

**Université Kasdi Merbah Ouargla**

**Faculté des Mathématiques et des Sciences de la Matière**

**Département de Physique**

**Master Physique et Météorologie de l'environnement Aride**



**Domaine : Sciences de la Matière**

**Filière : Physique**

**Spécialité : Physique et Météorologie de l'environnement Aride**

**Present par :BOURBABA Messaouda et BETTAYEB Houda**

**thème**

**Estimation des ressources du vent en Algérie  
à l'aide des données ré-analysées ECMWF**

**Soutenu Publiquement**

**30/05/2017**

**Devant le Jury**

**Mr Benmebrouk Lazhar Maitre de Conférence B**

**Président UKM Ouargla**

**Mr Fekih Abdellali cadre**

**Encadreur ONM Ouargla**

**Mr Nakes Med Taher Maitre de Assistant A**

**Examineur UKM Ouargla**

**Année Universitaire :2016/2017**

## **Remerciements**

*Nous voulons remercier Allah, le tout puissant, le miséricordieux, de Nous avoir appris ce que nous ignorions, de nous avoir donné la santé et tout ce dont nous avons besoin pour réaliser le travail imposé et rédiger ce mémoire.*

*nous tenons, tout particulièrement, à exprimer notre profonde gratitude à notre encadreur **Fekih Abdalli** enseignant à l'Université d'Ouargla, pour ces conseils précieux ainsi que pour la confiance et l'aide et qui nous ont marqué par leurs grandes valeurs scientifiques et humaines.*

*Qu'il nous accordé pour mener ce travail à terme. ainsi que les membres du jury qui nous ont fait l'honneur d'examiner ce travail.*

*Nos remerciements vont aussi à l'ensemble de nos professeurs tout le long de ces années d'études. nous voudrions aussi remercier tous les membres de la famille, la mère et le père les frères et les chères soeurs. les chers amis et les collègues.*

### Nomenclatures :

$\vec{\Omega}$	vecteur rotation instantanée terrestre	radians/second
$\vec{V}$	vitesse de déplacement des particule par rapport à la terre	m/s
f	paramètre de Coriolis	
$\rho$	masse volumique de l'air	(kg/m <sup>3</sup> )
P	pression atmosphérique	hPa
P	porosité égale à la surface dégagée/ surface totale	
H	hauteur de l'obstacle	M
$z_a$	hauteur de l'anémomètre	M
X	distance sous le vent	M
$u_{*1}$	vitesse de frottement	m/s
$u_{*2}$	vitesse de frottement	m/s
T	Température	°C
R	Constant des gaz parfait	J/mol.K
$C_p$	Chaleur massique a prission constant	J/K.g.K
$\rho_1$	masse volumique en $Z_1$	
$\rho_2$	masse volumique en $Z_2$	
$\bar{u}$	vitesse instantanée	m/s
$u'$	vitesse instantanée	m/s
$f(u)$	densité de probabilité de Weibull	
f(V)	la probabilité d'observation d'une vitesse de vent	
C	le facteur d'échelle de la loi de Weibull,	m/s
K	le facteur de forme de la loi de Weibull	
$\Gamma$	la fonction Gamma	
$\bar{U}$	la vitesse moyenne du vent en m/s	m/s
$U_i$	vitesse non nulle du vent à un instant i	m/s
N	nombre de données de vitesses de vent non nulles	
P(U)	la probabilité d'avoir la vitesse de vent $U_i$	
$\bar{U}$	désigne la vitesse moyenne du vent.	m/s

**Abréviation :**

MLM	Maximum Likelihood Method : méthode du maximum de vraisemblance
MMLE	Modified Maximum Likelihood Estimation : variante de la méthode du maximum de vraisemblance
MMLM	Modified Maximum Likelihood Method : autre variante de la méthode du maximum de vraisemblance
CLI	Couche limite interne
CLA	Couche limite atmosphérique

## Liste des figures :

Fig1-1	vent géostrophique dans l'hémisphère Nord et dans l'hémisphère sud.
Fig1-2	la couche limite atmosphérique.
Fig1-3	Station météorologique de recherche
Fig1-4	Anémomètre à coupelles
Fig1-5	Girouette
Fig1-6	Anémogirouette
Fig1-7	Anémomètre sonique
Fig1-8	Anémomètre tridimensionnel à hélice
Fig1-9	manche à air
Fig 1-10	la température et l'effet du mouvement du vent dans les villes et la campagne
Fig 1-11	L'impact des obstacles sur la vitesse et la direction du vent
Fig 1-12	Représenter le flux du vent dans les l'orographie
Fig 1-13	montre les modifications que subit le profil logarithmique du vent à une distance X sous le vent de la discontinuité
Fig2-1	Comparaison de distributions de Weibull pour une même valeur de k
Fig2-2	Comparaison de distributions de Weibull pour une même valeur de c
Fig2-3	Densité de puissance éolienne calculée à l'aide des données réelles, de la loi de Weibull et de la loi de Rayleigh.
Fig2-4	Pourcentages d'erreurs sur la densité de puissance calculée à l'aide des données réelles de la loi de Weibull et de la loi de Rayleigh.
Fig3-1	Répartition des stations de mesure sur le territoire national (Tell, Haut-Plateaux, Sahara)
Fig3-2	Carte annuelle des vents à 10m du sol dans les sites algériens (m/s)(ECMWF)
Fig3-3	Carte saisonnière des vents à 10m du sol (m/s)
Fig3-4	Carte mensuelle des vents à 10m du sol (m/s)
Fig3-5	Carte de La différence annuelle entre (ECMWF) et observation
Fig3-6	Carte de La différence Mensuelle entre (ECMWF) et observation
Fig3-7	Carte de La différence saisonnier entre (ECMWF) et observation
Fig3-8	La corrélation mensuelle entre les données observées du vent et les ré-analyses ECMWF

### Liste des tableaux :

<b>Tableau1.1</b>	d'autres capteurs
<b>Tableau 3.1</b>	La vitesse moyennes du vent mensuelle et annuelles des différentes sites algériens estimés à 10m du sol (stations observées)
<b>Tableau 3.2</b>	La vitesse moyennes du vent mensuelle et annuelles des différentes sites algériens estimés à 10m du sol (les données ré-analysées ECMWF)

## Sommaire :

Remerciements	I
Nomenclatures	II
Abréviation	III
Liste de figures	IV
Liste des tableaux	V
Sommaire	VI
Introduction générale	
<b>Chapitre 1 : Approche théorique</b>	
1-1-Introduction général	1
1-1- Origine du vent	1
1-2-1-La force de gradient de pression	1
1-2-2 -La force de CORIOLIS	1
1-2-3-Forces de frottement	1
1-3-Direction et force du vent	2
1-4 vent géostrophique	2
1-5-couche limite de surface	4
1-6-Couche limite d'Eckerman	4
1-7- vent de surface et ses mesures	5
1-7-1-l'installation d'un poste d'observation	5
1-7-2-Les capteurs du vent	6
1 -7-2-1- Anémomètre à coupelles	6
1-7-2-2- Girouettes	6
1-7-2-3- Anémo-girouette	7
1-7-2-4- Anémomètre sonique	7
1-7-2-5- Anémomètre tridimensionnel à hélice	8
1-7-2-6- La manche à air (manche à vent)	8
1-8- influence des obstacles	9
1-9- influence de l'orographie locale	11
1-10- influence de la rugosité de surface	12
1-11- influence de la stratification thermique.	13

<b>Chapitre 2 : Approche statistique</b>	
2-1-Introduction	16
2- 2-définition de la vitesse moyenne du vent	16
2-3- loi de Weibull	16
2-3-1- méthode des moindres carrées (méthode graphique)	17
2-3-2-Méthode du maximum de vraisemblance (MLM)	17
2-3-3-Méthode du maximum de vraisemblance modifiée (MMLE)	18
2-4-Comparaison des différentes méthodes	18
2-5-Influence des paramètres k et c sur la distribution statistique des vitesses	19
2-6-La loi de Rayleigh	21
<b>Chapitre 3 : Résultats et analyses</b>	
3-1-Introduction	24
3-2 -Les données climatologiques du réseaux de stations	24
3-3 -Les données ré-analysées	24
3- 4 -Méthodes d'estimation des ressources du vent	25
3-5-cartographie du vent et analyse des résultats	26
3-5-1 - Carte annuelle des vents à 10m du sol (ECMWF)	26
3-5-2- Carte saisonnière des vents à 10m du sol (ECMWF)	28
3-5-3- Variation mensuelle de la vitesse moyenne à 10 m du sol (ECMWF)	32
3-5-4-La différence annuelle entre (ECMWF) et observation	33
3-5-5- La différence Mensuelle entre (ECMWF) et observation	36
3-5-6 -La différence saisonnier entre (ECMWF) et observation	
5- Conclusions	
6-Bibliographie	
7-Annexe	



## **Introduction générale :**

De nombreux facteurs entrent en jeu quand il s'agit de décider du meilleur endroit pour installer une éolienne pour la production de l'énergie électrique mais le plus important facteur reste la vitesse du vent. Ce paramètre météorologique très sensible est influencé par les conditions dynamiques ( topographie, rugosité du sol) et des thermiques (réchauffement du sol contraste terre-mer) ce qui rend difficile la compréhension de son comportement spatio-temporel. L'estimation des ressources du vent dans une région est tributaire à la densité du réseau de mesure et la période de collecte des données. Ces deux facteurs sont souvent indisponibles dans les régions arides et semi-arides vu les grands étendus désertiques et la nature du terrain. L'objectif de notre présent travail est l'utilisation des données ré-analysées du vent à 10 m du centre ECMWF pour la période de 2004-2009 à fin d'estimer les ressources du vent en Algérie et essayer de combler les lacunes en matière d'observation sur les régions isolées.

L'un des premiers actes d'estimation des ressources du vent en Algérie a été réalisé en 2006 par le Dr Marzouk Kspadji qui a cartographié les ressources du vent en Algérie à une hauteur de 10 mètres. Une autre étude sur les champs de vent en Algérie a été réalisée par le Dr Farouk Benchellali En 2011, son travail s'est basé sur la cartographie des ressources du vent en Algérie en se basant sur les données observées du vent à 10m pour de 35 stations synoptiques sur une période de 06 années pour aboutir à l'amélioration de la carte du vent en Algérie en mettant en valeur le potentiel éolien de la Région de Hassi-Rmel non identifiée dans les études précédentes.

le premier chapitre est consacré à une approche théorique sur le vents géostrophique, les facteurs influent sur son comportement.

Les deuxième chapitre est consacré à une approche statistique sur la vitesse moyenne et les méthode destination des ressources de vent.

Dans le Troisième chapitre on a utilisé le logiciel surfer V.11 pour tracer les cartes, nous présentons les résultats de notre étude avec une analyses.

En fin une conclusion est donnée pour synthétiser notre travail avec recommandations

# **Premier chapitre : Approche théorique**

**1-1-Introduction :**

Dans cette partie du mémoire, les caractéristiques du vent son, origine sa direction et sa force sont décrit par le model de vent géostrophique, qui est souvent utilisé en météorologie vu sa simplicité. Des notions sur la couche limite atmosphérique seront présentées. en suite nous expliquons la manière d'installer 'un poste d'observation et les équipements dédiés aux mesure du vent. En fin , nous présentons les paramètres qui Influent sur l'écoulement du champs de vent.

**1-2-Origine du vent:**

Le vent est une force naturelle dont l'origine repose sur des mécanismes atmosphériques qui provoquent des différences de pression, ce qui met l'air en mouvement. Ces mouvements se traduisent par des déplacements plus ou moins rapides des gaz qui composent l'atmosphère et des particules qui s'y trouvent en suspension [1].

Le vent résulte de l'action de trois types de forces sur l'air en mouvement :

**1-2-1-La force de gradient de pression :**

Elle est due a la différence de pression entre les points de la surface de la terre. Elle entraine l'air des hautes vers les basses pressions. Plus les différences de pression sont importantes et plus cette force est importante.

En pratique lorsque l'on observe les isobares d'une carte météo, plus elles sont rapprochées et plus le vent est fort [2].

**1-2-2 -La force de CORIOLIS :**

Introduite ,on s'en souvient , du fait de la rotation de la terre sur elle-même , cette force s'applique à tous les corps en mouvement par rapport à surface terrestre. Elle s'exprime comme suit :

$$\vec{F}_C = - 2 \vec{\Omega} \times \vec{V} \quad (1.1)$$

$\vec{\Omega}$  : est le vecteur rotation instantanée terrestre ,son modle a pour valeur la vitesse angulaire de rotation de la terre , soit  $\vec{\Omega} = 7,29 \cdot 10^{-5}$  radians/second

$\vec{V}$  : est la vitesse de déplacement des particule par rapport à la terre, c'est-à-dire la vitesse du vent [3].

**1-2-3-Forces de frottement :**

Ces forces traduisent la friction turbulente de l'air avec le sol. Elles interviennent dans

la couche limite atmosphérique. La force gravitationnelle et la force du gradient de pression sont les deux forces qui peuvent initier un mouvement de l'air. Leurs actions se font ressentir près du sol dans une zone appelée couche limite atmosphérique [2].

**1-3-Direction et force du vent :**

La loi de Buy-Ballot donne la direction du vent en fonction de la répartition du champ de la pression, elle peut s'énoncer de l'une des manières suivantes :

Un observateur placé le dos au vent dans l'hémisphère Nord a les hautes pression à sa droite et les basse pression à sa gauche. Dans l'hémisphère sud , il aura les hautes pression à sa gauche et les basses pression à sa droite.

Dans l'hémisphère Nord , le vent tourne dans le sens des aiguilles d'une montre autour des zone de hautes pressions et dans le sens inverse autour des zones de basses pressions. Dans l'hémisphère sud , le sens de rotation inversé.

Ce vent considéré à grande échelle est appelé le vent synoptique par opposition aux vents locaux .

Enfin , en météorologie on ne s'intéresse par à la direction dans laquelle souffle le vent mais bien d'où il souffle.

Par gradient d'une force , on entend son de variation dans une direction [1] .

**1-4-Le vent géostrophique :**

La rotation de la terre apporte une complication liée au changement de repère : passage d'un repère universel à un repère terrestre

Ce changement de repère mène à l'apparition d'un terme supplémentaire dans les équations qui décrivent l'écoulement : une force fictive appelée « force de Coriolis ».

La force due au gradient de pression doit donc s'équilibrer avec cette force de Coriolis, ce qui mène à une modification de la direction du vent c'est le vent géostrophique [4].

$$\begin{array}{ccc}
 \text{force de Coriolis} \longrightarrow & \left\{ \begin{array}{l} -f V_g \\ +f u_g \end{array} \right\} = & \begin{array}{l} -\frac{1}{\rho} \frac{\partial p}{\partial x} \\ -\frac{1}{\rho} \frac{\partial p}{\partial y} \end{array} \\
 & & \longleftarrow \text{force pression}
 \end{array} \tag{1.2}$$

où

$f$  : le paramètre de Coriolis

$u_g$  et  $v_g$  : sont les composantes (dans les directions x et y) de la vitesse du vent géostrophique

$\rho$  : la masse volumique de l'air

$P$  : la pression atmosphérique .

Comme dans l'hémisphère Nord , la force de coriolis agit perpendiculairement à la vitesse et vers la droite , le vent géostrophique (V) souffle parallèlement aux isobares en laissant les hautes pression à droite et les basses pressions à gauche.

Dans l'hémisphère sud , le vent géostrophique (V) souffle en sens inverse puisque la force de Coriolis agit vers la gauche dans cet hémisphère [1] .

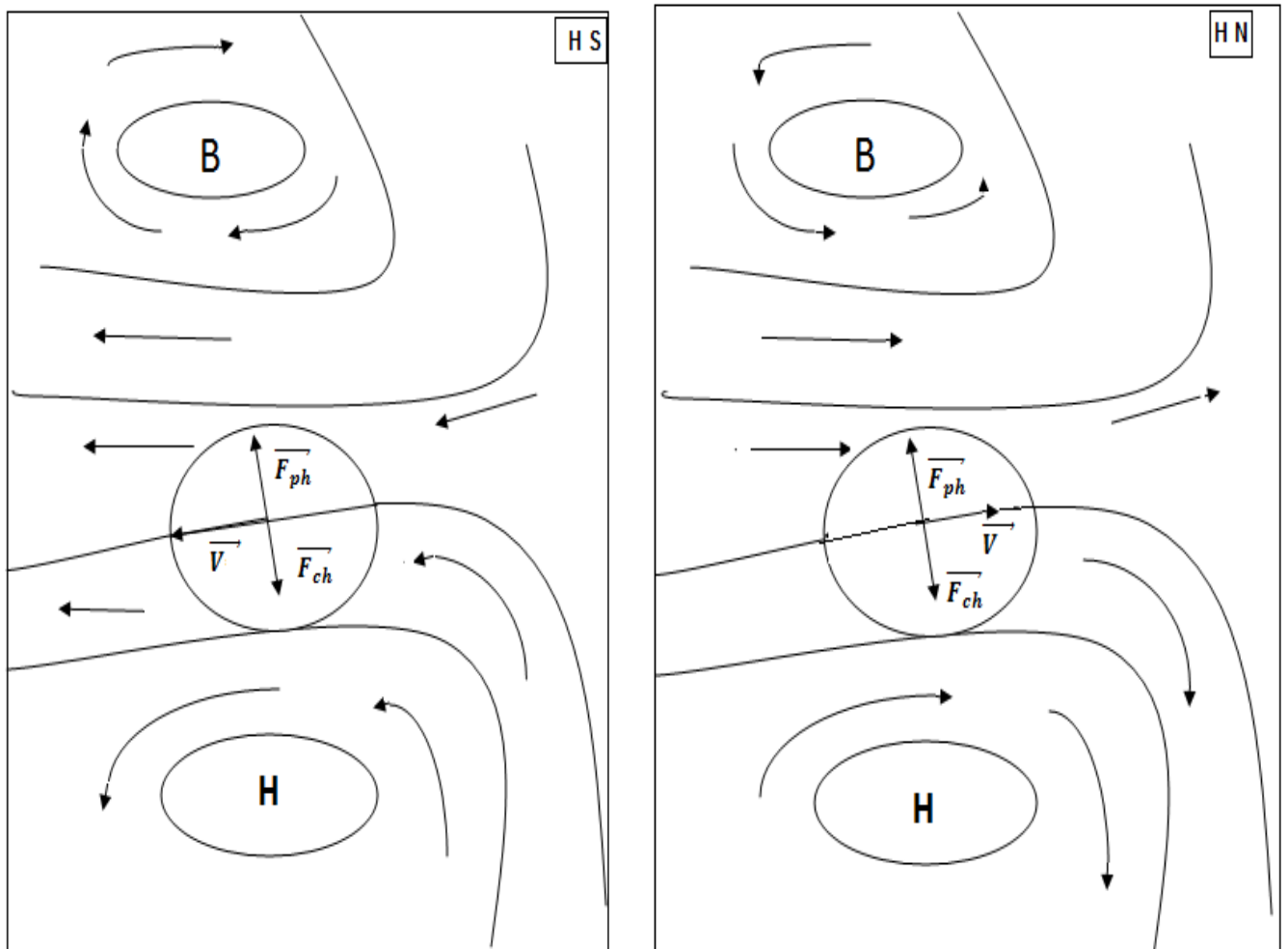


Fig1-1 vent géostrophique dans l'hémisphère Nord et dans l'hémisphère sud. ( $\vec{F}_{ph}$  : la force pression horizontal et  $\vec{F}_{ch}$  : la force Coriolis horizontal)

La vitesse du vent géostrophique est donc proportionnelle au gradient horizontal de pression (la vitesse est d'autant plus grande que les isobares sont rapprochées) et au sinus de la latitude ( pour un même gradient de pression , la vitesse du vent diminue lorsque la latitude augmente [1].

Aussi , les règles géostrophique sont-elles fréquemment utilisées pour déterminer direction ,sens et intensité des vecteurs vents à partir des cartes d'analyse ou de prévision des surface isobares.

Signalons que le géostrophisme semble constituer pour l'écoulement de l'air, un régime d'équilibre autour duquel cet écoulement oscille de façon quasi-permante. Cependant, le vent réel peut s'écarter parfois de manière non négligeable du vent géostrophique. C'est le cas lorsque la courbure des trajectoires des particules est importante, par exemple au voisinage des dépressions. L'hypothèse  $\overline{dVh}/dt = 0$  n'est plus guère alors satisfaisante [3].

#### **1-5-couche limite de surface :**

Cette couche dont l'épaisseur varie entre 50 et 100m, est la partie basse de la CLA.

Elle est en contact direct avec la surface terrestre. Dans cette région, les effets de la force de Coriolis sont négligeables devant les effets dynamiques engendrés par les frottements au sol ainsi que par la stratification thermique de l'air.

Elle peut être départagée en deux sous couches :

une sous-couche inférieure située au-dessus du sol où les forces de frottement sont prédominantes, par rapport à la stratification thermique de l'air. Dans ce cas, le mouvement de l'air est turbulent et best directement lié à la rugosité du sol La seconde sous couche se situe juste au-dessus de la première. Les effets de Frottement y sont négligeables devant la stratification thermique de l'air.

#### **1-6-Couche limite d'Eckerman :**

La couche limite d'Ekerman est la partie supérieure de la couche limite atmosphérique

Le vent est alors influencé par le frottement au sol, la stratification thermique de l'air et la force de Coriolis.

Avec l'altitude, les forces de frottement deviennent négligeables devant l'effet de la force de Coriolis, jusqu'à atteindre le vent géostrophique [5].

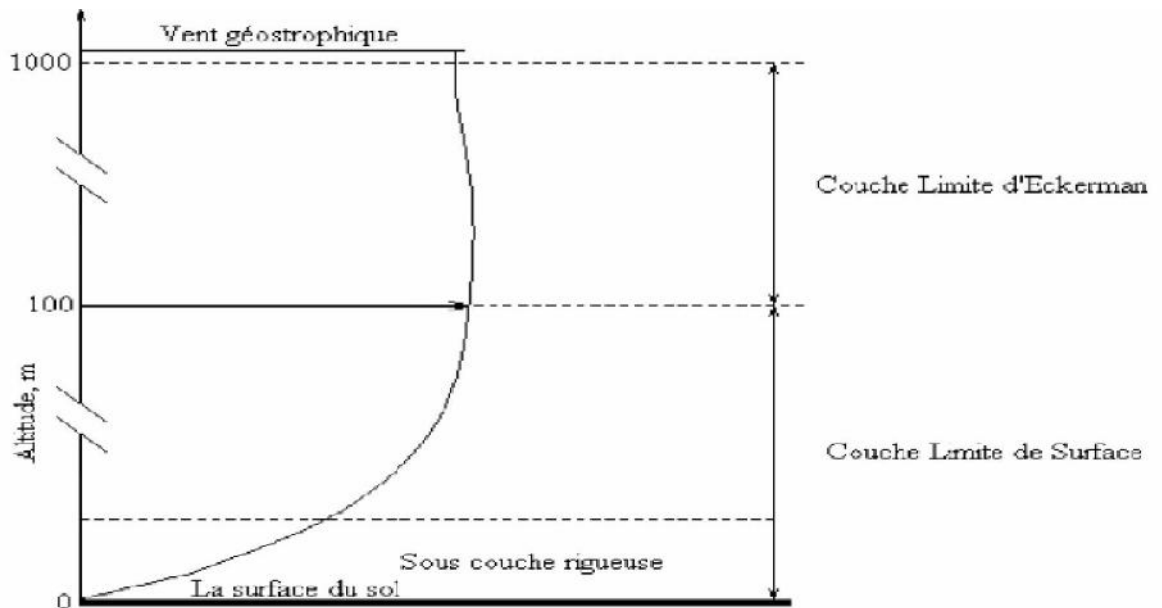


Fig1-2 : la couche limite atmosphérique.

### 1-7-vent de surface et ses mesures :

Le vent est un paramètre important de l'état de l'atmosphère. Même en dehors des épisodes tempétueux au cours desquels les effets du vent sont parfois dramatiques, la connaissance de la direction et de la vitesse du vent est souvent indispensable pour gérer au mieux un certain nombre d'activités.

A proximité de la surface de la Terre, c'est la composante horizontale du vent qui prédomine très largement et les appareils usuellement mis en oeuvre pour mesurer vitesse et direction du vent ne prennent en compte que cette composante.

#### 1-7-1- l'installation d'un poste d'observation :

Comme le vent est une variable particulièrement délicate à mesurer, le site doit être bien dégagé et se situer loin de tout bâtiment ou d'arbres, de façon à éliminer les effets thermodynamiques qu'ils induisent.

En général on préconise de s'éloigner d'une distance égale à 10 fois la hauteur des obstacles les plus proches, de plus la surface terrestre exerce une influence très importante sur les derniers centaines de mètres de l'atmosphère près du sol, de sorte que la vitesse du vent est considérablement freinée par la rugosité de ce dernier.

Donc pour procéder aux mesures, il faut s'éloigner au maximum du sol, la hauteur standard qui est recommandée est de 10 m. Pour cette raison, la mesure du vent nécessite une infrastructure matérielle importante, puisque les capteurs doivent être hissés sur des mâts.

Evidemment, certaines recherches poussées nécessitent des données à des niveaux intermédiaires, ce qui implique une multiplicité des niveaux de mesures de même style que comme la station météorologique présentée en figur1-3

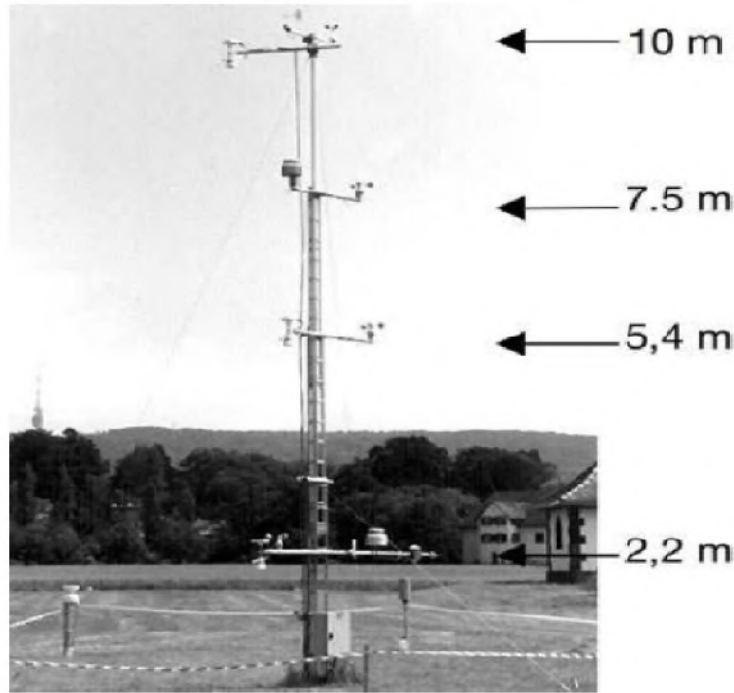


Fig. 1-3 : Station météorologique de recherche

En outre, le vent étant extrêmement variable, il est très difficile d'extrapoler les données collectées en un endroit, ce qui pose également le problème de la représentativité des mesures, pour palier cet a inconvénient il faut multiplier fortement le nombre de postes pour espérer rendre compte des phénomènes qui se produisent sur un espace donné.

### **1-7-2-Les capteurs du vent :**

#### **1-7-2-1-Anémomètre à coupelles :**

Comme les déplacements d'air verticaux sont en général négligeables par rapport aux déplacements horizontaux, les appareils les plus couramment utilisés pour mesurer le vent fournissent les composantes horizontales mais négligent la composante verticale.

Dans cette série d'appareils on peut évoquer l'anémomètre à coupelles présenté en figure 6, qui possède une vitesse de démarrage de 0,25 m/s et qui fonctionne jusqu'à 75 m s<sup>-1</sup> avec



une précision de  $\pm 0,1 \text{ m s}^{-1}$ . Pour ce genre d'appareil c'est la rotation des coupelles qui indique la vitesse du vent horizontal.

La girouette, présentée sur la même figure, mesure la direction du vent dans le plan horizontal à une résolution de  $\pm 2^\circ$  à partir d'un seuil de démarrage de  $0,6 \text{ m s}^{-1}$ . Ici c'est la rotation de l'empennage qui donne la direction du vent [6].



Fig1-4 : Anémomètre à coupelles

Unités de mesure : En kilomètres par heure (km/h) ou en mètres par seconde (m/s)

#### 1-7-2-2-Girouettes :

Du point de vue technique, il est assez facile de déterminer la direction du vent, et l'invention de la girouette est très ancienne.

A l'heure actuelle, il existe une vaste gamme de dispositifs qui reposent presque tous sur le même principe: la rotation d'un système mécanique autour d'un axe vertical [7].

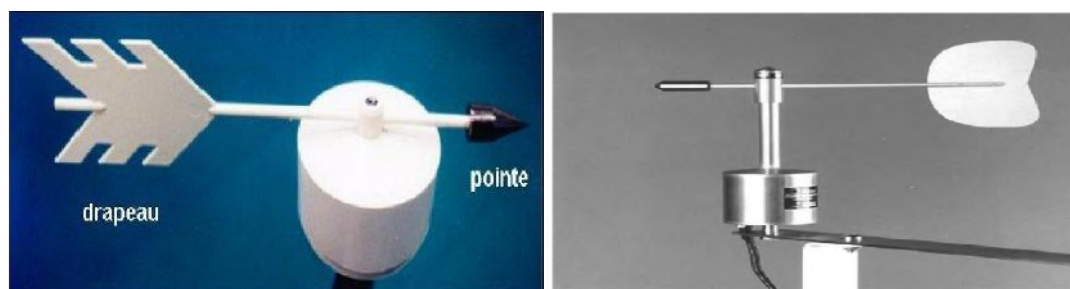


Fig.1-5 : girouette

Unités de mesure : Les points cardinaux ou les degrés d'orientation par rapport au nord géographique

**1-7-2-3-Anémo-girouette :**

constructeurs ont imaginé un type d'appareil qui combine à la fois un anémomètre à hélice et une girouette en un unique élément, que l'on appelle un anémogirouette (figure 1-6). Ici, c'est l'hélice en rotation qui indique la vitesse et tout le capteur pivote grâce à son profil pour indiquer la direction, la précision pour la vitesse du vent est de  $\pm 0,3$  m/s et de  $\pm 3^\circ$  pour la direction, pour un seuil de sensibilité de 0,5 à 1 m/s.



Fig1-6 : Anémo-girouette

**1-7-2-4-Anémomètre sonique :**

Les anémomètres soniques possèdent un principe de fonctionnement radicalement différent (figure 1.7) Ils se passent totalement de parties mécaniques. Des couples de sondes émettent es impulsions ultrasonores selon différents axes. Ces sondes sont utilisées alternativement comme transmetteur et récepteur. L'analyse des transformations subies par les ondes sonores en traversant l'air, donne la possibilité de calculer la vitesse selon ces axes, et d'en déduire la direction du vent dans les 3 dimensions.

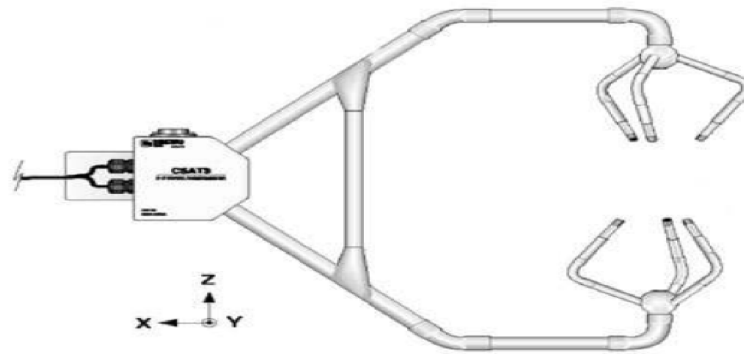


Fig1-7 : Anémomètre sonique

#### 1-7-2-5-Anémomètre tridimensionnel à hélice :

utiliser des anémomètres à hélice tridimensionnels (figure 8). Chaque hélice mesure la vitesse du vent selon un axe, et notamment sur la verticale, ce qui permet de reconstituer le vecteur vent en 3D [6].

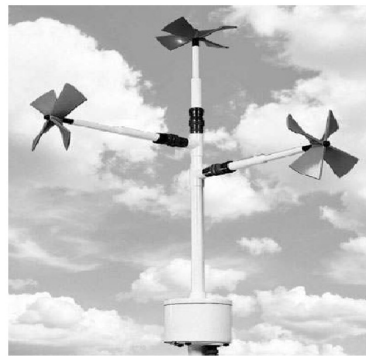


Fig1- 8 : Anémomètre tridimensionnel à hélice.

#### 1-7-2-6-La manche à air (manche à vent) :




La manche à air est un instrument qui nous indique l'origine du vent et nous donne aussi une approximation de la vitesse du vent, c'est un tube de toile souple fermé à l'une des extrémités que l'on appelle manchon et fixé à un mât, le vent s'engouffre par l'ouverture et soulève le manchon.

Il y a toujours au moins trois bandes rouges et deux bandes blanches qui s'alternent. Ces bandes nous permettent une approximation de la vitesse du vent. Chaque bande correspond à une vitesse de 5 noeuds (environ 9 km/h), alors quand il y a cinq bandes du tube de toile complètement à l'horizontal on peut dire qu'il y a un vent d'au moins 25 noeuds (environ 45 km/h), le tube de toile peut aussi pivoter sur son axe alors il nous permet de connaître la direction du vent , le manchon pointe vers où le vent se dirige [7].



Fig(1.9): manche à air

Tableau 1-1 :D'autres capteurs[7] :

Nom du capteur	Anémomètres	Anémomètre à moulinet	Girouette-anémomètre à moulinet
Image du capteur			

**1-8-influence des obstacles:**

L'effet de frottement de l'air sur surface terrestre est dû essentiellement à la capacité de résistance à l'écoulement de L'air des éléments de la surface allant des plus petits grains de sable herbes aux grands arbres, bâtiments et autres structures, leur effet collectif est modélisé à l'aide de la longueur de rugosité. Cependant , au voisinage immédiat d'un obstacle situé à une distance comparable à la hauteur de cet obstacle , le profil du vent subit des modifications relativement importantes , tout particulièrement dans le sillage de l'obstacle . Dans le sillage immédiat d'un obstacle donné( linge d'arbres , hangars ou maison) les formes géométriques de l'obstacle ont une importance critique, par exemple , le vent dans une zone située derrière une construction dépend beaucoup de la géométrie du toit et de son angle d'incidence sur le vent , de plus , les sillages provenant d'autres obstacles voisins peuvent interférer et complique davantage le problème.

La raison principale pour laquelle ce problème est traité dans cette étude est que pour une grande partie des stations météorologique de l'office national de la météorologique , les jeux

de données brutes le vent sont influencés par la présence des différents obstacles autour du capteur anémométrique, le modèle appliqué dans cet Atlas vent doit être considéré surtout comme un moyen de correction des données de base influencées par des obstacles individuels, ces obstacles sont supposée suffisamment éloignés pour ne constituer que de faible perturbations, évitant ainsi les complications dues aux sillages des obstacles voisins.

Pour des obstacles à deux dimensions tels que les grandes lignes d'arbres [8].

$$\eta = \frac{z_a}{h} \left( \frac{0.32}{\ln(h/z_0)} \cdot \frac{x}{h} \right)^{-0.47} \quad (1.3)$$

Où

P=porosité égale à la surface dégagée/ surface totale

h = hauteur de l'obstacle

$z_a$  = hauteur de l'anémomètre

X= distance sous le vent

La température des villes étant supérieure à celle des campagnes, on y constate un mouvement d'air similaire à celui créé par les masses d'eau. L'appel d'air se dirige vers les villes, de même, en ville, les grands espaces dégagés permettent la création de courants d'air.

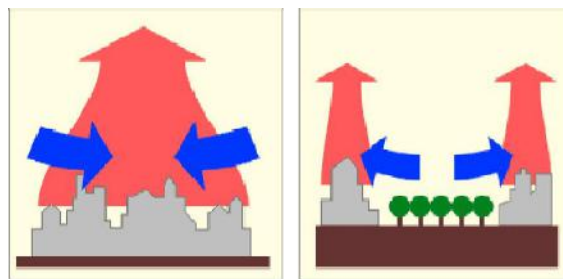


Fig 1-10: la température et l'effet du mouvement du vent dans les villes et la campagne

Les obstacles constituent diverses obstructions et provoquent des modifications de la vitesse et de la direction du vent, lorsque le vent rencontre un mur, par exemple, il est obligé de le contourner, la face d'un objet exposée au vent subit une surpression tandis que la face opposée est soumise à une dépression[9].

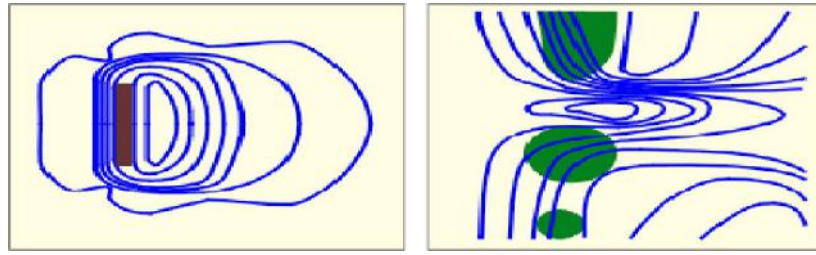


Fig 1-11: L'impact des obstacles sur la vitesse et la direction du vent.

### 1-9-Influence de l'orographie locale :

Ce paragraphe décrit un modèle orographique utilisé pour corriger les données de mesures de vent de l'influence de la topographie locale du terrain autour de la station météorologique. On s'intéresse beaucoup plus à l'influence des ondulations du terrain sur une échelle horizontale de plusieurs dizaines de kilomètres.

Le modèle décrit ci-dessous a de grandes similitudes avec la famille des modèles du type MS3DJH basés sur l'analyse des écoulements de l'air au dessus des collines par Jackson et Hunt (1975), le modèle utilise une très haute résolution en coordonnées polaires [8].

Le relief constitue un obstacle qui s'oppose au mouvement de l'air, d'une part il freine l'air, d'autre part

L'air redescend sous l'effet de son poids ,il apparait des ondes de relief, ces systèmes d'ondes dégènèrent lorsque l'on se rapproche du sol et donnent naissance a des petits tourbillons isolés appelés rotor.

On rencontre donc des rabattants et des tourbillons synonymes de turbulences, le vol près du sol sous le vent est dangereux [2].

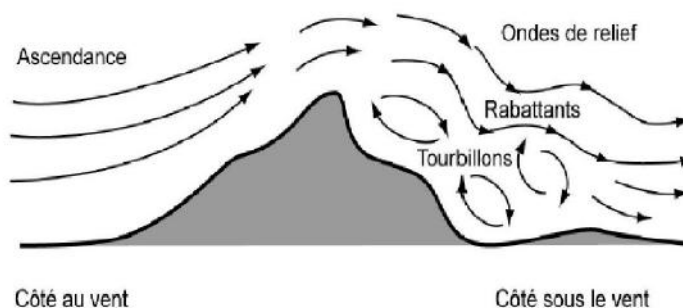


Fig 1.12: Représenter le flux du vent dans les l'orographie

**1-10-influence de rugosité :**

l'objet de ce paragraphe est décrire l'influence des discontinuités de la rugosité de la surface sur l'écoulement de l'air au dessus d'un terrain homogène . il est admis et vérifié expérimentalement que lorsque l'écoulement de l'air passe d'une zone caractérisée par une rugosité à une autre zone de rugosité ,on observer la création en aval de la discontinuité le développement d'une couche limite interne (CLI) tel que décrit par la figure (1-12).

si on considère point quelconque situé à une distance  $x$  sous le vent de discontinuité , la hauteur de la CLI est donnée par panofsky :

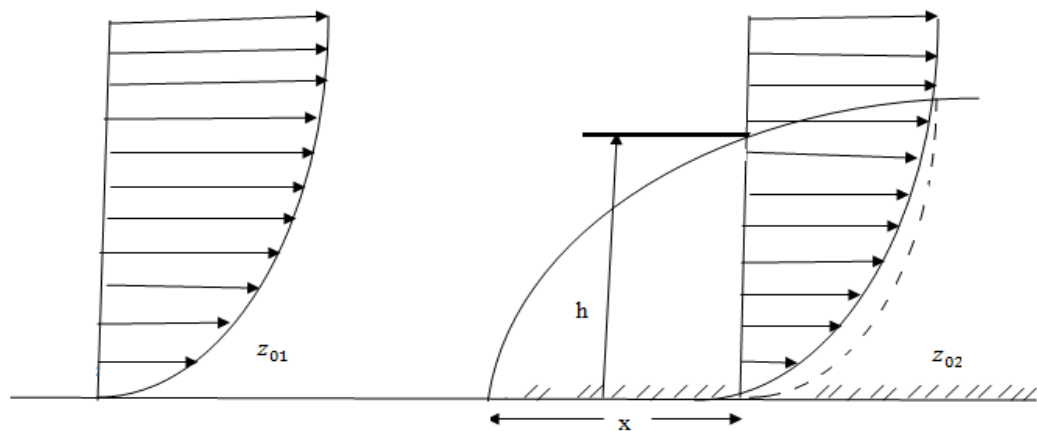


Fig 1-13: Exemple type d'un écoulement passant d'une zone marquée par une Rugosité  $z_{01}$  à une autre caractérisée par une rugosité  $z_{02}$  , la figure montre les modifications que subit le profil logarithmique du vent à une distance  $X$  sous le vent de la discontinuité, la hauteur  $h$  de la CLI est fonction de la distance  $X$ .

$$\frac{h}{z'_0} \left( \ln \frac{h}{z'_0} - 1 \right) = \text{constante} \cdot \frac{X}{z'_0} \quad (1.4)$$

$$z'_0 = \max (Z_{01} , Z_{02}) \quad (1.5)$$

La valeur de la constance est égale à 0,9, au dessus de  $h$  le profil du vent ne subit pratiquement aucun changement, ce qui n'est pas le cas de la partie inférieure au niveau  $h$ , en effet, le changement que subit la vitesse de frottement est représenté par une relation obtenue en combinant les profils de vitesse et en supposant un régime de stabilité neutre au niveau  $h$  :

$$\frac{u_{*2}}{u_{*1}} = \frac{\ln (h/z_{01})}{\ln (h/z_{02})} \quad (1.6)$$

Où  $u_{*2}$  est la vitesse de frottement au point considéré et  $u_{*1}$  est la vitesse de frottement correspondante au terrain situé en amont de la discontinuité. On constate bien une modification du profil de vent dans la CLI [8].

### 1-11-Influence de la stratification thermique:

La stabilité constitue un élément très important dans la description de la structure de la CLA, cette notion peut être illustrée simplement (pour une atmosphère sèche) à l'aide l'exemple suivant:

Considérons une particule d'air de volume unité qui, animée d'un mouvement ascendant s'élève verticalement du niveau  $Z_1$  au niveau  $Z_2$ , en s'élevant la particule d'air se détend et son volume augmente, la poussée d'Archimède qu'elle va éprouver dépend de l'augmentation de son volume et de la masse volumique du milieu environnant, en  $Z_2$  l'unité de masse de la particule subit la force  $\vec{F}$  comptée positivement lorsque'elle est dirigée vers le haut:

$$F = - \frac{(\rho_1 - \rho_2)}{\rho_1} \quad (1.7)$$

Où  $\rho_1$  et  $\rho_2$  représentent respectivement la masse volumique en  $Z_1$  et  $Z_2$ .

En utilisant la loi des gaz parfaits on démontre:

$$F = - \frac{g}{T_2} Z \frac{d\theta}{dz} \quad (1.8)$$

Selon que  $d\theta/dz$  est positif ou négatif  $\vec{F}$  est dirigée vers le bas ou vers le haut.

1. Si  $\frac{d\theta}{dz} < 0$  la particule est en équilibre instable.
2. Si  $\frac{d\theta}{dz} > 0$  la particule est en équilibre stable.
3. Si  $\frac{d\theta}{dz} = 0$  la particule est en équilibre neutre.

Où  $\theta$  est la température potentielle de particule définie par:

$$\theta = T \left( \frac{P_0}{P} \right)^{\frac{R}{C_p}} \quad (1,9)$$

Avec  $R/C_p = 0,286$ ,  $P$  est la pression au niveau de particule et  $P_0$



Est la pression standard au niveau de du sol.

Finalement on est conduit à déterminer le profil vertical du vent selon que la couche étudiée est neutre ou thermiquement stratifiée , cependant ,il est très important de noter qu' en énergie éolienne, les modifications que subit le profil logarithmique de la vitesse du vent sous l'influence du changement de stabilité sont souvent négligées, ainsi , dans ce paragraphe on décrit seulement les variations du profil vertical de la vitesse du vent autour du régime neutre.

Afin de tenir compte approximativement de l'effet de la variation du flux de chaleur sensible sans avoir besoin d'étudier individuellement chaque profil de vent, on adopte une méthode relativement simplifiée qui ne nécessite comme paramètres d'entrée que les moyennes climatologique et quadratique du flux de chaleur sensible [8].

## **deuxième chapitre : Approche statistique**

**2-1-Introduction :**

Dans le deuxième chapitre on a basé sur la définition de la vitesse moyenne et La variabilité temporelle des vitesses de vent sera analysée à l'aide des paramètres de la loi de Weibull et de la turbulence. La variation verticale, quant à elle, sera analysée à l'aide de la loi de puissance tandis que des roses de vent seront utilisées pour caractériser la variation de la vitesse du vent entre deux sites différents .

**2-2-Définition de la vitesse moyenne du vent :**

La vitesse du vent dans la couche limite atmosphérique peut être considérée comme la somme d'un vitesse moyenne et d'une vitesse de fluctuation .

En appliquant l'opération de moyen sur une période comprise entre 10 minutes à 1 heure, la vitesse moyenne obtenue est stable et peut être considérée comme localement stationnaire, ce qui signifie qu'elle est très peu sensible aux variations suffisamment lentes de l'écoulement géostrophique et aux variations très rapides des mouvements turbulents, la vitesse instantanée du vent dans la couche limite atmosphérique peut s'écrire :

$$u = \bar{u} + u' \quad (2.1)$$

Où  $u$ ,  $\bar{u}$ ,  $u'$  désignent respectivement la vitesse instantanée, la vitesse moyenne et la fluctuation par rapport à la moyenne ( $\bar{u} = 0$  par définition), la vitesse moyenne du vent est alors déterminée par l'expression suivante :

$$\bar{u} = \frac{1}{T} \int_{t_0}^T u(t) dt \quad (2.2)$$

Où  $T$  désigne la période sur laquelle est moyennée la vitesse du vent, cette période est généralement choisie de manière à être indépendante de l'origine  $t_0$ , conformément à la recommandation de la commission des sciences de l'atmosphère de l'OMM(1971), cette valeur moyenne est normalisée sur une période de 10 minutes dans toutes les stations d'observations météorologiques [ 8].

**2-3-La loi de Weibull :**

La fonction de Weibull permet de caractériser la distribution fréquentielle des vitesses de vent sur une période donnée : une année, un mois ou une journée par exemple. Cependant, dans la majorité des cas, cette distribution est utilisée pour une période d'un an. Elle est définie par l'équation suivante :

$$f(u) = \frac{k}{c} \left(\frac{u}{c}\right)^{k-1} \exp\left(-\left(\frac{u}{c}\right)^k\right) \quad (2.3)$$

$f(u)$  : est la fonction de densité de probabilité de Weibull .

$C$  : est le facteur d'échelle de la loi de Weibull, en m/s,. Il est relié à la vitesse moyenne du vent par le facteur de forme  $k$

$k$  : est le facteur de forme de la loi de Weibull, décrivant la distribution de la vitesse des vents.

La fonction de distribution cumulative associée est donc :

$$f(V) = 1 - \exp\left[-\left(\frac{V}{c}\right)^k\right] \quad (2.4)$$

$f(V)$  : est donc la probabilité d'observation d'une vitesse de vent  $V$ , en m/s

La relation entre le facteur d'échelle de la loi de Weibull et la vitesse moyenne des vents s'établit par la formule suivante:

$$C = \frac{\bar{U}}{\Gamma(1+1/k)} \quad (2.5)$$

avec :

$\Gamma$ : la fonction Gamma

$\bar{U}$  : la vitesse moyenne du vent en m/s,

$k$  : le facteur de forme de la loi de Weibull.

L'estimation des deux paramètres  $k$  et  $c$  permet de caractériser la distribution statistique des vitesses de vent sur une période donnée, et par conséquent, d'estimer la production d'énergie éolienne.

Il est alors nécessaire de calculer ces deux paramètres pour chaque site étudié. Il existe plusieurs méthodes, permettant de calculer les paramètres  $k$  et  $c$  de la loi de Weibull à partir des données brutes de vitesses de vent prises durant une période déterminée, méthode des moindres carrées (méthode graphique)

- utilisation de la valeur médiane du vent et des vitesses quartiles
- utilisation de la vitesse moyenne et de l'écart-type : méthode des moments
- utilisation de la tendance entre  $k$  et la vitesse moyenne
- utilisation du « facteur d'énergie »
- utilisation des estimateurs de centile
- méthode du maximum de vraisemblance (méthode itérative) : Maximum Likelihood Method (MLM) :
- méthode du maximum de vraisemblance modifiée: Modified Maximum Likelihood Estimation (MMLE).

Les deux méthodes principalement utilisées sont la méthode des moindres carrées et la méthode MLM. Les définitions de celles-ci sont détaillées ici tandis que les autres.

La méthode MMLE sera aussi décrite afin de la comparer avec la méthode MLM.

### 2-3--1- méthode des moindres carrées (méthode graphique) :

C'est une méthode graphique basée sur la fonction cumulative de Weibull :

$$P(U < U_i) = P(\geq 0) \left\{ 1 - \exp \left[ - \left( \frac{U_i}{C} \right)^k \right] \right\} \quad (2.6)$$

En traçant la droite représentant le logarithme népérien de la fonction cumulative versus le logarithme népérien de la vitesse de vent, on obtient la relation :

$$\text{Ln}\{-\text{Ln}[1 - P(U < U_i)]\} = K \text{Ln } U_i - K \text{Ln } C \quad (2.7)$$

On obtient donc le facteur k qui représente la pente de la droite et le produit représente l'ordonnée à l'origine.

### 2-3-2-Méthode du maximum de vraisemblance (MLM) :

C'est une méthode itérative de détermination du paramètre de forme k. Sa valeur est définie à l'aide de la formule suivante .

$$K = \left( n \frac{\sum_{i=1}^n U_i^k \text{Ln}(U_i)}{\sum_{i=1}^n U_i^k} \sum_{i=1}^n \text{Ln}(U_i) \right)^{-1} \quad (2.8)$$

.avec :

k : paramètre de forme à déterminer par calcul itératif en prenant une valeur initiale de k=2 (cette valeur est prise comme point de départ car l'expérience a montré que la valeur finale varie entre 1.7 et 2.3 dans la plupart des cas)

$U_i$  : vitesse non nulle du vent à un instant i , en m/s

n : nombre de données de vitesses de vent non nulles

Ensuite, on détermine la valeur du paramètre d'échelle C à l'aide de la formule suivante

$$C = \left( \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n U_i^k \right)^{1/k} \quad (2.9)$$

Cette méthode est très utilisée mais elle a, cependant, un inconvénient majeur qui est la nécessité d'utiliser des vitesses de vent non nulles. En effet, pour les sites où la probabilité d'avoir des vitesses de vent nulles est importante, cette méthode risque de donner des résultats peu réalistes. Pour de tels sites, on utilisera la loi de Weibull

Lorsque les données de vitesses de vent sont disponibles sous forme fréquentielle, une

variante de la méthode MLM peut être utilisée. Cette méthode est nommée : Modifiée Maximum Likelihood Method (MMLM). Le principe de cette méthode est le même et il est basé sur les relations suivantes

$$k = \left( \frac{\sum_{i=1}^n V_i^k \ln(U_i) p(U_i)}{\sum_{i=1}^n U_i^k p(U_i)} - \frac{\sum_{i=1}^n \ln(U_i) p(U_i)}{P(U \geq 0)} \right)^{-1} \quad (2.10)$$

$$C = \left( \frac{1}{P(U \geq 0)} \sum_{i=1}^n V_i^k p(U_i) \right)^{1/k} \quad (2.11)$$

où :

k : le paramètre de forme à déterminer par calcul itératif en prenant une valeur initiale de  $k=2$

$U_i$ : en m/s, la vitesse du vent à un instant  $i$

$P(U > 0) = 1$  : la probabilité que la vitesse de vent soit égale ou supérieure à zéro

$P(U)$  : la probabilité d'avoir la vitesse de vent  $U_i$ .

### 2-3-3-Méthode du maximum de vraisemblance modifiée (MMLE) :

Cette dernière méthode consiste en une modification de l'équation (2.10) utilisée pour le calcul du paramètre  $k$  par la méthode MLM :

$$k = (n-2) \left( n \frac{\sum_{i=1}^n V_i^k \ln(U_i)}{\sum_{i=1}^n U_i^k} - \sum_{i=1}^n \ln(U_i) \right)^{-1} \quad (2.12)$$

Cette modification est très simple mais permet d'obtenir de meilleurs résultats dans la détermination de  $k$ , particulièrement dans le cas d'un nombre de valeurs assez faibles

### 2-4-Comparaison des différentes méthodes :

a comparé les différentes méthodes - moindres carrés, MLM et MMLM - et a testé leur performance. Les conclusions sont les suivantes :

- si les données de vitesses de vent sont disponibles sous forme de série temporelle alors la méthode MLM est recommandée pour le calcul des paramètres de la distribution de Weibull

- si les données de vitesses de vent sont disponibles sous forme de série fréquentielle alors la méthode MMLM est recommandée

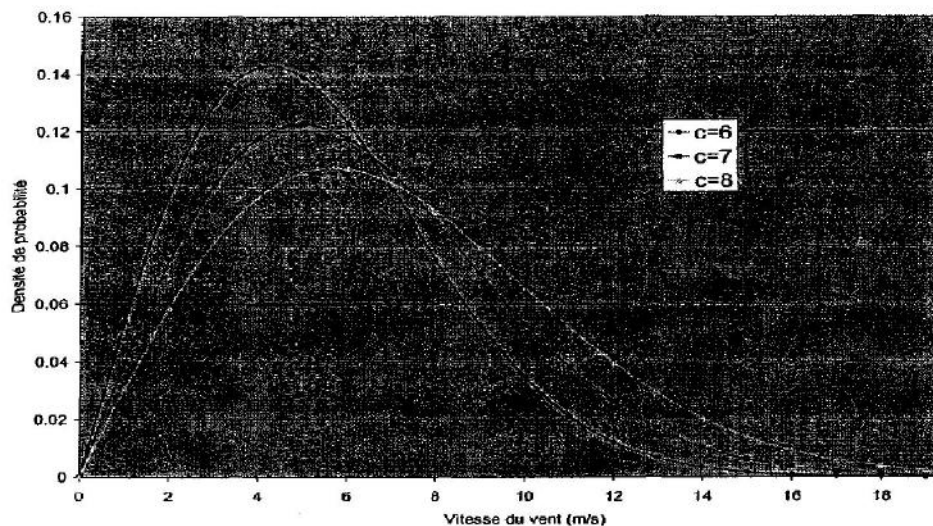
- par rapport à la méthode MLM, la méthode des moindres carrés est moins précise et plus influencée par des paramètres extérieurs comme la taille du fichier de données

**2-5-Influence des paramètres  $k$  et  $C$  sur la distribution statistique des vitesses :**

Les facteurs de forme  $k$  et d'échelle  $c$  de la loi de Weibull ont des influences différentes sur la distribution statistique des vitesses de vent.

Le facteur d'échelle  $c$  est directement relié à la vitesse moyenne du vent par la relation (2.5). Pour une même valeur de  $k$ , l'augmentation de la valeur de  $c$  représente une augmentation de la valeur moyenne, c'est-à-dire une augmentation du nombre de vitesses de vent élevées et une diminution du nombre de vitesses faibles. La courbe de distribution des vitesses de vent est alors plus aplatie et avec un maximum qui se décale vers la droite

(Fig2 -1)(voir annexe I).



(Fig2-1) : Comparaison de distributions de Weibull pour une même valeur de  $k$

Par contre, si l'on augmente la valeur du paramètre  $k$  en fixant celle de  $c$ , la courbe de distribution des vitesses de vent devient plus étroite, son maximum augmente et est décalé vers la droite : on a un plus grand nombre de vitesses de vent autour de la moyenne alors que le nombre de vitesses de vent faibles et élevées diminue (Fig 2-2).

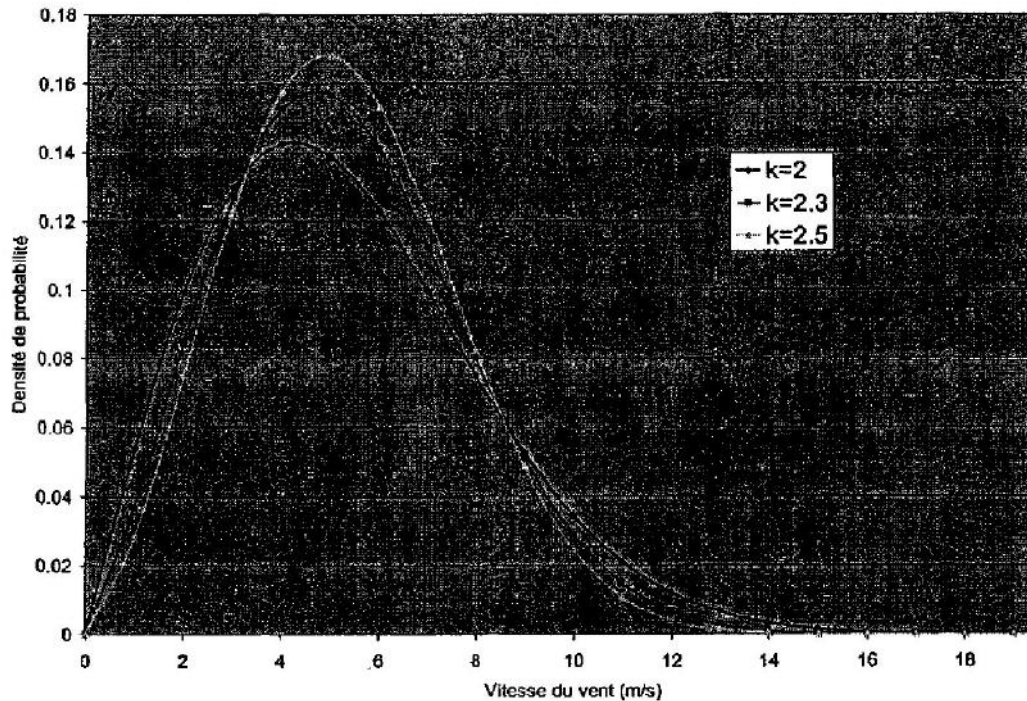


Fig2 -2 : Comparaison de distributions de Weibull pour une même valeur de c

### 2-6-La loi de Rayleigh :

Certaines études de vent ne se basent pas sur la loi de Weibull mais sur une loi qui en découle directement en utilisant un paramètre de forme  $k$  égal à 2. Ce cas particulier de la loi de Weibull est appelé loi de Rayleigh. La distribution cumulative de la loi de Rayleigh est :

$$F(U) = 1 - \exp \left[ -\frac{\pi}{4} \left( \frac{U}{\bar{U}} \right)^2 \right] \quad (2.13)$$

Et la fonction de densité de probabilité correspondante est

$$f(U) = \frac{\pi}{2} - \exp \left[ -\frac{\pi}{4} \left( \frac{U}{\bar{U}} \right)^2 \right] \quad (2.14)$$

où  $\bar{U}$  désigne la vitesse moyenne du vent.

Le principal avantage de la loi de Rayleigh réside dans sa simplicité. En effet, de par sa définition - utilisation d'un paramètre de forme  $k$  égal à 2 - la loi de Rayleigh ne dépend plus que de la valeur moyenne du vent sur le site. Cette forme simplifiée de la loi de Weibull a été étudiée à partir de données enregistrées sur de longues périodes et correspond assez bien, selon certains résultats, aux vitesses de vent observées. Elle est utilisée dans plusieurs études de sites comme alternative à la loi de Weibull .

Cependant, le principal désavantage de la loi de Rayleigh est aussi lié à l'utilisation du paramètre de forme  $k$  fixé à 2. En effet, si cette utilisation permet une simplification, elle ne



permet pas de s'adapter au mieux au régime de vent rencontré sur le site étudié puisque seule la valeur de la moyenne du vent est prise en compte. Par conséquent, pour deux sites ayant des valeurs de moyenne de vitesses de vent égales on obtiendrait deux distributions identiques alors que dans la réalité elles pourraient être significativement différentes, ce qui engendrerait des écarts importants sur le calcul de la valeur de puissance disponible .

Une comparaison des lois de Weibull et de Rayleigh a été réalisée. Les valeurs des densités de puissance éolienne ainsi que les pourcentages d'erreurs sur les calculs sont présentés (figures 2-3 et 2 -4). On remarque que l'erreur de calcul varie entre 0,1% et 11,4% avec une moyenne d'erreur de 4,9% en utilisant la loi de Weibull alors qu'elle varie entre 11,3 % et plus de 50 % avec une moyenne de 36,5% en utilisant la loi de Rayleigh. Donc, la loi de Weibull respecte beaucoup mieux les variations mensuelles et saisonnières que la loi de Rayleigh(voir annexe I)

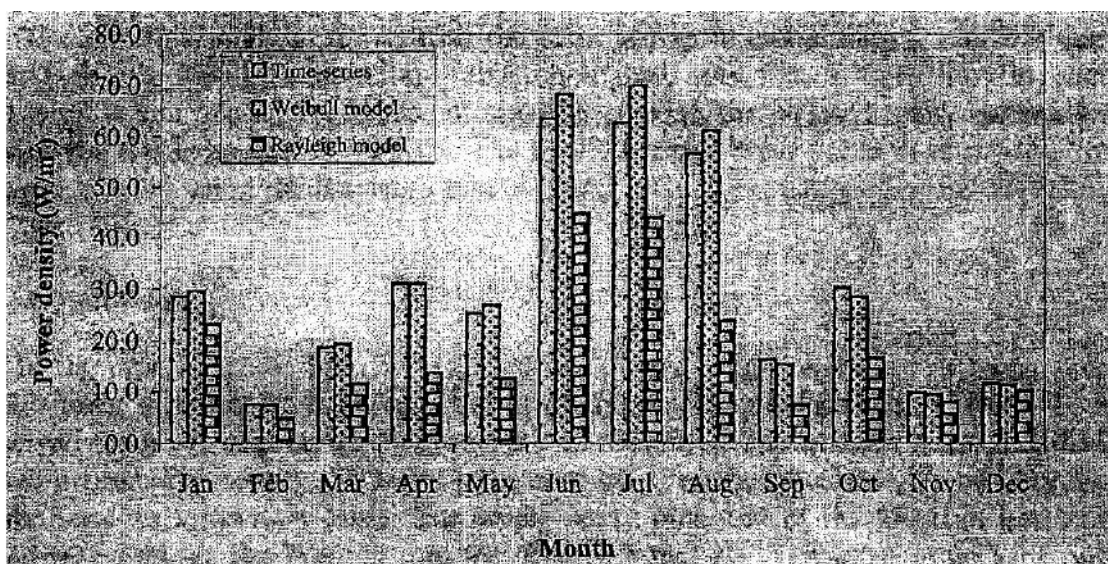


Figure2-3: Densité de puissance éolienne calculée à l'aide des données réelles, de la loi de Weibull et de la loi de Rayleigh

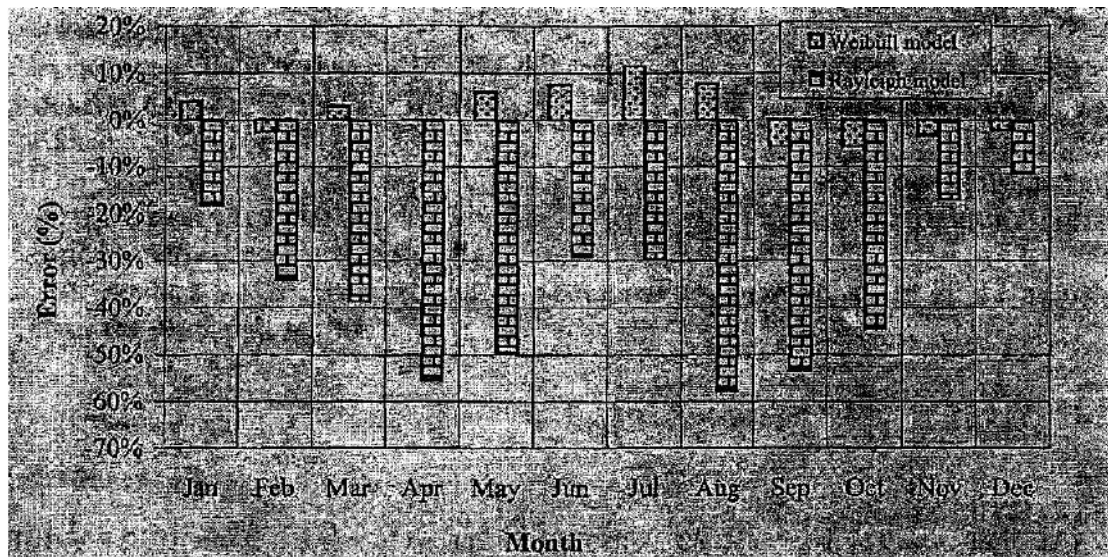


Figure 2-4 : Pourcentages d'erreurs sur la densité de puissance calculée à l'aide des données réelles de la loi de Weibull et de la loi de Rayleigh

La loi de Rayleigh n'a pas été utilisée dans notre étude pour mettre en évidence les variations mensuelles et saisonnières du vent. En effet, cette loi qui ne repose que sur la valeur moyenne de la vitesse du vent ne permet pas de bien caractériser les variations des vitesses de vent au cours des mois, ce qui a pour impact des différences très importantes sur le calcul de la densité de puissance éolienne d'un site. De plus, les variations mensuelles et saisonnières du vent sont des caractéristiques principales qui n'y sont pas suffisamment mises en évidence [10].

## **Troisième chapitre : Données utilise**

**3-1-Introduction :**

Dans le troisième chapitre, en utilisant les données météorologiques collectées en premier lieu sur les 35 sites présents en Algérie, puis en deuxième lieu, en ajoutant Les données re-analysées (ECMWF) des 36 sites pour tracer les cartes on a utilisé logiciel surfer.

**3-2 Les données climatologique du réseaux de stations :**

Les données d'observations des vitesses du vent à 10m pour la période (2004-2009) prises de la littérature à (Challali et al,2011), les carte des vitesse du vents mensuelles, annuelle et saisonnière ont été traces une comparaison avec les données issues re-analyses.

**Tableau N°3- 1:**La vitesse moyennes du vent mensuelle et annuelles des différentes sites algériens estimés à 10m du sol (stations observées) (voir annexe II)[11] .

**3-3-Les données re-analysées (ECMWF) :**

Pour palier aux problèmes de disparité spatiales et temporelles des mesures météorologiques et climatologiques, les scientifiques ont eu recours aux données re-analysées, ces données sont disponibles aux points de grilles aux niveau des grands centres mondiaux tels que l'ECMWF (European Center for Medium Weather Forecast) et le NCEP /NCAR ( National Center for Environmental Prediction/ Atmospheric Reaserch), ces données ré analysées sont le résultats de calculs d'un modèle météorologique récent de prévision numérique du temps sur des données passées, a laquelle s'ajoute des données d'observation qui proviennent de plusieurs sources et d'instruments varies distribues d'une manière inhomogène dans le temps et dans l'espace.

Parmi les donnes d'observation intégrées au model on trouve les données des stations, radiosondages, bouées marines, satellites, radars, navires,.....), des techniques statistiques sont appliquées dans le but de corriger les champs météorologiques issues du modèle pour les rendre proche des données réelles, cette technique est nommée assimilation des donnes, qui est une alternative aux différentes méthodes traditionnelles d'interpolation utilisées en météorologie.

Dans notre étude, notre choix s'est porté sur les re-analyses ERA-intérim du centre Européen ECMWF ( Berrisford et al. (2011) ; D.P.Dee et al, 2011). Ce sont des données couvrant la période de 1979 à ce jour. Issues d'un modele global introduit en 2006 ( le modele IFS). Ces données sont disponibles aux point de grilles avec une résolution de maille de  $0.7^\circ \times 0.7^\circ$  ( 80 KM) avec 37 niveaux de pression selon la verticale 1000, 950, 925, 900, 850, 800, 700,

600, 500, 400, 300,250, 200, 150, 100, 70, 50, 30, 20, 10, 7, 5, 3, 2 et 1 hPa en plus du niveau de surface. Le pas de temps entre chaque fichier est de 6 heures. Les paramètres météorologiques re-analysées sont les composantes du vent ( u et v), la pression, température, humidité, geopotiel, les précipitations, l'évapotranspiration, .....)[11]

Tableau N°3-2:La vitesse moyennes du vent mensuelle et annuelles des différentes sites algériens estimés à 10m du sol (les donnes ré analysées)( voir annexe II) [12] .

### 3-4-Méthodes d'estimation des ressources du vent:

L'estimation de l'énergie éolienne disponible dans une région donnée reste l'une des étapes les plus importantes avant une éventuelle implantation d'un parc éolien.

Ainsi, la répartition géographique d'un gisement reste très complexe de par sa dépendance de plusieurs

paramètres tels que le climat, la topographie du terrain et la rugosité des sols.

Le présent travail est basé sur des données météorologiques en termes de vitesses moyennes collectées, à 10m du sol, pour 36 stations météorologiques répartis sur l'ensemble du territoire national (voir Figure 3-1). La période de mesure s'est effectuée (de 2004 à 2009)

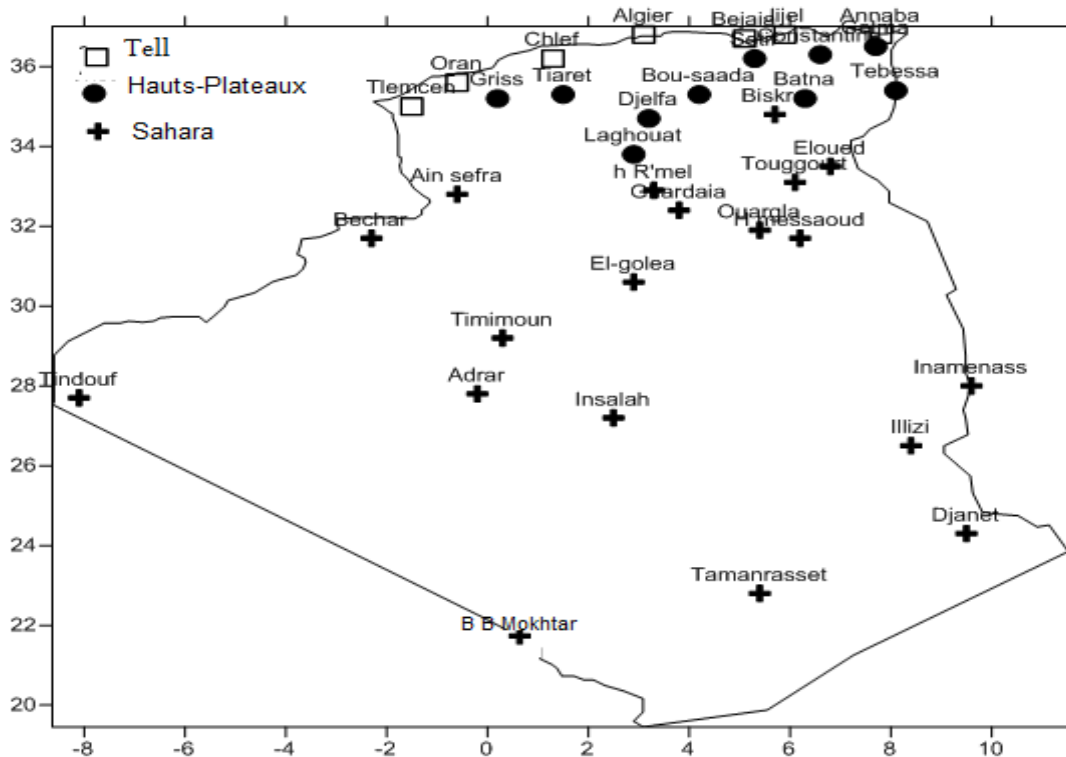


Fig.3-1 : Répartition des stations de mesure sur le territoire national (Tell, Haut-Plateaux, Sahara)

### 3-5-cartographie du vent et analyse des résultats

#### 3-5-1 Carte des vents annuelle à 10m du sol (ECMWF) :

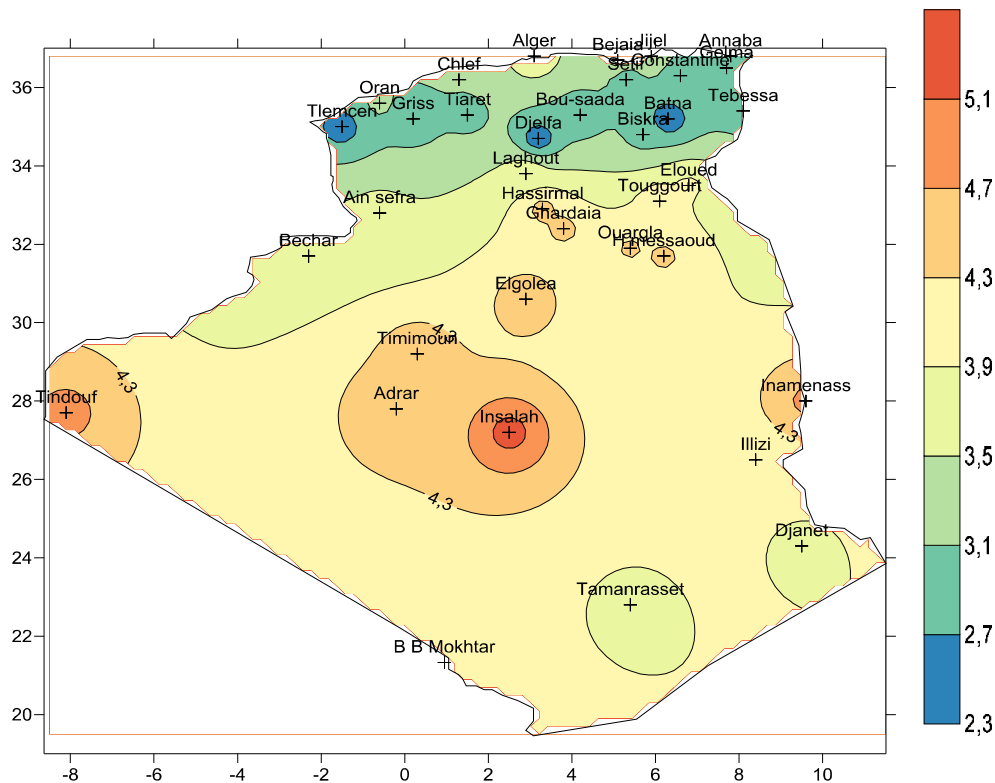


Fig. 3-2 : Carte annuelle des vents ECMWF à 10m du sol (m/s)

On remarque que la vitesse annuelle du vent sur l'ensemble du territoire national varie entre 2 à 6 m/s. La région d'Insalah vient en première position avec une vitesse de 5.25m/s suivi par la région de Tendouf avec une vitesse de 4.78 m/s. La troisième position est la région de Inamenass avec une vitesse de 4,77 m/s et la région d'Adrar avec une vitesse moyenne de 4,68 m/s. Remarquons que la majorité des sites venteux se situent au sud-ouest et le Sahara central. Un faible potentiel est enregistré au nord du pays surtout les régions côtières. Un faible potentiel de vitesse est enregistré dans la région du Hogar et Tassili due essentiellement aux reliefs assez marqués. La Région du nord (Batna -Djelfa) compte aussi un potentiel plus ou moins faible ou la vitesse ne dépasse pas 2,3m/s.

#### 3-5-2 Carte des vents saisonnière à 10m du sol (ECMWF) :

En utilisant la globalité des points de mesure (36), et en utilisant la même échelle de couleur, les cartes des vents pour les vitesses moyennes saisonnières sont illustrées dans la Figure 3.3

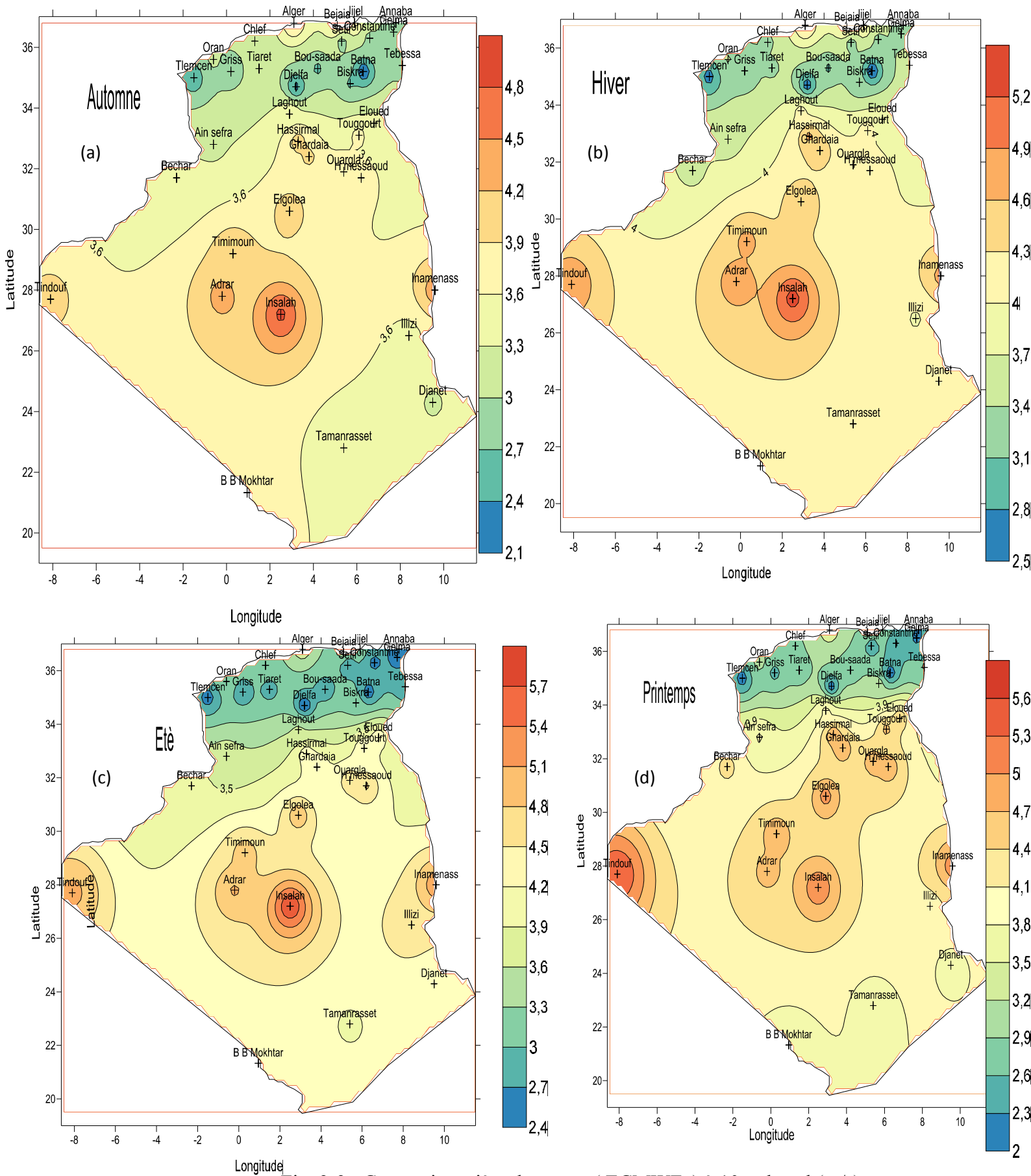
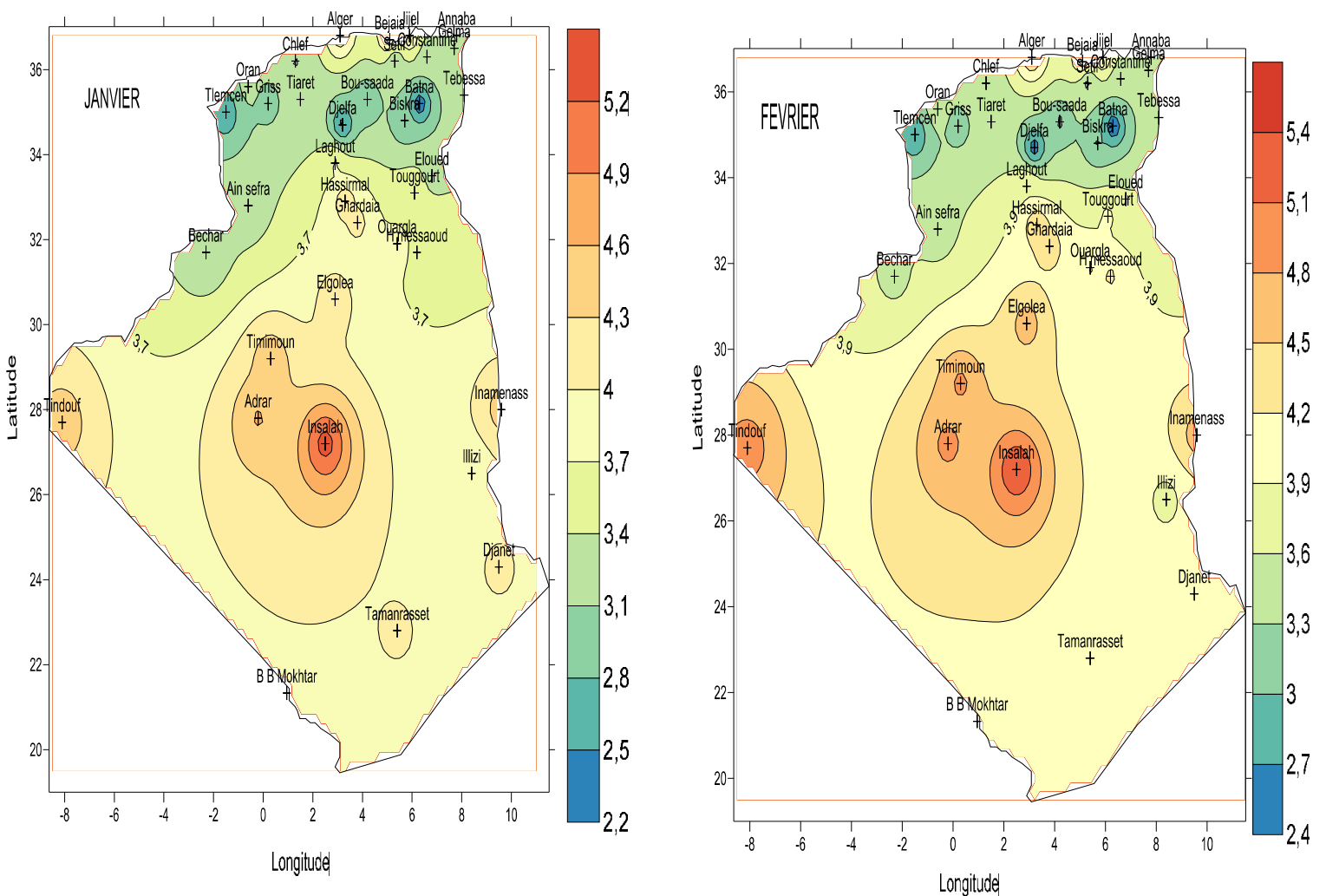


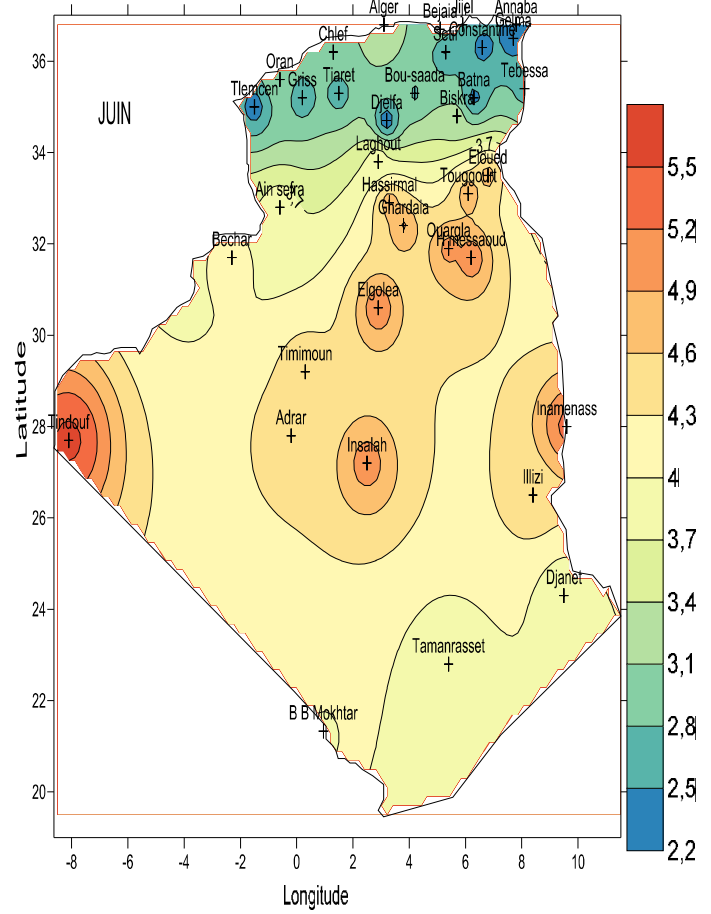
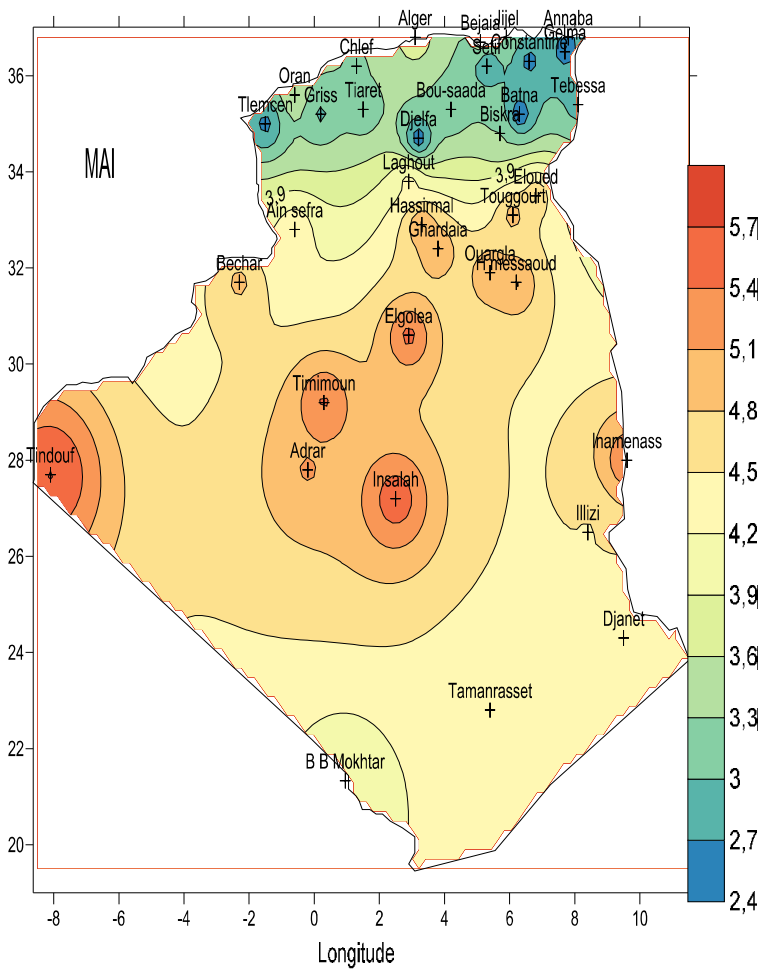
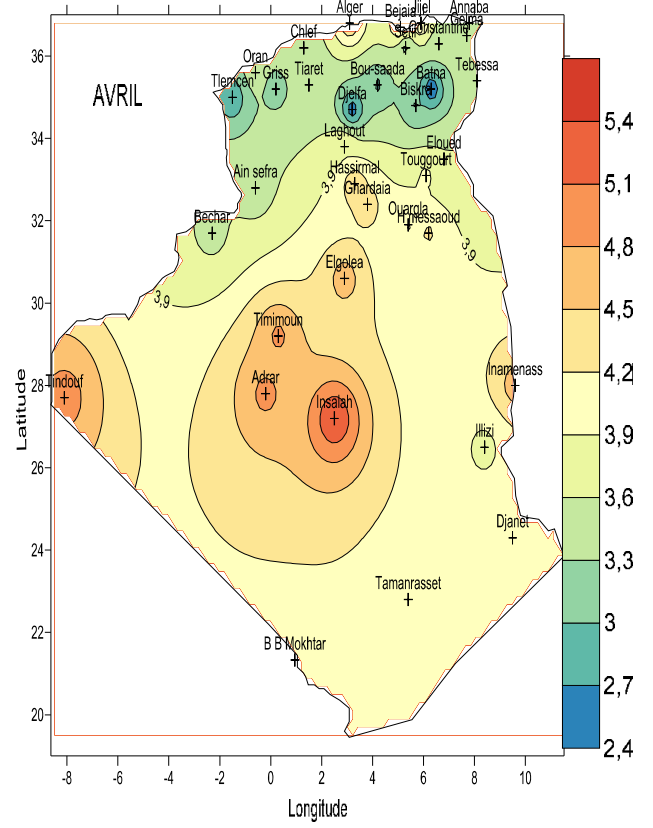
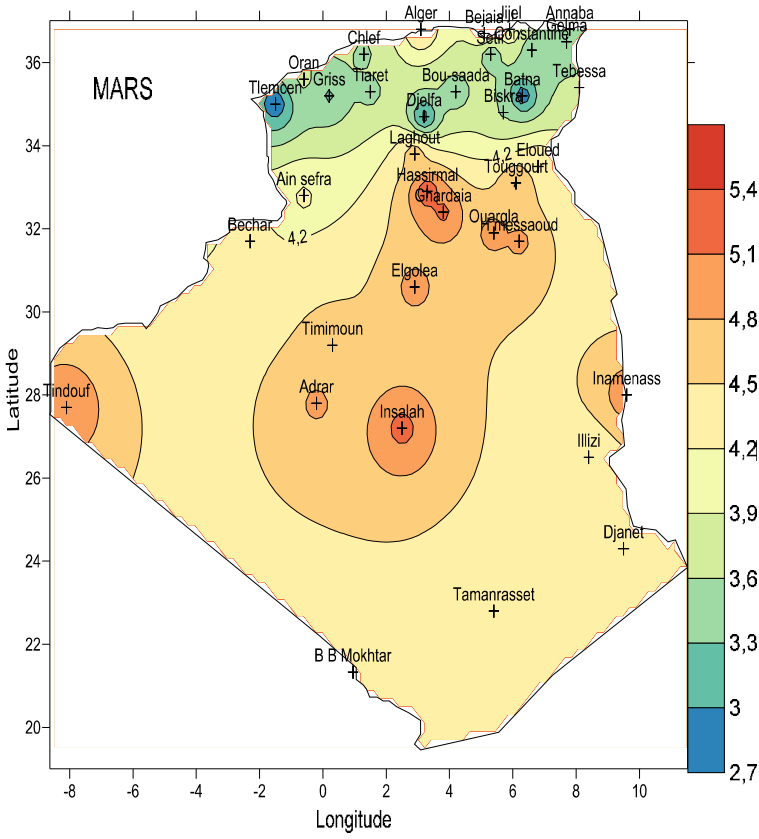
Fig. 3-3 : Carte saisonnière des vents ( ECMWF ) à 10m du sol (m/s)

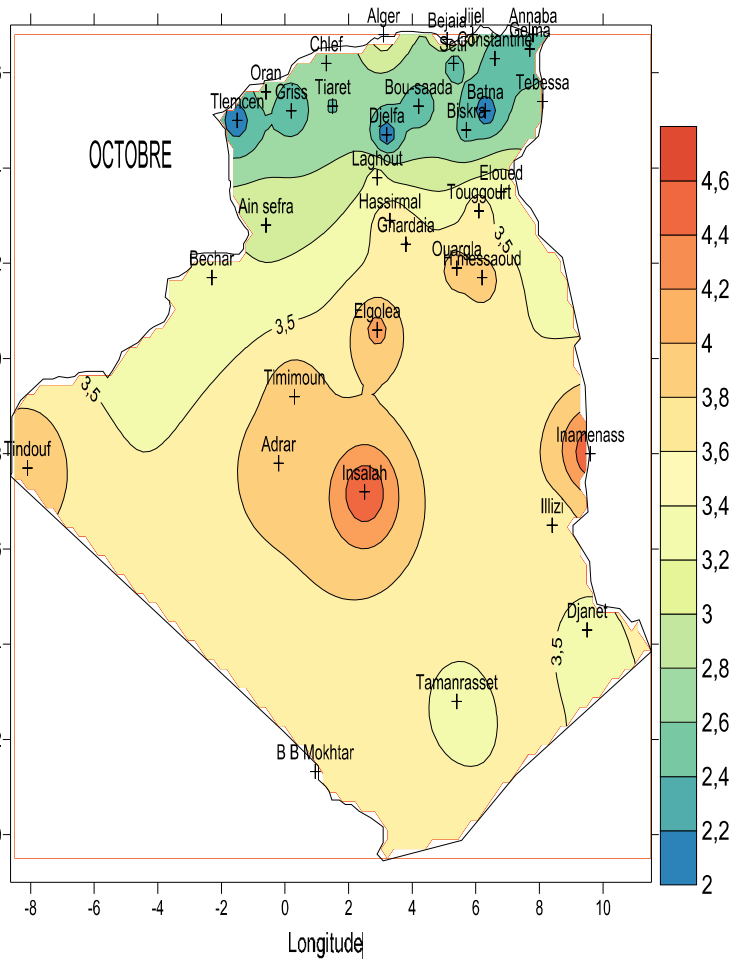
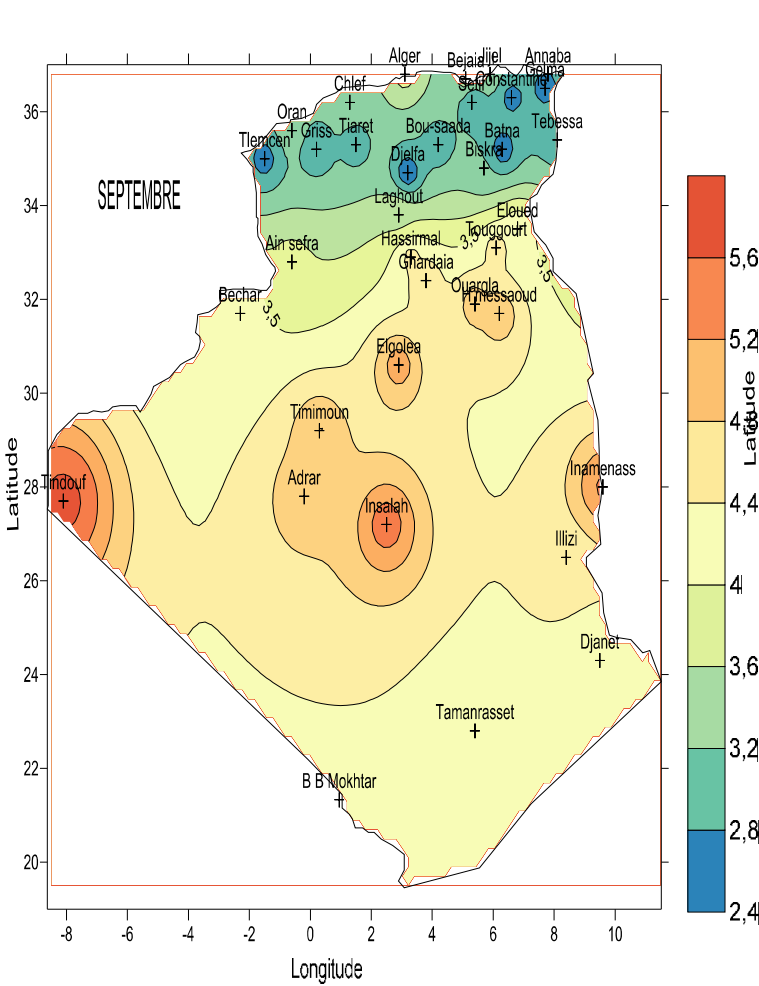
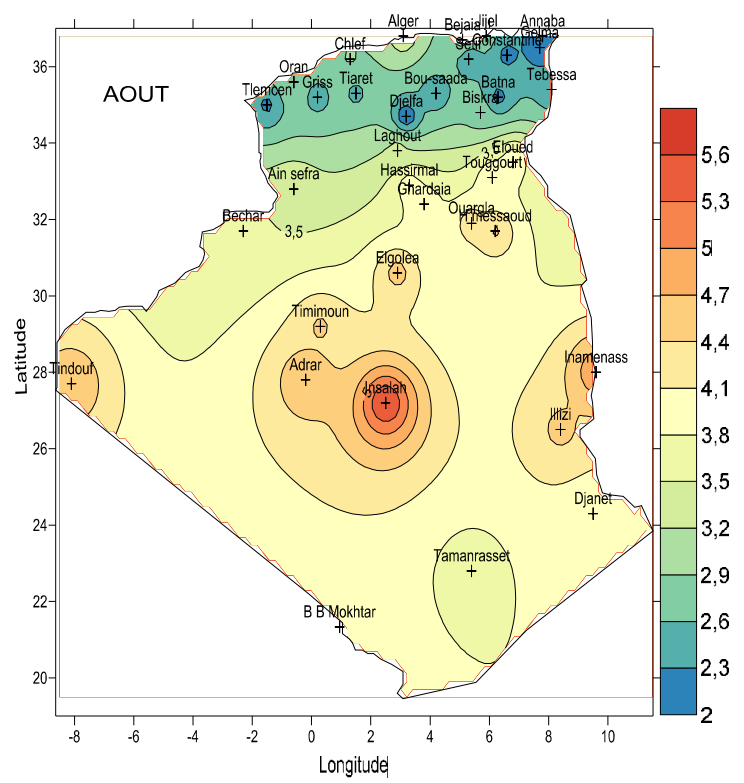
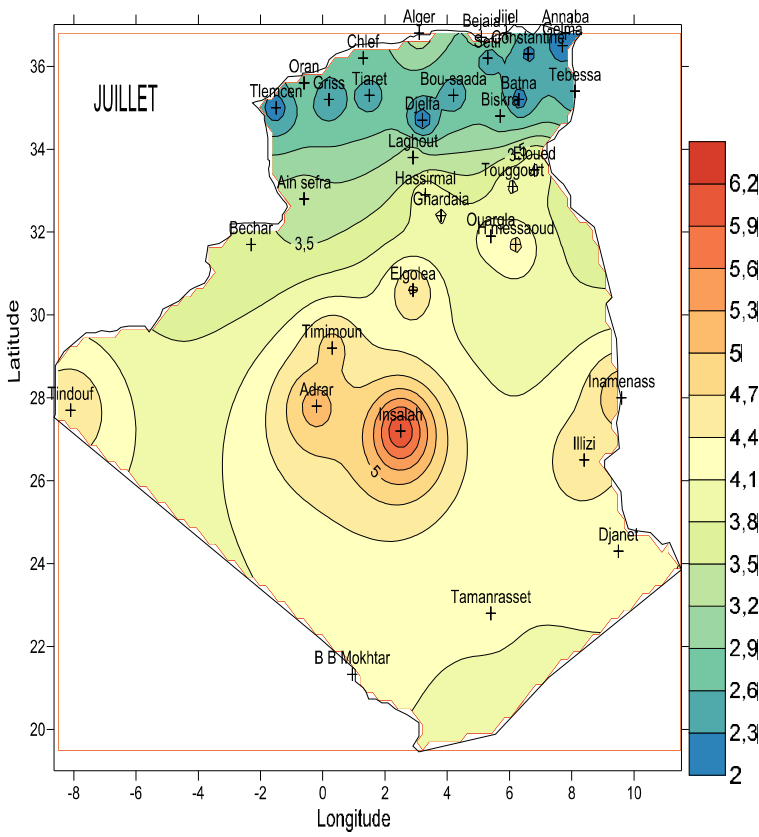
Nous remarquons clairement que le Printemps (Figure 3-6.c) reste la saison la plus ventée, suivie par l'Été (Figure 3-6.d). L'Automne quant à lui, présente la saison ayant le plus faible potentiel éolien (Figure 3-6.a), où la vitesse saisonnière du vent sur l'ensemble du territoire national varie entre 2 à 5 m/s. La région de Tendouf vient en première position avec une vitesse de 5.65m/s saisons le Printemps suivi par a région de Insaleh avec une vitesse de 5.55 m/s saisons l'été. La troisième position est la région de Inamenass avec une vitesse de 5.23, m/s saisons le Printemps et la region d'Adrar avec une vitesse moyenne de 4,88 m/s. Remarquons que la majorité des sites venteux se situent au sud-ouest et le Sahara central. Un faible potentiel est enregistré au nord du pays surtout les régions côtières. Un faible potentiel de vitesse est enregistré dans la région du Hogar et Tassili due essentiellement aux reliefs assez marque. La région des nord ( Batna -Djelfa) compte aussi un potentiel plus au moins faibe ou la vitesse ne depasse pas 2.,3m/s.

**3-5-3-Variation mensuelle de la vitesse moyenne à 10m du sol (ECMWF) :**









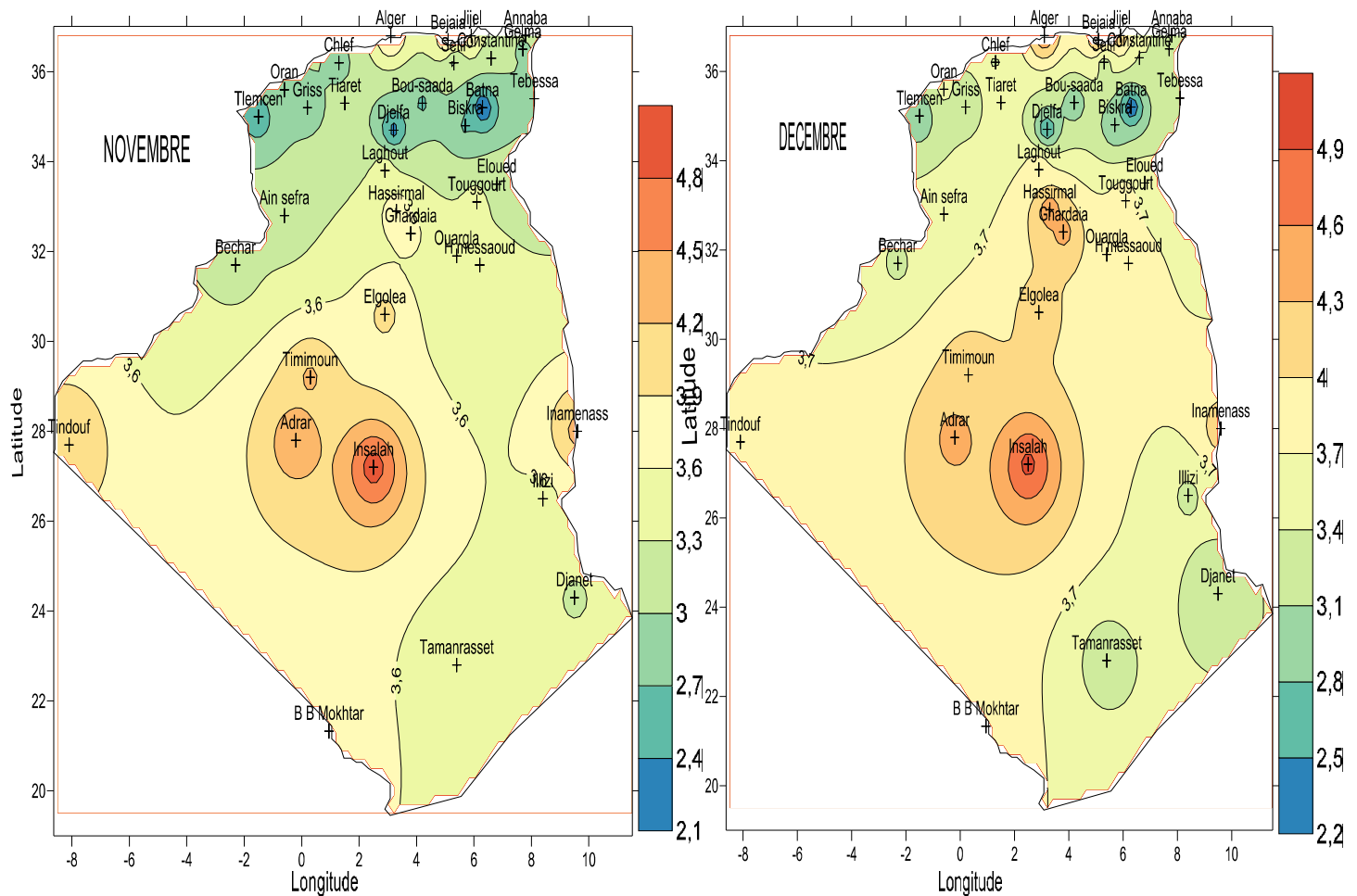


Fig 3-4: Carte mensuelle des vents ( ECMWF) à 10m du sol (m/s)

On remarque que la vitesse mensuelle du vent sur l'ensemble du territoire national varie entre 2 a 6.3 m/s. La région d'Insalah vient en première position avec une vitesse de 6.15m/s la mois de Juillet suivi par a région de Tendouf avec une vitesse de 5.71m/s mois de mai. La troisième position est la région de Inamenass avec une vitesse de 5,30 m/s mois de Mai et la région Elgolea et d'Adrar avec une vitesse moyenne de(5,47 m/s a5.17m/s). Remarquons que la majorité des sites venteux se situent au sud-ouest et le sahara central. Un faible potentiel est enregistré au nord du pays surtout les régions côtières. Un faible potentiel de vitesse est enregistré dans la région du Hoggar et Tassili due essentiellement aux reliefs assez marquée. La région des nord ( Batna -Djelfa) compte aussi un potentiel plus au moins faible ou la vitesse ne dépasse pas 3.0 m/s.

### 3-5-4-La différence annuelle entre (ECMWF) et observation :

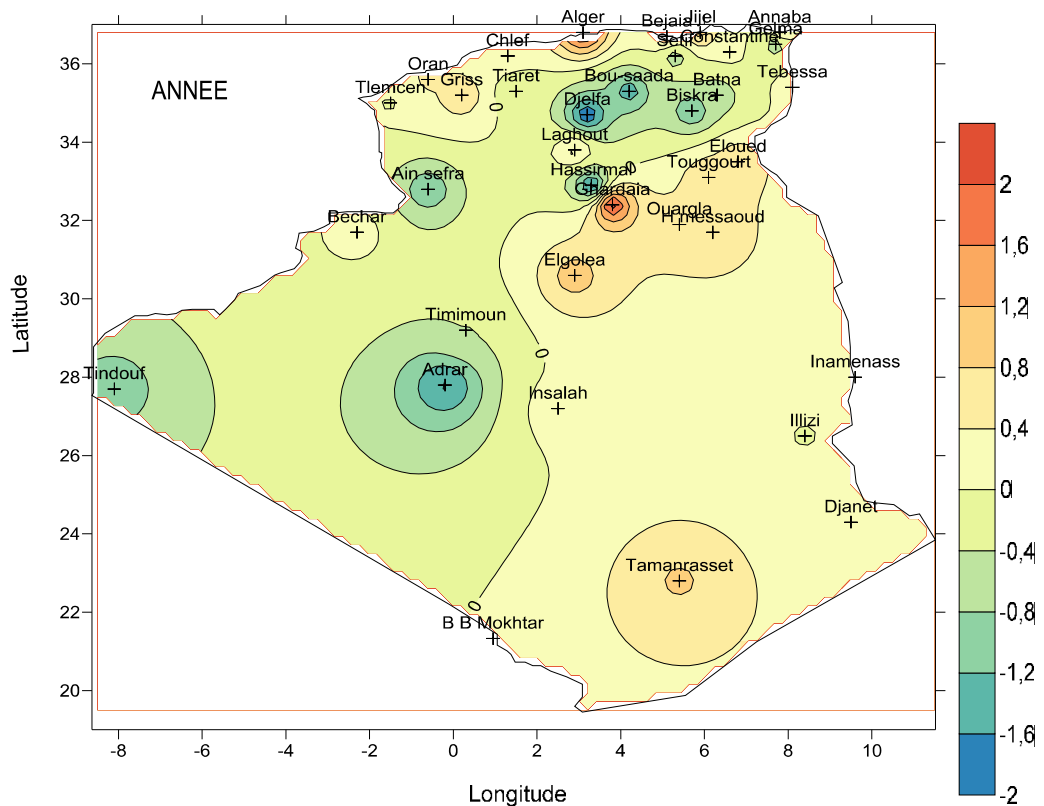
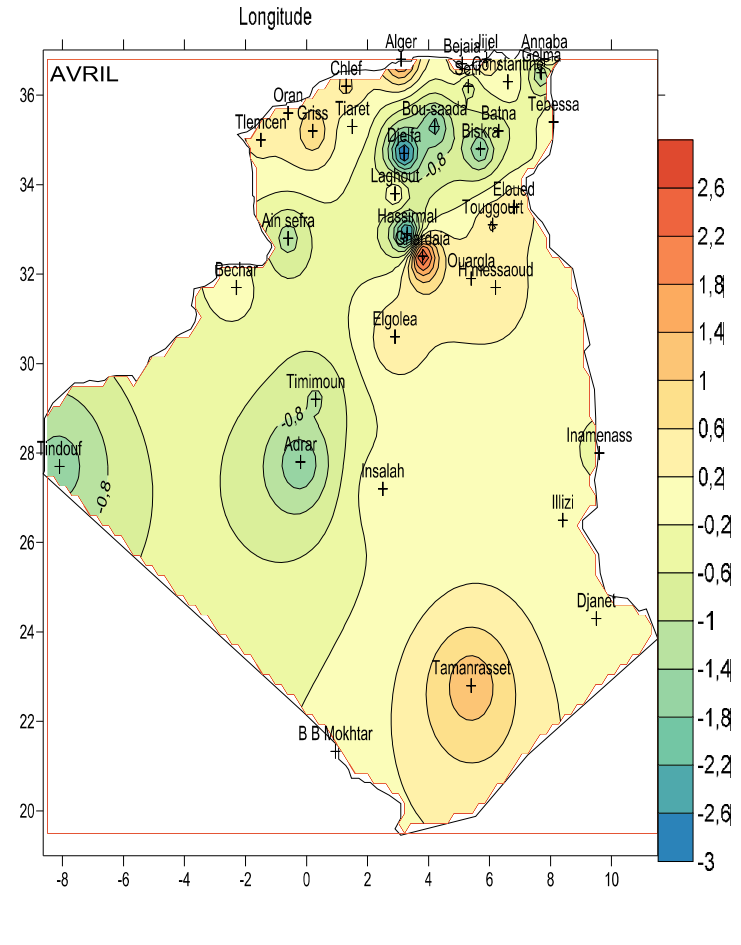
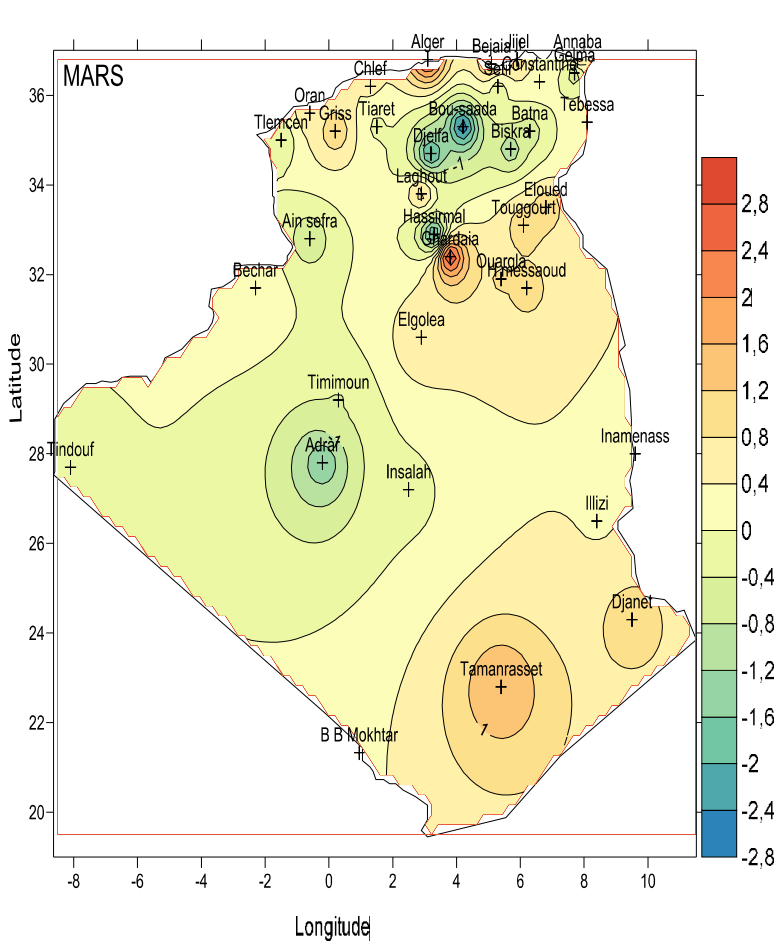
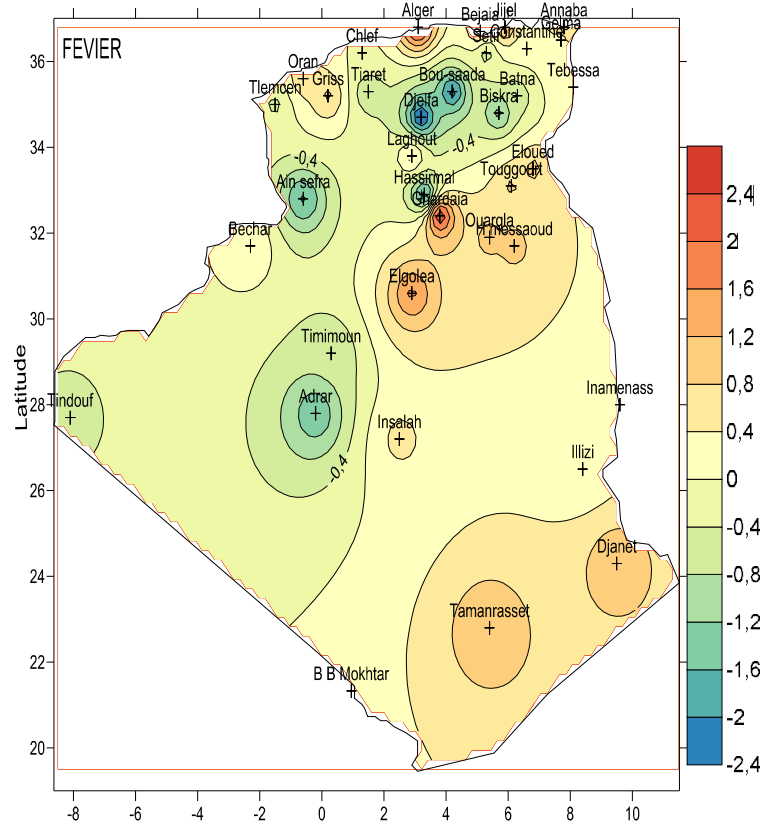
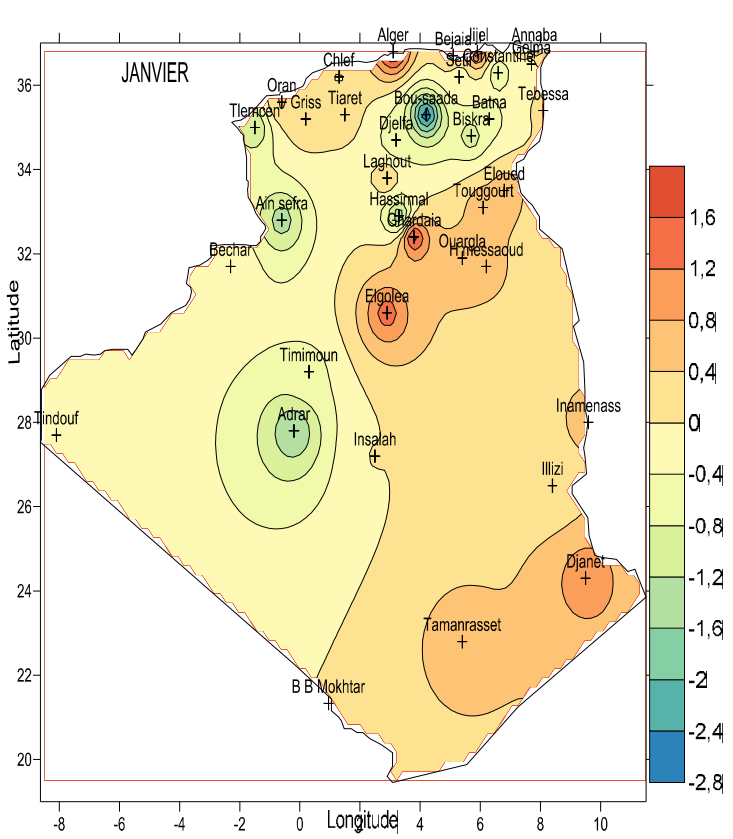


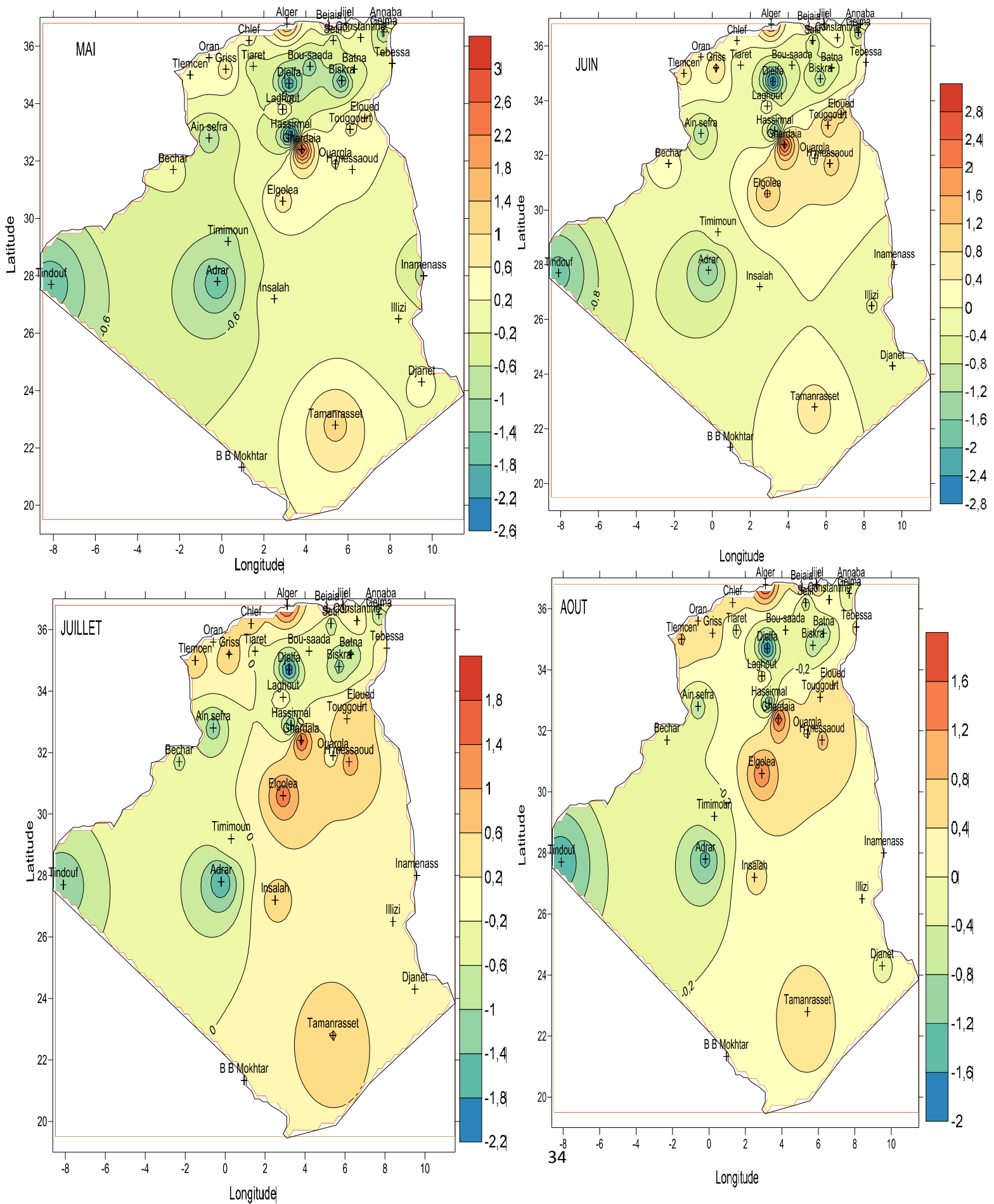
Fig 3-5 :Carte de La différence annuelle entre (ECMWF) et observation

D'après la Fig 3-5 , On remarque que le biais annuel varie entre -2 m/s a 2 m/s les vitesses du vent sont généralement sous estimées dans la region ouest du pays. le biais est maximal a Adrar ( -2 m/s) suivi par Tindouf (-1.5 m/s), In safra , Hassi Rmel au sud. Certaines régions du Hauts plateaux telles que Djelfa, Bousaada Djelfa enregistrent un biais négatif qui varie entre (-0.01m/s a -1.93m/s) Ce biais est du probablement a l'influence du relief (Atlas saharien)

le biais annuel est positif a l'est du pays avec une surestimation varie entre(0 m/s a 2m/s) le biais est maximal a Ghardria zone située dans Nord du Sahara estimation 2,12 m/s et suivie Alger de la zone littoral estimation 1,98 m/s . Et aussi la région nord Est de sahara Elgolea , H.messaoud estimé à 1.03 et 0.68 m/s des données observées qui est inferieur a 1 m/s.

3-5-5 La différence Mensuelle entre (ECMWF) et observation :





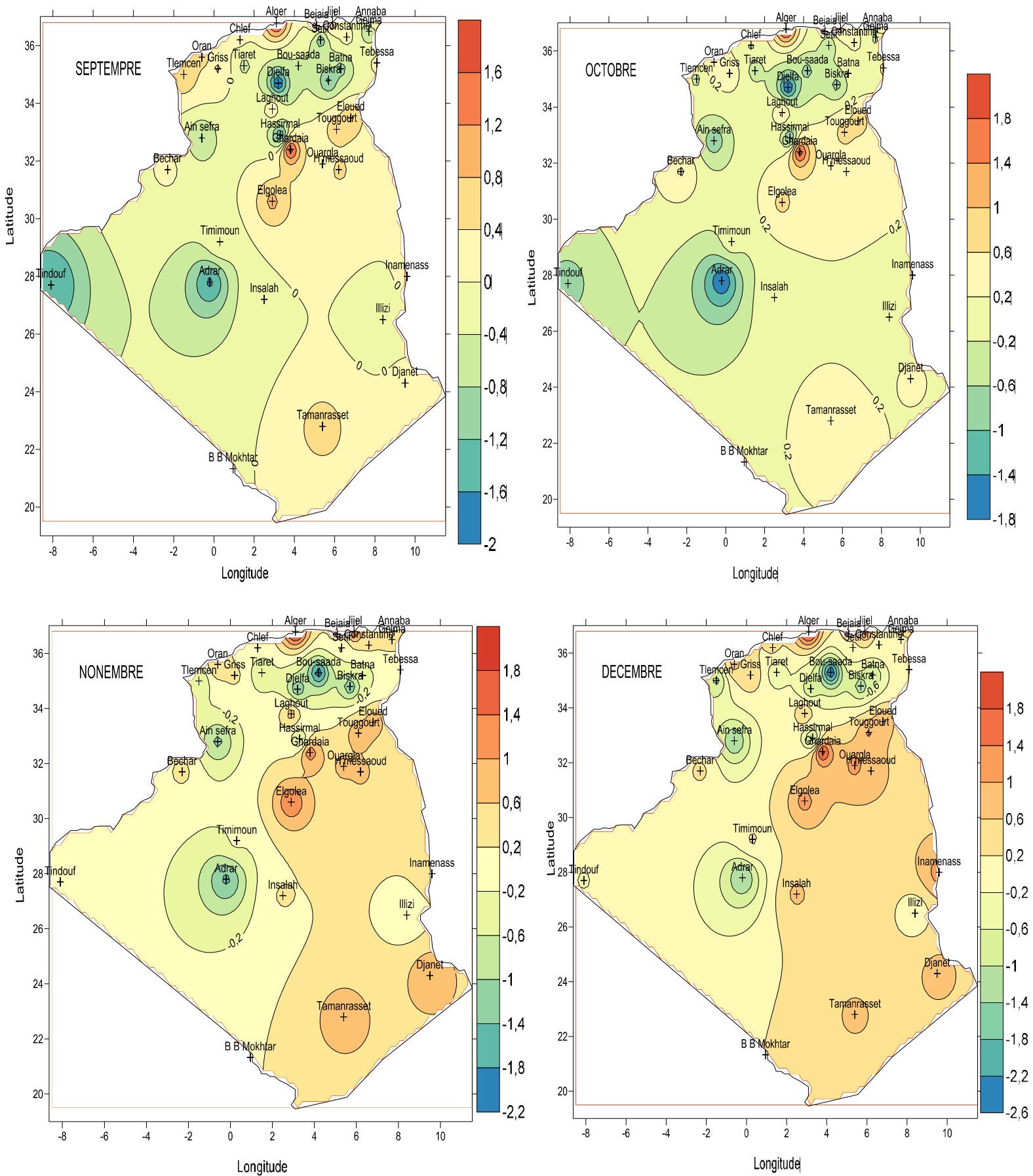
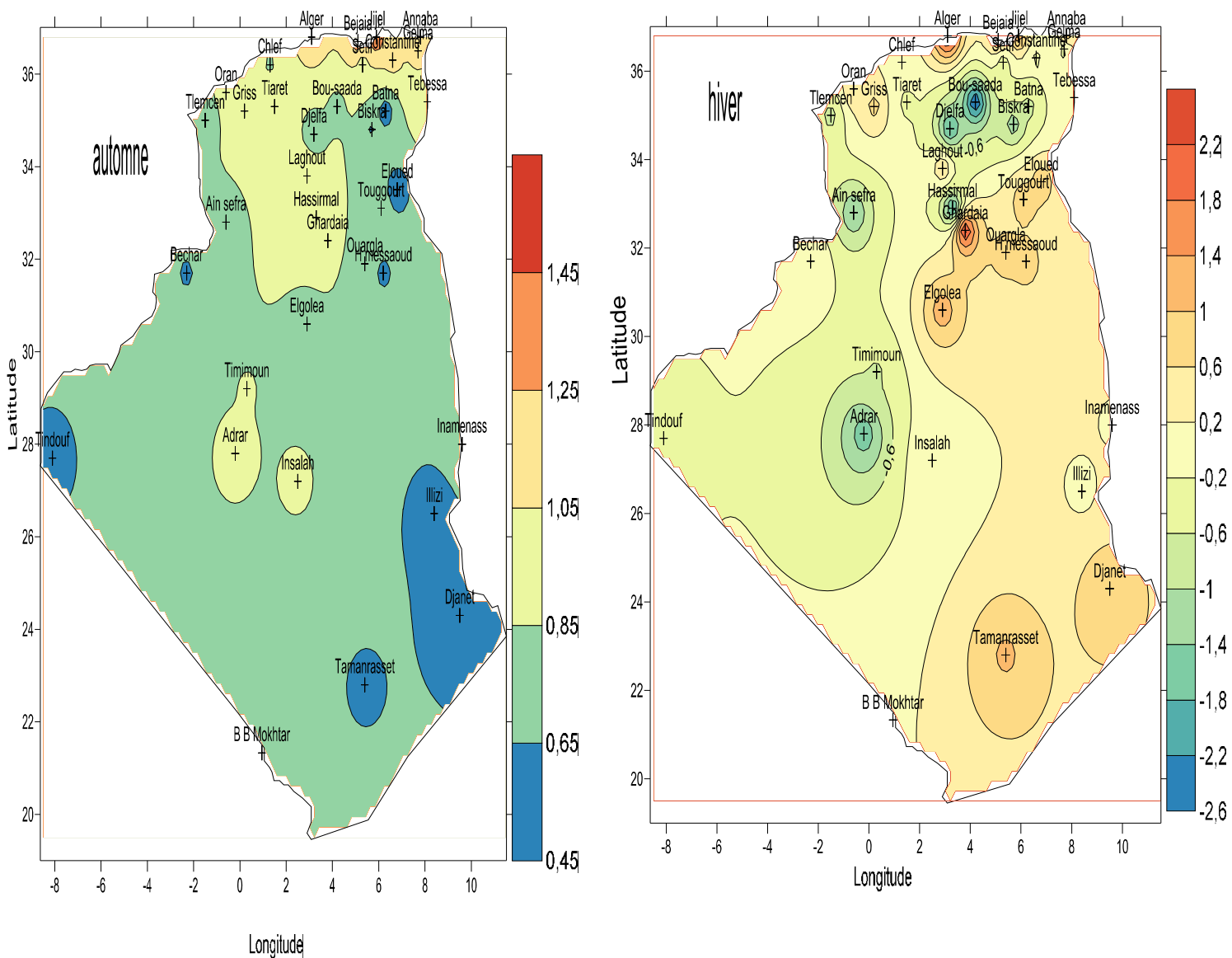


Fig 3-6: Carte de La différence Mensuelle entre (ECMWF) et observation

D'après la Fig 3-6 , On remarque que le biais Mensuelle varie entre -3 m/s a 3m/s les vitesses du vent sont généralement sous estimées dans la région ouest du pays. le bais est maximal a Bou-Saada la région de hauts- plateaux estimation- 2.89m/s mois de Mars suivi par Djelfa (- 2.82m/s), Adrar ; Tindouf au sud. Certaines régions du sud ouest telles que Djelfa, Bousaada Djelfa enregistrent un biais négatif qui varie entre (0m/s a -3m/s) Ce biais est du probablement a l influence du relief (Atlas saharien)

le biais annuel est positif a l' est du pays avec une surestimation la région située au nord de Sahara Ghardaïa estimation 3.01m/s le mois de Mai et suivant la région Alger la zone littoral estimation 2,37 m/s mois de Mars au sud est la région El-Goléa In-Amenass et Tamanrasset des données observées qui est inférieur a 1 m/s

**3-5-6 La différence saisonnier entre (ECMWF) et observation :**





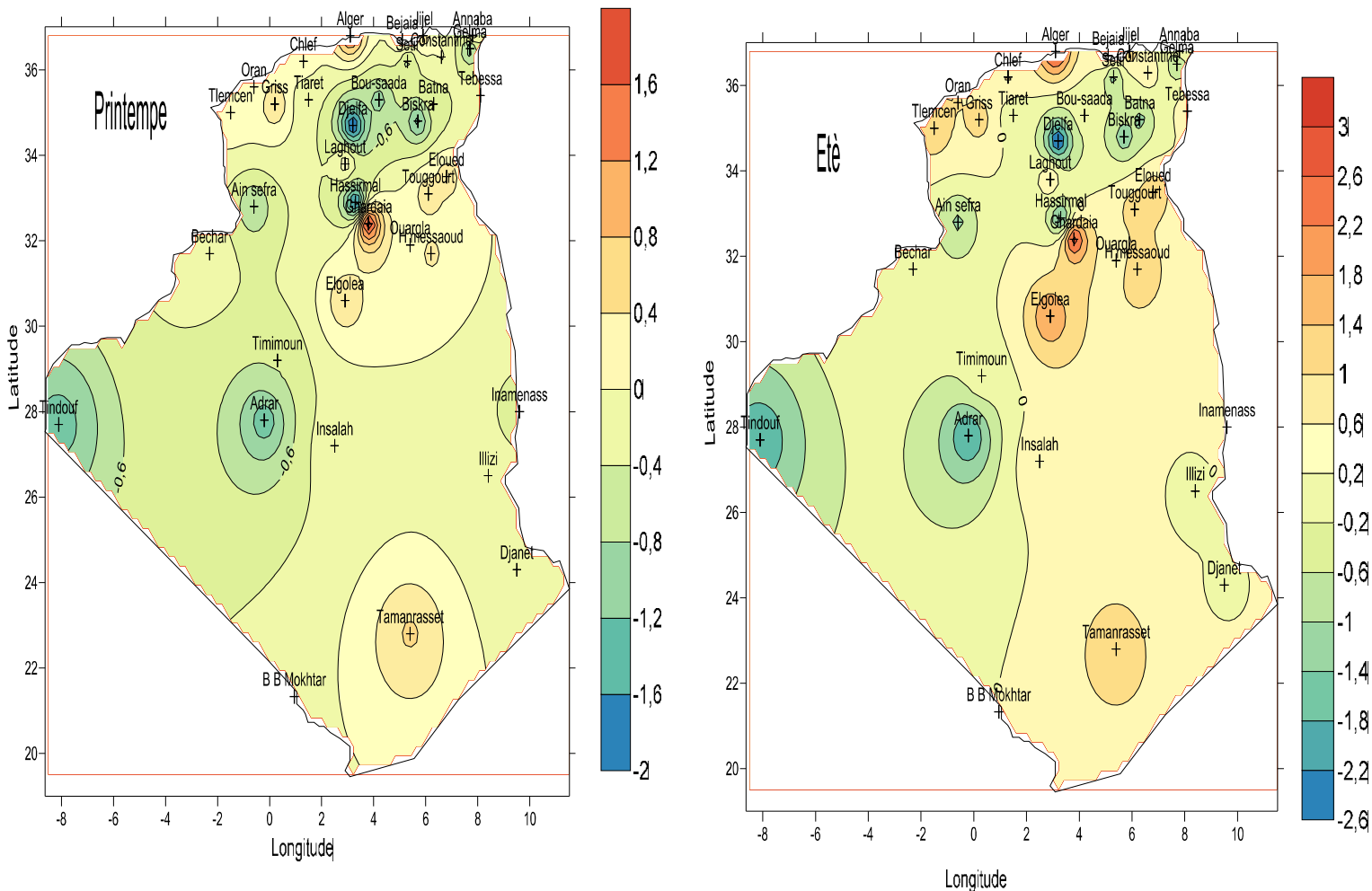


Fig 3-7: Carte de La différence saisonnier entre (ECMWF) et observation

D'après la Fig 3-7, On remarque que le biais saisonnier varie entre -3 m/s à 3 m/s les vitesses du vent sont généralement sous estimées dans la région ouest du pays. le biais est maximal a Djelfa ( -2.60 m/s) suivi par Hassi-Rmal (-2.4 m/s), Adrar, Tindouf au sud. Certaines régions du Hauts plateaux telles que Djelfa enregistrent un biais négatif qui varie entre (0 m/s à 2.6 m/s) Ce biais est du probablement à l'influence du relief (Atlas saharien) le biais annuel est positif à l'est du pays avec une surestimation varie entre (0 m/s à 3.0 m/s) Ghardria zone située dans Nord du Sahara estimation 2,90 m/s et suivie Alger de la zone littoral 1,85 m/s des données observées qui est inférieure à 1 m/s.

## **Conclusion :**

Dans cette étude, une estimation des ressources du vent a été réalisée en se basant sur les données ré-analysées (Era Intérim) du centre ECMWF. Les données de la vitesse du vent de surface à 10 m pour une période de six années (2004 à 2009) ont été extraites à partir de 36 points de grilles les plus proches aux stations du réseau synoptiques national. Des cartes d'iso-vitesses annuelle ; mensuelle saisonnière sont élaborées à l'aide du logiciel SURFER V.11 pour évaluer les ressources du vent sur le territoire national. La cartographie ainsi réalisée est validée avec les cartes du vent observé pour la même période en évaluant les cartes de biais annule , mensuel t saisonnière.

L'analyse des cartes des ressources de vent nous ont permet d'identifier la région de sud-ouest

Comme étant la région à fort potentiel éolien notamment la région Insaleh,Adrar,Tindouf avec une vitesse moyenne (4.0m/s à 6.0m/s) suivie de la région d'Inaménass (5.3m/s ) puis la région de Ghardaia , Hassi-Rmal avec un potentiel de (4.0m/s a 5.3m/s ). les région de faibles potentiel son identifiées au nord de pays ainsi que de Hoggar et Tassili.

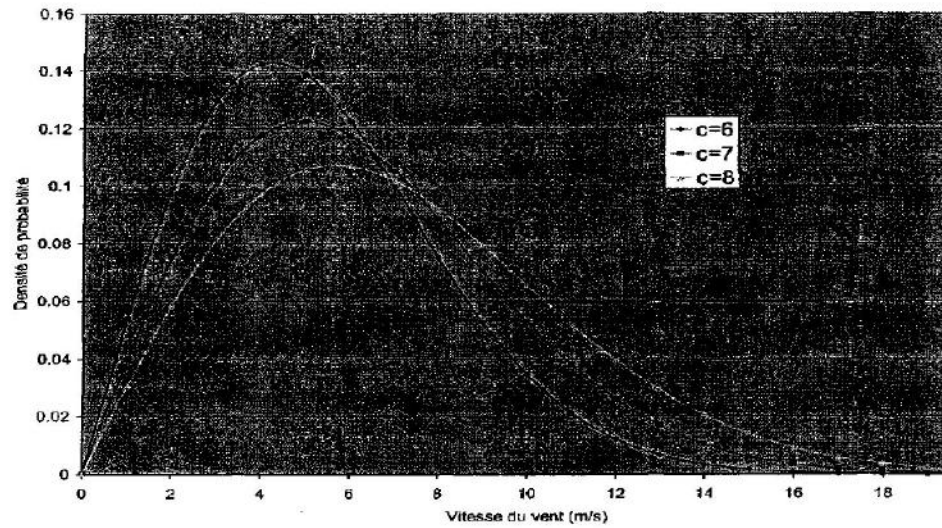
l'analyse des cartes de biais montrent que les ressources du vent sont sous-estimées au sud ouest est les haut- plateaux notamment la région Djelfa, Boussada suivie de la region de Hassi-Rmel.

Les ressource du vent sont sur-estimies dans le région de ouest de pays Ghardaia et Alger suivie de sa El-Golea et Inamenass.

Ou peut conclure que l'estimation des ressource de vent avec les données ECMWF donne des la meilleurs résulte dans la région à faible le relief ou à faible topographie.

## Référence :

- [1] [www.astrosurf.com\ luxorion \ meteo-vent.htm](http://www.astrosurf.com/luxorion/meteo-vent.htm)
- [2] Aero training ([aero-training.fr](http://aero-training.fr) )
- [3] J.P TRIPLET et G. ROCHE , 1977, météorologie générale,
- [4] Christian Seigneur , Modélisation de la pollution atmosphérique Dynamique ,
- [5] Nachida Kasbadji Merzouk « Evaluation du gisement énergétique éolien contribution à la détermination du profil vertical de la vitesse du vent en Algérie » thèse de Doctorat, l'université Aboubeker Belkaid de Telemcen, 2006
- [6] Pierre-Philippe Kastendeuch ,1999, La mesure du vent : conventions, instruments et Données .
- [7] Jean Cassanet , Mesure de direction et de vitesse du vent .
- [8] Rabah Hammouche, Atlas vent de l'algerie ,
- [9] Logiciel OPTI Bureaux , juin 2000 , Architecture et Climat .
- [10] Jean-louis , Janvier 2006 , analyse de données expérimentales et conception d'un générateur numérique de vitesses de vent , mémoire de recherche, l'université du qu québec à rimousk.
- [11] Farouk Chellali , 2011, et al ,A contribution in the actualization of wind map of Algeria ,Rencouple and sustainable
- [12] Berrisford et al, 2011, The ERA-Interim archive Version 2.0, Era report serie,European Centre for Medium Range Weather Forecasts.



(Fig2-1) : Comparaison de distributions de Weibull pour une même valeur de  $k$

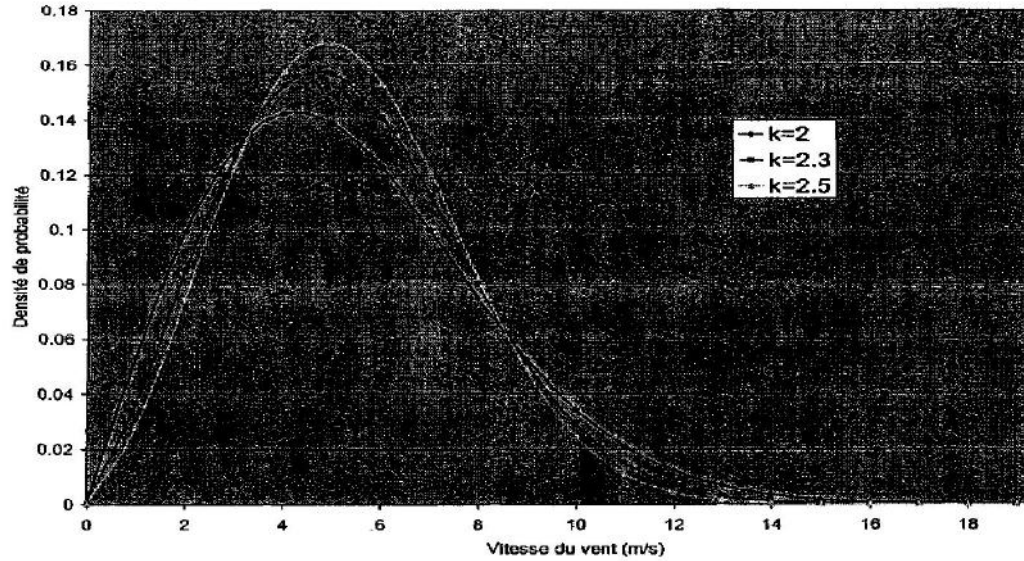


Fig2 -2 : Comparaison de distributions de Weibull pour une même valeur de  $c$

## Annexe I

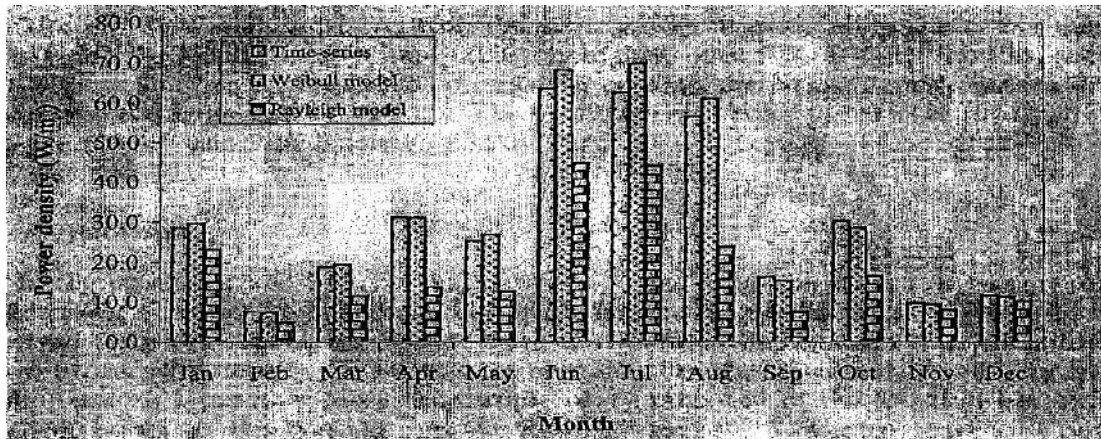


Figure2-3: Densité de puissance éolienne calculée à l'aide des données réelles, de la loi de Weibull et de la loi de Rayleigh

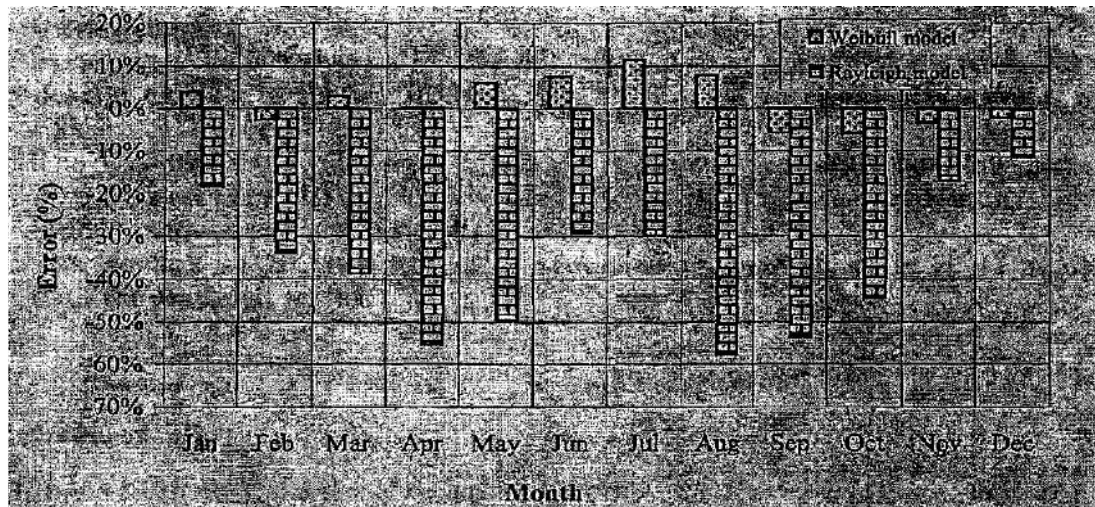


Figure 2-4 : Pourcentages d'erreurs sur la densité de puissance calculée à l'aide des données réelles de la loi de Weibull et de la loi de Rayleigh

## Annexe II

**Tableau N°3- 1:La vitesse moyennes du vent mensuelle et annuelles des différentes sites algériens estimés à 10m du sol (stations observées)[11] :**

Stations de mesure	Elévation (m)	Latitude(°)	Longitude(°)	Jan	Fev	Mar	Avr	Mai	Juin	Juil	Août	Sep	Oct	Nov	Déc	Ann
Adrar	280	27,8	-0,2	6,2	6,4	6,5	6,5	6,9	6,1	6,7	6,2	6	5,8	5,9	5,8	6,3
Ain sefra	1174	32,8	-0,6	4,6	5,1	5,1	5,4	5,2	4,9	4,3	4,2	4,1	4	4,2	4,9	4,7
Alger	25	36,8	3,1	2,2	2,2	2,2	2,1	1,9	1,8	1,6	1,5	1,6	1,4	1,9	2,4	1,9
Annaba	4	36,8	7,8	2,5	2,4	2,5	2,2	2,1	2,2	2,4	2,3	2,3	1,8	2,4	2,5	2,3
Batna	822	35,2	6,3	2,9	3,1	3,6	3,2	2,7	3	3	3,1	3	2,2	2,6	3,3	3
Bechar	881	31,7	-2,3	3,2	3,2	4,1	4,6	5	4	4,1	4	3,7	2,8	2,9	3,1	3,7
Bejaia	2	36,7	5,1	3,7	3,4	2,9	2,8	2,5	2,4	2,4	2,3	2,7	3,2	3,6	4,1	3
Biskra	87	34,8	5,7	3,9	4,3	4,9	5,3	5,1	4,3	3,8	3,7	3,9	3,3	4	4,1	4,2
Bou-saada	461	35,3	4,2	5,5	5,1	6,3	5,1	4,3	3,2	2,5	2,6	2,8	3,1	4,7	5,5	4,2
Chlef	143	36,2	1,3	3,1	3,5	3,3	2,6	3	2,7	2,1	2,4	2,7	2,9	3	3,1	2,9
Constantine	694	36,3	6,6	4	3,3	3,5	2,7	2,5	2,1	1,8	2	2	2,1	2,8	3,4	2,7
Djanet	967	24,3	9,5	3	2,9	3,5	4,1	4	4,2	4,1	4,2	3,5	3,2	2,4	2,4	3,5
Djelfa	1144	34,7	3,2	3,2	5	5,2	5,6	4,7	5,1	4	4,2	4	3,9	3,6	3,5	4,3
El-golea	397	30,6	2,9	2,8	3	4,3	4,2	4,7	3,9	3,3	3,2	3,7	3,5	2,6	3	3,6
Eloued	61	33,5	6,8	2,6	2,7	3,6	4	3,9	3,8	3,5	3,5	3	2,6	2,3	2,6	3,2
Ghardaia	450	32,4	3,8	3,5	3,2	4,4	4,5	3,9	3,5	2,9	2,7	3	2,8	2,8	3,5	3,4
Gelma	4	36,5	7,7	2,4	2	2,5	2,2	2,1	2,2	2,4	2,3	2,3	1,8	2,4	2,5	2,3
Griss	90	35,2	0,2	2,7	2,3	2,3	2	2,1	1,7	1,5	2	1,9	1,9	2,6	2,7	2,1

## Annexe II

H messaoud	142	31,7	6,2	3,2	3,3	4,1	4,2	4,8	4,1	3,4	3,7	3,9	3,5	2,8	3,1	3,7
h R'mel	774	32,9	3,3	5,7	6,3	7,6	8,1	7,8	6,6	5,3	5,4	5,4	4,8	4,5	5,7	6,1
Illizi	558	26,5	8,4	3,7	3,7	4,1	4,1	4,5	4,9	4,6	4,6	4,3	3,9	3,7	3,4	4,1
Inamenass	526	28	9,6	3,9	4,5	5	5,2	6	5,7	4,6	4,8	4,7	4,4	3,9	3	4,7
Insalah	293	27,2	2,5	5,3	4,9	5,5	5,1	5,6	5,3	5,6	5,3	4,9	4,6	4,7	4,3	5,1
Jijel	11	36,8	5,9	2,6	2,9	3,3	2,8	2,1	2,1	2,1	2	2,1	2,2	2,5	3,1	2,5
Laghouat	765	33,8	2,9	3,4	3,4	3,9	4,3	3,8	3,6	3	2,9	2,8	2,6	2,7	3,3	3,3
Oran	90	35,6	-0,6	2,7	2,8	3,2	3	3	2,9	2,6	2,3	2,3	2,1	2,4	2,7	2,7
Ouargla	142	31,9	5,4	3,1	3,3	4,3	4,2	4,9	4,7	4	4,1	4,3	3,5	2,8	2,8	3,8
Setif	1040	36,2	5,3	3,4	3,8	3,8	3,7	3,3	3,4	3,2	3,3	3,4	3	3,2	3,1	3,4
Tamanrasset	1378	22,8	5,4	3,4	2,9	2,9	2,9	3,1	3,2	3,3	3,2	3	2,9	2,5	2,6	3
Tebessa	811	35,4	8,1	3,2	3,2	3,5	3,1	2,9	2,5	2	2,1	2,3	2,4	2,9	3,3	2,8
Tiaret	989	35,3	1,5	3	4,1	3,8	3,2	3,5	3	2,6	2,8	2,9	2,9	3,6	4	3,3
Timimoun	312	29,2	0,3	5	5,6	5,3	5,9	6,1	4,8	4,9	4,9	4,5	4,1	4,4	4	5
Tindouf	431	27,7	-8,1	4,6	5,4	5,3	7	7,3	7,3	5,6	6,2	6,7	4,7	4,3	4	5,7
Tlemcen	247	35	-1,5	3,7	3,2	3,3	2,3	2,1	1,8	1,5	1,6	1,4	2,4	3,1	3,9	2,5
Touggourt	85	33,1	6,1	2,9	3,1	3,9	4,1	4,2	3,7	3,4	3,7	3,2	2,9	2,5	2,9	3,4

## Annexe II

**Tableau N°3-2: La vitesse moyennes du vent mensuelle et annuelles des différents sites algériens estimés à 10m du sol  
(les données réanalysées [12])**

Stations de mesure	Elévation(m)	Latitude (°)	Longitude(°)	Jan	Fev	Mar	Avr	Mai	Juin	Juil	Août	Sep	Oct	Nov	Déc	Ann
Adrar	280	27,80	-0,20	4,62	4,88	4,84	4,96	5,12	4,57	5,17	4,68	4,34	4,09	4,43	4,41	4,68
Ain sefra	1174	32,8	-0,6	3,20	3,45	4,22	4,44	4,36	3,86	3,30	3,43	3,29	3,17	3,12	3,51	3,61
Alger	25	36,8	3,1	4,18	4,45	4,57	4,19	3,79	3,37	3,39	3,42	3,33	3,37	3,98	4,54	3,88
Annaba	4	36,8	7,8	3,24	3,38	3,41	3,00	2,68	2,35	2,19	2,10	2,30	2,45	3,02	3,23	2,77
B B																
Mokhtar	398	21,33	0,95	4,12	4,07	4,28	4,20	3,97	4,00	4,19	4,06	3,79	3,78	3,82	3,83	4,01
Batna	822	35,2	6,3	2,27	2,42	2,78	2,64	2,45	2,36	2,11	2,17	2,04	2,05	2,08	2,23	2,30
Bechar	881	31,7	-2,3	3,13	3,53	4,28	4,72	4,85	4,19	3,68	3,69	3,77	3,43	3,18	3,36	3,82
Bejaia	2	36,7	5,1	4,14	4,26	4,27	3,83	3,43	2,97	3,13	3,05	3,07	3,19	3,99	4,40	3,64
Biskra	87	34,8	5,7	2,83	2,98	3,59	3,64	3,30	3,20	2,80	2,76	2,62	2,53	2,66	2,80	2,97
Bou-saada	461	35,3	4,2	2,79	2,95	3,41	3,30	3,01	2,76	2,39	2,34	2,36	2,38	2,64	2,87	2,77
Chlef	143	36,2	1,3	3,09	3,44	3,57	3,50	3,27	2,96	2,80	2,91	2,76	2,68	2,92	3,39	3,10
Constantine	694	36,3	6,6	3,22	3,38	3,42	3,07	2,60	2,33	2,22	2,18	2,16	2,40	3,04	3,39	2,78
Djanet	967	24,3	9,5	4,03	3,99	4,27	4,37	4,25	3,81	4,19	3,96	3,56	3,43	3,27	3,10	3,85
Djelfa	1144	34,7	3,2	2,42	2,54	2,90	2,78	2,52	2,29	2,06	2,04	2,01	2,10	2,30	2,55	2,37
Elgolea	397	30,6	2,9	4,20	4,66	4,91	4,99	5,47	5,17	4,74	4,51	4,60	4,20	3,99	4,15	4,63
Eloued	61	33,5	6,8	3,30	3,60	4,48	4,73	4,74	4,73	4,17	4,09	3,78	3,43	3,13	3,50	3,97
Gelma	4	36,5	7,7	3,20	3,36	3,38	2,99	2,59	2,30	2,12	2,03	2,19	2,39	2,97	3,27	2,73
Ghardaia	450	32,4	3,8	4,10	4,36	5,18	5,16	5,11	4,94	4,15	4,05	4,08	3,81	3,68	4,42	4,42



## Annexe II

Griss	90	35,2	0,2	3,00	3,17	3,26	3,18	2,95	2,58	2,34	2,44	2,33	2,41	2,89	3,27	2,82
H.messaoud	142	31,7	6,2	3,68	4,23	4,87	4,86	5,12	5,16	4,47	4,44	4,40	3,99	3,48	3,87	4,38
Hassirmal	774	32,9	3,3	4,21	4,45	5,36	5,39	5,12	4,78	4,07	3,98	3,89	3,80	3,84	4,52	4,45
Illizi	558	26,5	8,4	3,83	3,85	4,28	4,37	4,50	4,48	4,64	4,46	4,00	3,71	3,56	3,36	4,09
Inamenass	526	28	9,6	4,41	4,60	4,96	5,11	5,30	5,29	4,97	4,90	4,75	4,58	4,27	4,12	4,77
Insalah	293	27,2	2,5	5,31	5,38	5,18	5,34	5,59	5,06	6,15	5,59	4,89	4,66	4,92	4,96	5,25
Jijel	11	36,8	5,9	4,08	4,20	4,19	3,71	3,22	2,74	2,76	2,71	2,80	2,99	3,87	4,29	3,46
Laghout	765	33,8	2,9	3,73	3,90	4,66	4,63	4,27	3,91	3,33	3,29	3,11	3,29	3,46	3,95	3,79
Oran	90	35,6	-0,6	3,16	3,44	3,64	3,61	3,48	3,02	2,78	2,86	2,78	2,65	3,00	3,44	3,15
Ouargla	142	31,9	5,4	3,79	4,21	4,93	4,93	5,08	5,03	4,30	4,27	4,30	3,96	3,49	4,00	4,36
Setif	1040	36,2	5,3	3,10	3,23	3,36	3,06	2,69	2,47	2,39	2,34	2,28	2,42	2,95	3,25	2,79
Tamanrasset	1378	22,8	5,4	4,02	4,04	4,28	4,33	4,23	3,76	4,11	3,67	3,56	3,46	3,32	3,25	3,84
Tebessa	811	35,4	8,1	3,27	3,49	3,61	3,36	2,90	2,71	2,39	2,39	2,38	2,62	2,89	3,30	2,94
Tiaret	989	35,3	1,5	3,16	3,36	3,52	3,42	3,04	2,63	2,41	2,52	2,40	2,58	3,02	3,44	2,96
Timimoun	312	29,2	0,3	4,49	4,85	4,69	5,06	5,42	4,52	4,81	4,43	4,41	4,04	4,24	4,23	4,60
Tindouf	431	27,7	-8,1	4,40	4,90	4,96	5,68	5,71	5,57	4,59	4,58	5,12	4,00	4,12	3,80	4,78
Tlemcen	247	35	-1,5	2,55	2,75	2,82	2,76	2,62	2,34	2,15	2,24	2,16	2,15	2,51	2,82	2,49
Tougourt	85	33,1	6,1	3,69	3,95	4,82	4,95	4,92	4,81	4,16	4,10	3,95	3,69	3,43	3,96	4,20

## تقدير منابع الرياح في الجزائر بالمساعدة على معطيات إعادة التحليل ECMWF

### المخلص :

الهدف من هذا العمل هو تقدير منابع الرياح على 10 مترا من الأرض في المناطق الجافة وشبه الجافة باستعمال معطيات إعادة التحليل ECMWF مركز الأوروبي. يتم استخراج مكونات سرعة الرياح u و v من حقول سطح للفترة (2004-2009)، سيتم إجراء التحليل الإحصائي لتوزيع السرعة على موقع مرجعي و لتقدير موارد هذه المنطقة يمكن رسم الخرائط المصادر على بعد 10 m وتحليلها ومنه نقول ان هذا النموذج ECMWF صالح في بعض المناطق.

**الكلمات المفتاحية :** ويبيل,الرياح, ECMWF, إعادة التحليل,الجزائر.

### Résumé :

L' objectif de ce travail est l'évaluation des ressources du vent à 10 m du sol dans les régions arides et semi-aride en utilisant les données ré analysées ECMWF du centre européen. Les composantes de la vitesse du vent u et v seront extraites des champs de surface pour la période ( 2004-2009), une analyse statistique de la distribution de vitesse sera faite sur un site de référence pour évaluer les ressources de cette région puis réaliser une cartographie des ressources à 10 m.

**Mot cles :** ECMWF , vent, Weibull, Algerie,ré-analyse.

## Estimating wind resources of Algeria using re-analyzed ECMWF data

### Abstract:

The aim of this work is to assess the wind resources of 10 meters of land in the data using the arid and semi-arid re-analysis of the European Center ECMWF, The wind speed components u and v are extracted from the surface fields for the Period (2004-2009), statistical analysis of the velocity distribution will be carried out on the reference site to assess the resources of this area can achieve 10m mapping resources.

**key word:** ECMWF , Wind, Weibull,Algerie, re-analysis.