiseur.

$$\text{Énergie consommé} = 25 \cdot 850 + 300 \cdot 170 = 72,25 \text{ kWh}$$

$$\begin{aligned} \eta(\text{taux de recuperation}) &= \frac{E \text{ recupere} - E \text{ consom}}{E \text{ perdue}} \\ &= \frac{16804.72 - 72.5}{16804.72} = 0.96 = 96\% \end{aligned}$$

IV.7 Calcul du cout économique bénéficié annuellement :

beneficie = le total de prix de l'énergie gain – le total de prix de l'énergie consommée

IV.7.1 Le taux économique perdu pendant une année :

La Commission de régulation de l'électricité et du gaz (CREG) a publié le barème des nouveaux tarifs de l'électricité et du gaz applicable depuis le 1^{er} janvier en cours.

Tranche	Prix en dinars algérien
1 ^{er} tranche entre (0 et 125 kWh)	1.779
2 ^{em} tranche entre (125 et 250 kWh)	4.179
3 ^{em} tranche entre (250 et 1000 kWh)	4.812
4 ^{em} tranche plus de 1000 kWh	5.48

TABLEAU IV.7-1 barème des nouveaux tarifs de l'électricité (4)

Pour calculer le taux économique perdu : $16804,72/4 = 4201,18$

$$4201 = 125 + (250-125) + (1000-250) + (4201-1000)$$

$$125 \cdot 1.779 + 125 \cdot 4.179 + 750 \cdot 4.812 + 3201 \cdot 5.48 = 21895.23 \cdot 4 = 87580.92 \text{ DZD}$$

(Totale de prix de l'énergie gain)

Le totale du prix de l'énergie consommée :

Prix extracteur 79.99 € avec une garantie de 1 an

Donc le prix est 79.99 € = 9890 DZD (3).

Chapitre 04 : la technique de solution proposé

- pour l'armoire TOP en utilise un climatiseur Sk3302.100 puissance 300 watt

Dimensions: Largeur: 280 mm Hauteur: 550 mm Profondeur: 140 mm
Poids/UE: 13 kg



FIGURE IV.7-1 climatiseur armoire électrique SK 3302.100

Prix 964.10 € avec une garantie de 2 ans.

Donc le prix est $964.10/2 = 482.05 \text{ €} = 5960.10 \text{ DZD}$ (27)

Le prix de l'énergie consommée :

- Pour l'extracteur, son prix est 79.99 € (garantie 1 an) = 9890 DZD (3).
- pour l'armoire TOP le prix est 964.10 € avec une garantie de 2 ans. Donc le prix est $964.10 / 2 = 482.05 \text{ €} = 5960.10 \text{ DZD}$

Le prix total consommé = $9890 + 5960.10 = 15850.10 \text{ DZD}$

Le bénéfice annuel = $87580.92 \text{ DZD} - 15850.10 \text{ DZD} = 71730.82 \text{ DZ}$

Donc pour toute la station, on estime un bénéfice = $71730.82 \text{ DZ} * 12 = 860769.84 \text{ DZ}$

IV.8 Interprétation des résultats

- On observe que le taux de l'énergie perdue à cause du déclenchement de l'alarme N°318 est supérieur trois fois de l'énergie perdue à cause du déclenchement de l'alarme N°305, ce la est justifié par le suivant : quand la température ambiante dépasse le seuil de 45 ° C, la température de la nacelle dépasse 50° C, alors l'abaissement de la température ambiante au dessous de 45 ° C ne provoque plus le fonctionnement de l'éolienne à cause de la température de la nacelle qui reste toujours supérieure de 48 ° C. (c'est la température seuil de sécurité) même peut être que le vent est disponible,
- Donc on insiste sur le dégagement de quantité de chaleur dans la nacelle par l'extracteur pour éviter que la température intérieur de la nacelle atteindre 50°C.
- Avec cette méthode on gaine un rendement important coté énergétique et même coté économique.
- L'utilisation d'un climatiseur dans l'armoire TOP c'est une options plus pour le renforcement de system de refroidissement parce que l'armoire TOP elle est à l'intérieure de la nacelle et le dégagement de la chaleur de la nacelle par l'extracteur il aide à réduire la température au sein de l'armoire TOP.

CONCLUSION

GÉNÉRALE

Conclusion Générale

V. Conclusion général et perspectives

- ✓ Dans cette étude, nous avons traité un sujet d'actualité très important, qui s'articule autour de l'amélioration du rendement des éoliennes dans la station éolienne de Kabertene. L'objectif est d'optimiser le fonctionnement de ces aérogénérateurs de cette station, en faisant réduire l'effet de l'excès de la température dans la période estivale, par des techniques de refroidissement fiable à suivre la production de l'énergie dans l'énorme période du déclenchement inattendu.
- ✓ On a estimé l'énergie perdue à cause de ce phénomène pour une éolienne de la station et on a arrivé à des valeurs énormément importantes.
- ✓ Le Caux économique associé à cette énergie perdue est vraiment catastrophique au propriétaire de la station.
- ✓ On proposé de monté sur chaque nacelle un extracteur équivalent et dans chaque armoire un climatiseur de refroidissement à fin de guanier la perte d'énergie.
- ✓ On a bien confirmer dans cette étude l'optimalité et la fiabilité de notre technique proposée contre la problématique observée.

La climatisation solaire et la géothermie pour refroidir les locaux chauffés peut être son des solutions globaux au toute forme de perte d'énergie causé par la température ambiante élevé. L'optimisation de cette technique sera l'objectif de notre future recherche

Bibliographie

1. **tahar, latreche mohammed.** *commande floue de la machine synchrone à aimant permanent (MASP) utilisée dans un système.* Sétif : Université ferhat abbas, 2012. 1.
2. les-energies-renouvelables-2-les_30.html. *breuilletnature.blogspot.com.* [En ligne] 2015. <http://breuilletnature.blogspot.com/2015/10/>. 2.
3. **Nourredine, ZIDANE.** *Etude et Dimensionnement des Systèmes de production d'énergies renouvelables.* setif : université ferhat-abbas, 2014.
4. projet-eolien.com. *info.projet-eolien.com/faq.* [En ligne] [Citation : 13 mars 2016.] <http://www.info.projet-eolien.com>. 3.
5. **CEGELEC, document.** *manuel d'exploitation.* algeria : gamesa espaniol.
6. **GAMESA.** *Gamesa G8X – 2.0 MW /Gamesa G5X – 850 kW.* SPAIN : s.n., 2011.
7. **houcinat, Mme.** *cours energie eolienne.* BLIDA : econle technique de sonelgaz blida, 2013. 4.
8. **RAPIN, Philippe LEC ONTE et Marc.** *l'eolienne.* france : office national d'études et de recherches aérospatiales, 2016.
9. *R & D dans le domaine des énergies renouvelable en algerie.* **DIAF, Dr. Said.** 2014, S S T D ceder, p. 16.17.
10. *Rubrique Monographie Wilaya.* adrar : Agence Nationale d'Intermédiation et de Régulation Foncière, 2011. 16.
11. **Mohammed, KEBIR.** *Mémoire master "Etude et analyse des données météorologiques en particulier le Vent dans la région d'Adrar".* TLEMCEM : Université Abou Bekr Belkaïd-Tlemcen, 2011. 2.
12. showthread.php. *skyscrapercity.* [En ligne] [Citation : 02 mai 2016.] <http://www.skyscrapercity.com>.
13. CD0910/bei/beiere/groupe1/node/142. *hmf.enseeiht.* [En ligne] <http://hmf.enseeiht.fr>.
14. **ceeg.** *ceeg.* [En ligne] [Citation : 20 05 2016.] <http://www.sonelgaz.dz/ceeg.html>.
15. climate-data.org. [En ligne] [Citation : 21 mars 2016.] <http://fr.climate-data.org/location/691338/>. 4.
16. **all, Mustapha Merdaoui and.** *Revue des Energies Renouvelables SMEE'10 "Etude et dimensionnement du futur parc éolien".* Bou Ismail Tipaza : cder, 2010. 3.
17. **ceeg.** *vortex kabertene.* 2013.
18. **SKTM FERME EOLIEN KABERTEN.** *SYSTEME SCADA.* 2015.
19. **sktm ferme eolien kabertene.** *courbe de puissance extraire de systeme SCADA.* 2015.
20. extracteur-d-air-3005630-1-feuille.html. *materiel.hellopro.* [En ligne] <http://materiel.hellopro.fr>.
21. isolation/ventilation/les-extracteurs-d-air-ou-aerateurs-1-alternative. *m-habitat.fr.* [En ligne] <http://www.m-habitat.fr>.

Bibliographie

22. **fvb/ffc.** [En ligne] [Citation : 09 05 2016.] www.cifful.ulg.ac.be/images/stories/guide_ventil%20meca_2004.pdf.
23. extracteur des locaux. *abcclim.net*. [En ligne] 2016. [Citation : 14 05 2016.] www.abcclim.net.
24. les roles de la ventilation. *energie.wallonie.be*. [En ligne] 2016. [Citation : 14 05 2016.] energie.wallonie.be/servlet/repository/?DR=3453.
25. **hcm.** <http://www.unelvent.com/docs/vmp-aeration-ponctuelle/aerateurs-de-vitre-mur/produit/serie-hcm/notice-hcm31072924-1.pdf>. [En ligne] [Citation : 13 05 2016.]
26. aerateur-vitre-mur-400-m3h-hcm-150n. *confort-electrique*. [En ligne] <http://www.confort-electrique.fr>.
27. **plccenter.** RITTAL /SK3302100. www.plccenter.co.uk/e-GB/BUY/RITTAL/SK3302100?redict=true. [En ligne] 04 mai 2016. [Citation : 04 plccenter 2016.] www.plccenter.co.uk/e-GB/BUY/RITTAL/SK3302100?redict=true. 2.
28. **gamesa.** *top g5x electrical schematics*. 2013.

ANNEXES

VI. Les annexes

VI.1 Quelques exemples réels des pertes énergétiques calculées

31/07/2015

HEURE	wt 01	wt 02	wt 03	wt 04	wt 05	wt 06	wt 07	wt 08	wt 09	wt 10	wt 11	wt 12	Temp. amb. 15M	Vit. moy. du vent 15M
14:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	47	4,8

07/07/2015

16:30	69	0	0	75	59	55	53	52	58	0	74	96	39	4,8
-------	----	---	---	----	----	----	----	----	----	---	----	----	----	-----

29/07/2015

HEURE	wt 01	wt 02	wt 03	wt 04	wt 05	wt 06	wt 07	wt 08	wt 09	wt 10	wt 11	wt 12	Temp. amb. 15M	Vit. moy. du vent 15M
16:45	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	46	5,9

06/07/2015

15:30	156	0	0	124	158	173	180	245	227	0	248	233	39	5,9
-------	-----	---	---	-----	-----	-----	-----	-----	-----	---	-----	-----	----	-----

02/08/2015

HEURE	wt 01	wt 02	wt 03	wt 04	wt 05	wt 06	wt 07	wt 08	wt 09	wt 10	wt 11	wt 12	Temp. amb. 15M	Vit. moy. du vent 15M
17:30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	46	6,0

03/08/2015

08:30	177	0	0	151	155	144	139	129	133	0	132	132	32	6,0
-------	-----	---	---	-----	-----	-----	-----	-----	-----	---	-----	-----	----	-----

03/08/2015

HEURE	wt 01	wt 02	wt 03	wt 04	wt 05	wt 06	wt 07	wt 08	wt 09	wt 10	wt 11	wt 12	Temp. amb. 15M	Vit. moy. du vent 15M
16:15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	45	7,3

11/08/2015

08:30	224	0	0	222	175	192	223	233	144	0	308	0	34	7,3
-------	-----	---	---	-----	-----	-----	-----	-----	-----	---	-----	---	----	-----

21/06/2015

HEURE	wt 01	wt 02	wt 03	wt 04	wt 05	wt 06	wt 07	wt 08	wt 09	wt 10	wt 11	wt 12	Temp. amb. 15M	Vit. moy. du vent 15M
15:45	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	46	7,7

11/08/2015

05:30	362	346	0	301	307	308	0	0	279	0	0	0	28	7,7
-------	-----	-----	---	-----	-----	-----	---	---	-----	---	---	---	----	-----

TABLEAU VI.1-1 énergie perdue par l'effet température

VI.2 Energie perdue à cause l'alarme N° N°305 haute température ambiante

Date	T.amb(°C)	Vitesse du vent (m/s)	Durée de déclenchement(h)	Vitesse moyenne(m/s)	Puissance équivalente(KW)	Energie perdue (KWH)
20/06/2015 15:00:00	45,2293	4,6467				
20/06/2015 16:00:00	45,1147	4,8013				
20/06/2015 16:30:00	45,2813	4,33				
20/06/2015 16:45:00	45,214	4,4047	1,75	4,5	60	105
21/06/2015 15:00:00	46,8853	4,514				0
21/06/2015 15:15:00	46,3467	5,194				0
21/06/2015 15:30:00	46,1287	5,73				0
21/06/2015 15:45:00	45,512	7,706				0
21/06/2015 16:00:00	45,4513	6,392				0
21/06/2015 16:15:00	45,2767	7,71				0
21/06/2015 16:30:00	45,648	5,8613				0
21/06/2015 16:45:00	45,008	7,5833				0
21/06/2015 17:00:00	45,3473	5,518				0
21/06/2015 17:30:00	45,0733	5,046	2,5	6,12546	164	410
23/06/2015 15:00:00	46,1767	4,3007				0
23/06/2015 17:00:00	45,2827	4,8033				0
23/06/2015 17:45:00	45,048	4,2807	2,75	4,461567	60	165
24/06/2015 13:30:00	45,6313	4,0733				0
24/06/2015 13:45:00	45,0733	5,4033				0
24/06/2015 14:00:00	45,2187	5,3313				0
24/06/2015 14:15:00	45,3433	5,3687				0
24/06/2015 14:30:00	45,1607	5,9953				0
24/06/2015 14:45:00	45,0207	6,352				0
24/06/2015 15:00:00	45,69	5,8927				0
24/06/2015 15:30:00	45,0353	7,23				0
24/06/2015 15:45:00	45,4	5,1773	2,25	5,6471	126	283,5
25/07/2015 15:45:00	45,5327	4,2467				0
25/07/2015 16:00:00	45,788	4,598				0
25/07/2015 17:30:00	45,1393	4,2653	1,75	4,37	60	105
26/07/2015 13:00:00	45,496	4,1293				0
26/07/2015 15:00:00	46,3607	4,2027	2	4,15	33	66
27/07/2015 15:15:00	46,374	4,264				0
27/07/2015 17:15:00	45,9107	4,0847				0
27/07/2015 17:45:00	45,8693	4,0173	2,5	4,122	33	82,5
28/07/2015 15:15:00	47,986	4,0053				0
28/07/2015 16:45:00	46,5747	4,7853				0
28/07/2015 17:00:00	46,562	4,8553				0
28/07/2015 17:15:00	47,1267	4,1387				0
28/07/2015 17:30:00	46,5993	4,8847				0
28/07/2015 17:45:00	46,2747	4,3167	2,5	4,497667	60	150
29/07/2015 14:30:00	47,008	5,09				0

Les annexes

29/07/2015 14:45:00	46,6613	4,94				0
29/07/2015 15:30:00	47,0613	4,034				0
29/07/2015 15:45:00	47,45	4,01				0
29/07/2015 16:15:00	45,9347	5,666				0
29/07/2015 16:45:00	46,3347	4,6427				0
29/07/2015 17:00:00	46,1313	4,5153				0
29/07/2015 17:15:00	45,692	5,0787				0
29/07/2015 17:30:00	45,9273	4,648				0
29/07/2015 17:45:00	45,8193	4,418	3,25	4,70427	60	195
30/07/2015 16:30:00	47,1233	4,1433	0,25	4,14	33	8,25
31/07/2015 12:45:00	45,0267	6,4213				0
31/07/2015 13:00:00	45,5573	5,22				0
31/07/2015 13:15:00	45,6033	5,7093				0
31/07/2015 13:30:00	46,0647	4,92				0
31/07/2015 13:45:00	46,7447	4,8867				0
31/07/2015 14:00:00	46,63	4,7813				0
31/07/2015 14:15:00	46,7387	4,786				0
31/07/2015 14:45:00	45,2727	4,3253				0
31/07/2015 15:15:00	46,742	5,0227				0
31/07/2015 15:30:00	47,028	4,1767				0
31/07/2015 16:00:00	46,294	4,7813				0
31/07/2015 16:45:00	46,3387	4,1127				0
31/07/2015 17:00:00	45,8273	4,726	4,25	4,913023	88	374
02/08/2015 17:30:00	46,2907	6,0293	0,25	6	164	41
03/08/2015 14:00:00	45,2687	6,3113				0
03/08/2015 14:15:00	45,5373	5,67				0
03/08/2015 14:30:00	45,5307	6,39				0
03/08/2015 14:45:00	45,6687	5,786				0
03/08/2015 15:00:00	45,6947	5,7493				0
03/08/2015 15:15:00	45,5453	6,822				0
03/08/2015 15:30:00	45,746	6,402				0
03/08/2015 15:45:00	45,6193	5,1993				0
03/08/2015 16:00:00	45,702	6,0173				0
03/08/2015 16:15:00	45,3667	6,55				0
03/08/2015 16:30:00	45,4373	5,5967				0
03/08/2015 16:45:00	45,3953	6,0367				0
03/08/2015 17:00:00	45,2053	6,1367				0
03/08/2015 17:45:00	45,1407	4,5627	3,75	5,945	164	615
05/08/2015 15:00:00	45,5453	4,5633	0,25	4,5	60	15
07/08/2015 13:15:00	45,1213	4,434				0
07/08/2015 14:30:00	45,84	4,1033				0
07/08/2015 15:30:00	45,9433	4,016				0
07/08/2015 16:15:00	45,6533	4,3213	3	4,21865	33	99
13/08/2015 13:30:00	45,7627	4,2127	0,25	4,2	33	8,25
14/08/2015 14:15:00	45,0447	4,7353	0,25	4,7	60	15

16/08/2015 13:00:00	45,27	4,07				0
16/08/2015 13:45:00	45,248	5,0573				0
16/08/2015 14:00:00	45,7533	4,4847				0
16/08/2015 15:00:00	45,2627	6,3887	2	5,000175	88	176
17/08/2015 13:30:00	45,0547	4,528				0
17/08/2015 14:00:00	45,1313	5,118				0
17/08/2015 15:00:00	45,1627	5,1853				0
17/08/2015 15:15:00	45,642	4,9807				0
17/08/2015 15:30:00	45,5853	5,466				0
17/08/2015 15:45:00	45,702	4,4193				0
17/08/2015 16:00:00	45,978	4,3613				0
17/08/2015 16:15:00	45,4773	4,824				0
17/08/2015 16:30:00	45,3893	5,0133				0
17/08/2015 17:00:00	45,04	5,016	3,5	4,89119	88	308
20/08/2015 15:15:00	45,61	4,2673	0,25	4,2	33	8,25
25/08/2015 15:45:00	45,2033	4,5807				0
25/08/2015 16:00:00	45,0533	4,698				0
25/08/2015 16:15:00	45,1193	4,1973	0,5	4,492	60	30
28/08/2015 14:30:00	45,9047	4,216	0,25	4,2	33	8,25
29/08/2015 16:30:00	45,0093	4,3733	0,25	4,3	33	8,25
13/08/2015 13:30:00	45,7627	4,2127	0,25	4,2	33	8,25
14/08/2015 14:15:00	45,0447	4,7353	0,25	4,7	60	15
16/08/2015 13:00:00	45,27	4,07				0
16/08/2015 13:45:00	45,248	5,0573				0
16/08/2015 14:00:00	45,7533	4,4847				0
16/08/2015 15:00:00	45,2627	6,3887	2	5,000175	88	176
17/08/2015 13:30:00	45,0547	4,528				0
17/08/2015 14:00:00	45,1313	5,118				0
17/08/2015 15:00:00	45,1627	5,1853				0
17/08/2015 15:15:00	45,642	4,9807				0
17/08/2015 15:30:00	45,5853	5,466				0
17/08/2015 15:45:00	45,702	4,4193				0
17/08/2015 16:00:00	45,978	4,3613				0
17/08/2015 16:15:00	45,4773	4,824				0
17/08/2015 16:30:00	45,3893	5,0133				0
17/08/2015 17:00:00	45,04	5,016	3,5	4,89119	88	308
20/08/2015 15:15:00	45,61	4,2673	0,25	4,2	33	8,25
25/08/2015 15:45:00	45,2033	4,5807				0
25/08/2015 16:00:00	45,0533	4,698				0
25/08/2015 16:15:00	45,1193	4,1973	0,5	4,492	60	30
28/08/2015 14:30:00	45,9047	4,216	0,25	4,2	33	8,25
29/08/2015 16:30:00	45,0093	4,3733	0,25	4,3	33	8,25

TABLEAU VI.2-1 énergie perdu par l'alarme n°305

VI.3 L'énergie perdue par l'alarme N° N°318

L'énergie perdue (la température de la nacelle élevée) : **13528, 47 kWh**, le détaille

Heure début l'alarme	Heure fin l'alarme	Durée	Vv (m/s)	temps (h)	puissance équivalent(w)	énergie (kWh)
2015/7/24 19:37:40.790	2015/7/25 0:42:19.377	05:04:39	7,5	5,07	325	1646,67
2015/7/26 21:19:58.620	2015/7/26 23:14:44.793	01:54:46	5	1,90	88	167,2
2015/7/27 19:21:02.967	2015/7/28 3:00:31.913	07:39:29	5	7,65	88	673,2
2015/7/28 15:30:37.337	2015/7/28 19:06:57.823	03:36:20	5	3,60	88	316,8
2015/7/28 19:07:03.027	2015/7/28 22:11:50.060	03:04:47	6	3,07	164	502,93
2015/7/28 22:11:55.077	2015/7/29 3:11:28.520	04:59:33	7	4,98	263	1310,62
2015/7/29 15:27:05.660	2015/7/29 18:30:24.197	03:03:19	5	3,05	88	268,4
2015/7/29 18:30:29.400	2015/7/30 1:39:59.050	07:09:30	7	7,15	263	1880,45
2015/7/30 14:15:03.787	2015/7/30 19:11:35.083	04:56:32	7	4,93	263	1297,47
2015/7/30 19:11:40.087	2015/7/30 23:46:17.837	04:34:37	5	4,57	88	401,87
2015/7/31 15:11:54.640	2015/7/31 19:04:31.940	03:52:37	4	3,87	33	127,6
2015/7/31 19:04:37.143	2015/7/31 22:54:18.820	03:49:41	9	3,82	517	1973,22
2015/8/2 16:19:23.553	2015/8/2 17:59:09.670	01:39:46	5	1,65	88	145,2
2015/8/2 17:59:20.077	2015/8/2 23:13:52.073	05:14:32	4	5,23	33	172,7
2015/8/3 16:27:07.447	2015/8/3 18:11:22.257	01:44:15	6,5	1,73	213	369,2
2015/8/3 18:11:27.463	2015/8/4 2:50:52.527	08:39:25	7	8,65	263	2274,95

TABLEAU VI.3-1 énergie perdu par l'alarme n°318

VI.4 Circuit d'alimentation auxiliaire (puissance)

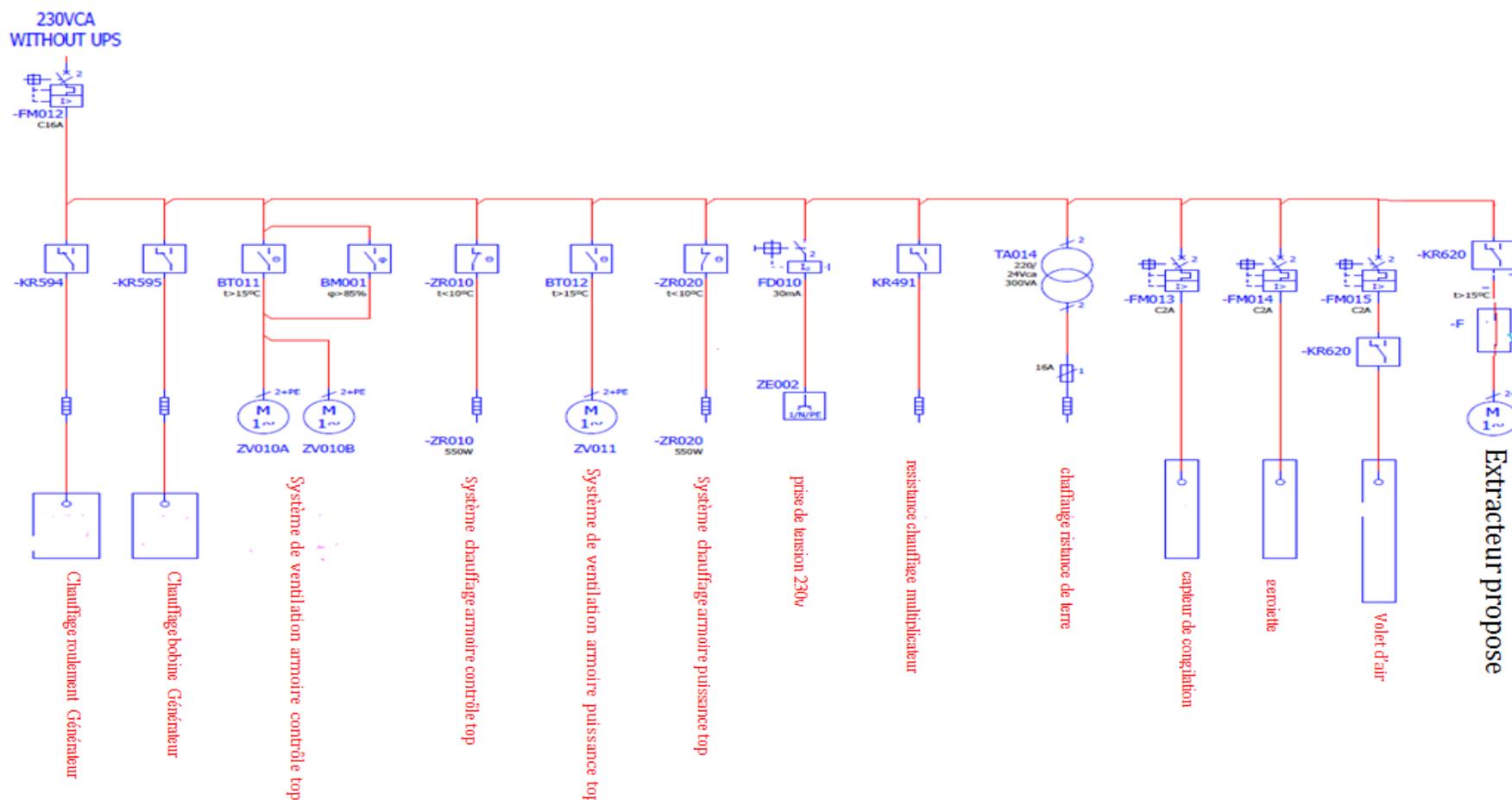


FIGURE VI.4-1 schéma du circuit de puissance représente le raccordement de nouvel extracteur

VI.5 Circuit d'alimentation auxiliaire (commande)

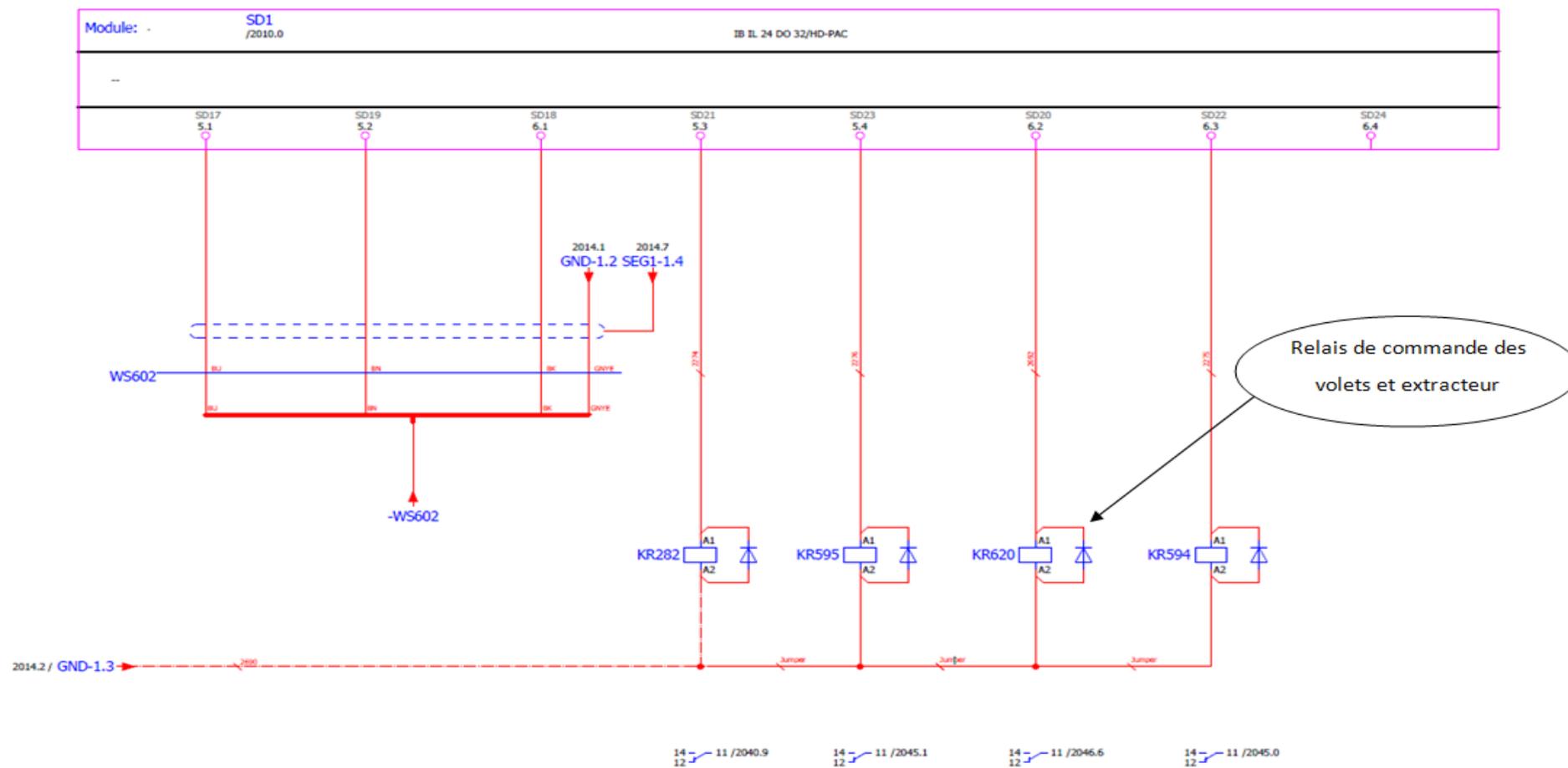


FIGURE VI.5-1 schema de commande represente le raccordement de nouvel extracteur

VII. Résumé

La demande croissante sans cesse de l'énergie, l'épuisement des énergies fossiles et la pollution de notre planète poussent les pays à se diriger vers des énergies plus propres et renouvelables. L'énergie éolienne fait partie de ces énergies propres, inépuisables qui ont été jadis très utilisées par nos ancêtres et qui pourront être exploitées à nouveau avec de très bons rendements. Dans cette étude, nous avons choisi la 1ère ferme éolienne en Algérie à la région d'Adrar Kabertene pour l'étude et l'analyse du problème de température durant les périodes estivales et les solutions proposées pour remédier ce problème. Enfin, nous concluons que la région d'Adrar est caractérisée par une énergie potentielle du vent favorable d'augmenter la capacité de production en énergie éolienne, à condition que nous devons abaisser les températures de fonctionnement des aérogénérateurs, ce que nous avons proposé de les installées.

Mots clés : Energies renouvelables, énergie éolienne, aérogénérateur, vent, climat, température ambiante.

Abstract

The increasing demand for energy, fossil fuel depletion and pollution Planet pushes countries to turn to cleaner and renewable energy. Wind energy is one of the clean and inexhaustible energy that were once very used by our ancestors and which may be operated again with very good yields. In this study, we chose the first wind farm in Algeria there Adrar region (Kabertene) for temperature problem during the summer months and the solution proposed to remedy this problem so that the farm running in good condition. Finally, we conclude that the Adrar region is characterized by a favourable wind potential energy to increase wind energy production capacity and taking into account the improvement of wind turbines installed operating temperatures for the future in this region

Keywords: Renewables energies, wind energy, wind turbine, Climate.

المخلص

نظرا للطلب المتزايد على الطاقة وكذا التلوث الناجم عنه في كوكبنا ومع استنفاد مصادر الطاقة الأحفورية ، مما دفع بالكثير من الدول للاتجاه نحو الطاقة النظيفة والمتجددة. طاقة الرياح هي إحدى هذه الطاقات النظيفة والمتجددة والتي كانت تستخدم استخداما مكثفا من طرف أسلافنا ويمكن ان تستخدم مجددا وبمر دودية جيدة. في هذه الدراسة قمنا باختيار محطة إنتاج الكهرباء بالرياح والتي تعد الأولى بالجزائر بمنطقة إدرار (كبرتن) من اجل دراسة تحليلية وأدائية لهذه المحطة ، وذلك من خلال تحليل بعض الاختلالات التي ظهرت منذ بدء الاستغلال لهذه المحطة (2014) ، واقتراح بعض الحلول لإصلاحها ليتأتى استغلالها في أحسن الظروف. في الأخير استخلصنا بان منطقة إدرار تتميز بطاقة كامنة للرياح جيدة تسمح بزيادة استغلال لهذه الطاقة بشرط مراعاة تحسين الظروف الحرارية لتشغيل هذه المولدات الهوائية في المستقبل.

المصطلحات: الطاقات المتجددة ، طاقة الرياح، المولدات الهوائية ، المناخ ، درجة حرارة المحيط