

**UNIVERSITE KASDI MERBAH-OUARGLA**  
**FACULTE DES SCIENCES DE LA NATURE ET DE LA VIE**  
**DEPARTEMENT DES SCIENCES AGRONOMIQUES**



**Domaine** : Science de la nature et la vie

**Filière** : Sciences agronomiques

**Spécialité** : Protection de la Ressource Sol-Eau et Environnement

Présenté par : HOBBI Elhadja

**Thème**

**Diagnostic de l'action éolienne sur les sols agricoles  
D'ELHADJIRA**

**Devant le jury :**

Président : DADDA MOUSSA Med Lakhdar (M.C.A) U.K M. Ouargla

Encadreur : DADDI BOUHOUN Mustapha (Pr) U.K M. Ouargla

Examineur : DJILI Brahim (M.C.B.) U.K M. Ouargla

**Année Universitaire 2022/2023**

# *Dédicace*

*Je dédie cette œuvre à l'âme pure de mon père, que  
Dieu lui fasse miséricorde*

*À celle qui est restée éveillée, a travaillé dur et  
m'a soutenu dans mon parcours académique, ma  
mère bien-aimée*

*Et à mes frères Muhammad, Rabiha et  
Mubarakah*

*Et mes enfants, mon frère*

*merci*

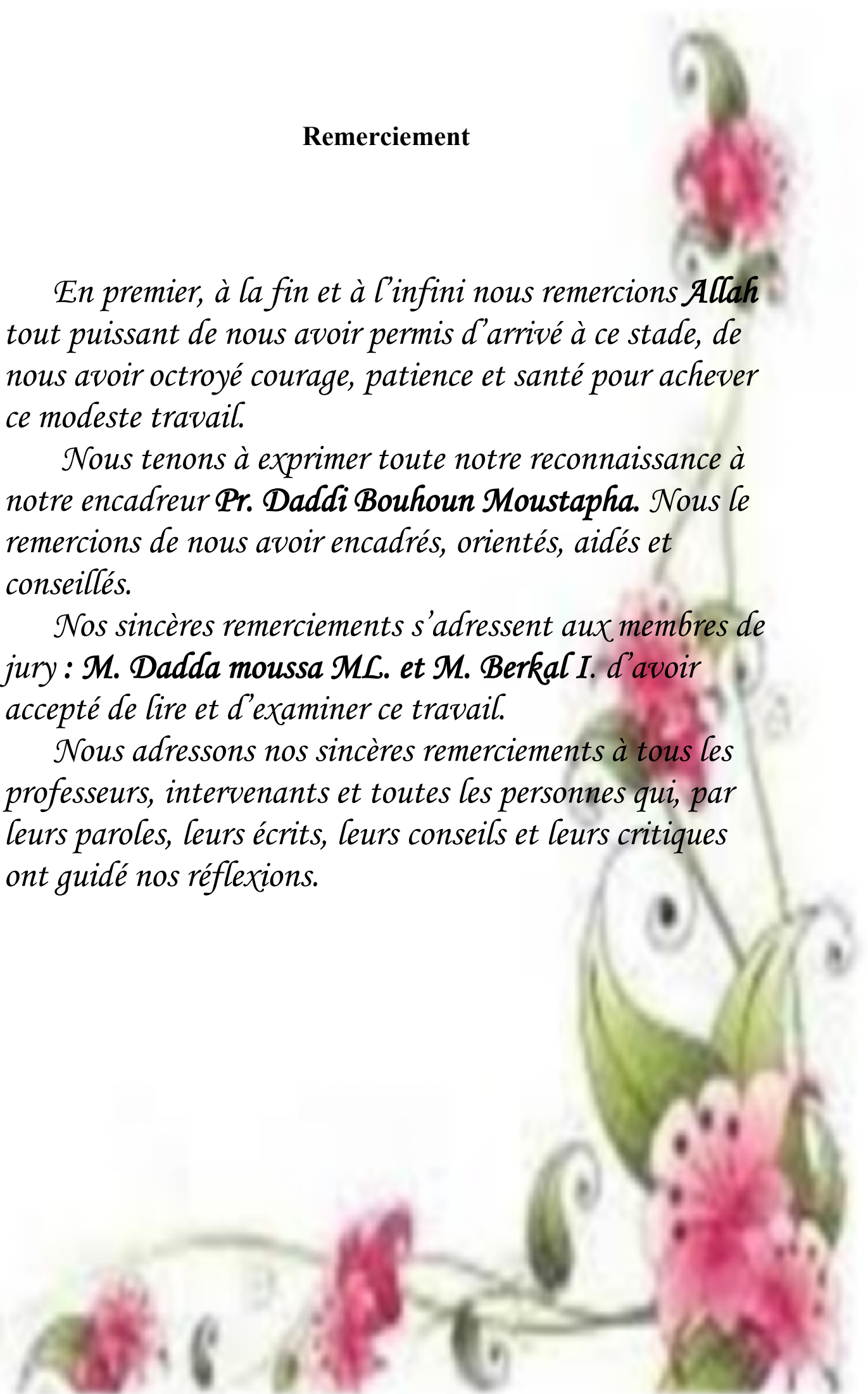
## Remerciement

*En premier, à la fin et à l'infini nous remercions **Allah** tout puissant de nous avoir permis d'arrivé à ce stade, de nous avoir octroyé courage, patience et santé pour achever ce modeste travail.*

*Nous tenons à exprimer toute notre reconnaissance à notre encadreur **Pr. Daddi Bouhoun Moustapha**. Nous le remercions de nous avoir encadrés, orientés, aidés et conseillés.*

*Nos sincères remerciements s'adressent aux membres de jury : **M. Dadda moussa ML. et M. Berkal I.** d'avoir accepté de lire et d'examiner ce travail.*

*Nous adressons nos sincères remerciements à tous les professeurs, intervenants et toutes les personnes qui, par leurs paroles, leurs écrits, leurs conseils et leurs critiques ont guidé nos réflexions.*



## تشخيص عمل الرياح على التربة الزراعية بالحجيرة

### ملخص

تعتبر الرياح القوية ذات أثر انجرافي وتراكم رملي على التربة الصحراوية، كما تؤدي إلى تدهور المحاصيل خاصة بمنطقة الحجيرة.

يهدف عملنا إلى دراسة ظاهرة التعرية الريحية بمنطقة الحجيرة من خلال إجراء بحث ميداني للكشف عن مشاكل الرياح وتأثيرها على النشاط الزراعي. أيضاً دراسة لطرق التقليدية لمكافحة التآكل.

وأظهرت النتائج أن الزراعة التقليدية تتميز بزراعة النخيل دون إضافات أو مواد كيميائية، أما أراضي الاستصلاح الحديثة فهي مروية ومزروعة بشكل مكثف بالخضروات والنخيل القابلة للتسويق.

كما أظهرت النتائج أن الزراعة التقليدية تسمح بتصميم ثلاث طرق لمكافحة تأثير سرعة الرياح وتعرية التربة. هذه الطرق هي تايبا غوت، ستور و مصدات الرياح الكازوارينا.

ولمكافحة التآكل، من الضروري ضمان صيانة نظام الغوط، وتحسين الانحرافات في الطرق التقليدية وتركيب مصدات الرياح وفقاً لمعايير منظمة الأغذية والزراعة.

**الكلمات المفتاحية:** التشخيص، تعرية الرياح، التربة، الزراعة، الحجيرة.

## **Diagnostic de l'action éolienne sur les sols agricoles d'EL HADIRA**

### **Résumé**

Le vent fort est considéré comme érosifs présentent des effets de vannage et d'accumulation sableuse sur les sols sahariens, et également la détérioration des cultures, notamment à EL HADJIRA.

Notre travail se propose d'étudier ce phénomène d'érosion éolienne à EL HADJIRA à travail une enquête sur terrain pour détecter les problèmes éoliens et leur action sur l'activité agricoles. Aussi, étudier les méthodes antiérosives traditionnelles.

Les résultats ont montré que l'agriculture traditionnelle se caractérise par une culture de palmiers sans additifs ni produits chimiques, et que les terres de remise en état modernes sont irriguées et plantées de manière intensive avec des légumes et des palmiers commercialisables.

Aussi les résultats montrent que l'agriculture traditionnelle permet la conception de trois modes de lutte contre l'action de la vitesse des vents et l'ensablement des sols. Ces méthodes sont la Tabia du Ghout, le Stoure et le brise-vent de casuarinas.

Pour lutter contre l'érosion, il est nécessaire d'assurer l'entretien du système de ghats, d'améliorer les anomalies des routes traditionnelles et d'installer des brise-vent conformément aux normes de la FAO.

**Mots clé :** Diagnostic, érosion éolienne, sol, agriculture, EL HADJIRA.

## **Diagnosis of wind action on EL HADIRA agricultural soils**

### **Summary**

The strong wind is considered to have erosive effects of winnowing and sandy accumulation on Saharan soils, and also the deterioration of crops, particularly in EL HADJIRA.

Our work aims to study this phenomenon of wind erosion in EL HADJIRA by carrying out a field investigation to detect wind problems and their action on agricultural activity. Also, study traditional anti-erosion methods.

The results showed that traditional agriculture is characterized by palm cultivation without additives and chemicals, and modern reclamation lands are irrigated and intensively planted with marketable vegetables and palms.

Also the results show that traditional agriculture allows the design of three methods of combating the action of wind speed and soil siltation. These methods are the Tabia du Ghout, the Stoure and the casuarina windbreak.

To combat erosion, it is necessary to ensure maintenance of the ghat system, improve anomalies in traditional roads and install windbreaks in accordance with FAO standards.

**Key words:** Diagnosis, wind erosion, soil, agriculture, EL HADJIRA.

# Table des matières

Dédicace .....	I
Remerciement .....	II
الملخص .....	<b>Erreur ! Signet non défini.</b>
Résumé .....	IV
Summary .....	V
Table des matières .....	VI
Liste des figures .....	IX
Liste des tableaux .....	X
Liste des photos .....	XI
<b>Introduction .....</b>	<b>1</b>
<b>Chapitre I.Impacts de l'érosion éolienne .....</b>	<b>4</b>
1. Erosion éolienne .....	5
2. Causes de l'érosion éolienne .....	5
2.1. Facteur vent .....	5
2.1.1. Mécanismes des mouvements globaux .....	5
2.1.2. Mécanisme du mouvement par grains .....	6
2.1.3. Mécanisme de mouvement en masse .....	7
2.2. Etat de la végétation .....	7
2.3. Nature et l'état du sol .....	8
2.4. Origine du sable .....	8
3. Effet d'érosion éolienne .....	8
3.1. Effet sur le sol .....	9
3.2. Effet sur la végétation .....	9
4. Principales formes d'accumulation des sables .....	9
4.1. Ripples marks ou rides .....	10
4.2. Voiles sableux ou éoliens .....	10
4.3. Nebka .....	10
4.4. Barkhanes .....	11
4.5. Dunes linéaires ou Sifs .....	12
4.6. Dunes pyramidales ou Ghourd .....	12
4.7. Aklé .....	12
4.8. Cordons longitudinaux ou Sand Ridges .....	13
<b>Chapitre II.Présentation de la région d'étude .....</b>	<b>15</b>
1. Présentation du site d'étude .....	16

1.1. Localisation de la région de Touggourt .....	16
2. Climat .....	16
2.1. Températures : .....	17
2.2. Humidité de l'air .....	18
2.3. Précipitation .....	18
2.4. Insolation .....	19
2.5. Evaporation .....	19
2.6. Vents .....	20
2.7. Classification du climat .....	20
3. Géologie .....	22
4. Géomorphologie .....	<b>Erreur ! Signet non défini.</b>
5. Hydrogéologie .....	<b>Erreur ! Signet non défini.</b>
6. Pédologie .....	23
<b>Chapitre III. Matériels et méthodes .....</b>	<b>23</b>
1. Matériel d'étude .....	24
1.1. Choix de la zone d'étude .....	24
1.2. Choix des stations .....	24
1.3. Choix des sites .....	26
2. Méthode d'étude .....	29
2.1. Enquête .....	29
2.2. Synthèse de données .....	30
2.3. Recommandation d'aménagement .....	30
<b>Chapitre IV. Activité agricole et problèmes posés .....</b>	<b>31</b>
1. Nature des exploitations .....	32
1.1. Ages des agriculteurs .....	32
1.2. Systèmes agricoles .....	32
1.2.1. Caractéristiques du système traditionnel .....	32
1.2.2. Caractéristiques du système agricole moderne .....	35
1.3. Types de cultures .....	35
2. Problèmes hydro-édaphiques .....	35
2.1. Irrigation et équipement agricole .....	35
2.2. Fertilisation et problèmes phytosanitaire .....	36
3. Assistance agricole .....	36
<b>Chapitre V. Problèmes éoliens et méthodes de lutte .....</b>	<b>37</b>
1. Problèmes éoliens .....	38
1.1. Impacts des vents sur les sols .....	38



1.2. Impacts des vents sur les cultures .....	40
2. Méthodes de lutte contre l'érosion éolienne .....	42
2.1. Direction des vents dominants .....	43
2.2. Conception de la Tabia .....	44
2.3. Conception du Stoure .....	44
2.4. Conception du brise vent d'arbres .....	44
<b>Conclusion</b> .....	46
<b>Références bibliographiques</b> .....	48
<b>Annexe</b> .....	50

## Liste des figures

N° Figures	Titres	Pages
1	La vitesse du vent en fonction de l'altitude	5
2	Le mode d'entraînement des particules par le vent	6
3	Les Ripple marks ou rides	10
4	Nebka	11
5	Les Barkhanes	11
6	Dunes linéaires ou Sifs	12
7	Dunes pyramide	13
8	Aklé	13
9	Les cordons longitudinaux ou Sand Ridges	14
10	Situation géographique de la ville de Touggourt	16
11	Températures mensuelles moyennes à Touggourt	17
12	Humidités relatives mensuelles moyennes à Touggourt	18
13	Précipitations moyennes mensuelles à Touggourt	18
14	Insolations moyennes mensuelles à Touggourt	19
15	Evaporations mensuelles moyennes à Touggourt	19
16	Vents mensuels moyens à Touggourt	20
17	Diagramme Ombrothermique à Touggourt	20
18	Etage bioclimatique de Touggourt dans le Climagramme d'Emberger	21
19	Image satellitaire de la commune d'EL HADJIRA	24
20	station étudiées	26
21	Agés des agriculteurs à EL HADJIRA	32
22	Systèmes agricole à EL HADJIRA	33
23	Types de cultures à ELH DJIRA	35
24	Modes de luttés contre l'érosion éolienne	43
25	Direction des vents à EL HADJIRA	44
26	Conception et action du brise vent	45

## Liste des tableaux

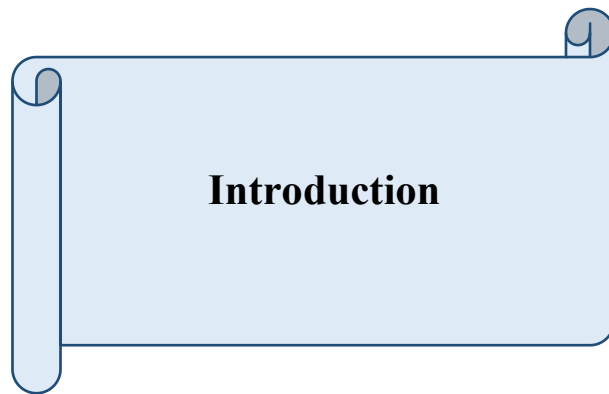
N° tableau	Titre	Page
<b>I</b>	Données climatiques de la région de Touggourt, (2009-2018)	17

## Liste des photos

N° Photos	Titres	Pages
1	Exploitations traditionnelles d'anciennes palmeraies à LAGRAF	27
2	Exploitations modernes de culture maraichère à TAIBINE	27
3	Exploitations modernes à DUBI DUBI de cultures mixtes	28
4	Forme du Ghout à ELHDIRA	34
5	Trou de plantation (A), nettoyage (B), plantation (C) et recouvrement du jabar (D) dans le Ghout à ELHDJIRA	34
6	Blocage des routes à TAIBINE	38
7	Réduction des fertilités à EL HADJIRA	38
8	Destruction des infrastructures obstacles mécanique à TAIBINE	39
9	Destruction des infrastructures réseaux d'irrigation à DUBI-DUBI	39
10	Destruction des serres à DUBI-DUBI	39
11	Jaunissement et flétrissements des feuilles à TAIBINE	40
12	Ensevelissement des cultures à TAIBINE	40
13	Blessure et arrachage à DUBI-DUBI	41
14	Ensablement des palmeraies à LAGRAF	41
15	Tabia à LAGRAF	42
16	Stoure à EL ALIA	42
17	Brise-vent d'arbres à TAIBINE	43

## Liste des abréviations

C .S.F.D	Comité Scientifique Français de la Désertification
F.A.O	Food and Agriculture Organization



## **Introduction**

## **Introduction**

Le mot « climat » est apparu au XII<sup>ème</sup> siècle, ce mot signifie étymologiquement inclinaison mais aussi latitude. Emmanuel DE MARTONNE définit le climat en 1909 dans son traité de géographie physique comme : « l'ensemble de phénomènes qui se tiennent, température, vent, humidité, pluie sont dans une corrélation étroite et donne à chaque pays une physionomie reflétée généralement par la végétation » (ROCHARD *et al.*, 2006).

La surface de la terre émergée est couverte de plus d'un tiers par des écosystèmes classés comme terres arides et semi-arides, ces derniers sont très vulnérables à la surexploitation et à une utilisation inappropriée des terres. Ils peuvent nuire à la productivité des terres (FAO, 1988).

La désertification est un problème mondial qui se classe parmi les plus grands défis environnementaux de notre époque, elle engendre de graves impacts socio-économiques et environnementales : sur la biodiversité écologique floristique et faunistique ainsi que la prolifération de la pauvreté, l'instabilité socio-économique et sur le développement durable et intégral des écosystèmes (FAO, 1988). Cette menace est principalement causée par les activités humaines excessives ainsi que le changement climatique de ce dernier siècle (FAO, 1983).

Les grands mérites de ce dossier thématique de CSFD est de se concentrer sur une des manifestations les plus criantes de la désertification : l'érosion éolienne, nous assistons en ce moment à une augmentation considérable des vents et de la poussière (MAINGUET, 2006). Selon HOUEROU (1968), l'ensablement des surfaces végétalisées, des terres agricoles productives est la dernière manifestation de la désertification, affectant également les agglomérations urbaines, les infrastructures routières, aéroportuaires...etc. Il est le résultat de dépôts éoliens qui sont favorisés par la nature du sol dans lequel le vent enlève les particules fines de la surface de la terre dans les régions désertiques, arides et semi-arides. Par conséquent, un double danger menace le sol de ces zones d'une part de se transformer en un état squelettique après le départ des macroéléments et d'autre part à recouvrir de sable qui empêche son exploitation durable. L'ensablement représente un danger réel lorsqu'ils affectent les enjeux économiques (agriculture et zones rurales), L'ensablement du milieu rural est le déplacement des dunes de sable actives vers les zones rurales et l'accumulation de sable par le vent, et ce phénomène se produit dans son milieu naturel le désert.

D'après MEGHERBI (2015), l'Algérie est un pays avec 83% de sa surface est constituée de sable dans lequel ce phénomène d'ensablement représente un grand danger, à cause des vents, ce dernier paralyse les activités et les infrastructures. Le climat en Algérie est

très différent entre les régions. Il est de type méditerranéen sur toute la frange nord et il devient désertique dès que l'on franchit la chaîne de l'Atlas saharien. Les vents nord apportent des courants froids et humides, et ceux du sud sont beaucoup plus liés à des courants chauds et secs.

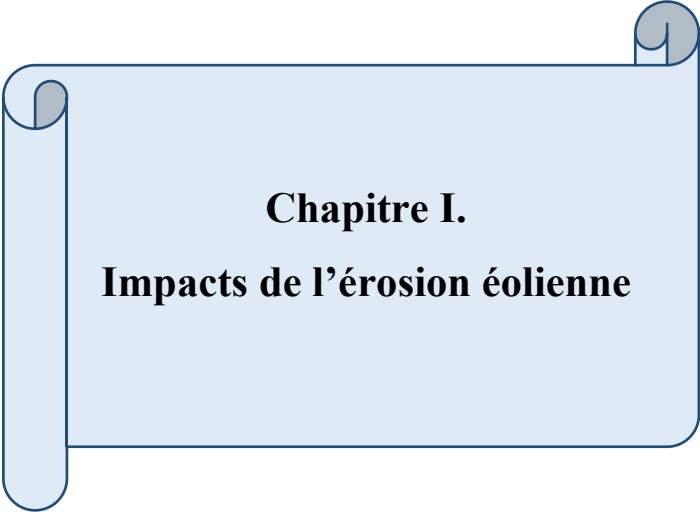
La région de ELHADJIRA est située au Sud algérien. Elle est connue en général par ses palmeraies Bour, non irriguées, cultivées dans un système traditionnel appelé Ghout, patrimoine ancestral, et également une agriculture moderne s'installe dans des nouveaux périmètres agricoles. ELHADJIRA est une région qui souffre d'érosion éolienne. L'action agressive des vents et l'ensablement produisent des dégâts importants sur l'activité agricole, en menaçant son existence. L'angoisse manifestée par les agriculteurs et le manque de travaux sur le problème d'érosion à ELHADJIRA, nous a amenés à étudier ce phénomène pour l'apprécier, l'action des vents sur les sols et l'activité agricole, et également proposer des solutions à ce problème.

Notre travail se propose d'effectuer à travers une enquête sur terrain, auprès des agriculteurs, un diagnostic des actions éoliennes sur l'activité agricole. Il consiste à faire le tour sur l'état de l'activité agricole traditionnelle et moderne à ELHADJIRA, d'évaluer les effets éoliens sur le sol et la végétation, et de recenser les modes de lutte antiérosive traditionnelle. Enfin, détecter les insuffisances et proposer des améliorations de lutte antiérosive adaptées aux normes FAO.

Notre étude comporte trois parties essentielles, à savoir:

- La première partie de notre travail a été consacrée à la synthèse bibliographique, généralités sur l'érosion éolienne, et la présentation de la région d'étude.
- La seconde partie a été réservée aux matériels et méthodes utilisés pour la réalisation de ce travail.
- Quant à la troisième partie, elle est inhérente aux résultats et discussions de notre travail.





**Chapitre I.**  
**Impacts de l'érosion éolienne**

# Chapitre I. Impacts de l'érosion éolienne

## 1. Erosion éolienne

L'érosion éolienne est originale car son outil, le sable, est de très petite taille, si que les chocs entre ces débris et les obstacles qu'ils peuvent rencontrer devraient avoir une incidence faible à l'échelle macroscopique et pourtant, come des plateaux rocheux...etc. (RISE, 2010)

## 2. Causes de l'érosion éolienne

Les principales causes de l'érosion éolienne sont(FAO ,2010):

- Un vent violent soufflant sur de grandes surfaces,
- Une végétation rabougrie ou rare,
- Un sol dégradé, meuble, dénudé et sec.

### 2.1. Facteur vent

Le déplacement des particules du sol est lié à la direction, la vitesse et la durée du vent. Lorsqu'un vent souffle avec plus de fréquence dans une direction privilégiée, on parle de vent dominant. de la hauteur (Fig.1). Un vent ne peut soulever des particules de sable que lorsque sa vitesse, mesurée avec un anémomètre à 30 cm au-dessus du sol, atteint ou dépasse 6 m par seconde. La vitesse du vent est un facteur essentiel, car elle détermine la force d'entraînement durable. Plus cette vitesse augmente, plus la capacité de transport s'accroît. Le second facteur est la taille et la densité des particules de sable. Les particules dont le diamètre avoisine 0,1 mm sont entraînées les premières, tandis que les particules plus grosses ne peuvent être déplacées que par des vents violents (HENIN ,1960).

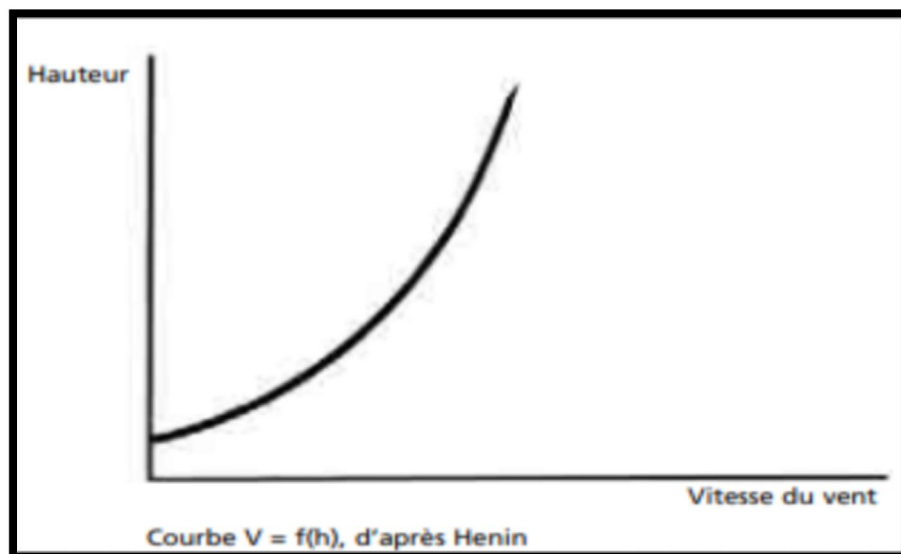


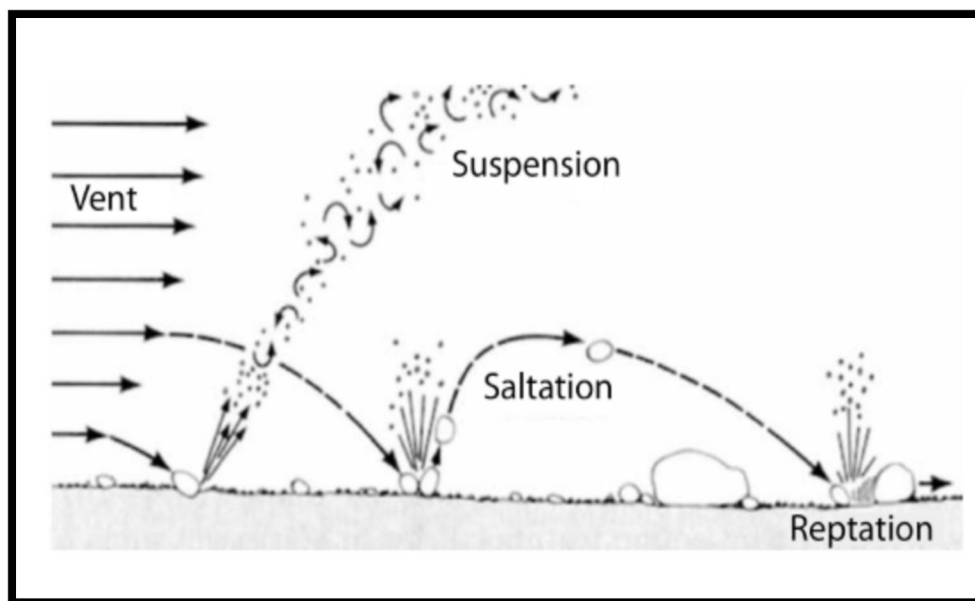
Figure 1. La vitesse du vent en fonction de l'altitude (HENIN ,1960)

### 2.1.1. Mécanismes des mouvements globaux

Nous appelons sable toute particule ou fragment de roche susceptible d'être transporté ou mise en mouvement par le vent. Cette mobilisation se produit généralement à partir d'une vitesse comprise entre 4 et 6 m/s. Selon leur granulométrie, les grains de sable sont fins ou grossiers. La nature géologique de la roche mère donne aux grains des densités et des teintes différentes, la forme des grains dépend elle aussi des frottements qu'elle subit le long de son trajectoire de migration. Sous l'action d'un vent efficace, le sable est mis en mouvement par grains ou en masse(HENIN, 1960).

### 2.1.2. Mécanisme du mouvement par grains

Les grains de sables se déplacent individuellement suivant l'un des trois modes de déplacement de grains par, **saltation**, **reptation** ou **suspension**. La densité, la granulométrie des grains et la vitesse du vent sont les facteurs qui interviennent dans le classement de ces modes de déplacements précités. Grâce à sa granulométrie extrêmement fine, le matériel résultant de ce mode de transport ne peut jamais, à lui seul, provoquer un ensablement menaçant .La nature du mouvement des particules varie selon leur dimension comme le montre(Fig.2) suivante (FAO,1988).



**Figure 2.** Le mode d'entraînement des particules par le vent(MEGHERBI, 2015)

#### 2.1.2.1. Reptation

Les plus grosses particules roulent ou glissent à ras de terre ; c'est le phénomène de reptation. Les grains de sable qui se déplacent de cette façon ont un diamètre compris entre 0,5 et 2 mm, suivant leur densité et la vitesse du vent. Lorsqu'ils commencent à avancer plus difficilement, suite à l'effet de freinage de la masse sableuse, le mécanisme de saltation devient possible (FAO, 2010).

### **2.1.2.2. Saltation**

Les particules du sol de dimension moyenne (de 0,5 à 1,1 mm de diamètre) avancent par bonds successifs, selon un mécanisme appelé saltation. Après avoir sauté, ces particules retombent sous l'effet de la pesanteur ; 90% d'entre elles atteignent une altitude qui ne dépassant pas 30 cm, avec une amplitude au sol comprise en moyenne entre 0,5 et 1 m. Le phénomène de saltation est primordial pour déclencher l'érosion éolienne (FAO, 2010).

### **2.1.2.3. Suspension**

Les particules très fines, d'un diamètre égal ou inférieur à 5 microns, sont projetées en l'air sous forme de poussière par l'impact des grains plus gros. Ces particules restent en suspension et peuvent être entraînées très loin sous forme de nuage de poussière, atteignant souvent 3 000 à 4 000 m d'altitude. (FAO, 2010).

### **2.1.3. Mécanisme de mouvement en masse**

Les particules en mouvement sont le siège d'interactions, dont les principales sont l'effet d'avalanche, le triage et la corrosion.

#### **2.1.3.1. Effets d'avalanche**

C'est la conséquence de la saltation. En retombant, les grains de sable provoquent le déplacement d'une quantité plus importante de particules. Ainsi, plus le phénomène causé par le vent est intense, plus le nombre de particules mises en mouvement augmente, jusqu'à ce qu'un maximum (saturation) soit atteint, où la quantité perdue est égale à la quantité gagnée à chaque instant. La distance nécessaire pour atteindre cette saturation va dépendre de la sensibilité du sol à l'érosion. Ainsi, sur un sol très fragile, elle peut se produire sur une cinquantaine de mètres, et demander plus de 1 000 m sur un sol de bonne cohésion. (FAO,1988).

#### **2.1.3.2. Triage**

Il concerne le déplacement par le vent des particules les plus fines et les plus légères, alors que les plus grosses restent sur place. Cet effet entraîne progressivement l'appauvrissement du sol puisque la matière organique formée d'éléments fins et légers est la première à être emportée (FAO, 1988).

#### **2.1.3.3. Corrosion**

C'est l'attaque mécanique de la surface sur laquelle souffle un vent chargé de sable. Dans les régions arides ou semi-arides, elle est la cause aggravante de l'érosion des sols et se traduit par des stries parallèles ou par un polissage des roches (FAO,1988).

## **2.2. Etat de la végétation**

La végétation maintient la cohésion de la couche superficielle du sol, retient les particules, s'oppose à l'effet d'avalanche et constitue la meilleure protection contre les effets néfastes du vent. C'est pourquoi l'érosion éolienne est à craindre dans les régions arides et semi-arides, où les formations végétales naturelles (arborées, arbustives et herbacées) sont clairsemées, rabougries ou inexistantes, et où la pluviométrie est faible et irrégulière. De plus, l'exploitation irrationnelle de ces formations à croissance lente provoque une dégradation rapide du sol, qui est alors soumis à l'action des vents car il n'est plus protégé. (FAO,2010).

### **2.3. Nature et l'état du sol**

L'érosion éolienne est la conséquence de l'attaque du sol par le vent. Cette érosion se produit si le sol présente les particularités suivantes(FAO, 2010):

- ❖ Il est meuble, sec et finement émiété (à texture grossière, riche en sable fin, pauvre
- ❖ En argile et en matière organique),
- ❖ Il a une surface uniforme, dépourvue d'obstacles naturels ou artificiels,
- ❖ La couverture végétale est rare ou inexistante,
- ❖ Il couvre une zone suffisamment étendue, allongée dans le sens du vent.

Les sols desséchés durant une longue période sont surtout présents dans les zones arides et semi-arides. La sensibilité du sol à l'érosion peut être aggravée par de mauvaises pratiques culturales (défrichement sur des surfaces importantes) ou pastorales (surpâturage avec ameublissement et émiettement du sol) et par des prélèvements abusifs dans les périmètres forestiers, ce qui rend le sol très sensible à l'action du vent (FAO, 2010).

### **2.4. Origine du sable**

D'après FAO (2010), lorsque le sable est apporté par des courants marins et que son accumulation sur le rivage est importante, il forme des dunes littorales. S'il provient de l'intérieur des terres, il forme des dunes continentales. Dans ce cas, le sable peut être allochtone (d'origine lointaine), avec un diamètre des particules inférieur à 0,05 mm, ou autochtone (d'origine locale), pouvant provenir de la décomposition des roches (grès) de montagne, de la désagrégation de sols alluvionnaires suite à la disparition du couvert végétal, ou des limons charriés par les oueds en raison d'une érosion hydrique de leurs bassins versants. L'ensablement a longtemps été considéré en Mauritanie comme la conséquence des apports d'origine lointaine ou locale. Cependant, selon Raunet (1985 in FAO ,2010) et Khatteli (1989 in FAO ,2010),les apports allochtones seraient insignifiants par rapport aux apports autochtones.

## **3. Effet d'érosion éolienne**

### 3.1. Effet sur le sol

Le vent entraîne en premier lieu les parties fines du sol, c'est-à-dire le limon, le sable fin et la matière organique. Il détériore ainsi la structure du sol, qui devient plus sableuse, donc plus sensible à son action, et il diminue sa capacité de rétention d'eau.

La coloration du sol passe du gris au blanc puis au rouge, au fur et à mesure de son décapage. De petites buttes se créent autour de la végétation ligneuse et herbacée, rendant ainsi le terrain accidenté.

Le sol devient progressivement impropre à la culture (FAO, 2010).

### 3.2. Effet sur la végétation

L'action du vent sur la végétation est à la fois mécanique et physiologique, comme suit (FAO, 2010):

1. **Effets mécaniques** : Les particules de sol transportées heurtent les tiges et les feuilles avec force, entraînant l'abrasion de leurs tissus. Dans les zones où les particules sont prélevées, les racines se déchaussent et la végétation risque d'être déracinée. Dans les zones où elles sont déposées, la végétation est progressivement ensevelie.
2. **Effets physiologique** : Le vent augmente l'évaporation et dessèche les plantes, principalement pendant la saison sèche. Le pouvoir évaporant de l'air est proportionnel à la racine carrée de la vitesse du vent. De plus, la capacité de rétention d'eau du sol diminuée et conduit à un déficit hydrique. La masse d'air sec ambiant ou en mouvement a tendance à absorber toute l'humidité et à creuser le déficit de saturation. C'est ce déficit qui modèle le plus la végétation locale, car cette dernière doit s'adapter au manque d'eau sévère.

## 4. Principales formes d'accumulation des sables

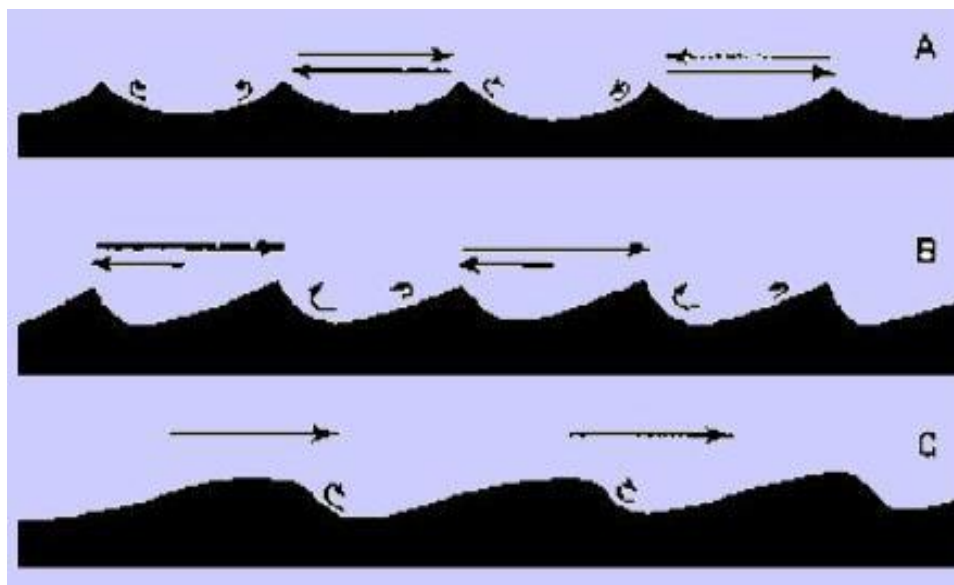
Formes l'ensablement il y a ensablement lorsque les grains de sable sont transportés par les vents et s'accumulent sur le littoral, au bord des cours d'eau et sur des terres cultivées ou incultes. En se déplaçant, les accumulations de sable (dunes) ensevelissent les villages, routes, oasis, cultures, jardins maraîchers, canaux d'irrigation et barrages, entraînant ainsi des dégâts matériels et socioéconomiques très importants. Des programmes de lutte contre la désertification doivent alors être mis en œuvre pour endiguer la gravité de cette situation (BERTE, 1988),

Plusieurs formes sont les résultats de ce phénomène d'ensablement sous géométries et aspects divers de dunes en fonction de la direction des vents dominants. Il existe deux groupes de dunes à savoir des dunes de transites et d'accumulation. Le premier groupe existe dans les régions de vents monodirectionnels, avec plusieurs types comme les dunes d'accumulation,

en zone de vents pluridirections comme les Ripples marks ou rides, les voiles sableux ou éoliens, la Nebka, le Barkhane, les dunes linéaires ou Sifs, l'Aklé et les cordons longitudinaux ou Sand Ridges. Le second groupe existe dans les régions de vents pluridirectionnels, avec comme exemple les dunes pyramidales ou Ghourd et les dunes complexes ou Erg,

#### 4.1. Ripples marks ou rides

Ce sont des rides transversales qu'on rencontre sur les dunes (Fig.3). Ces micro ondulations de quelques centimètres de hauteur sont disposées perpendiculairement direction du vent qui a été à leur origine (MEGHERBI,2015).



A : Symétriques

B : Dissymétriques

C : Rides de courant

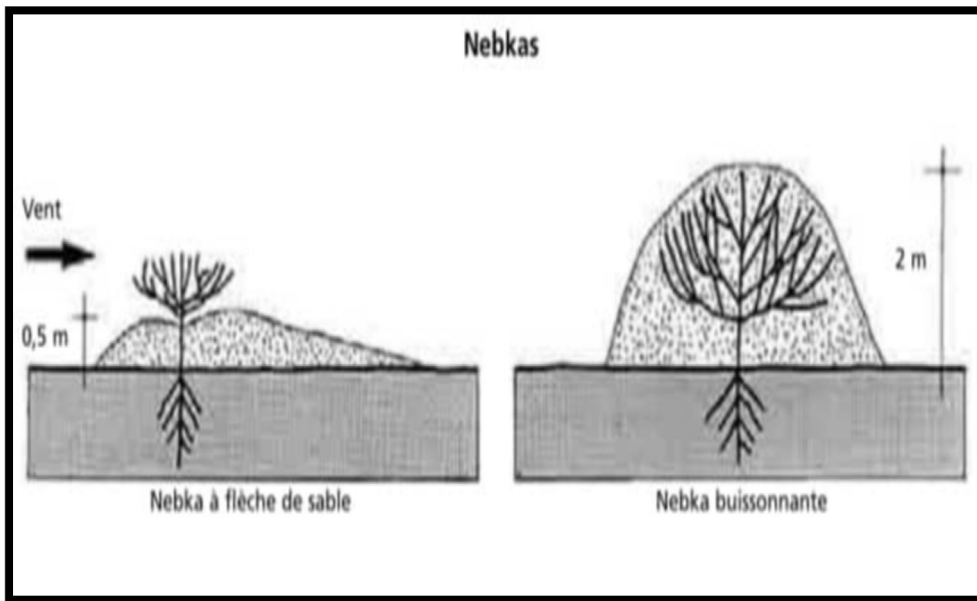
Figure 3. Les Ripples marks ou rides(GUILCHER, 1979)

#### 4.2. Voiles sableux ou éoliens

Qui est un saupoudrage diffus des grains de sable à la surface du sol. Les surfaces très rugueuses ou couvertes de végétation et les pentes sont les lieux privilégiés de formation des voiles sableux. Ce type d'accumulation éolienne est à l'origine de l'ensablement superficiel et prend de l'extension suite aux défrichements, au surpâturage ; le mode de culture et le type de spéculacion sont également des facteurs accélérateurs du voiles sablonneux (MEGHERBI ,2015).

#### 4.3. Nebka

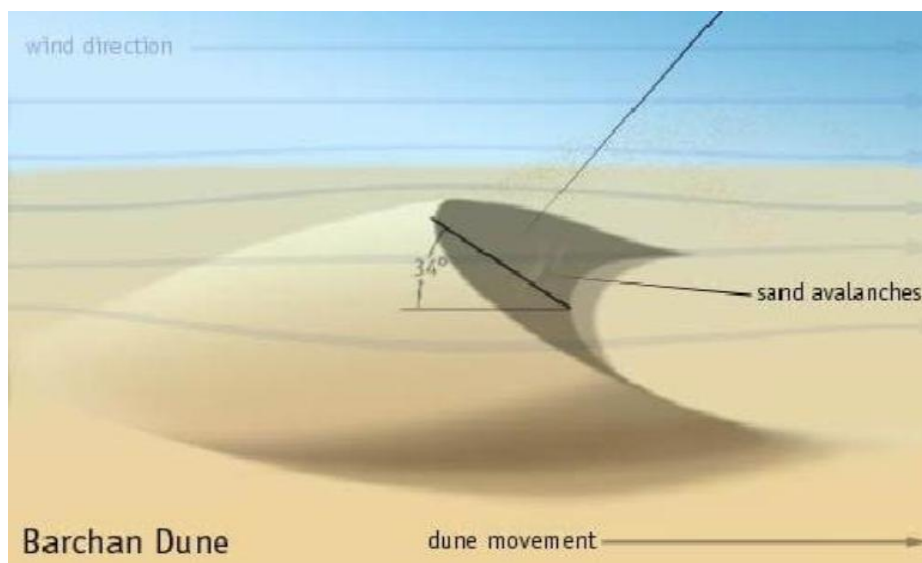
C'est un dépôt sableux induit par un obstacle (végétal, rocheux,) se trouvant sur la trajectoire des particules sableuses en mouvement(Fig.4). La taille de nebka est de quelques décimètres de hauteur et de 1 à 4 m de long. En général, l'édification de nebka se fait rapidement en quelques jours de vent fort de direction constante (MEGHERBI ,2015).



**Figure 4.** Nebka (FAO, 2010)

#### 4.4. Barkhanes

La barkhane est définie comme un édifice éolien ayant la forme d'un croissant, à concavité sous le vent possédant un versant raide d'éboulement suivi d'une aire de déflation (Fig.5). C'est une forme d'accumulation sableuse liée à un régime de vent suffisamment stable et qui est par conséquent très mobile. La barkhane constitue un excellent véhicule de transport de sable qui migre dans sa totalité suivant la direction du vent, sa taille est très variable et sa dynamique reste la même jusqu'à un certain seuil de taille qui l'empêche d'émigrer en totalité (BENSAID,2006).



**Figure5.** Les Barkhanes (MEGHERBI ,2015)



#### 4.5. Dunes linéaires ou Sifs

Les dunes linéaires sont des accumulations de sable, de forme allongée, étirées sur toute la longueur comme une épée (appelée Sif en arabe) (Fig. 6). La longueur est toujours de huit à dix fois plus importante que la largeur. En moyenne, ces dunes ont de 1 à 2 km de longueur et de 50 à 200 m de largeur. Elles sont parfois réunies, et leurs formations peuvent mesurer de 20 à 40 km de longueur. Ce type d'accumulation éolienne se produit dans un environnement aride parcouru par deux vents dominants de direction différente (nord-est et sud-ouest, par exemple) ou par un seul vent dominant dont les écoulements d'air ont été divisés par des irrégularités topographiques. La direction de ces dunes est oblique par rapport à la résultante des vents dominants. Le mouvement d'une dune linéaire se fait par allongement, au fur et à mesure des nouveaux apports de sable par le vent. (BERTE,2010).

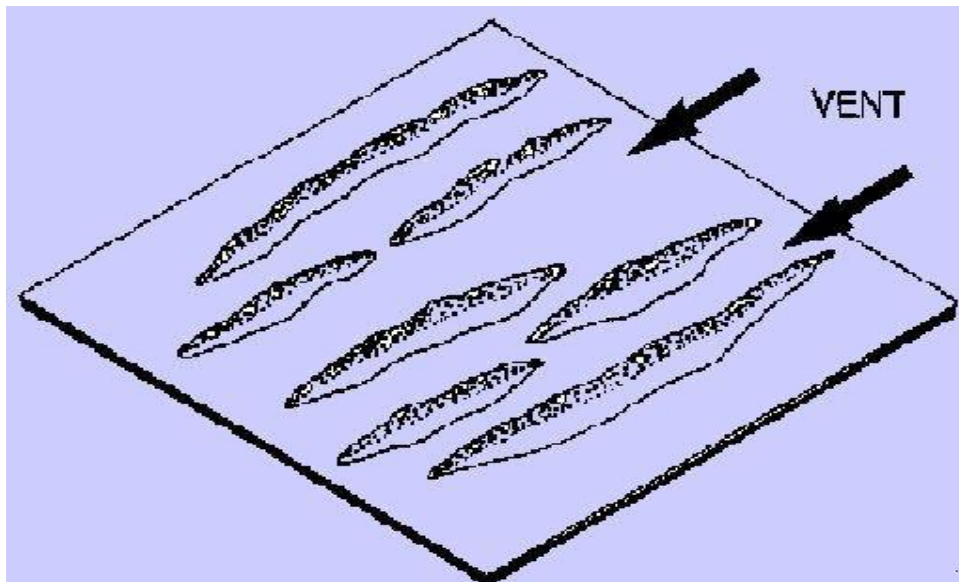


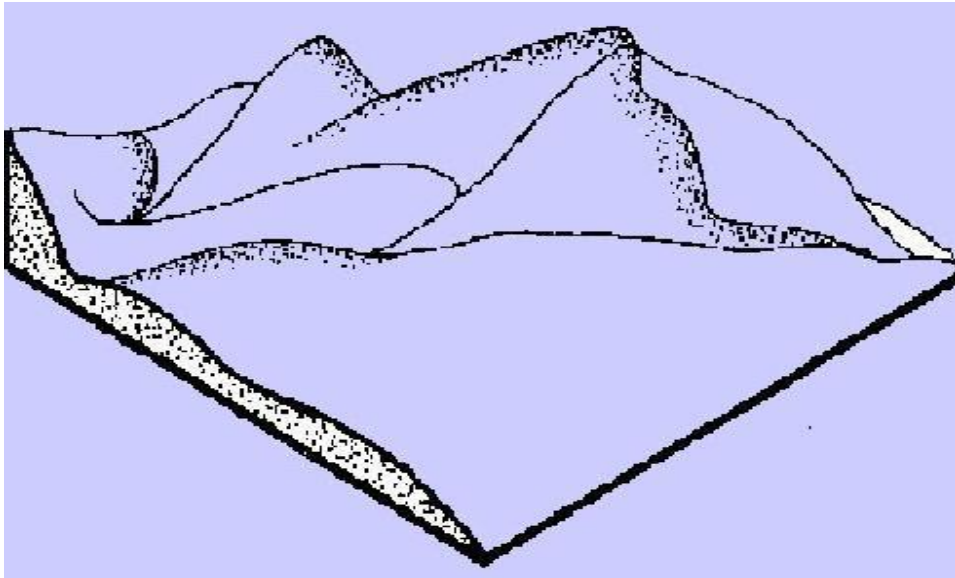
Figure6, Dunes linéaires ou Sifs (FAO, 2010)

#### 4.6. Dunes pyramidales ou Ghourd

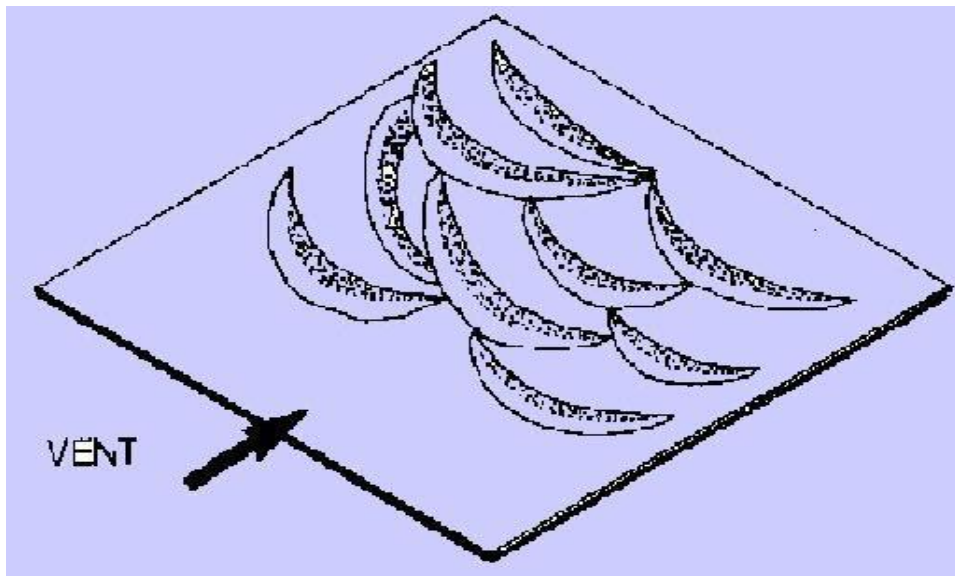
Selon BERTE (2010) ce sont des collines de sable souvent en forme de pyramide (Fig.7) étoilée avec trois ou plusieurs bras s'étalant à partir d'un sommet qui peut atteindre jusqu'à 300 m de hauteur. Elles naissent à la convergence de plusieurs flux éoliens et sont pratiquement stables et immobiles. Elles deviennent donc des sources de sable qui peuvent donner naissance à des barkhanes ou à des dunes linéaires.

#### 4.7. Aklé

Ce type de formation (Fig.8) est un assemblage complexe de dunes qui se chevauchent. (BERTE, 2010).



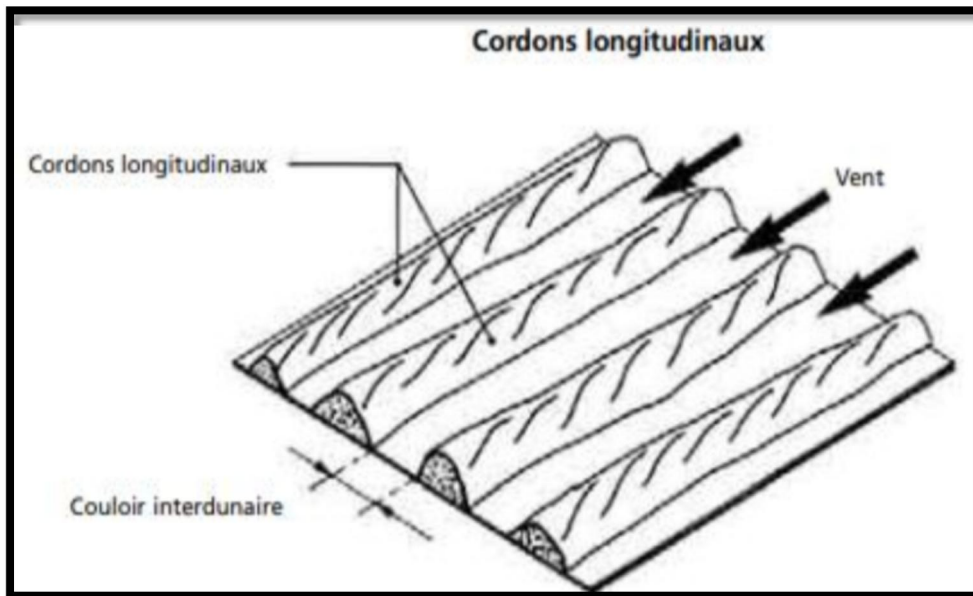
**Figure7.** Dunespyramide (MEGHERBI ,2015)



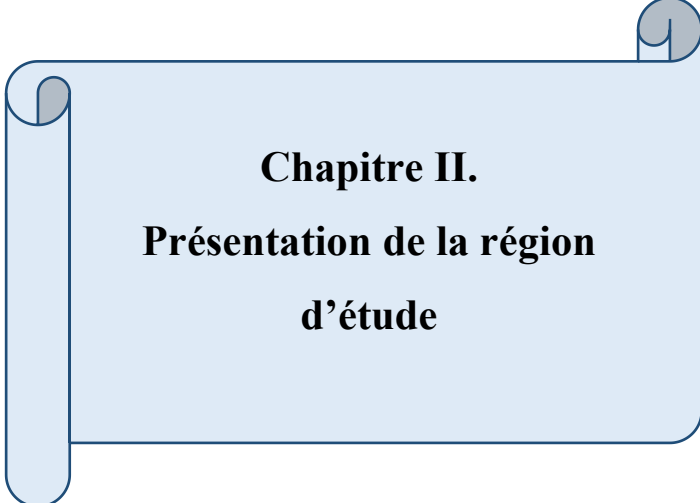
**Figure8.** Aklé(MEGHERBI ,2015)

#### **4.8. Cordons longitudinaux ou Sand Ridges**

Ces cordons sont des monticules sableux larges et volumineux, de forme longitudinale, situés côte à côte et séparés par des couloirs de déflation (Fig.9). Ils sont plus ou moins stables et peu mobiles. Ils s'alignent dans la direction des vents dominants, contrairement aux dunes linéaires, qui sont obliques par rapport à la direction résultante annuelle. La déstabilisation de ces cordons est liée à la disparition du couvert ligneux et herbacé avec des cordons orientés nord-est sud-ouest. (BERTE, 2010).



**Figure9.** Les cordons longitudinaux ou Sand Ridges(FAO, 1988)



**Chapitre II.**  
**Présentation de la région**  
**d'étude**

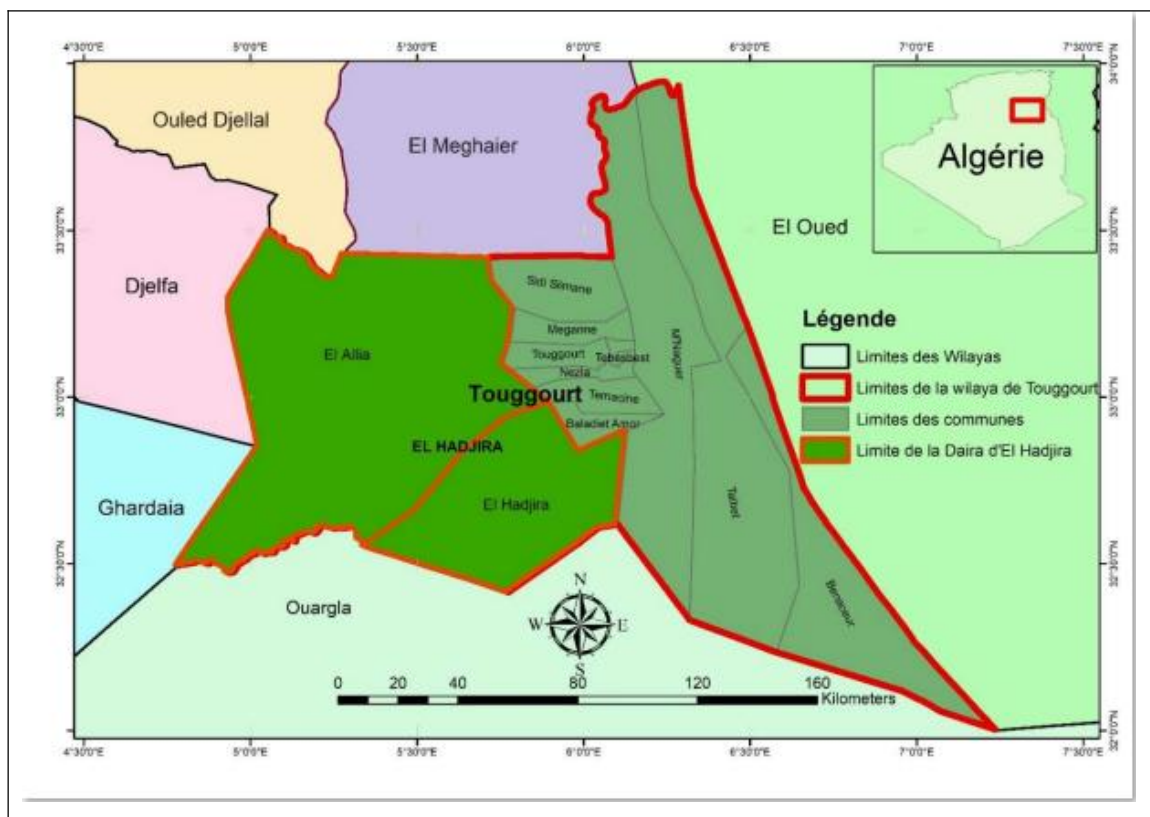
## Chapitre II. Présentation de la région d'étude

### 1. Présentation du site d'étude

#### 1.1. Localisation de la région de Touggourt

Touggourt, historiquement capitale de l'oued Righ, chef-lieu de commune et de daïra, la ville détient indéniable vocation de pôle régionale et de centre de transit. Positionnement géographique : géographiquement, Touggourt est située à 33°16' de latitude Elle est à (GHATAS ,2009) :

- 160 km d'Ouargla, chef-lieu de wilaya ;
- 160 km de Hassi Messaoud ;
- 220 km de Biskra ;
- 450 km de Constantine ;



**Figure 10.** Situation géographique de la ville de Touggourt ( GOOGLE MAPS , 2023)

### 2. Climat

Pour une meilleure caractérisation du climat de la région de Touggourt, nous avons utilisés les données de la station météorologique la plus proche, se rapportant à une période de dix ans de 2009 à 2018 (Tabl. I).

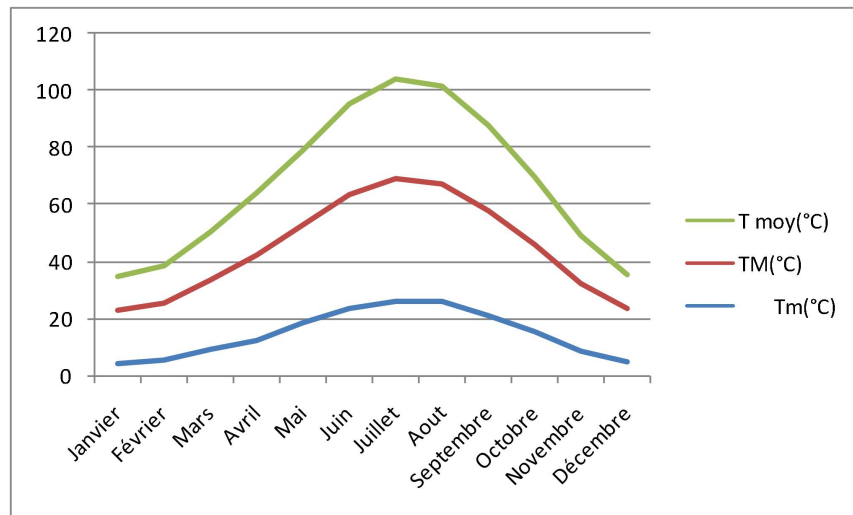
**Tableau I.** Données climatiques de la région de Touggourtentre 2009 et 2018(ONM, 2023)

Mois	T m. (°C)	T M. (°C)	Tmoy. (°C)	Hr (%)	P (mm)	Ins (h)	E (mm)	V (Km/h)
Janvier	3,93	19,20	11,56	61,09	10,98	253,66	107,29	8,63
Février	5,47	19,98	12,72	54,76	5,85	238,21	137,24	9,82
Mars	8,96	24,56	16,76	49,03	7,21	264,71	176,20	10,21
Avril	12,42	30,01	21,21	46,18	9,90	291,88	212,94	10,52
Mai	18,25	34,54	26,39	41,06	2,41	331,02	251,60	10,36
Juin	23,78	39,64	31,71	35,45	0,17	323,62	293,49	9,57
Juillet	26,01	43,17	34,59	32,00	0,00	362,07	356,50	9,25
Aout	25,77	41,70	33,73	36,96	1,39	343,98	313,19	9,23
Septembre	21,27	36,96	29,11	45,88	6,02	279,08	234,17	9,11
Octobre	15,20	31,00	23,10	49,17	0,78	288,25	187,17	7,91
Novembre	8,28	24,34	16,31	57,01	6,07	250,33	136,24	8,04
Décembre	4,31	19,34	11,82	60,68	2,80	242,02	92,35	7,21
Moyenne annuelle	14,47	30,37	22,41	47,43	53,58*	3468.83*	2498,38*	9,15

\* Cumul

**2.1. Températures :**

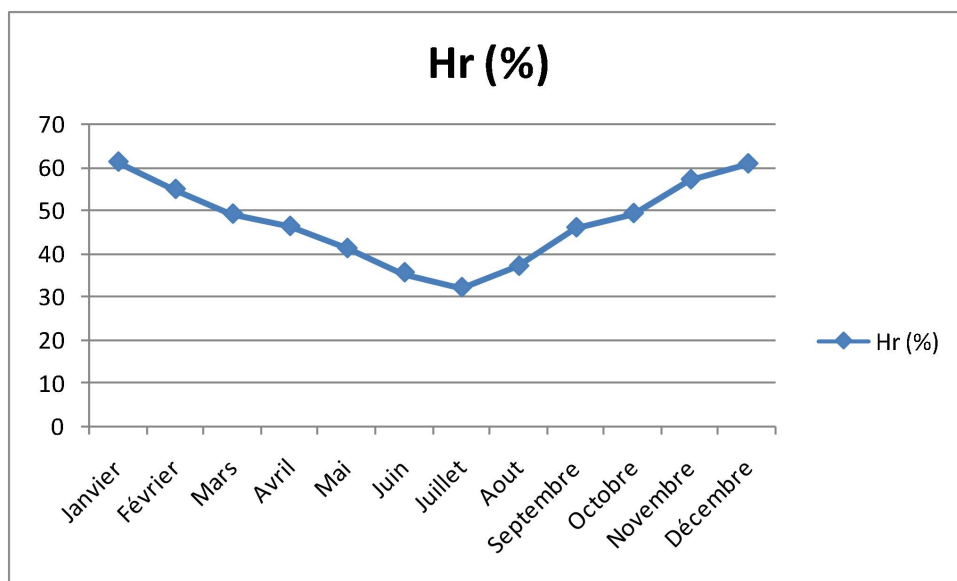
La température moyenne annuelle dans la région de Touggourt est de 22,41 °C avec un maximum de 34,59 °C en Juillet pour le mois le plus chaud et un minimum de 11,56 °C en Janvier qui est le mois le plus froid(Tabl.I et Fig. 11). Concernant la température maximale, la valeur la plus importante est atteinte aussi en juillet avec 43,17 °C tandis que la température minimale du mois le plus froid (janvier) est égale à 3.93 °C.



**Figure 11.** Températures mensuelles moyennes à Touggourt (2009-2018)

## 2.2. Humidité de l'air

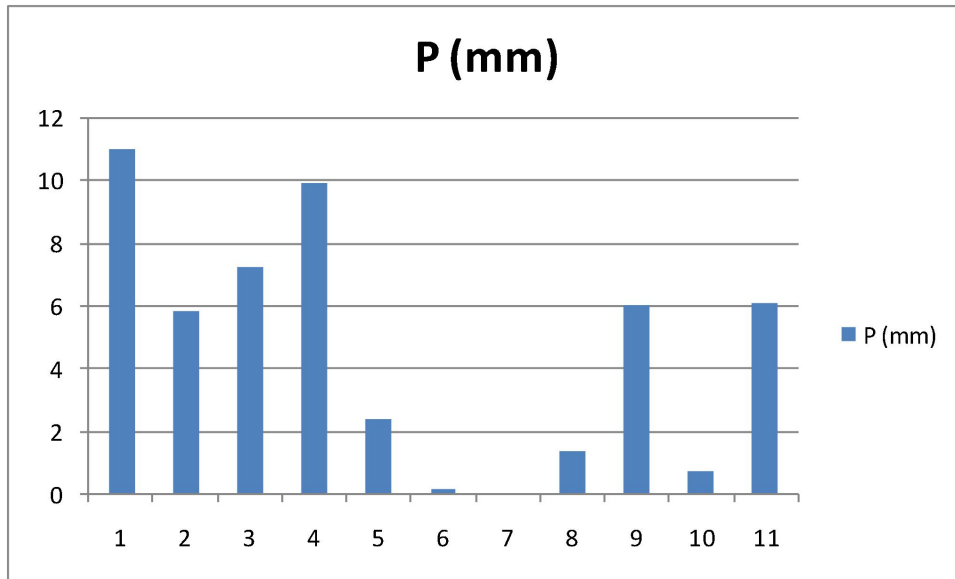
L'humidité relative de l'air est faible, elle est de l'ordre de 32% en juillet, atteignant un maximum de 61,09% au mois de Janvier et une moyenne annuelle 47.43% (Tabl.I et Fig.12).



**Figure 12.** Humidités relatives mensuelles moyennes à Touggourt (2009-2018)

## 2.3. Précipitation

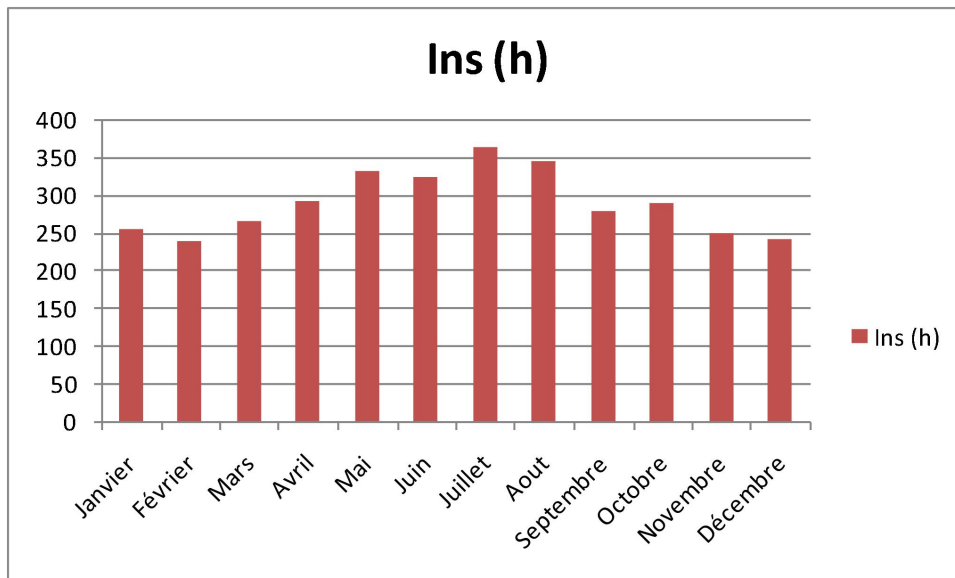
Les précipitations sont très rares et irrégulières. Le cumul annuel des précipitations dans la région d'étude est de 53,58mm avec une valeur maximale de 10,98 mm au mois de Janvier et une valeur minimale mois de Juillet (Tabl. I et Fig.13).



**Figure 13.** Précipitations moyennes mensuelles à Touggourt (2009-2018).

#### 2.4. Insolation

L'insolation est considérable à Touggourt, avec un maximum de 362,07 heures en juillet et un minimum de 238,21 heures en Février. La durée d'insolation annuelle est de 3468,83 heures (Tab 1. I et Fig.14).

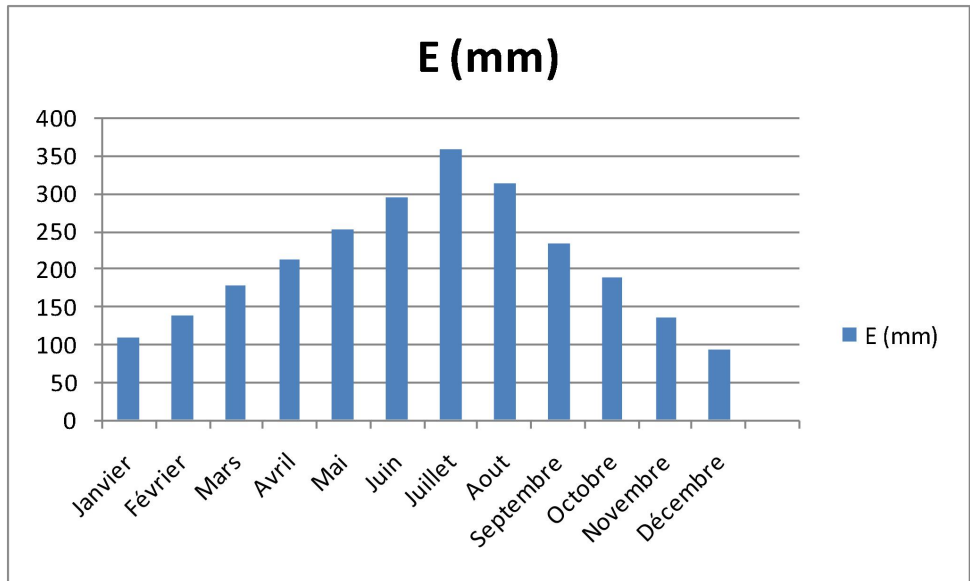


**Figure 14.** Insulations moyennes mensuelles à Touggourt (2009-2018).

#### 2.5. Evaporation

L'évaporation est très importante surtout lorsqu'elle est renforcée par les vents chauds. Le cumul est de l'ordre de 2498,38 mm/an avec un maximum mensuel de 356,50 mm au mois de juillet et un minimum de 92,35 mm au mois de Décembre (Tabl. I et Fig.15).

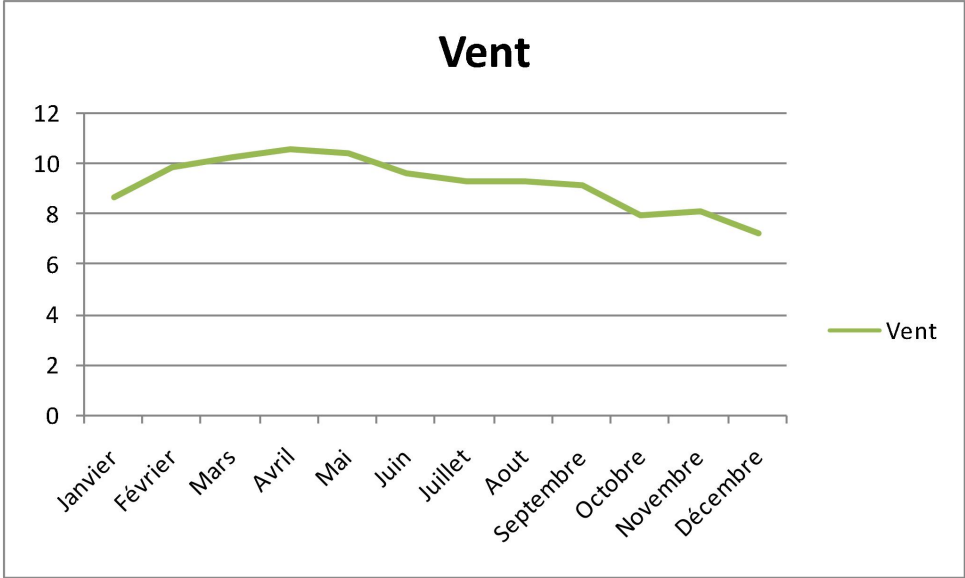




**Figure 15.** Evaporations mensuelles moyennes à Touggourt (2009-2018)

**2.6. Vents**

Les données météorologiques montrent que la valeur maximale de la vitesse du vent est de 10,52 Km/h pour le mois d’Avril et que la valeur minimale est de 7,21 km/h pour le mois de Décembre (Tab 1 .I et Fig.16). Ces vitesses compris entre 2 et 2,9 m/s classe la région de Touggourt en zone sans érosion éolienne selon les normes F.A.O (2010) où pour une région d’érosion éolienne les vents doivent être supérieur ou égale à 4 m/s en sol nu et à 7 m/s en sol de végétation.



**Figure16.** Vents

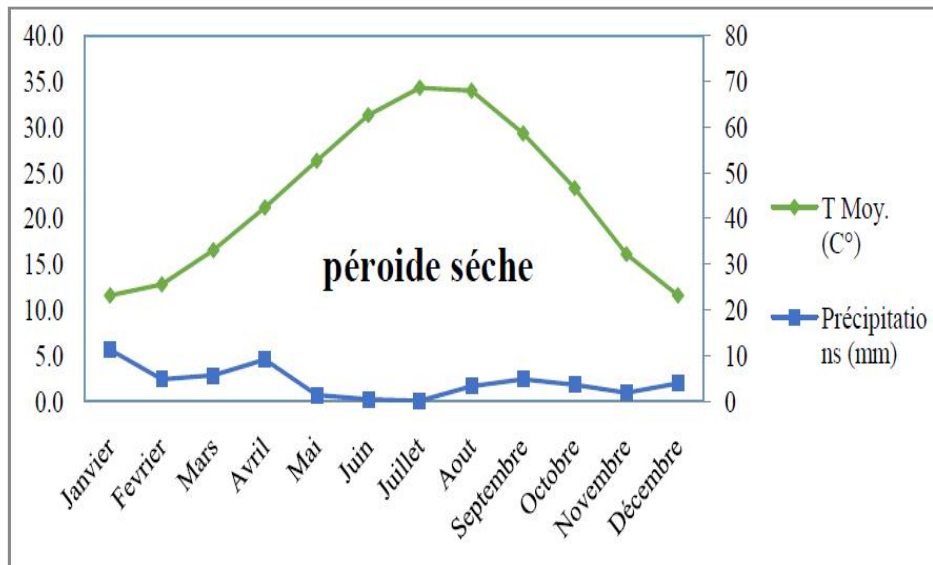
mensuels moyens à Touggourt (2009-2018)

**2.7. Classification du climat**

**2.7.1. Diagramme Ombrothermique de GAUSSEN et BAGNOULS**

Le diagramme ombrothermique de Gausсен de la région de Touggourt entre 2009 et

2018, nous renseigne qu'il existe une seule période sèche qui s'étale durant toute l'année(Fig.17).



**Figure 17.**Diagramme Ombrothermique à Touggourt (2009 -2018)

### 2.7.2. Climagramme d'Emberger

Pour classer le climat de la région nous avons utilisé le Climagramme d'EMBERGER. Il permet de connaître l'étage bioclimatique de la région d'étude. On reporte en abscisses la moyenne des minimas du mois le plus froid et en ordonnées le quotient pluviométrique d'EMBERGER. Nous avons utilisé la formule de STEWART (1969) adaptée pour l'Algérie et qui se présente comme suit :

$$Q3 = 3.43 P / (M - m)$$

où :

P : Pluviométrie moyenne en (mm) (53.58 mm).

M : Moyenne des maximas du mois le plus chaud en °C (43,17°C).

m : Moyenne des minimas du mois le plus froid en °C (3,93°C).

La région de Touggourt est classée dans un étage bioclimatique saharien à hiver doux avec  $Q3=4.68$  (Fig.18).

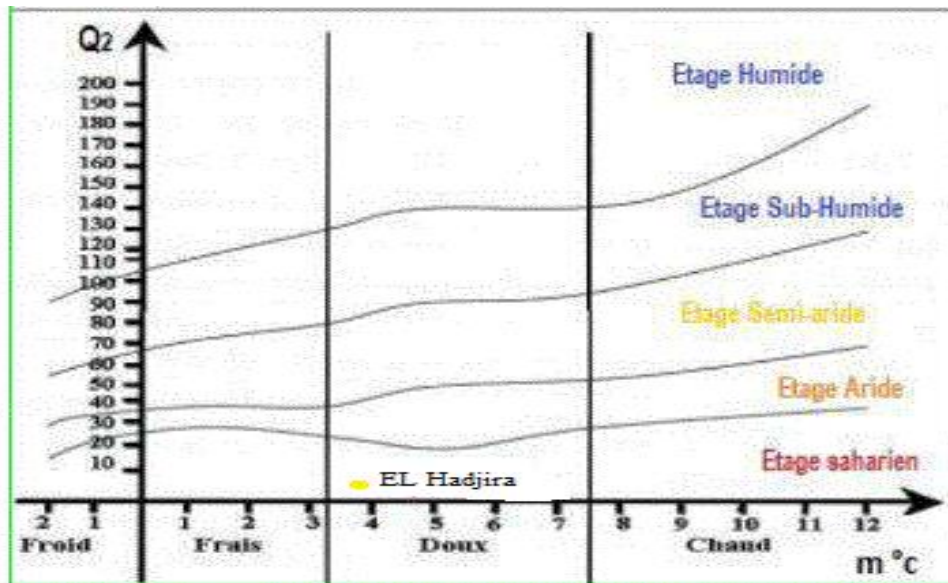


Figure 18. Etage bioclimatique de Touggourt dans le Climagramme d'Emberger

### 3. Géologie

El Hadjira fait partie de la zone désertique, car elle est située dans la partie orientale

du désert algérien et se compose de cinq groupes de base d'affleurements, à savoir : Quaternaire Indifférencié, Mio-Pliocène, Plio-Quaternaire, Sénonien et Eocène .

- **Pontien : (mp)**

Ce continental terminal est localement équivalent au Miocène continental antépontien. Ce dépôt est connu au nom du Mio-Pliocène. Ce sont des formations détritiques récentes qui ont comblé les dépressions de l'Atlas saharien, après les grands mouvements orogéniques du milieu du Tertiaire et la surrection de l'Atlas, et qui s'étendent largement au Sud, sont rattachées au Miocène supérieur et au Pliocène, sans qu'il y ait des produits d'altérations superficielles, rubéfiés (argile et terre argilo-sableuses plus ou moins mêlées de fragments anguleux, des intercalations de grès, de sables et de conglomérats hétérométriques) que l'on ne saurait assimiler à des galets fluviaux (S.C.G, 1939) . Pour l'on puisse établir une discrimination exacte. Ce sont, en majeure partie

**Pliocène**

- **continental : (pc)**

Constitue tout le reste des terrains tertiaire. Ce sont des dépôts lacustres à forts étendus, formé de calcaire blanchâtre qui correspond à une carapace hamadienne plus moins continus, plus ou moins épaisse.

D'une manière générale, cette formation calcaire, avec phénomènes superficiels de corrosion et de décalcification, s'étend principalement dans la région des Dayas. Elle occupe aussi de larges surfaces dans le Sahara septentrional (S.C.G, 1939 ; Flandrin, 1952).

- **Quaternaire continental : (qt)**

Ces formations sédimentaires, spécifiquement sahariennes, sont des alluvions quaternaires fluviales qui ne se trouvent pas exclusivement dans les vallées de ruissellement, mais elles remplissent aussi de grandes aires déprimées dans les chaînes plissées de l'Atlas saharien (S.C.G, 1939).

### 3. Géomorphologie

Sur le plan morphologique la cuvette d'Ouargla correspond à la basse vallée fossile de l'oued M'ya qui descend en pente douce (1 ‰) du plateau de Tademaït et se termine à 20 km au nord d'Ouargla. La vallée atteint alors près de 30 km de large. D'ouest en est (Fig.6) on distingue quatre ensembles géomorphologiques **Plateau, Glacis, Chott et la sebkha et Dunes** .

La région d'EL HADJIRA dans son cadre régional se situe dans la partie Nord-est de la région d'Oued M'ya qui trouve dans le bassin du Sahara orientale de l'Algérie (Bas –Sahara), qui appartient à la plate forme saharienne(HAMDI-AISSA et GIRARD, 2000).

### 5. Hydrogéologie

Selon Haddane et all (2016) les études géologiques et hydrogéologiques ont permis de mettre en évidence existence de plusieurs réservoirs aquifères d' importance bien distincte de part leur constitution lithologique, leur structure géologique et les facilités d' exploitation qu' ils présentent. Ces aquifères sont de haut en bas :

Nappe phréatique du Quaternaire

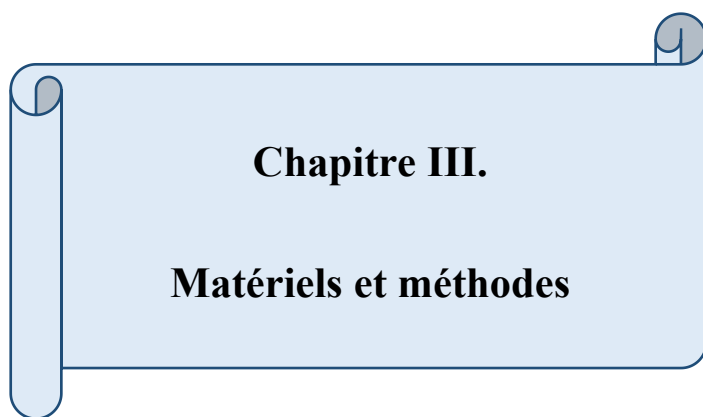
Nappe des sables du Mio-Pliocène

Nappe des calcaires de l'Eocène inférieur et de Sénonien

Nappe des grés du Continental Intercalaire.

### 6. Pédologie

Les sols sont d'origine allu-colluviale à partir du niveau quaternaire ancien, encroûtés essentiellement à la surface par des apports éoliens sableux. Ce sont des sols généralement meubles et bien aérés en surface, en majorité salés ou très sales. L'influence de la nappe phréatique est déterminante, et on observe parfois un horizon hydromorphe ou un encroûtement gypso-calcaire. La salure est de type sulfato-calcique dans les sols les moins salés ( $EC < 6 \text{ mhos/cm}$ ) et du type chloruro-sodique pour les sols les plus salés. Les sols sont généralement pauvres en matière organique, et à une trop rapide minéralisation (DJERBI,1994).



## **Chapitre III.**

### **Matériels et méthodes**

## Chapitre III. Matériels et méthodes

### 1. Matériel d'étude

#### 1.1. Choix de la zone d'étude

Dans le cadre de ce travail, nous avons étudié le diagnostic éolien des sols agricole à ELHADJIRA à cause des vents forts et leurs effets d'ensablement observés au niveau des anciennes palmeraies et des périmètres de mise en valeur. Aussi, à cause du manque d'étude dans cette zone sur le problème de l'érosion éolienne.

Selon le service administratif de la commune, la région d'EL HADJIRA est située à 100 Km au Nord de la wilaya de TOUGGOURT, son territoire s'étend entre les latitudes Nord  $32^{\circ}25'$ - $32^{\circ}59'$  et longitude Est  $05^{\circ}20'$  –  $07^{\circ}$ , sur une superficie de 9114.49 km<sup>2</sup> Elle limitée (Fig.19) :

- ❖ Au Nord par BLIDAT OMAR et TAMASSINE
- ❖ Au Sud par N'GOUSSA et HASSI BEN ABD ALLAH
- ❖ À l'Est par EL MANGUER
- ❖ À l'Ouest par EL ALIA.

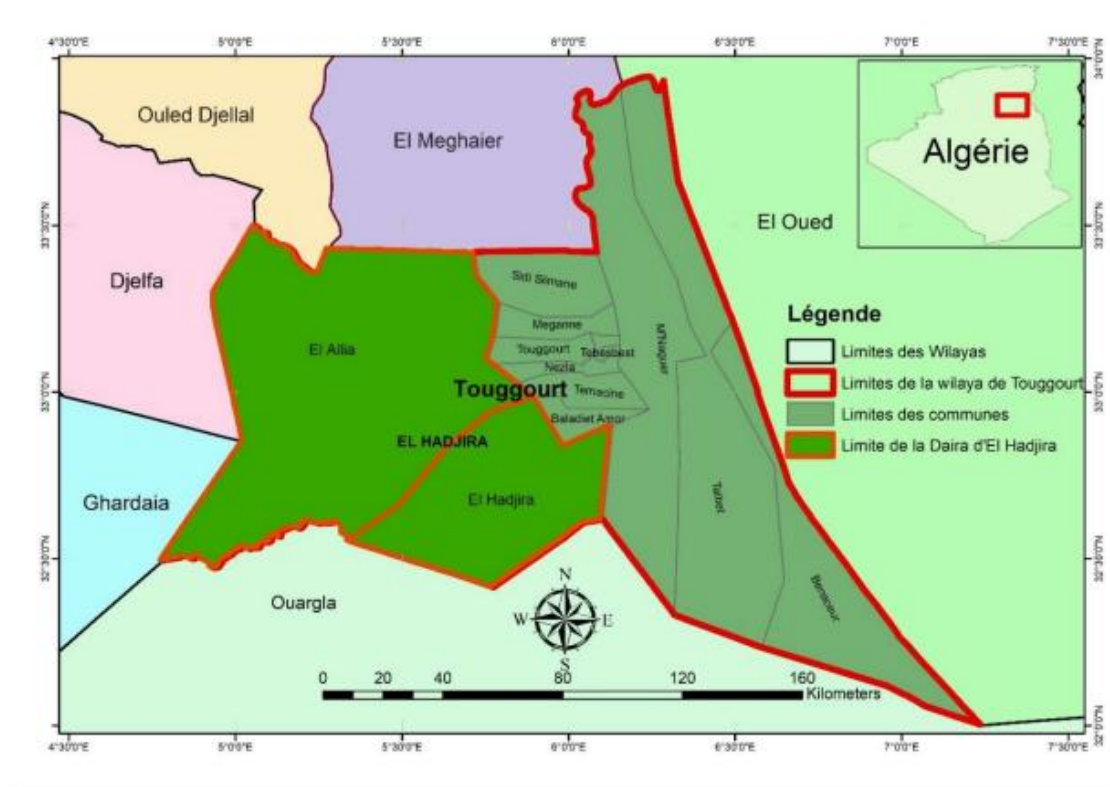


Figure19. Image satellitaire d'EL HADJIRA (telli, 2022).

#### 1.2. Choix des stations

Nous avons choisi sept stations dans la commune d'EL HADJIRA qui présentent selon les agriculteurs des problèmes d'érosion éolienne, à savoir (Fig .20) :

- ❖ **Station 1** : au niveau de la localité traditionnelle (ancienne palmeraie) de LAGRAF. Elle est située à 7 km à l'Ouest du centre de la commune, avec les coordonnées de latitude et longitude respectivement 32° 37'12.54" Nord et 05° 35'53.14" Est.
- ❖ **Station 2** : au niveau de la localité traditionnelle (ancienne palmeraie) d'EL HADJIRA. Elle est située au centre de la commune, avec les coordonnées de latitude et longitude respectivement 32° 36' 46.96" Nord et 05° 30'54.72" Est.
- ❖ **Station 3** : au niveau de la localité traditionnelle (ancienne palmeraie) d'EL MIR. Elle est située à 5 km au Nord du centre commun, avec les coordonnées de latitude et longitude respectivement 32° 38' 47.977" Nord et 05° 31'01.99" Est.
- ❖ **Station 4** : au niveau de la localité moderne (périmètres de mise en valeur) d'EL TAIBINE. Elle est située à 8 km au Nord-Ouest du centre du commun, avec les coordonnées de latitude et longitude respectivement 32° 39' 03.41" Nord et 05° 27'21.15" Est.
- ❖ **Station 5** : au niveau de la localité traditionnelle (ancienne palmeraie) de MHADA. Elle est située à 07 km au Sud-Ouest du centre du commun, avec les coordonnées de latitude et longitude respectivement 32° 36' 35.84" Nord et 05° 29'27.67 Est.
- ❖ **Station 6** : au niveau de la localité moderne (périmètres de mise en valeur) de DUBI-DUBI. Elle est située à 14 km au Sud-Ouest du centre du commun, avec les coordonnées de latitude et longitude respectivement 32° 36' 51.98" Nord et 05° 27' 41.38 " Est.
- ❖ **Station 7** : au niveau de la localité moderne (périmètres de mise en valeur) d'EL ALIA. Elle est située à 14 km au Nord-Ouest du daïra d'EL HADJIRA , avec les coordonnées de latitude et longitude respectivement 32° 36' 51.98" Nord et 05° 27' 41.38 " Est.



**Figure 20.** Stations étudiées à EL HADJIRA (GOOGLE EARTH, 2023)

### 1.3. Choix des sites

Nous avons choisi 65 sites dans l'ensemble des stations d'EL HADJIRA qui présentent des exploitations traditionnelles d'anciennes palmeraies (Photo.1), modernes de terrains de mise en valeur culture en maraichère (Photo .2) ou en cultures mixtes, maraichère-palmier dattier (Photo.3).

Le nombre de site par station est égal à 10 sauf pour la station d'EL ALIA où nous avons étudié seulement 5 sites, car nous avons rencontré un refus de coopération auprès des agriculteurs de cette localité.





**Photo 1.** Exploitations traditionnelles d'anciennes palmeraies à LAGRAF



**Photo 2.** Exploitations modernes de culture maraichère à TAIBINE



**Photo 3.**Exploitations modernes à DUBI DUBI de cultures mixtes

## 2. Méthode d'étude

L'approche méthodologique adoptée dans notre étude consiste à effectuer un diagnostic d'érosion éolienne sur terrain pour apprécier les problèmes de dégradation érosifs produit par les vents dans les anciennes palmeraies et les périmètres de mise en valeur. Cette approche nous permet d'établir un constat d'évaluation des dégâts et de collecter des renseignements sur le savoir-faire dans le domaine de la lutte contre l'érosion éolienne, notamment la lutte contre l'action des vents et l'avancement des sables de dune. Ce travail d'investigation a été réalisé comme suit :

1. Enquête auprès des agriculteurs sur les problèmes éoliens par rapport à l'activité agricole dans les anciennes palmeraies et les périmètres de mise en valeur.
2. Synthèse de données récoltées pour recenser les problèmes éoliens et les moyennes antiérosive traditionnels, acquis ancestral de savoir-fait local.
3. Recommandation d'aménagement pour améliorer les procédés locaux de conservation des sols agricoles.

### 2.1. Enquête

Ce travail d'enquête auprès des agriculteurs a été réalisé suivant une fiche d'enquête constituée par les éléments suivant (Annexe 1) :

1. **Localisation du site** : les renseignements récoltés sont le numéro du site et le nom de la localité (station).
2. **Activité agricole et problèmes posés** : les renseignements récoltés sont une discrétion des exploitations étudiées en relation avec l'environnement agricole ainsi que les problèmes de gestion des sols et des eaux :
  - **Nature des exploitations** : les renseignements récoltés sont l'âge des agriculteurs, les activités hors-agricole et les ressources financières, le type de système agricole traditionnel (ancienne palmeraie) ou moderne (terrain de mise en valeur), le type de cultures et la superficie totale du terrain, la superficie cultivée et le nombre, l'âge, la taille et les cultivars des palmiers dattiers.
  - **Problèmes hydro-édaphiques** : les renseignements récoltés sont ceux liés à la gestion des sols et des eaux qui contribuent à la conservation des sols, à savoir :
    - ❖ **Irrigation et équipement agricole** : les moyens de labour et de transport, les systèmes d'irrigation, la source d'eau, et le type, l'état et la profondeur des puits.
    - ❖ **Fertilisation et problèmes phytosanitaire** : utilisation des engrais chimiques, des amendements organiques, des pesticides et d'herbicides

- **Assistance agricole** : les renseignements récoltés sont ceux en relation avec tous types d'assistance agricole comme les bénéficiaires des soutiens agricoles, de constructions rurales, de projets d'emplois pour les jeunes, de projets d'extension de mise en valeur, d'infrastructures hydro-agricoles, d'assurance agricoles et de formation dans divers domaines agricoles. Aussi, leur relation avec les services agricoles, les bureaux d'étude agricole et l'expertise par des ingénieurs agronomes.
- 3. Problèmes éoliennes** : les renseignements récoltés sont l'effet des vents sur les sols et les cultures. Décrire les impacts sur la qualité des fruits, des légumes et les rendements des cultures. Aussi, montrer l'existence et l'importance de l'ensablement ainsi que les modes de lutte contre l'érosion éolienne et la conception traditionnelle des brise-vents.

## **2.2. Synthèse de données**

La synthèse des données d'enquête a pour objectif :

1. D'étudier les activités agricoles à ELHADJIRA en générale et les différences entre le système agricole traditionnel (ancienne palmeraie) et moderne (terrain de mise en valeur),
2. De recenser les effets éoliens sur le sol et la végétation,
3. D'étudier les types de lutte traditionnelle contre l'érosion éolienne, d'apprécier leurs efficacités antiérosives et d'établir une base de données sur le savoir-faire dans la conception des modes de lutte.

## **2.3.Recommandation d'aménagement**

Sur la base de données récoltées et leurs synthèses nous allons proposer des recommandations d'aménagements antiérosifs pour la région de ELHADJIRA, en matières :

1. D'améliorations des modes de lutte antiérosive traditionnelle,
2. De l'utilisation des végétaux adapter à la région dans les modes de lutte antiérosive,
3. De proposer des nouvelles méthodes plus efficaces dans l'étude et de lutte antiérosive.



## **Chapitre IV.**

### **Activité agricole et problèmes posés**



## Chapitre IV. Activité agricole et problèmes posés

### 1. Nature des exploitations

#### 1.1. Ages des agriculteurs

L'enquête auprès des agricultures dans les différentes stations et sites d'étude à EL HADJIRA, nous a permis de constater que la plupart des agricultures sont des jeunes âgés entre 25 et 35 ans, ce qui indique un rajeunissement de la main d'œuvre agricole (Fig.21). Environ 54% des agriculteurs travaillent uniquement dans le secteur de l'agriculture. Pour les autres propriétaires des exploitations, l'agriculture reste secondaire et leur activité principale est consacrée à l'enseignement, les services publics, la construction.

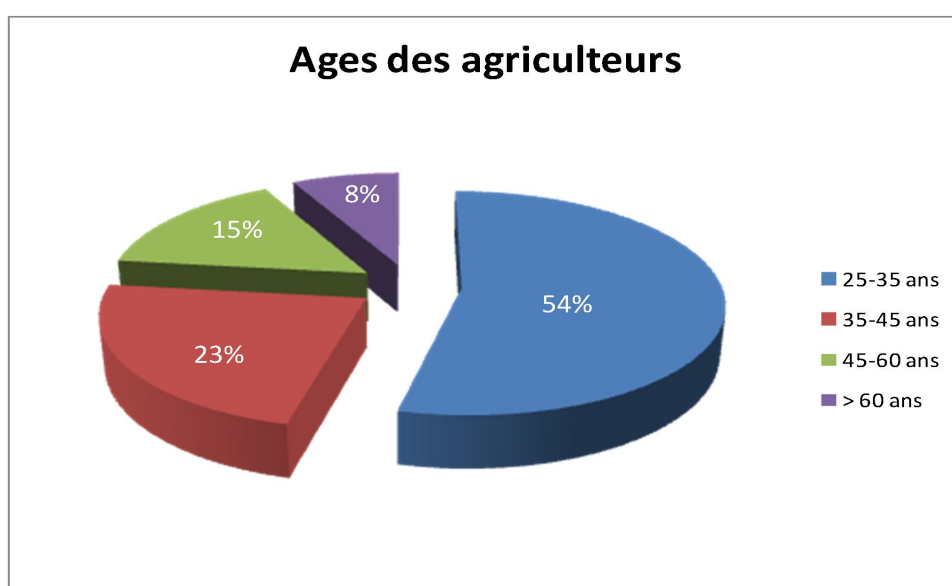


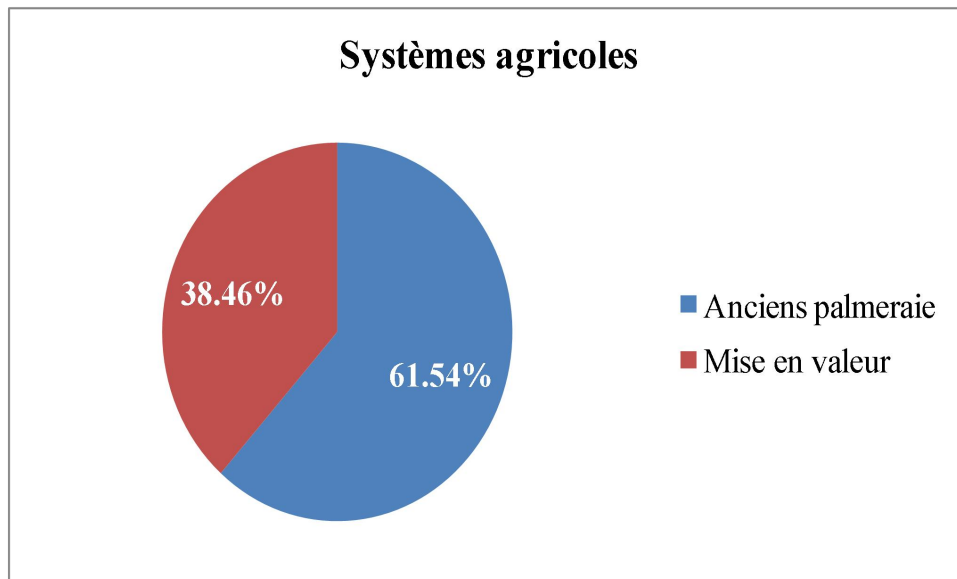
Figure21. Ages des agriculteurs à EL HADJIRA

#### 1.2. Systèmes agricoles

Le secteur agricole à EL HADJIRA se distingue par deux systèmes, le premier traditionnel d'anciennes palmeraies et le second moderne de mise en valeur. La plupart des palmeraies sont ancestrales de la période coloniale. Elle représente 61,54 % de l'ensemble des sites étudiés et les 38,46 % qui reste est composé de terrains de mise en valeur (Fig.22.).

##### 1.2.1. Caractéristiques du système traditionnel

Le système agricole traditionnel dans la région est appelé «**Tlouaa**». Il est dominant dans la région d'EL HADJIRA parce que la culture des palmeraies est prédominante dans la région où le nombre des palmiers dattiers varie entre 50 et 100 palmiers par exploitation. Selon notre étude l'âge des palmiers varie de 5 à plus de 100 ans dont l'âge des palmiers en pleine production est compris entre 5 et 20 ans. Cela qui indique un rajeunissement des palmeraies Ghout malgré les problèmes auxquels sont confrontés les agriculteurs.



**Figure 22.** Systemes agricole à EL HADJIRA

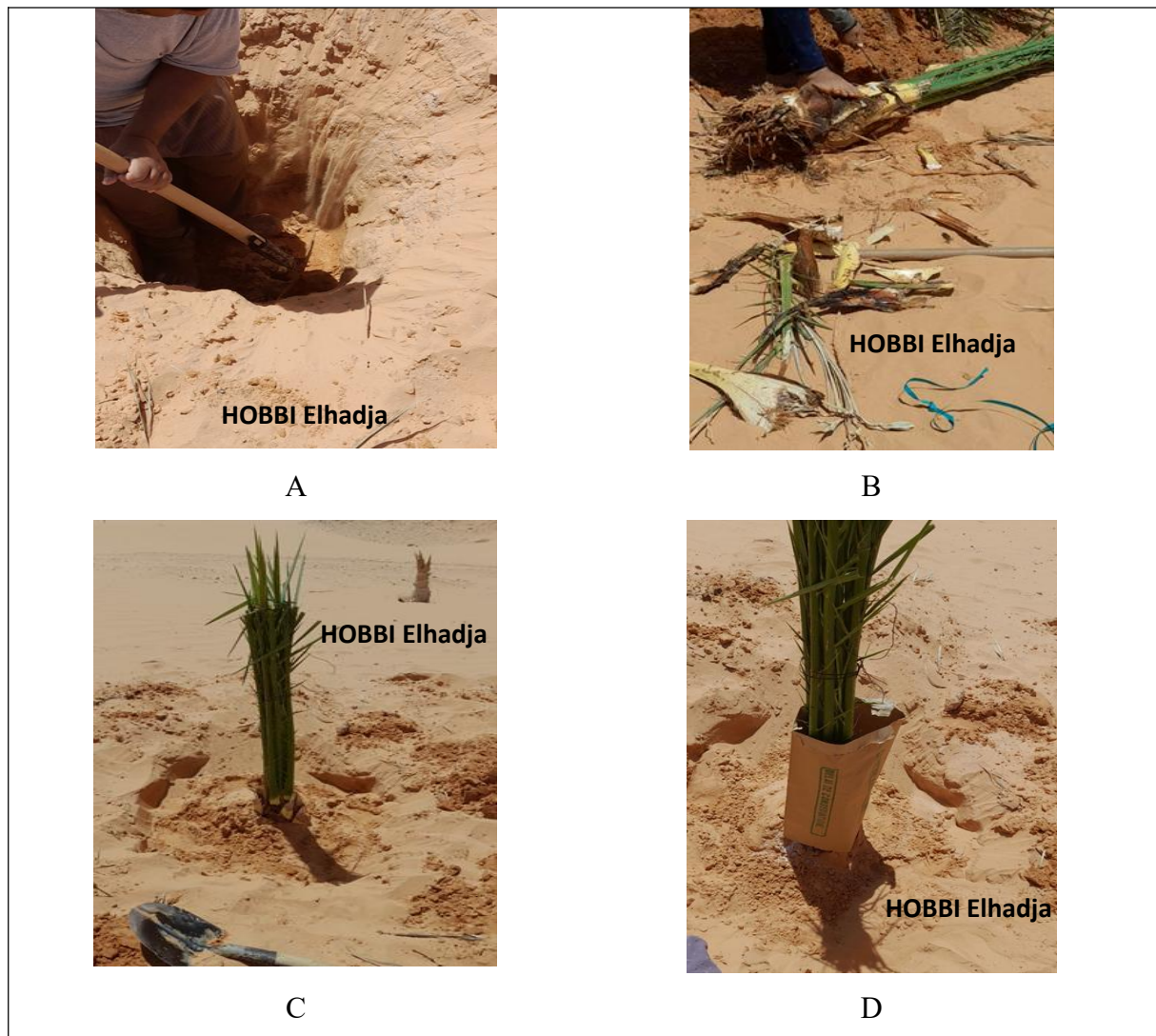
Les Ghout présente une grande diversité en cultivars de palmiers dattiers. Nous avons recensé 6 cultivars à savoir de type Ghars, Daglet Nour, Takarboucht, Tinasser, Tigaza et DeglaBayda. Le Ghars reste prédominant dans les Ghouts avec des rendements important et de bonnes qualités.

Les Ghouts en Algérie est un système ancestral ingénieux, unique dans monde, existant à ELHADJIRA et Oued Souf (Photo.4). Il permet de cultiver les palmiers dattiers sans irrigation, en se basant sur alimentation souterrain des nappes superficielles et les palmiers dattiers sont protégés contre l'action éolienne. La création des Ghouts a débuté par l'emploi de moyens simple en utilisant de matérielle manuelle. Actuellement, les agriculteurs utilisent une forte mécanisation dans la création des Ghouts. La conception des Ghouts passe par plusieurs étapes (Photo.5):

1. Choisir l'emplacement de la création du Ghout. Il doit occuper une dépression pauvre en éléments grossiers (roche, encroûtement, croûtes), la profondeur de la nappe superficielle compris entre 7 et 10 m,
2. Creusement des Ghouts en utilisant des engins pour creuser de profondeur compris entre 5 et 10 m et superficie compris entre 0,5 et 2 ha. Les déblais sont utilisés comme une ceinture autour des Ghouts, tout en laissant un passage d'entrée.
3. Plantation des Djabar de palmiers dattiers. Elle passe par les phases suivantes : creusement du trou de plantation « Houassi », nettoyage et plantation du Djabar et recouvrement des palmes de celui-ci par du carton et de sels pour protéger les Djabars contre l'assèchement et la pourriture. La plantation est réalisée au printemps juste après le creusement du trou pour éviter l'assèchement du trou.



**Photo 4.** Forme du Ghout à ELHDIRA



**Photo 5.** Trou de plantation (A), nettoyage (B), plantation (C) et recouvrement du jabar (D) dans le Ghout à ELHDIJIRA



### 1.2.2. Caractéristiques du système agricole moderne

Le nouveau système agraire est composé de terrains de mise en valeur dont la superficie varie entre 0,5 et 5 ha. Les terrains agricoles ont été distribués dans les différents programmes de développement de l'agriculture saharienne. Les agriculteurs pratiquent plusieurs types de cultures comme l'arboriculture fruitière (figuier, grenadier, vigne, olivier, citronnier), les cultures maraichères (pomme de terre, tomate, laitue, menthe, piment, oignon, aubergine, cucurbitacées). Aussi, la phoeniculture mais à une échelle très réduite par rapport au système traditionnel.

### 1.3. Types de cultures

La répartition des cultures entre les deux systèmes traditionnel et moderne est caractérisée par trois types : la phoeniculture avec 62% qui domine dans les anciennes palmeraies, les cultures maraichères et les cultures mixtes (maraichage-palmier dattier) dominant dans le système moderne. Les deux derniers types de cultures représentent respectivement 26 % et 12 % de l'ensemble des sites étudiés (Fig. 23)

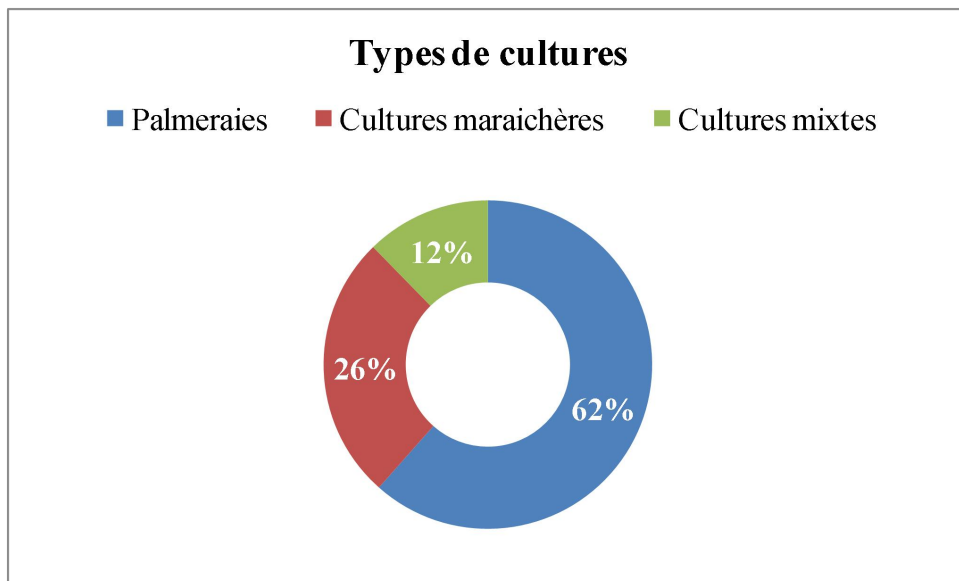


Figure 23. Types de cultures à ELHDJIRA

## 2. Problèmes hydro-édaphiques

Les données récoltées sur la gestion des sols et des eaux nous permettent d'apprécier les conditions de conservation hydro-édaphiques.

### 2.1. Irrigation et équipement agricole

Les pratiques agricoles varient entre les deux systèmes traditionnelle et moderne. Le sol dans le premier système semble plus conservé contre l'érosion par rapport au second, comme suit :

- **Système traditionnel** : Le sol des Ghouts est moins perturbé donc de structuration

stable à cause de l'absence de labour et d'irrigation. Cela réduit le phénomène d'arrachage des sols et réduit ainsi l'érosion éolienne. Le système d'alimentation en eau des palmiers dattiers par remontée capillaire permet de réduire le coût d'exploitation et d'assurer une agriculture durable.

- **Système moderne** : les moyens mécaniques de labour, les moyens de transport et d'irrigation utilisés dans les terrains de mise en valeur, favorise la désagrégation des sols ce qui induit une instabilité structurale. Cela augmente le risque d'arrachage des sols et d'érosion éolienne. La pratique de l'irrigation peut conduire en absence d'une bonne gestion d'irrigation à une dégradation des sols par lessivage et salinisation. La profondeur des puits exploités est comprise entre 50 et 80 m. En plus, le coût d'irrigation réduit la rentabilité des exploitations rend le système moderne moins durable.

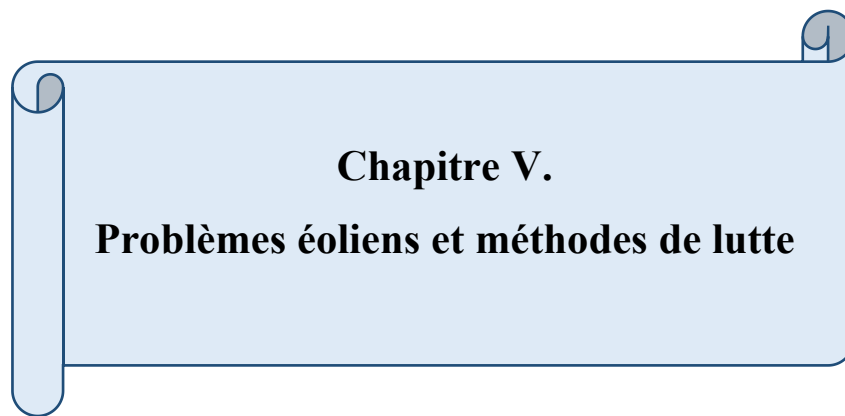
## 2.2. Fertilisation et problèmes phytosanitaire

L'utilisation des engrais chimiques, des amendements organiques, des pesticides et d'herbicides à EL HADJIRA varie entre le système traditionnel et moderne, comme suit :

- **Système traditionnel** : les agriculteurs n'utilisent pas de produits phytosanitaires. Ils utilisent des amendements organiques camelin frais nommé « Ouguid » chaque 5 à 10 ans, pour renforcer la croissance des palmiers dattiers et augmenter les rendements. Cette conduite organique permet d'augmenter l'agrégation des sols et la résistance du sol contre l'érosion éolienne. Egalement, cette agriculture peut être classée biologique et les dattes de qualité bio, en absence de toutes contamination chimique ou de pollution par les eaux usées.
- **Système moderne** : les agriculteurs utilisent de façon modérée les produits phytosanitaires. Ils utilisent des amendements organiques de type fumier ovin et caprin sous forme brute ou après une fermentation de 3 à 9 jours. Les engrais chimiques peu utilisés. Cette conduite intensive organo-chimique risque d'augmenter la dégradation des sols par pollution.

## 3. Assistance agricole

Les exploitations agricoles à ELHADJIRA ne bénéficient pas d'aucun types d'assistance agricole comme soutiens agricoles, de constructions rurales, de projets d'emplois pour les jeunes, de projets d'extension de mise en valeur, d'infrastructures hydro-agricoles, d'assurance agricoles et également d'aucune formation dans les domaines agricoles. La vulgarisation est absente et les services agricoles n'ont de contacts avec les agriculteurs. Ces derniers ne sollicitent pas les services des bureaux d'étude agricole.



**Chapitre V.**  
**Problèmes éoliens et méthodes de lutte**

## Chapitre V. Problèmes éoliens et méthodes de lutte

### 1. Problèmes éoliens

L'étude montre que l'érosion éolienne à ELHDJIRA est un problème crucial avec des conséquences graves sur les sols et les cultures. La vitesse des vents et leur température élevée en été « Siroco » produit une action thermo-mécanique négative sur le sol et la végétation. Cela conduit des pertes des sols par vannage et des accumulations de sables mobile. L'érosion éolienne a provoqué la détérioration de la qualité et la quantité des rendements et des fois la destruction des cultures.

#### 1.1. Impacts des vents sur les sols

L'érosion éolienne présente des effets négatifs sur les sols agricoles de la région à ELHADJIRA. Nous avons observé se qui suit :

- ❖ Pertes des fertilités des sols par vannage après arrachage
- ❖ Accumulations des sables :
  - Blocage des routes par les dunes mobile à TAIBINE et EL HADJIRA (Photo .6).
  - Réduction des fertilités des sols par l'ensablement à TAIBINE et DUBI-DUBI (Photo.7).
  - Destruction des infrastructures (serres, réseaux d'irrigation, obstacles mécanique de Satour) par les vents et les dunes mobiles à TAIBINE, DUBI-DUBI et MHADA (Photo 8, 9 et 10).



**Photo 6.** Blocage des routes à TAIBINE



**Photo7.** Réduction des fertilités à EL HADJIRA



**Photo 8.**Destruction des infrastructures obstacles mécanique à TAIBINE



**Photo 9.**Destruction des infrastructures réseaux d'irrigation à DUBI-DUBI



**Photo 10.**Destruction des serres à DUBI-DUBI

## 1.2. Impacts des vents sur les cultures

L'érosion éolienne présente des effets négatifs qualitatifs et quantitatifs sur les cultures de la région. Nous avons observé ce qui suit :

### ❖ Effets sur les cultures maraichères

- Jaunissement et flétrissements des feuilles et des fruits par des vents asséchants TAIBINE, DUBI-DUBI et MHADA (Photo.11),
- Ensevelissement des cultures par les accumulations sableuses TAIBINE, DUBI-DUBI et ELALIA(Photo.12),
- Blessure et arrachage des légumes par les vents à TAIBINE, DUBI-DUBI (Photo.13).



**Photo 11.** Jaunissement et flétrissements des feuilles à TAIBINE



**Photo12.** Ensevelissement des cultures à TAIBINE





**Photo13.** Blessure et arrachage à DUBI-DUBI

❖ **Effets sur la phoeniculture**

- ✓ Réduction du taux de fécondation par déperdition éolienne du pollen dans l'ensemble des stations d'étude,
- ✓ Dessèchement des dattes par les vents chaud et formation de dattes sèches « Hechef » dans l'ensemble des stations d'étude,
- ✓ Cassure des régimes de Déglet Nour à LAGRAF, EL HADJIRA et TAIBINE,
- ✓ Chute des dattes et des rendements dans l'ensemble des stations d'étude,
- ✓ Ensablement des palmeraies qui peut atteindre l'ensevelissement à LAGRAF, ELHADJIRA, ELALIA et TAIBI NE (Photo .14).



**Photo14.** Ensablement des palmeraies à LAGRAF

## 2. Méthodes de lutte contre l'érosion éolienne

Il y a plusieurs méthodes de lutttes traditionnelles contre l'érosion éolienne. Ils sont utilisés comme brise-vent et pour la fixation des dunes. Nous avons détecté 3 modes de lutttes, comme suit :

- **Tabia** : c'est un brise-vent pour protéger les palmiers dattiers du Ghouts. C'est une barrière de terre entourant le Ghout, issue du déblayage du trou du Ghout, au cours de sa création. Il existe dans l'ensemble des stations d'étude sauf à TAIBINE (photo. 15).



**Photo15.** Tabia à LAGRAF

- **Stoure** : c'est un brise-vent et au même temps un moyen de fixation des dunes. C'est une barrière de palmes morts entourant toute l'exploitation ou une partie de celle-ci face aux vents. Il existe uniquement à ELALIA et ELHADJIRA (photo.16).



**Photo16.** Stoure à EL ALIA

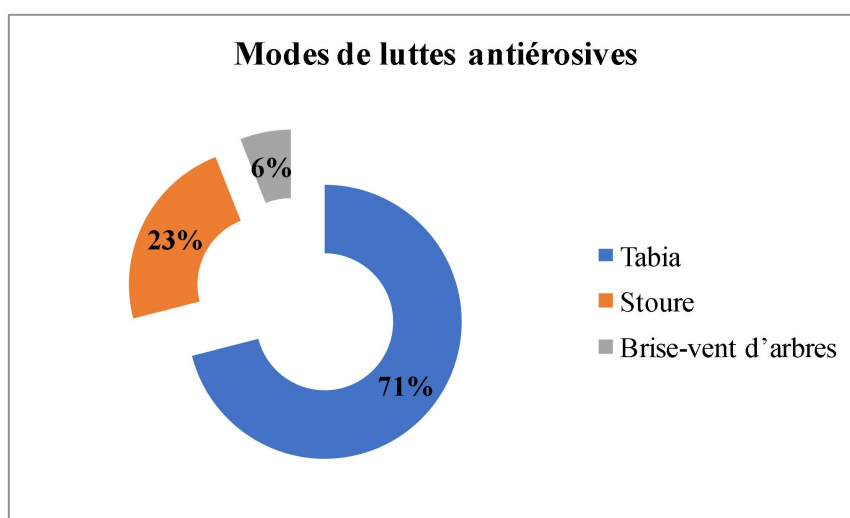


- **Brise-vent d'arbres** : il est constitué d'une seule rangée d'arbres de casuarinas, face à la direction des vents dominants. Il existe uniquement à TAIBINE (Photo ).



**Photo17.** Brise-vent d'arbres à TAIBINE

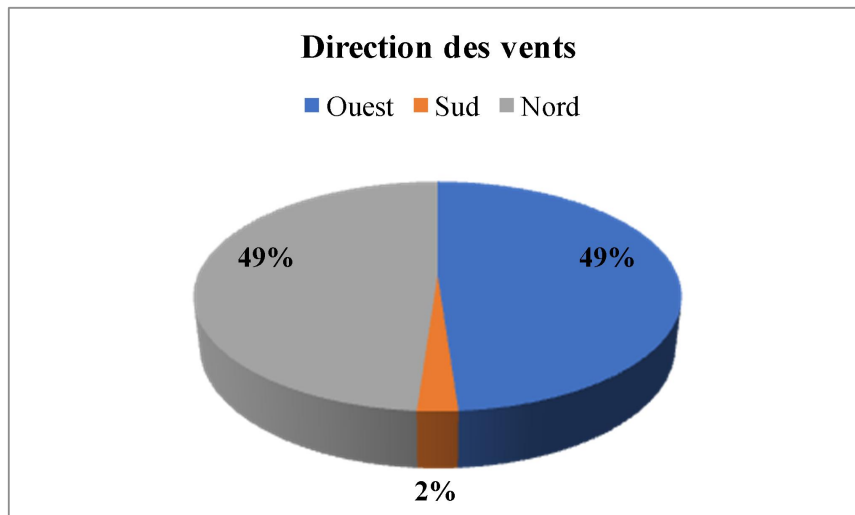
La répartition de ces modes de luttes à ELHADJIRA est prédominante par la méthode Tabia avec 71 % des exploitations observés. Les Stours et les brises-vent d'arbres occupent respectivement 23 et 6 % (Fig.24).



**Figure 24.** Modes de luttes contre l'érosion éolienne

### 2.1. Direction des vents dominants

Les vents dominants dans les exploitations étudiées sont monodirectionnels de direction variable Nord, Ouest et Sud. Les deux premières directions de vents sont fréquentes au printemps, prédominant avec 49 % chacune. Le vent du Sud est présent dans 2 % de l'ensemble des exploitations de Taibine. D'après les agriculteurs cette direction du vent a été observée récemment, depuis seulement 2 ans. Cela indique un début de changement météorologique à EL HADJIRA (Fig.25).



**Figure 25.** Direction des vents à EL HADJIRA

## 2.2. Conception de la Tabia

La Tabia est un obstacle de sols au tour du Ghout, s'élève de 1,8 à 4 m avec une ouverture d'entrée. Il est réalisé avec des engins mécanique puis son sommet est couvert de Tuff gypseux et arroser pour fixé le sol de la Tabia. Dans certains Tabia, les sommets de Tuff sont couverts de pierres, de palmes sèches ou de Stoure de palmes de 0,8 à 1,5 m.

## 2.3. Conception duStoure

Le Stoure est une ceinture de palmes sèches d'une hauteur totale (H) de 2 à 2,5 m dont 0,5 à 0,7 m enfoui dans le sol et la hauteur (H) au-dessus du sol sera de 1,5 à 1,8 m. Le sommet du Stoure est coupé au même niveau et les palmes qui le composent sont fixés avec des traverses de rachis (pétioles) de palmes ou du roseau. Les Stoures sont installé uniquement dans les bordures de l'exploitation, dans la partie face au vent.

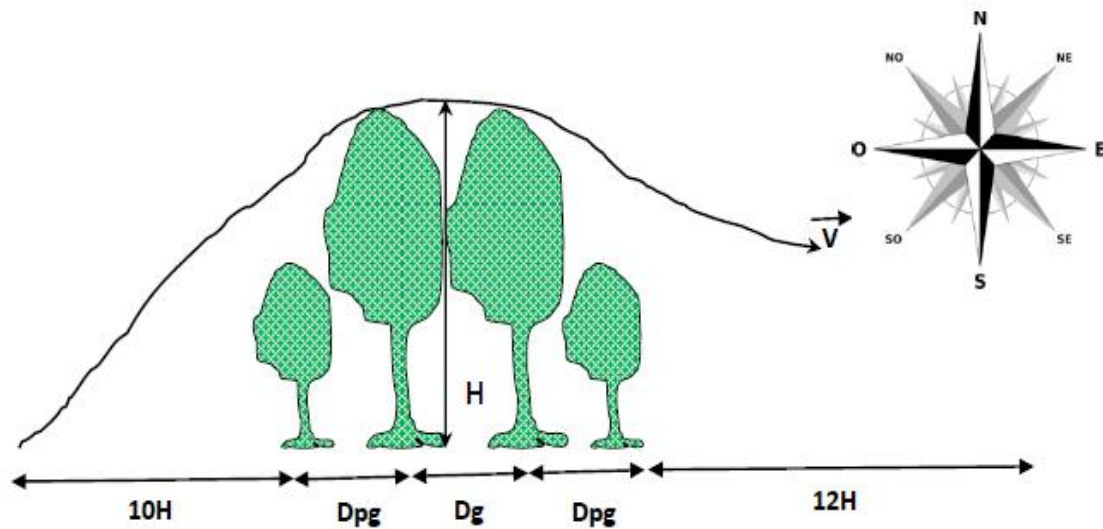
Selon DADDI BOUHOUN (2019), les Stoures peuvent être utilisé en plusieurs lignes successives dans la fixation des dunes. La distance protégée contre le vent entre deux doit être de 20H. Dans ce cas le Stoure d'EL HADJIRA peut protéger uniquement 30 à 36 m après le Stoure de l'exploitation. Le reste du terrain ne sera pas protégé ce qui limite sont action antiérosif. Pour remédier à cela il faut augmenter le nombre de ligne de Stoure. Toutefois, cette méthode traditionnelle peut fixer les dunes et protéger uniquement les cultures maraichères contre le vent.

## 2.4. Conception du brise vent d'arbres

Le brise vent d'arbres c'est une barrière végétale irrigué, composée d'une rangée d'arbres de casuarinas pour réduire la vitesse du vent dominants Nord, du Sud ou de l'Ouest. Il est planté dans les bordures de l'exploitation, dans la partie face au vent. L'espèce planté est de feuilles persistantes non adapter à la région et exigeante en eau qui peut atteindre 30 m de

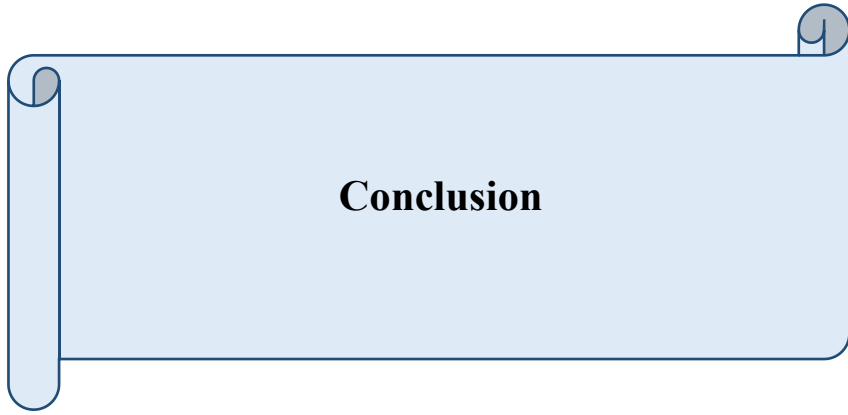
hauteur. Les arbres sont de cimes entrecroisées à cause de la forte densité de plantation. La distance entre les arbres varie entre 0,5 et 0,8 m (Photo.17).

La conception de ce brise vent ne peut pas réduire la vitesse du vent car elle est hors normes FAO (1988). Cette dernière stipule d'une bande de brise-vent doit être formée de 4 arbres plantés de face alternative, deux rangs d'arbres élevés, entourés de deux rangs d'arbustes, soit une bande de 10 m. La hauteur (H) des arbres doit dépasser 2 m pour éviter la destruction par le bétail des jeunes repousses. L'action des brise-vent s'étend sur 10H en amont du vent et 12H en aval, soit un total de distance protégée de 22H + 10 m de largeur de bande où la vitesse des vents est au-dessous de 4 m/s (Fig.26).



**Figure 26.** Conception et action du brise vent (DADDI BOUHOUN, 2019)

D'après DADDI BOUHOUN (2019), le diamètre des cimes est pris en considération dans l'estimation des distances entre les grands arbres ( $D_g$ ) et entre arbres-arbustes ( $D_{pg}$ ). Nous pouvons adopter les hauteurs maximums théoriques des arbres pour augmenter la distance protégée, comme nous pouvons fixer H par une taille d'entretien pour limiter la distance protégée. En zones arides et sahariennes, nous recommandons l'utilisation des essences adaptés aux conditions environnementales pour éviter la perte de l'espace agricole et le gaspillage d'irrigation ou bien l'utilisation des essences utiles agricoles (fructifères, mellifères, médicinales...etc.). Il faut limiter les racines des arbres en bordure des champs de cultures par un labour profond fréquent en automne. Aussi, limiter le diamètre des cimes des arbres par la taille pour éviter le chevauchement des branches et l'extension racinaire. Les bandes de brise-vent doivent être irriguées au début de plantation dans une période minimale de 2 ans (apparition des jeunes repousses).



**Conclusion**

## Conclusion

Le travail réalisé à EL HADJIRA, nous permet de conclure que l'érosion éolienne représente le plus grand risque auxquels sont confrontés les sols agricoles, en raison de l'interrelation de divers facteurs agro-environnementaux qui ont conduit à l'exacerbation de ce phénomène d'érosion.

L'activité agricole traditionnelle est plus importante que celle de mise en valeur moderne à ELHADJIRA souffrent de plusieurs problèmes de gestion notamment le manque de moyens agricoles, de vulgarisation et de formation. Le système traditionnel est constitué de Ghouts phoenicicole Bour avec fertilisation organique. Les sols de mise en valeur sont irrigués et cultivés principalement par des cultures maraichères et la phoeniculture avec une fertilisation organo-chimique. Il fait remédies aux problèmes de gestion agricole par un soutien des services agricoles. Le système Ghout reste un patrimoine qui faut sauvegardée. Il peut grâce un encadrement agricole officiel évolué vers une agriculture biologique rentable et durable qui respect l'environnement.

Nous avons constaté que les sols de ELHADJIRA sont fortement agressés par les vents Nord, Sud et Ouest. Les vents produisent des vannages de sols dans certaines exploitations et des accumulations sableuse dans d'autres. Cela peut conduire à la perte de la fertilité des sols. L'érosion éolienne semble avoir également des impacts négatifs des cultures. Ces dernières subissent une dégradation qualitative et quantitative par la détérioration des cultures et la chute des rendements et la perte des cultures.

Les modes de lutte traditionnels sont au nombre de trois : Tabia, Stoure et brise vent de casuarinas. Ces méthodes de lutte sont en partie efficace notamment la Tabia des Ghouts. Toutefois, il est nécessaire de procéder à une amélioration des modes de lutte traditionnels et à l'installation des brises-vent dans les terrains de mise valeur, en respectent les normes de l'FAO dans le domaine de la conservation des sols.

Notre étude reste préliminaire, ce qui nous ramène à proposer d'autres thématiques de recherches à EL HADJIRA et à travers les régions sahariens, à savoir :

- Etablir des cartes de répartition spatiale des vents pour évaluer le risque l'érosion,
- Déterminé les limites d'action des vents sur les sols et la végétation notamment les effets de l'érosion éolienne sur l'alimentation en eau et la nutrition des cultures,
- Etudier le niveau des dégâts éoliens par rapport à la vitesse des vents
- Etudier plus en détaille les différentes méthodes de lutte antiérosive traditionnelle.

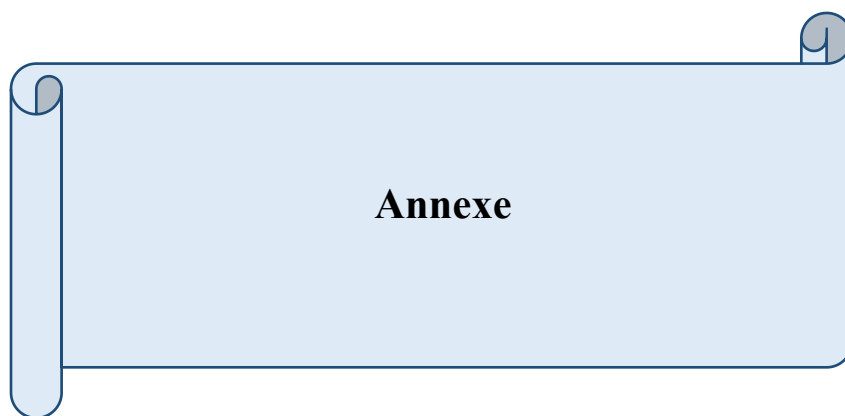


**Références bibliographiques**

## Références Bibliographiques

- ❖ BELKSIER M-S., 2009. Hydrogéologie et hydrochimie de la nappe superficielle dans la région de l'Oued Righ et l'évaluation de sa vulnérabilité. Mémoire magistère. Option : Hydrogéologie environnemental et modélisation. Univ. ANNABA. 67 p.
- ❖ BENSAID S., 1995 : Bilan critique du barrage vert en Algérie. Sécheresse n° 3, vol. 6, pp. 247-255.
- ❖ BERTE. C.J, 2010. Lutte contre l'ensablement, l'exemple de la Mauritanie étude FAO Forêts organisation des nations unies pour l'alimentation et l'agriculture. Rome 2010, 89 p.
- ❖ DADDI BOUHOUN, M., 2019. Conservation des sols et mise en valeur. Polycopie de cours Univ. Kasdi Merbah, Ouargla, pp. 23-27.
- ❖ DJERBI M., 1994. Précise de phoeniciculture, Rome, 191 p.
- ❖ F.A.O., 1988. Manuel de fixation des dunes. Cahier F.A.O. conservation n° 18, Rome. 68 p.
- ❖ F.A.O., 2010. Lutte contre l'ensablement, Cahier F.A.O. n°18, Rome. P87. ?
- ❖ GHETTAS N., 2009, Epuration des Eaux Usées : cas de la ville de Touggourt. Mémoire Ingénieur en Ecologie, Université Kasdi Merbah, Ouargla, 68 p.
- ❖ Haddane A., Hacini M., Bellaoueur A. 2016. Hydrochimie et facies géochimiques des saumures du chott Baghdad (Sud Algérien) agronomique. 87 pp.
- ❖ HATHAT M., 1990. Contribution à l'étude hydrogéologique de la région de Djamaa. MemoireIng. Hyd., Univ. Houari Bommediene, 95 p.
- ❖ HAMDI-AISSA B., GIRARD M.C., 2000 .Utilisation de la télédétection en régions sahariennes, pour l'analyse et l'extrapolation spatiale des pédopaysages. Sécheresse. Volume 11, Numéro 3, 179-88p.
- ❖ MAINGUET M ,2006. Combattre l'érosion éolienne, nrds ,paris ville, p240.
- ❖ MEGHERBI W, 2015. L'ensablement un risque négligé en zone tellienne littorale cas de la région Mostaganem. mémoire de Magister en Géographie et Aménagement du territoire, Oran, 193 p
- ❖ Telli S.2022 .contribution de sol elhadjira cultivés. Mém. Mater.Ouargla. 5p.
- ❖ RISER J. 2010. Les espaces du vent. quae , paris, 175 p.
- ❖ ROCHARD J., CLEMENT, J., et SRHIYERI, A., 2006. Fondement du climat et perspective d'évolution. Congrès mondial de la Vigne et du Vin, OIV. Institut français de la vigne et du vin, 23 p.

- ❖ S.C.G., 1939. Notice explicative des cartes géologiques au 1/500.000. Alger-Nord. Alger-Sud. Bult. du Serv. De Cart. Géo. de l'Algérie. Alger, pp 95-99.
- ❖ SOGREAH P-R., 1971. Participation à la mise en valeur de l'Oued Righ. Etude agropédologique , Doc. Poly.MTPC., Alger, 180 p.





Annexes 1. Fiche d'enquête

Fiche d'enquête n°							
Partie I : Renseignements personnels							
1) La date :     /     / 2023							
2) Nombre d'exploitation de l'agriculteur :							
<b>Répondre en mettant une croix :</b>							
Stations	LAGRAF	EL HADJIRA	EL MIR	TAIBINE	MHADA	DUBI-DUBI	EL ALIA
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Catégorie d'âge	25-35		35-45		45-60		+ 60
	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>
Domaine de travail	Enseignement		Services publics		Construction		Industrie pétrolière
	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>
Partie II : l'activité agricole et le problème de l'érosion éolienne							
Système agricole		Traditionnel Ghout			Moderne de mise en valeur		
		<input type="checkbox"/>			<input type="checkbox"/>		
Type de culture	palmeraies		Culture maraichères		Culture mixte		
	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>		
Description des palmiers dattiers	Age		Nombre		hauteur		
	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>		
Superficie cultivé							
Effets du vent sur les dattes							
Effets du vent sur les cultures maraichères		Autres dégâts	Jaunissement des feuilles	Cassure des branches		Arrachage	
			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	
Est-ce que il y a un problème du vent ?							
Quel est la période des vents ?							
Quel est la direction des vents ?							
Types de protection		Tabia	Stoure	Bris-vent et espèce d'arbre		Autres	

	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
<b>Partie III : Irrigation et équipement</b>				
Moyens utilisés pour labour et transport				
Système d'arrosage				
Source d'eau				
Profondeur de puits				
Etat de puits				
<b>Partie IV : Fertilisation et problèmes phytosanitaire</b>				
Utilisation d'amendements organiques	<input type="checkbox"/> Oui	<input type="checkbox"/> Non		
Utilisation d'engrais chimiques	<input type="checkbox"/> Oui	<input type="checkbox"/> Non		
Utilisation d'insecticides	<input type="checkbox"/> Oui	<input type="checkbox"/> Non		
Utilisation d'herbicides	<input type="checkbox"/> Oui	<input type="checkbox"/> Non		
Utilisation d'pesticides	<input type="checkbox"/> Oui	<input type="checkbox"/> Non		
<b>Partie V : Situation du développement rural</b>				
Assurance agricole	<input type="checkbox"/> Oui	<input type="checkbox"/> Non		
Soutien agricole	<input type="checkbox"/> Oui	<input type="checkbox"/> Non		
Bénéficiaire de concession	<input type="checkbox"/> Oui	<input type="checkbox"/> Non		
Bénéficiaire de projets de logement	<input type="checkbox"/> Oui	<input type="checkbox"/> Non		
Bénéficiaire de projets d'emploi des jeunes	<input type="checkbox"/> Oui	<input type="checkbox"/> Non		
Bénéficiaire de conseil d'organismes nationaux	<input type="checkbox"/> Oui	<input type="checkbox"/> Non		
Bénéficiaire de conseil de bureau d'étude privé	<input type="checkbox"/> Oui	<input type="checkbox"/> Non		
Bénéficiaire de soutien technique de technicien et d'ingénieur agronome	<input type="checkbox"/> Oui	<input type="checkbox"/> Non		
Bénéficiaire d'autres soutiens ruraux				