

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE  
وزارة التعليم العالي و البحث العلمي  
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE  
SCIENTIFIQUE  
جامعة عمار ثليجي بالأغواط  
UNIVERSITE AMAR TELIDJI LAGHOUAT

كلية العلوم  
FACULTE DES SCIENCES  
قسم البيولوجيا  
DEPARTEMENT DE BIOLOGIE



### **Mémoire**

En vue de l'obtention du diplôme de Master

**Filière** : Ecologie et environnement

**Option** : Ecologie végétale

### **THEME**

**Analyse du comportement de trois psamophiles (*Retama reatam*, *Astragalus armatus* et *Aristida pungens*) en relation avec la distribution granulométrique de deux sols dans la région de Laghouat**

**Présenté par** : Mlle Khatoui Fadhila & Mme Kouidri Sarah

### **Devant le jury**

**Président**: Mr. Boumeddiene Mohamed Abdel Madjid

**Rapporteur** : Mme Houyou Zohra

**Examinatrice** : Mme Souffi Ibtissem

**Promotion** : Juin 2018

## Résumé

Notre travail vise à déterminer le comportement en relation avec la composition granulométrique du sol chez trois espèces végétales spasmophiles (*Retama reatam*, *Astragalus armatus*, *Aristida pungens*), qui vivent dans deux parcours steppique de la région de Laghouat.

Pour cela nous avons mesuré la proline accumulée, les sucres totaux et les chlorophylles a et b par spectrophotométrie ainsi que l'eau contenue dans les feuilles fraîches des plantes durant fin Février 2018 dans deux variantes de biotopes (Mokrane & Dhaya Gueblya), la composition granulométrique des sols a été analysé par tamisage mécanique.

Les résultats montrent que les sols des sites ne présentent aucun niveau de similarité, le sol de Dhaya Gueblya contient plus de sables moyens (70%), alors que celui de Mokrane contient plus de sables fins (15%). La teneur en eau est plus élevée chez *Astragalus armatus* (62%) qui évoluant à Mokrane, l'activité photosynthétique est meilleure chez *Astragalus armatus* (390µg/gMF) à Dhaya Gueblya, les sucres totaux sont les moins présents chez *Astragalus armatus* (6 mg/gMF) à Mokrane, la proline est la plus accumulée chez *Astragalus armatus* à Mokrane (15 mmol/gMF). L'analyse en composante principale a montré qu'*Astragalus armatus* à Mokrane est l'espèce la plus stressée indiquant que l'espèce n'est pas que vraie psamophiles.

**Mots clé :** *Retama reatam*, *Astragalus armatus*, *Aristida pungens*, sucres totaux, proline, chlorophylle, sables, résistance.

## Summary

Our work aims to determine the behavior of three psamophile plant species (*Retama reatam*, *Astragalus armatus*, and *Aristida pungens*) related to the particle size distribution of soil in two steppe pathways in the Laghouat region.

During the end of February 2018, we measured the accumulated proline, total sugars and chlorophylls a and b by spectrophotometry and the water contained in the fresh leaves of the plants in two biotope variants (Mokrane & Dhaya Gueblya). The Particle size distribution of the two biotope soils was analyzed by mechanical sieving.

The results show that the site soils have no similarity level: the Dhaya Gueblya soil contains more medium sands (70%), while the Mokrane soil contains more fine sands (15%). The water content is higher in *Astragalus armatus* (62%) in Mokrane, the photosynthetic activity is better in *Astragalus armatus* (390µg / gMF) in Dhaya Gueblya, the total sugars are least present in *Astragalus armatus* (6 mg / gMF) at Mokrane, and proline is most abundant in *Astragalus armatus* at Mokrane (15 mmol / gMF). Principal component analysis showed that *Astragalus armatus* in Mokrane is the most stressed species indicating that it is not a true psamophiles.

**Key words:** *Retama reatam*, *Astragalus armatus*, *Aristida pungens*, total sugars, proline, chlorophyll, sands, resistance.

## المخلص

الهدف من هذا العمل تحديد سلوكيات بعض الأنواع النباتية (الرتم, الكداد, الدرين) المحبة للتعايش في التربة ذات الطبيعة الرملية و ما مدى تأثير مختلف جسيمات التربة على هذه الأنواع المدروسة. الدراسة تمت في منطقة السهوب (الأغواط) على مستوى مجالين مختلفين (الضاية القبليّة, مقران) وضمن التحاليل التي قمنا بها على مستوى أوراق النباتات (البرولين نسبة الماء, ومجموع السكريات, بالإضافة إلى الكلوروفيل) خلال فبراير 2018. نلخص النتائج المحصلة كالتالي: بالنسبة لتربة لاحظنا انه لا يوجد أي تشابه على مستوى جزيئات التربة في المنطقتين من خلال عملية الغربلة الميكانيكية فيما كانت نسبة الرمل المتوسطة أكثر منها في مقران بنسبة (70%), بالمقابل منطقة مقران تحوي على تربة دقيقة أكثر منها في مقران بنسبة (15%). أما بالنسبة للتحاليل الأخرى فنسبة الماء كانت أكثر في الكداد (62%) والعكس بالنسبة لسكر كان اقل (6µg/FMg) في منطقة مقران تركيب ضوئي أعلى في الكداد في الضاية القبليّة (390µg/FMg) و نسبة البرولين المتراكم في الأوراق كانت أكثر في الكداد بمنطقة مقران أيضا (15/FMg/lomm). و في ملخص النتائج تبين لنا أن الكداد هو النوع الأكثر تأثر بالعوامل في منطقة مقران.

**الكلمات المفتاحية:** الرتم, الكداد, الدرين, السكريات, البرولين, كلوروفيل, الرمال, المقاومة.



## *Remerciement*

*Tout d'abord, louange à «الله» qui m'a guidé sur le droit chemin tout au long de notre travail.*

*Nous remercions, très chaleureusement Mlle Houyou Zohra.*

### *Encadreur*

*Merci pour votre encadrement efficace, votre disponibilité*

*Nous remercions tout particulièrement les enseignants qui ont contribués A notre formation durant l'année.*

*Nous remercions les jurys d'avoir accepte et d'évaluer notre travail*

*Notre remerciement s'adresse également à **Guenane Fatima Zohra** merci pour votre aide*

*Nous adressons nos remerciements à l'ensemble des techniciens*

*De laboratoire de la biologie de l'université d'AMMAR-TELIDJI*

*Mes remerciements vont également à tous ceux qui m'ont aidé, à un titre ou un autre, qu'il s'agisse de la fourniture d'informations précieuses, ou Du conseil*

*Notre remerciement s'adresse également à tous les personnes qui ont contribué de près*

*Ou de lion a la réalisation de ce travail, et de leur encouragement.*

*Un grand merci à tous*



*Fadhila / Sarah.*

 **Class of  
2018** *Dédicaces*

*Je dédie ce modeste travail à mes très chers parents :*

*Ma mère fatna mon père kaddachi*

*A mon mari : Taher*

*A mes frères : Nassro , Mehdi*

*A Mes sœurs : Zohra, Rihab, Djihad*

*A toute la famille : a grand père, grand mère,*

*A mes cousines, mes oncles*

*A tous mes amies : Abir, Amina, Amel, Afaf.....*

*A tous mes collègues. Fatima Zohra, Fadhila et toute la promotion*

*M2 Ecologie végétale et environnement 2017/2018.*

 **Class of  
2018** *Sarah*

 **Class of  
2018** *Dédicaces*

*Je dédie ce modeste travail à mes très chers parents :*

*Ma mère Fatiha mon père salem*

*A mes frères : Mohamed, Ali, Yacine, Karim*

*A Mes sœurs : Zhia, Wahiba.*

*A toute la famille : a grand père lhadj Ahmed, grand mère,*

*A mes cousines, mes oncles*

*A tous mes amies : Rokiya, Fatima, Aïcha.....*

*A tous mes collègues. Fatima Zohra, Sarah et tout la promotion*

*M2 Ecologie végétale et environnement 2017/2018.*



*Fadhila.*

## Liste des figures

N° figures	Titres	pages
01	<i>Retama reatam</i> au stade de floraisons	02
02	<i>Astragalus armatus</i> au stade de floraisons	03
03	<i>Aristida pungens</i> au stade de floraisons	04
04	Localisation des sites d'étude, image Google Earth avec nos esquises	13
05	Climagramme d'Emberger de la région Laghouat.	15
06	Les températures de Laghouat pendant 7 ans (2011-2017)	16
07	Dynamique des précipitations pluviométriques dans la région de Laghouat	17
08	La dynamique de l'humidité de l'air à Laghouat (2011-2017).	18
09	Dynamique du vent à Laghouat (2011–2017).	19
10	La tamiseuse mécanique	24
11	Teneur en eau foliaire des trois espèces selon le site d'étude	26
12	Représentation des teneurs en Chlorophylle a dans les feuilles des trois espèces selon le site d'étude	27
13	Représentation des teneurs en Chlorophylle b dans les feuilles des trois espèces selon le site d'étude	28
14	Représentation des teneurs en Chlorophylle totale dans les feuilles des trois espèces selon le site d'étude	29
15	Représentation du rapport Chlorophylle a/ Chlorophylle b dans les feuilles des trois espèces selon le site d'étude.	30
16	Représentation des teneurs en Sucres totaux dans les feuilles des trois espèces selon le site d'étude	31
17	Représentation des teneurs en proline dans les feuilles des trois espèces selon le site d'étude	32
18	Représentation de la distribution granulométriques des sols des deux sites d'étude	33
19	Dendrogramme de similarité des sols des sites d'études en relation avec leur composition granulométriques.	34
20	Analyse en composante principale du comportement des espèces étudiées en relation avec leurs paramètres mesurés (M : Mokrane, D : Dhaya Gueblya).	34
21	Les relations entre les paramètres de stress chez les plantes.	35

## Liste des tableaux

<b>N° de tableaux</b>	<b>Titre de tableaux</b>	<b>Page</b>
01	Principales espèces recensées dans la région de Laghouat	20

## Liste des acronymes

(%) : Pourcentage

°C : Degré Celsius

ABA : Analyse Appliquée Du Comportement

ACP : Autorité De Contrôle Prudentiel

Cm : Centimètre

DGF : Dotation Globale De Financement

GPS: Global Positioning System

Ha : Hectare

Max : Maximal

MF : Matière Fraiche

mg : Milligramme

ml : Millimètre

mmol : Milli Mol

mn : Minute

P : Précipitations

Pf : Poids frais

Ps : Poids sec

PT : Poids de Turgescence

Q2 : Quotient Pluviothermique

T : Température

W : Teneur en eau

# ***Introduction***



### Introduction

Les steppes algériennes sont caractérisées par des conditions édapho-climatiques très contraignantes à la survie spontanée des êtres vivants (Nedjraoui, 2002). La diminution et l'irrégularité accrue des pluviosités, l'augmentation des températures et la longueur des périodes de sécheresse estivale avec un bilan hydrique déficitaire rendent les conditions de développement des plantes difficiles (Le Houérou, 1996). Ces conditions sont donc très défavorables au bon développement des communautés végétales. Par conséquent le risque de la régression irréversible de la couverture végétale et la diminution de la biodiversité de cet écosystème sont à craindre (Benabadi *et al.* (1996) ; Aidoud et Touffet (1996) ;(Quezel, 2000) ; (Bouazza, 1995) et (Quézel et Barbéro, 1990). Aujourd'hui, la superficie des parcours steppiques, qui s'élève à 20 millions d'ha environ, voit sa structure changer dans le temps en faveur des parcours dégradés. La superficie des sols dégradés, après avoir atteint 5 millions d'ha en 1985, s'est élevée à 7,5 millions ha en 1995, alors que les superficies palatables sont passées de 10 millions d'ha à 8,7 millions d'ha sur cette même période. La diminution de la superficie des parcours palatables semble se faire également au profit des cultures marginales qui voient leur superficie passer de 1,1 million d'ha en 1985 à 1,6 million d'ha en 1995, soit 500 000 ha supplémentaires au profit des forêts et maquis, qui gagnent 700 000 ha durant cette même période. Parallèlement, l'effectif du troupeau ovin est passé de 7 millions de têtes en 1980 à 11 millions en 1995. La steppe se caractérise donc (de fait) par une surcharge de ses parcours dont l'effectif du troupeau, avec un rapport de 1,3 ovin par ha palatable en 2000, contre 0,8 seulement en 1985 (Le Houérou., 1985)

Et de ce fait ce milieu fragile nécessite d'urgentes interventions qui doivent impérativement passer par la compréhension du fonctionnement de ses peuplements notamment les mécanismes physiologiques des espèces végétales qui le colonisent ou qui peuvent être utilisées dans les opérations de plantations.

Les plantes en général exigent des conditions environnementales optimales pour une croissance normale, mais elles sont souvent sujettes à des facteurs extrêmes de potentiels hydriques, température et salinité, engendrant différents types de stress (Hopkins, 1999 ; Bouaouina *et al.* 2000). En conditions stressantes, certaines espèces sont menacées de disparaître (Chamard, 1993), d'autres peuvent réagir en mettant en œuvre des mécanismes, entre autres, physiologiques (Kylin et Quatrano., 1975; Parida et Das., 2005) et biochimiques (Brugnoli et Lauteri., 1991) impliquant une activité enzymatique (Stephanopoulos., 1999; Chaffei *et al.*, 2004). Ainsi, par la synthèse de composés organiques ayant un rôle osmo-

protecteurs (Rathinasabapathi *et al.*, 2000) ou de régulateurs osmotiques (Goldhirs *et al.*, 1990) en synthétisant des acides aminés comme la proline (Ashraf et Mcneilly, 2004). La proline est l'une des solutés compatibles le plus fréquemment accumulé en réponse à des contraintes environnementales variées et joue un rôle important dans la tolérance des plantes (Ben Rejeb *et al.*, 2012). L'accumulation de proline est l'une des stratégies adaptatives fréquemment observées chez les plantes pour limiter les effets du stress hydrique. Elle est liée à l'osmo régulation cytoplasmique (Acevedo *et al.*, 1989). Face à un ajustement osmotique les plantes possèdent le glutamate un précurseur commun à celui des pigments chlorophylliens et par conséquent influence aussi la concentration en sucres solubles dans les organes foliaires de ces végétaux (Khayyat *et al.*, 2014).

Dans ce contexte notre travail de mémoire a été entrepris dans deux parcours steppiques de la région de Laghouat et dont l'objectif est d'analyser le comportement physiologique de résistance aux facteurs abiotiques de trois espèces végétale psamophiles (*Retama reatam* ; *Astragalus armatus* et *Aristida pungens*), en relation avec la composition granulométriques des sols qui les supportent.

Le mémoire est structuré en trois chapitres :

Dans un premier chapitre sont présentées des revues bibliographiques traitant le travail qui nous intéresse ;

Dans un deuxième chapitre une description de la région et du site d'étude, et des différentes méthodes utilisées au cours de la réalisation de ce travail, sur terrain ou aux laboratoires ;

Le troisième chapitre, expose les résultats obtenus avec leurs discussions;

Enfin, nous finissons avec une conclusion et des perspectives.

# *Chapitre I*

## *Etude bibliographique*



## I. Généralités sur les espèces étudiées

### I.1. Retama reatam

Retama sont des espèces Sahariennes qui se retrouvent, notamment, au niveau des dunes sableuse, formant le couvert forestier principal dans de nombreuses régions aride et semi-arides (Boussahel, 2011). Ce sont des espèces fixatrices de dunes et le sable mobile, grâce à leur système racinaire très développé. Selon Zohary, (1962), les racines de l'espèce fabacée *R. reatam* pénètrent jusqu'à 20 m de profondeur dans le sol permettant une bonne fixation des dunes. Son adaptation aux conditions les plus extrêmes ainsi que sa résistance aux changements climatiques (Mtiler et al., 2000), permet à cette espèce de contribuer à la lutte contre la désertification et l'érosion éolienne (Chalabi, 2008).

Par ailleurs, il à été démontré que l'accroissement de la teneur du sol en matière organique, dans les systèmes à base de fabacées, améliore les propriétés physiques du sol, Ces améliorations incluent un accroissement de la porosité du sol, de la stabilité globale et une meilleure rétention et disponibilité de l'eau (Chalabi, 2008).

- **Période de végétation** : floraison en Janvier - Février.
- **Habitat** : En pieds isolés ou colonisant de très grandes surfaces dans les dépressions, les lits d'oued et les zones sableuses.
- **Utilisation:**
  - Pharmacopée: sa partie aérienne est utilisée, en infusion, en poudre ou en compresse, pour le traitement des rhumatismes, les blessures et les piqûres de scorpion.
  - Intérêt pastoral: Elle est peu broutée par les dromadaires (Chehma, 2006).

---

- **Classification systématiques**

 Selon Quezel et Santa 1992 ;

---

Règne :	végétale
Embranchement :	Spermatophytes
Sous-embranchement :	Angiospermes
Classe :	Dicotylédones
Ordre :	Fabales
Famille :	Fabacées
Sous-famille:	légumineuses
Genre:	Retama
Espèce :	<i>Retama reatam.</i>



Figure N°1 photos de *Retama reatam* au stade de floraison  
(Dhaya Gueblyla originale2018).

### **I.2. *Astragalus armatus***

Ce genre à trois synonymes ; *Acacia armata* (willd) Batt, *Acanthyllis tragacanthoides* (Desf) Pomel et *Anthyllis traganthoides* Desf. (Greuter et al, 1989). Au Sahara Algéro-Marocain, une quinzaine d'espèces ont été identifiées (Ozenda, 1958). C'est un chaméphyte, légumineuse, très rameux, pouvant atteindre 1 mètre de hauteur. Cette espèce est très épineuse, La floraison a lieu à la fin de l'hiver et se poursuit jusqu'à la fin du printemps. On souligne chez cette espèce l'importance de la reproduction : un individu adulte peut former jusqu'à 1500 fleurs (Sahara Nature, 2006).



Figure 2 : photo "*Astragalus armatus*" au stade de floraisons  
(Dhaya Gueblya *originale* 2018).

### Classification systématique

Règne :	Plantae
Embranchement:	Tracheophyta
Classe :	Magnoliopsida
Ordre :	Fabales
Famille :	Fabaceae
Genre :	<i>Astragalus</i>
Espèce :	<i>Astragalus armatus</i>

Source :(<http://www.catalogueoflife.org/col/details/species/id/841340ba85e59da7958c4c23b5865cf4/source/tree>)

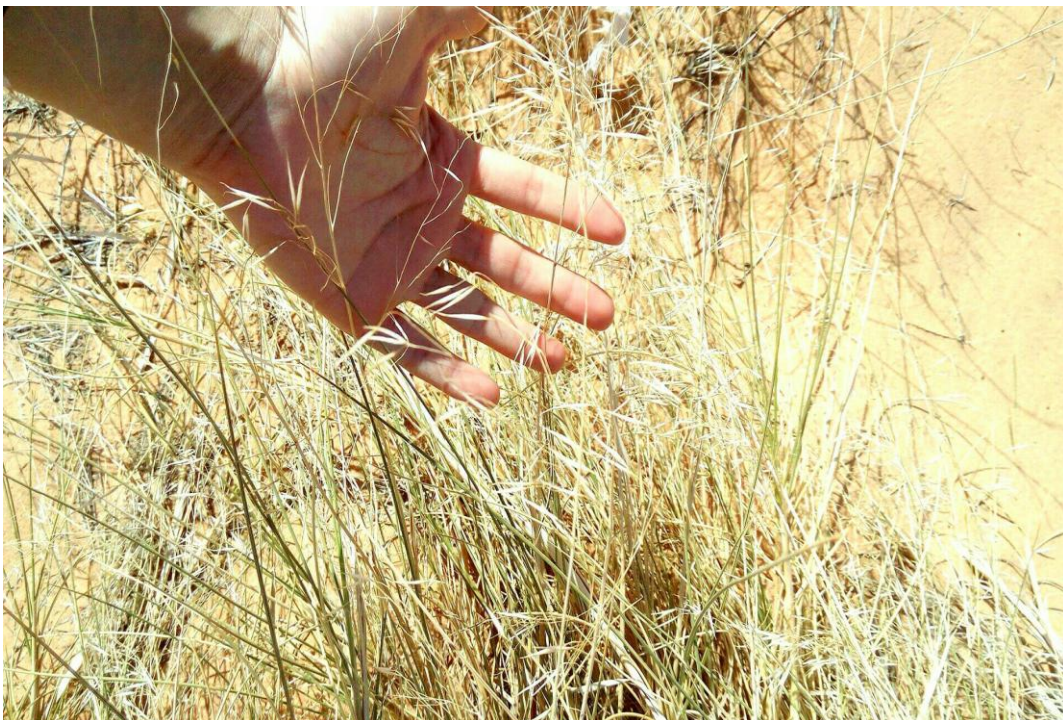
### **I.3. *Aristida pungens***

Le genre *Aristida* comporte de nombreuses espèces, plus de 300, particulièrement communes dans les régions sèches de l'Afrique tropicale (sahara méridional, sahel). En Algérie, ce genre est représenté par 11 espèces. L'espèce *Aristida Pungens* L. est vulgairement appelée 'Drinn' en Algérie, 'Sbott' en Libye et 'Toulloultou aghifouf au Maroc. La vie Végétale de 'Drinn' dure toute l'année et la plante est toujours verte. *Aristida pungens* L. appartient à la famille des Poaceae. Cette espèce est caractérisée par des feuilles dures

## Chapitre I : Etude bibliographique.

---

enroulées et piquantes, racines très longues et tiges atteignant un mètre (Bouhadjera, 2005). La germination du 'Drinn' se fait à 25C°, considérée comme température optimale. Elle est caractérisée par deux périodes de vie : ralentie (Aout à Mars) et une vie active (Avril à Juillet) (Ozenda, 1958). En effet, *Aristida pungens* L. est la plante la plus fréquente des massifs dunaires et souvent la seule sur de grandes étendues dans les ergs. Compte tenu de sa grande fréquence et de sa disponibilité permanente, c'est l'une des plantes les plus intéressantes. Elle constitue un aliment extrêmement précieux du fait de sa longue résistance à la sécheresse et (son appétibilité pendant la longue période de l'année). Elle peut résister à 4-5 ans de sécheresse. Elle constitue ainsi, le pâturage de base pour le dromadaire qui consomme presque toute la plante, à part 20-30 cm de chaumes (la hauteur des touffes varie entre 1 m et 1.70 m) (Ozenda, 1958). En Algérie, dans les zones sahariennes, les éleveurs distribuent le 'Drinn' comme aliment grossier à toutes les catégories d'animaux d'élevage (ovins, caprins et même bovins). D'ailleurs, le 'Drinn' est commercialisé clandestinement à des prix équivalents à ceux du foin cette étude a donné des valeurs plus élevée et entièrement significatives que celles trouvées dans des travaux antérieurs (Bouhadjera, 2005).



**Figure 3 : Photo *Aristida pungens* au stade de floraison (Dhaya Gueblya original 2018)**

### Classification systématique

Règne :	Plantae
Embranchement :	Tracheophyta
Classe :	Liliopsida
Ordre :	Poales
Famille :	Poaceae
Genre :	Aristida (Stipagrotis)
Espèce :	<i>Aristida pungens</i>

Source : (<http://www.catalogueoflife.org/col/details/species/id/1bee42460ec42a7fa5048278605d73a7/synonym/ccf27bf120addc651d821fbae1690849>)

## II. Notions sur le stress chez les plantes

Selon les définitions, le stress chez les plantes apparaît avec des significations différentes en biologie, qui convergent principalement en attribuant le stress à n'importe quel facteur environnemental défavorable pour une plante (Levitt, 1980). Tsimilli et al., (1998) considèrent que le stress a une signification relative, avec un contrôle comme état de référence, ils considèrent le stress comme une déviation du contrôle à une contrainte. Selon (Jones et al. 1989) un stress désigne à la fois l'action d'un agent agresseur et les réactions qu'il entraîne dans l'organisme agressé, une force qui tend à inhiber les systèmes normaux. D'autre part, les stress environnementaux nés de la fluctuation des facteurs abiotiques (sécheresse, salinité, température) affectent les conditions de croissance, le développement et le rendement des plantes (Madhava Rao et al. 2006).

### II.1 Types de stress chez les végétaux

#### II.1.1. Stress salin

Dans le cas d'un stress salin, une double problématique se pose à l'organisme végétal:

D'un côté, la présence de sel en abaissant le potentiel hydrique du sol, menace l'approvisionnement en eau de la plante.

De l'autre côté, l'absorption de sel dans les tissus menace le bon fonctionnement physiologique des cellules.

Face à ce danger, toutes les plantes ne sont pas égales; certains nommées glycophytes ne sont pas capable de supporter la présence de sel, leur croissance est diminuée (Heller, 1998; Hopkins, 2003; Belkhodja et al., 2004; Cal, 2006). Les halophytes au contraire ont développé

des réponses physiologiques pour assurer leur approvisionnement en eau tout en préservant leur métabolisme (Heller et Esnaut, 2004).

### ✓ **Les perturbations physiologiques**

Un excès de sel dans le protoplasme conduit à des perturbations dans la balance ionique que bien étendue des perturbations des enzymes, membranes et autres macromolécules. Ces perturbations entraînent une faible production d'énergie par la phosphorylation et la photorespiration, une assimilation de l'azote perturbée et un dérèglement de nombreuses voies Métaboliques.

Si la concentration en sel excède le niveau de tolérance de la plante, des perturbations fonctionnelles apparaissent au niveau de photosynthèse, par effet du sel dans les stromas de chloroplastes qui perturbe le transport des électrons. Mais aussi les échanges gazeux et l'activité photochimique réduisent (M'rahs, Havaux et *al.* 2005).

La plante montre alors des signes de stress par la production d'anthocyanes ou la destruction de la chlorophylle. L'acquisition des nutriments minéraux, comme le potassium, les nitrates ou le calcium sont également réduit. L'excès de sodium  $\text{Na}^+$  provoque des lésions membranaires par le remplacement excessif des ions bivalents  $\text{Ca}^{++}$  (Cramer et *al.* 1993). La croissance des végétaux est perturbée par de trop forte concentration de sel. Des stress extrême conduisent au nanisme et à l'inhibition de la croissance racinaire, les feuilles deviennent sclérosées avant même d'avoir finir leur croissance, et l'organisme tout entier risque de dépérir assez vite. Si chez certains halophytes la croissance est stimulé par un apport modéré de sel, ce phénomène reste limité par un niveau de tolérance

### **II.1.2. Stress thermique**

La température est un facteur environnemental qui varie selon les saisons et subit des fluctuations quotidiennes. Le gel et les hautes températures affectent le développement de la céréale tout long de son cycle (Bouzerzour et Monneveux, 1992). Ainsi les végétaux nécessitent une température optimale pour assurer une croissance normale.

#### • **Le froid**

L'ensemble des métabolismes est affecté par le froid notamment la photosynthèse (Hopkins, 2003). Selon Hurry et *al.*, 2002, les basses températures semblent inhiber plus fortement les réactions sombres de la photosynthèse et le transport des électrons.

Les basses températures diminuent la vitesse des réactions enzymatiques et modifient la conformation des lipides membranaires et d'autres macromolécules ce qui entraîne des conséquences sur la plupart des processus biologiques (Stitt et Hurry, 2002).

En effet, chez les plantes pérennes en zones tempérées, les basses températures se traduisent par une forte augmentation en sucres solubles et une diminution de la teneur en amidon dans les tissus sont observés en automne et en hiver (Guy et *al.*, 2003).

(Stitt et *al.*, en 2002) dans leur étude sur le pois, montrent que la teneur en sucres solubles augmente rapidement pendant les 7 premiers jours de froid et diminue légèrement durant les 7 jours qui suivent. Le stockage des sucres chez le pois d'hiver peut avoir un rôle nutritionnel pendant l'acclimatation au froid. Des jeunes plantules présentent typiquement des signes de réduction de la croissance des feuilles, un brunissement et des nécroses.

Chez certaines plantes, le développement de l'appareil reproducteur est particulièrement sensible aux basses températures. Une exposition de plants de riz au froid au moment de l'anthèse (ouverture des fleurs) entraîne la stérilité des fleurs (Hopkins, 2003). Par ailleurs, il peut avoir un rôle important dans le développement car il assure la vernalisation et l'allongement des entrenœuds de la tige (Gate, 1995; Heller et *al.*, 2000; Dubois, 2007).

- **Le gel**

Quand la température est inférieure à zéro (gel), la glace se forme dans les espaces intercellulaires. Cette formation de glace provoque la perte d'eau des cellules d'où la déshydratation de la plante.

Le gel a une action sur certaines protéines en les dénaturant (Hannah et *al.*, 2006). La tolérance au gel par exemple se traduit par un stockage des sucres et elle est considérée comme un moyen d'assurer la cryoprotection des tissus de la plante surtout au niveau des feuilles qui sont nécessaires pour le développement de la plante. Le seigle peut survivre à des températures  $-5^{\circ}\text{C}$  (Guy, 2003).

- **Les hautes températures**

A partir de  $40^{\circ}\text{C}$  les processus liés à la photosynthèse sont dégradés. Ainsi, les températures élevées inhibent la synthèse des chlorophylles chez le concombre exposé à la lumière dans une chambre de culture à  $42^{\circ}\text{C}$  (Tripathy, 1998). Les processus qui se déroulent au niveau des membranes thylacoidiennes des chloroplastes sont endommagés par les températures élevées affectant ainsi la photosynthèse (Havaux, 1993; et Hopkins, 2003).

Des études ont montré que les activités de la rubisco ainsi que d'autres activités impliquées dans la fixation de carbone pouvaient être fortement compromises par les températures élevées.

### II.1.3. Le stress hydrique

Le stress hydrique est l'un des stress environnementaux les plus importants, affectant la productivité végétale autour du monde (Boyer, 1982). Il occupe et continuera d'occuper une très grande place dans les chroniques agro-économiques. C'est un problème sérieux dans beaucoup d'environnements arides et semi-arides, où les précipitations changent d'année en année et où les plantes sont soumises à des périodes plus ou moins longues de déficit hydrique (Boyer, 1982). Il existe de nombreuses définitions du stress hydrique. En agriculture, il est défini comme un déficit marqué et ce compte tenu des précipitations qui réduisent significativement les productions agricoles par rapport à la normale pour une région de grande étendue (Mckay, 1985 in Bootsma et *al.* 1996). En effet, on assiste à un stress hydrique lorsque la demande en eau dépasse la quantité disponible pendant une certaine période ou lorsque sa mauvaise qualité en limite l'usage (Madhava Rao et *al.*,2006). Le stress hydrique entraîne une dégradation des ressources d'eau douce en termes de quantité (surexploitation des eaux souterraines, rivières asséchées, etc.) et de qualité (eutrophisation, pollution par la matière organique, intrusion saline, etc.) (Mouhouche et Boulassel, 1997).

Le stress hydrique peut se définir comme le rapport entre la quantité d'eau nécessaire à la croissance de la plante et la quantité d'eau disponible dans son environnement, sachant que la réserve d'eau utile pour la plante est la quantité d'eau du sol accessible par son système racinaire (Laberche, 2004). La demande en eau de la plante est quant à elle déterminée par le niveau de transpiration ou évapotranspiration, ce qui inclut les pertes d'eau tant au niveau des feuilles qu'au niveau du sol (Laberche, 2004). Le stress hydrique est toute restriction hydrique qui se traduit par une baisse de potentiel de la plante suite à une perturbation de son activité physiologique provoquée par un déficit de consommation en eau et communément appelé stress hydrique (Mouhouche et Boulassel, 1997).

Le stress hydrique peut entraîner une diminution du développement et la qualité du produit. Les processus impliqués dans l'élaboration du rendement d'une culture sont influencés par deux types de facteurs (intrinsèque à la plante) et les facteurs environnementales. Les stress environnementaux abiotiques affectant une culture peuvent occasionner des pertes de rendement considérable.

La réponse de la plante au stress est complexe car elle dépend à la fois de la sévérité du stress, de sa durée, de la phase de développement et de l'état dans lequel se trouve la plante quand le stress est déclaré (Aidaoui, 1994). De nombreux chercheurs ont étudié les réponses des plantes au stress hydrique (Hsiao et *al.*, 1976; Frere et *al.*, 1987; DE Reissac, 1992; Monneveux, 1993, 1995).

### **. L'eau dans la plante**

L'eau est un élément vital, outre son rôle dans la photosynthèse, le transport et l'accumulation des éléments nutritifs ainsi que dans la division cellulaire et la régulation thermique, l'eau joue un rôle essentiel dans la croissance et le développement des plantes cultivées (Riou, 1993).

Les besoins de la plante se limitent à l'eau et aux substances minérales du sol, ainsi qu'au CO<sub>2</sub> et O<sub>2</sub> de l'atmosphère. Sa matière fraîche est composée d'environ 70 à 80 % d'eau (Heller et *al.*, 1998). La grande quantité d'hydrogène et d'oxygène des constituants de matière sèche provient de l'eau, il reste donc une source alimentaire directe (Gate, 1995) et elle constitue surtout le milieu intérieur des plantes (véritable matrice vitale de leur fonctionnement). Les différents organes de la plante renferment entre 80 à 90 % d'eau, c'est l'eau d'imbibition (Bethenod, 1980).

Au niveau de l'organisme elle sert à véhiculer les substrats nutritives, déchets et hormones (Heller et *al.*, 1998). Le fonctionnement de la plante nécessite que l'eau qui s'évapore par la transpiration, soit remplacée par l'eau absorbée par les racines au niveau du sol. Essentiellement l'entrée et la circulation de l'eau dans la plante résultent d'un mécanisme passif, l'osmose. L'équilibre hydrique de la plante passe par une perte de vapeur, un phénomène nommée transpiration. Si l'absorption de l'eau par la plante est inférieure à la demande évaporatrice de l'atmosphère, on parle alors d'une situation de déficit hydrique (Acevedo, 1991; Blum, 1996) et par conséquent, les processus physiologiques commencent à être affectés.

### **. Les effets du déficit hydrique sur la plante**

Aucune entrée de table des matières n'a été trouvée.

L'organe qui subit l'effet du déficit hydrique en premier est le limbe (chez le blé). Il cesse sa croissance, s'enroule et après l'anthèse, accélère sa sénescence si le stress dure.

Il réduit la taille des feuilles, leur surface verte, la durée du cycle et par conséquent la capacité photosynthétique se déprime (Turner et *al.*, 1986). En général, l'essentiel de la diminution de la photosynthèse due au stress hydrique est attribué à la fermeture des stomates. Chez la fève,

le taux de photosynthèse décroît quand le stress hydrique est de plus en plus important (Boyer, 1970).

L'acide abscissique (ABA) qualifié « hormone de stress » est synthétisée rapidement et semble avoir un rôle important dans la réponse au stress, dans l'inhibition de la photosynthèse et le ralentissement de la croissance des feuilles.

Le déficit hydrique peut également diminuer la pression de la turgescence de la plante et par conséquent provoquer une perte d'eau du contenu cellulaire. Cette perte peut engendrer des effets physiologiques très importants (Gate, 1995). Ces réactions au déficit hydrique ont un rôle effectif dans l'acquisition de la tolérance.

La tolérance est la stratégie qui permet à la plante d'assurer ses fonctions physiologiques malgré une dégradation de son état hydrique. Le maintien de la turgescence lors d'un déficit hydrique permet de retarder la fermeture des stomates (Passiourra, 1996), de maintenir le volume chloroplastique et de réduire le flétrissement foliaire (Blum et Ebercon, 1981).

Cette aptitude confère à la plante une meilleure tolérance au déficit hydrique interne. Elle permet un fonctionnement prolongé de la photosynthèse. Les produits carbonés peuvent alors être utilisés autant pour l'ajustement que la croissance racinaire.

Au niveau cellulaire, l'ajustement osmotique joue un rôle déterminant dans le maintien de la turgescence aux faibles potentiels hydriques foliaires.

La tolérance à la sécheresse est le résultat de mécanismes physiologiques, biochimiques et moléculaires complexes.

### **III. Les mécanismes d'adaptation au déficit hydrique**

En réponse au déficit hydrique, les végétaux développent plusieurs stratégies qui varient en fonction de l'espèce et des conditions du milieu.

L'adaptation à la sécheresse d'une plante cultivée, se définit comme la capacité de cette dernière à survivre et s'accroître du point de vue physiologique et du point de vue agronomique par l'obtention d'un rendement plus élevé que celui des plantes sensibles (Turner, 1979).

La résistance globale d'une plante à la sécheresse apparaît comme le résultat de nombreuses modifications phénologiques, anatomiques, morphologiques et biochimiques interagissant pour permettre le maintien de la croissance, le développement et de la production (Araus *et al.*, 1993; Hsissou, 1994)

### III.1. L'esquive

La stratégie la plus utilisée par les sélectionneurs pour identifier les variétés plus tolérantes aux stress est l'esquive par raccourcissement de la durée du cycle (Acevedo et *al.*, 1995).

La précocité est la plus souvent associée à une amélioration du rendement et de l'adaptation aux stress conduisant à la régularité de la production (Pfeiffer, 1993). Elle permet à la plante d'accomplir leur cycle de développement avant l'installation de la contrainte hydrique. Grâce à la précocité, le rendement a été amélioré chez les espèces annuelles (Turner, 2001), les légumineuses (Subbarao, 1995) et chez les céréales (Fukai, 1995, 1999). Elle est plus marquée par l'installation d'un déficit hydrique fréquent en fin de cycle.

Cependant les sélections de variétés à cycle court ne permettent pas toujours d'améliorer le rendement dans le cas où le déficit hydrique se déclare en cours du cycle de développement (Khalfaoui, 1985). Turner et *al.*, en 2000 montrent que la réduction de la variabilité entraînant une réduction de la plasticité phénologique, elle est constituée comme une stratégie risquée dans le cas des légumineuses.

### III.2.L'évitement

L'évitement est défini comme la capacité d'une plante à supporter une sécheresse en évitant une déshydratation des tissus. Donc le maintien du potentiel hydrique interne satisfaisant en présence de contrainte hydrique (Levitt, 1985; Turner, 1986). Ce mécanisme se fait selon deux réponses:

- La première réponse est l'aptitude des racines à exploiter les réserves en eau du sol sous stress (Hsiao et Acevedo, 1974; Passiourra, 1988; Adda et *al.*, 2005).
- La seconde réponse est constituée par la réduction de surface foliaire, la régulation de l'ouverture et fermeture des stomates (Turner, 1977; Ludlow et *al.*, 1990), la présence de cire à la surface des feuilles et l'enroulement foliaire (Clarck, 1986).

#### ***1. Capacité d'extraction de l'eau par le système racinaire :***

Un système racinaire capable d'extraire l'eau du sol est un facteur essentiel de résistance à la sécheresse. Cette caractéristique est un facteur de variabilité inter et intraspécifique et considérée comme un paramètre d'adaptation dans des milieux caractérisés par le déficit hydrique (Richards et Passiourra, 1981 ; Benlaribi et *al.*, 1990; Monneveux, 1991; Oyangi et *al.*, 1995; Doussan et *al.*, 1998).

Un bon développement de l'axe principal racinaire permet au blé d'exploiter l'eau des horizons profonds du sol (Hurd, 1974; Monneveux, 1991). Les mêmes résultats sont observés dans les travaux de Tazi et *al.*, 2003 chez les plantes d'arganier. Selon Tahri et Shad (1983), le poids des grains et le rendement chez le blé dur en zones semi aride, sont conditionnés par le développement du système

### **2. Régulation stomatique :**

Lorsqu'un déficit hydrique survient, la réduction de l'ouverture stomatique permet de préserver rapidement l'état hydrique de la plante. Une faible conductance stomatique est généralement proposée comme un trait favorable à l'adaptation à la sécheresse (Jones, 1979, 1980, 1987; Turner, 1979, 1982, 1986, cités dans Ludlow (1990).

Néanmoins, la fermeture stomatique réduit l'assimilation du CO<sub>2</sub> et conduit à une réduction de l'activité photosynthétique. Bennet, 1984; montre qu'il existe des différences inter variétales chez les légumineuses, notamment chez le niébé et l'arachide.

La fermeture des stomates est contrôlée par un signal hormonal, l'acide abscissique ou ABA en réponse à l'assèchement du sol (Tardieu, 1996). Chez les légumineuses, les travaux sur l'intervention de l'ABA ne concernent que le lupin (Turner; Gallardo, 1994). Sur l'arachide il semble que le potentiel hydrique et la fermeture des stomates soient en liaison directe (Bennet, 1984; Clavel et *al.*, 2005). Par ailleurs, d'autres auteurs attribuent le mécanisme de fermeture des stomates au contrôle hormonal (acide abscissique, cytokinine) (Tardieu et *al.*, 1996).

- ❖ ***Par exemple***, l'obscurité entraîne généralement la fermeture des stomates sauf chez les plantes à métabolisme photosynthétique du type CAM, qui ouvrent leurs stomates la nuit et les ferment le jour. Il s'agit d'une adaptation de ces plantes aux conditions d'aridité. Mécanisme racinaire.

### **III.3. Réduction de la surface transpirante**

Le ralentissement de la croissance tissulaire, la sénescence et la chute des feuilles âgées sont souvent observés chez les espèces soumises à la sécheresse. Dans le sens où ils réduisent la surface transpirante, ces phénomènes sont des mécanismes d'évitement (Kramer, 1983). Ils ont été observés chez le maïs, le sorgho, l'olivier et chez plusieurs autres espèces des régions arides. O'tool et Cruze (1980), ont montré que l'enroulement foliaire de riz permet la réduction de la surface transpirante et le maintien d'un potentiel hydrique adéquat.

# ***Chapitre II*** ***Materiel Et Methode***



### I.1. Situation géographique et présentation des sites d'étude

Notre travail a lieu dans deux sites (Figure N°4), localisés dans la région de Laghouat qui est éloignée de la capitale Alger de 400km vers le sud la latitude Nord  $33^{\circ}48'$  et la longitude de  $02^{\circ}35'$ Est, sur une latitude moyenne de 752m (D.P.S.B, 2013). Le premier site (Mokrane), est situé à environ 4 km à l'ouest de la ville de Laghouat sur une altitude de 784 m, dans un périmètre agricole nommé Mokrane. Ce périmètre est localisé sur une formation sableuse, appelée bled el Hirane. Celle-ci est délimitée au Nord par l'Oued Mzi, au sud par le Bled el Anngad, à l'Ouest par le Djebel Deloua et à l'Est par Djebel Lahmar. Le périmètre de Mokrane se trouve dans une zone à niveau moins élevé que les montagnes qui l'entourent, cette zone est nommé Theniete Er'ml c'est-à-dire la zone du passage et d'accumulation du sable (Houasnia, 2008). Le deuxième site (Dhaya Gueblya), située à 9 kilomètre au sud de la ville de Laghouat sur une altitude 737 m, dans un périmètre agricole non entièrement exploité nommé Dhaya Gueblya.

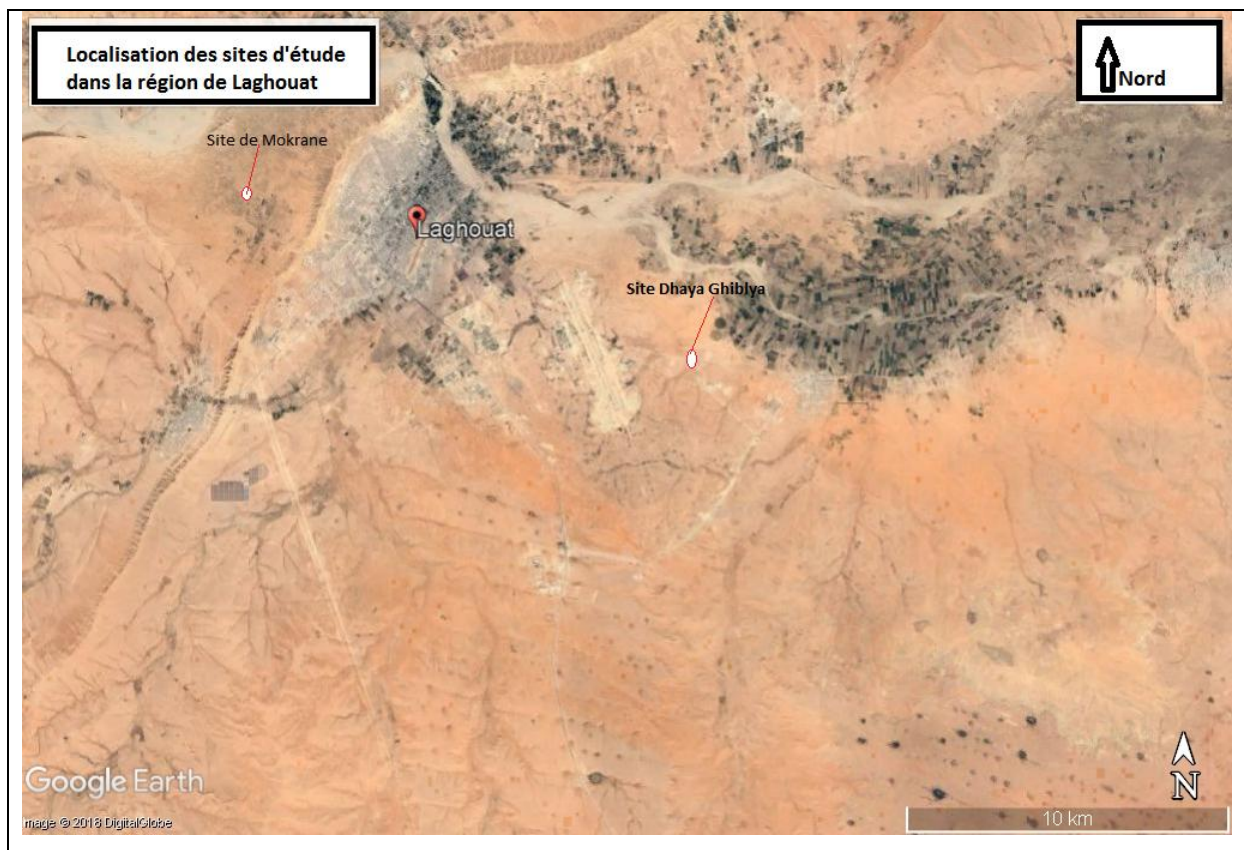


Figure N° 4 Localisation des sites d'étude, image Google Earth avec nos esquisses

### I.2. Caractéristiques climatique de la région de Laghouat

Le climat joue un rôle fondamental dans la distribution et la vie des être vivant, il dépend de nombreux factures : température, précipitation, humidité, vent, lumière,...etc. (faurie et al, 2003).

Pour caractériser l'état climatique de la région et mettre en évidence les impacts probables de ses facteurs sur les être vivent.

La présente étude est faite sur une période 7 ans de **2011** jusqu' à **2017** de données ramenées de l'Office National de Météorologique (**O.N.M, 2018**) station de Laghouat. La synthèse climatique de la zone d'étude a été effectuée sur la base d'un diagramme Ombro-thermique de Bagnouls et Gaussen et d'un Climagramme d'EMBERGER.

#### I.2.1. Climagramme d'EMBERGER

Le système d'Emberger permet la classification des différents climats méditerranéens (DAJOZ, 2003). Cette classification fait intervenir deux facteurs essentiels, d'une part la sécheresse représentée par le quotient Pluvio-thermique  $Q_2$  en ordonnées et d'autre part la moyenne des températures minima du mois le plus froid en abscisses. Il est défini par la formule simplifiée suivante (STEWART, 1969):

$$Q_2 = 3,43P / (M - m)$$

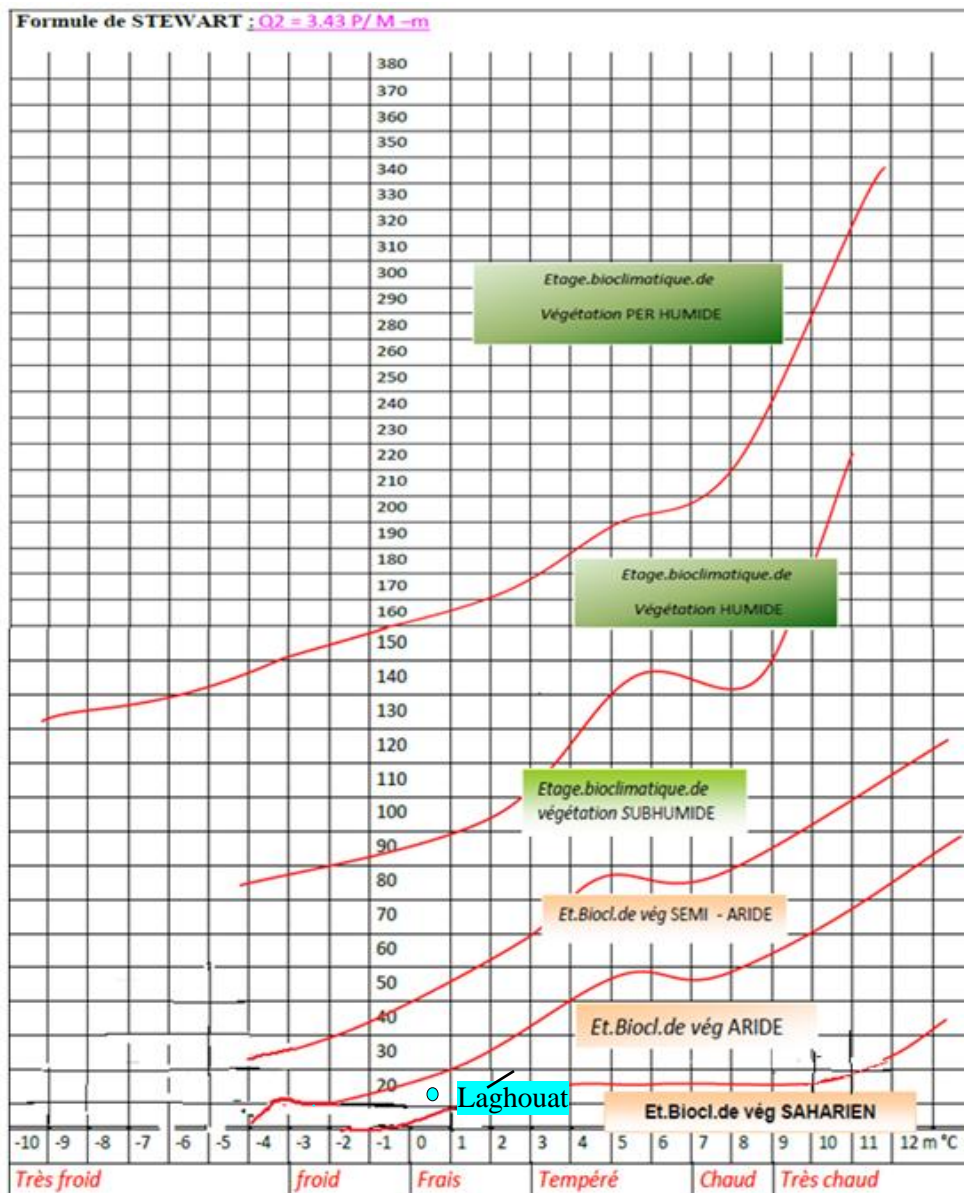
P: pluviométrie annuelle en mm;

M: température moyenne des maxima de mois le plus chaud en °C.

m: température moyenne des minima du mois le plus froid en °C.

Afin de déterminer l'étage bioclimatique de notre zone d'étude et le situer dans le Climagramme d'EMBERGER, nous avons calculé le quotient pluviothermique pour la station,  $Q_2$  avec les données climatiques calculées sur une période de 7 ans  **$Q_2$  (2011-2017)**. La (Figure N°5)

$$Q_2 = 3.43 * (156.41 / (26.24 - 0.94))$$



- ✓ La station de Laghouat présente un  $Q_2$  de **21.20**, elle se situe dans l'étage bioclimatique aride à hiver frais.

### I.2.2. Les Températures

La température influence considérablement la végétation, elle est l'élément climatique le plus important dans l'aire de répartition des végétaux sur le globe (Prévost., 1999).

La température est un facteur limitant d'une grande importance car elle conditionne l'ensemble des phénomènes métaboliques et conditionne de ce fait la répartition de la totalité des espèces et des communautés dans la biosphère (Ramade., 1984). Elle dépend de la nébulosité, de

## Chapitre II : Matériels et méthodes

la latitude, de l'exposition, de la présence d'une grande masse d'eau. Elle dépend aussi des courants marins, du sol et des formations végétales (Faurie et al. 2003).

Nous remarquons pour la station de Laghouat (Figure N°6). En générale nous observons une saisonnalité des températures durant de la cette 7 ans étudiées et dans cette saisonnalité nous remarquons les mois les plus chauds durant la période de l'été, le mois de juillet a température maximale ( $T_{\max} = 41^{\circ}\text{C}$ ). Les températures minimale sont marquées généralement en hiver au mois de Janvier, le minimum est observé en 2012 ( $\approx -1.5^{\circ}\text{C}$ ) a janvier de chacun année.

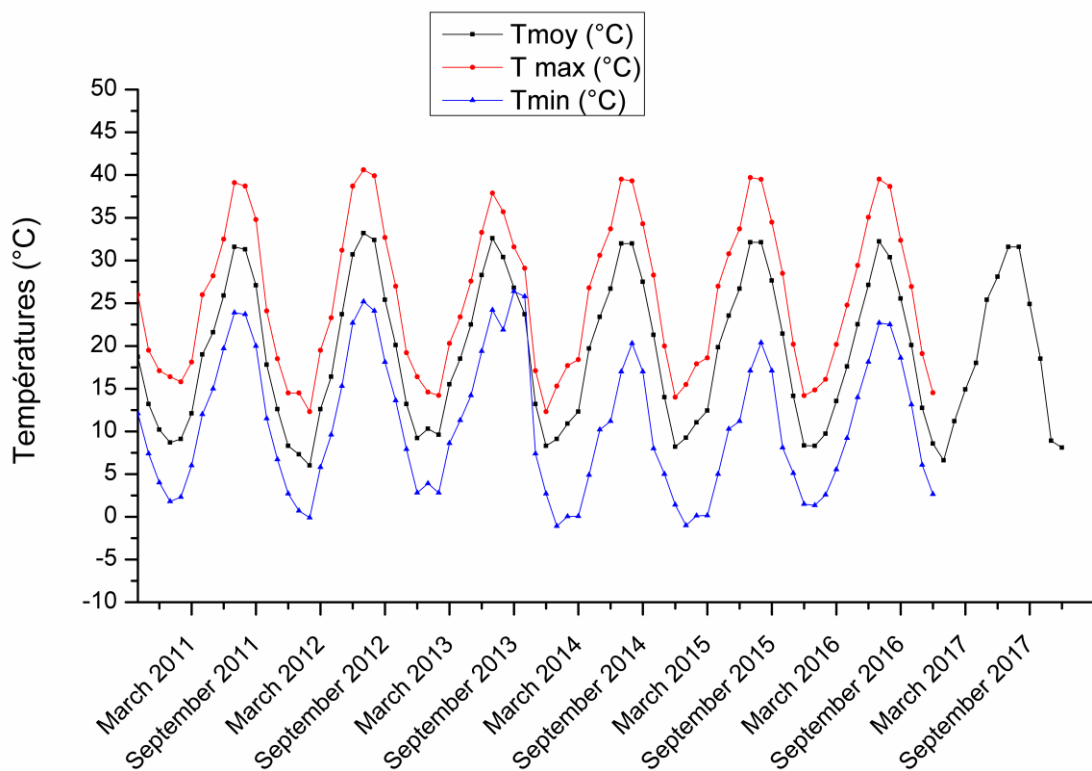


Figure N° 6 Les températures de Laghouat pendant 7 ans (2011-2017).

### I.2.3. Les précipitations

Les précipitations représentent le facteur le plus important du climat. La quantité d'eau dont dispose la végétation dépend des pluies, de la neige, de la grêle, de la rosée, de la gelée blanche, des brouillards et des brumes, mais aussi de l'évaporation et de la porosité du sol (Faurie et al. 2003).

La (Figure N°7) représente la dynamique des précipitations pluviométriques dans la région de Laghouat (2011-2017). On observe une certaine saisonnalité durant les saisons

automnale et d'hiver il y a des chute, généralement une précipitation est faible aussi irrégularité de précipitation.  $P_{Max} = 55.1$  (2011) octobre

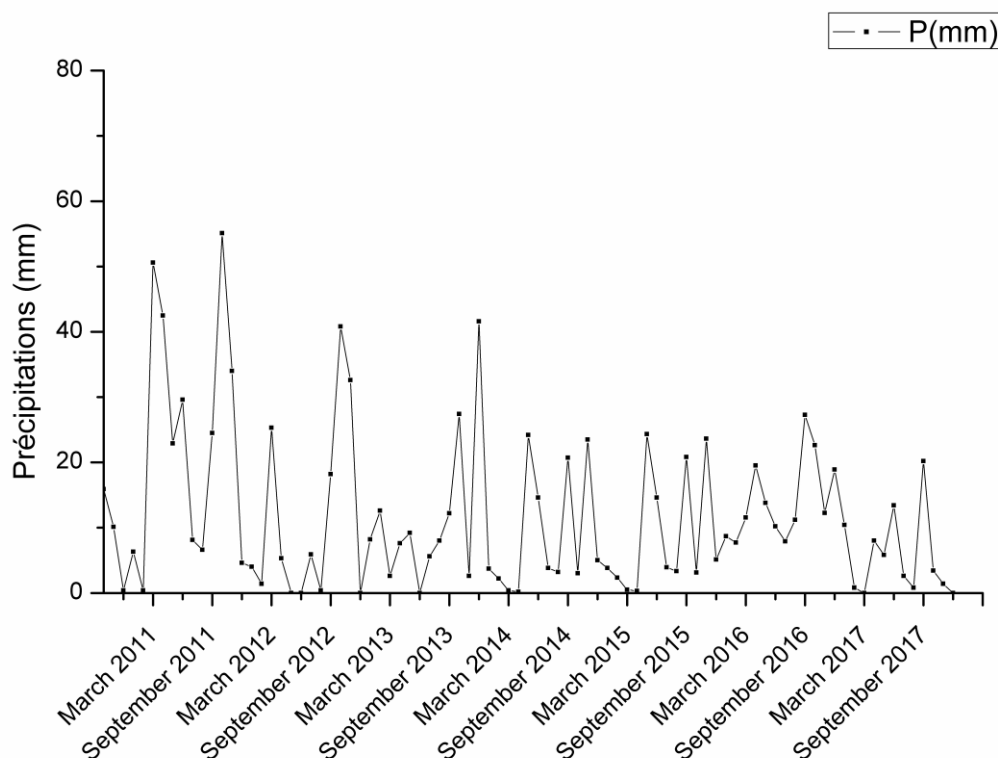


Figure N° 7 Dynamique des précipitations pluviométriques dans la région de Laghouat

### I.2.4. L'humidité relative de l'air

Selon Dreux (1980), l'humidité dépend de plusieurs facteurs tels que la quantité d'eau tombée, le nombre de jours de pluie, la forme de ces précipitations, la température, les vents et la morphologie de la station considérée (Faurie et *al*, 1980).

D'après la (figure N°8), nous observons que le mois de décembre de l'année 2011 est le plus humide avec 75, 8%. Le mois de Juillet 2017 est le plus sec avec une humidité relative de 22% .Sur les 84 mois on a 12 mois ou l'humidité de l'air est inférieure à 35%.

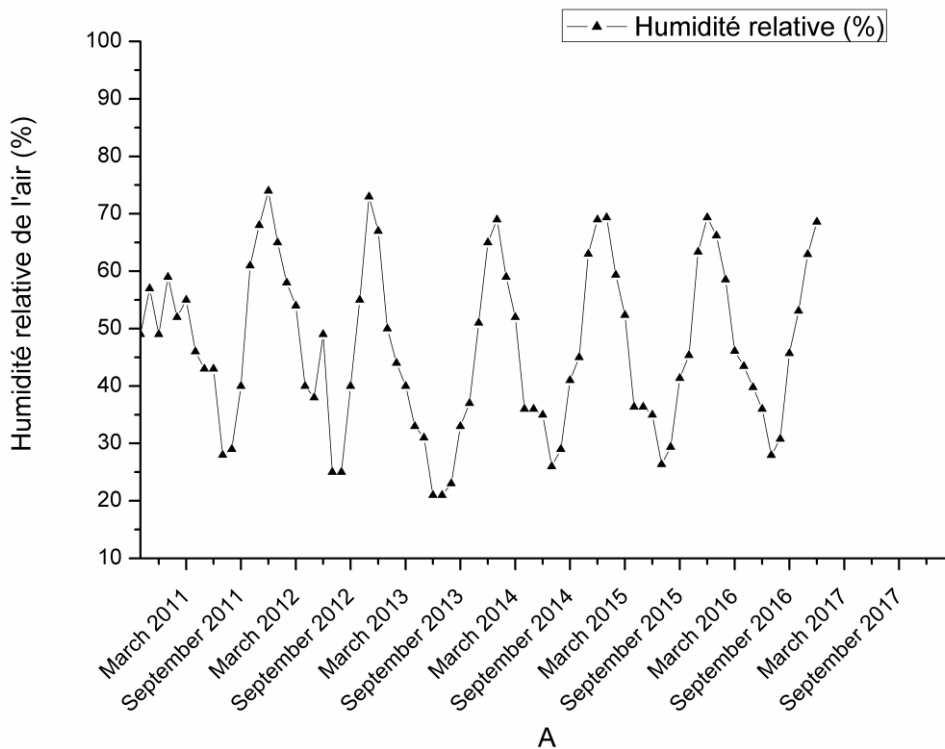


Figure N°8 La dynamique de l'humidité de l'air à Laghouat (2011-2017).

### I.2.5. Le vent

Le vent constitue dans certains biotopes un facteur écologique limitant. Il a une action très marquée sur la répartition de certaines espèces et sur leurs activités qui peuvent être gênées (Ramade, 1984).

La (Figure N°9) représenté la vitesse de la violent de vend pendant 7 ans (2011-2017). On observe l'existence pas des régularités saisonniers. Alors la vitesse la plus fort remarque à juillet 2013 de vitesse est égale 6.5 m/s

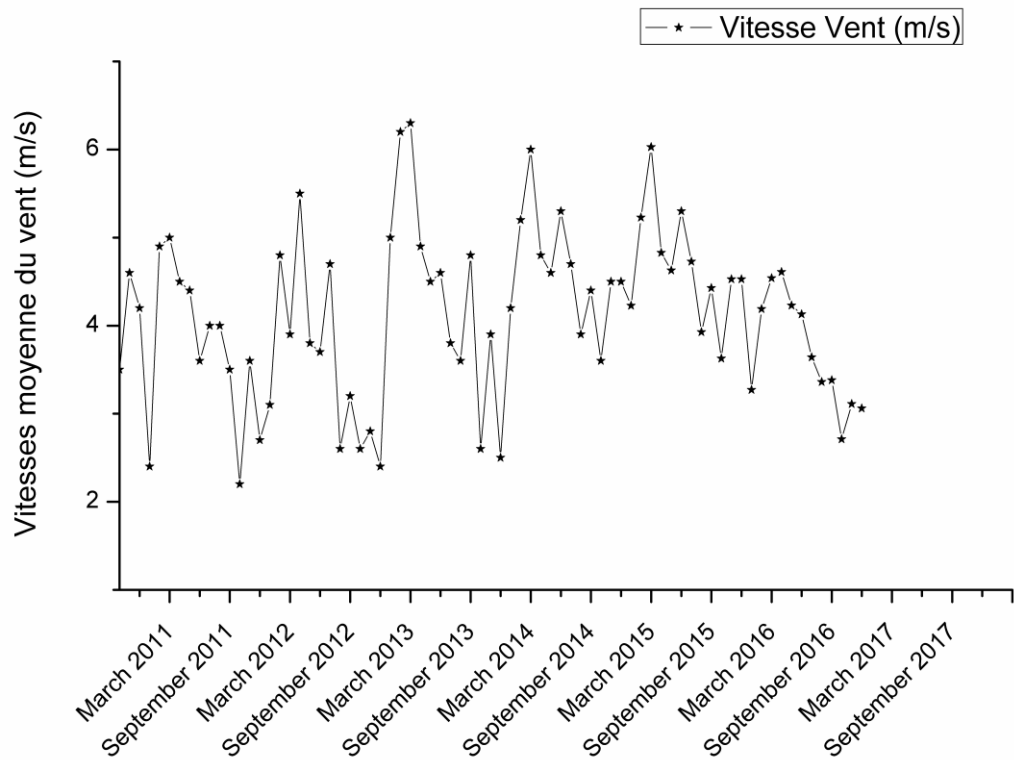


Figure N°9 Dynamique du vent à Laghouat (2011–2017).

### I.2.6. Végétation de la région de Laghouat

Le (Tableaux 01) représenté la végétation recensée dans la région de Laghouat, elle est constituée de 12 familles, 26 genres et 28 espèces (Malle et al, 2017)

## Chapitre II : Matériels et méthodes

Tableaux 01 Principales espèces recensées dans la région de Laghouat

<b>Famille</b>	<b>Genre</b>	<b>Espèces</b>
<b>Euphorbiaceae</b>	<i>Euphorbia.L</i>	<i>Euphorbia guyoniana</i>
		<i>Euphorbia helioscopia</i>
<b>Caryophyllaceae</b>	<i>Silene.L</i>	<i>Silene arenarioides</i>
<b>Fabaceae</b>	<i>Astragalus lam</i>	<i>Astragalus armatus</i>
	<i>Retama.L</i>	<i>Retama retam</i>
	argyrobium	<i>Argyrobium uniflorum</i>
	<i>Genista</i>	<i>Genista uniflora</i>
<b>Thymélacaceae</b>	<i>Thymelaea Scop.</i>	<i>Thymelaea microphyla</i>
		<i>Thymelaea hirsuta</i>
<b>Poaceae</b>	<i>Stipa L.</i>	<i>Stipa tenacissima</i>
	<i>Aristida. L</i>	<i>Aristida pungens desf.</i>
<b>Crucifères</b>	<i>Eruca (semna) »</i>	<i>Eruca vesicaria.Thell</i>
	<i>Oudneya R</i>	<i>Oudneya africana</i>
<b>Asteraceae</b>	<i>Evax.L</i>	<i>Evax desertorum</i>
	<i>Echinops.L</i>	<i>Echinops spinosus</i>
	<i>Atractylis L.</i>	<i>Atractylis serratuloides</i>
	<i>Ifloga.cass</i>	<i>Ifloga spicata</i>
<b>Chenopodiaceae</b>	<i>Salsola</i>	<i>Salsola vermiculata</i>
<b>Cynareaes</b>	<i>Picris.L</i>	<i>Picris coronopifolia</i>
<b>Brassicaceae</b>	<i>Eruca</i>	<i>Eruca sp.</i>
	<i>Oudneya</i>	<i>Oudneya Africana</i>
	<i>Malcomia R.Br.</i>	<i>Malcomia aegyptiaca (hama), (merchdet)</i>
<b>Capparidaceae</b>	<i>Cleome</i>	<i>Cleome arabica</i>
<b>Distaceae</b>	<i>Helianthemum</i>	<i>Helianthemum getalum.</i>
<b>Geraniaceae</b>	<i>Erodium</i>	<i>Erodium triangulare</i>
	<i>Erodium L'Her</i>	<i>Erodium moschatum (Ebra errai)</i>
<b>Plantaginaceae</b>	<i>Plantago</i>	<i>Plantago albicans</i>
<b>Tamaricaceae</b>	<i>Tamarix</i>	<i>Tamarix sp.</i>
<b>Zygophyllaceae</b>	<i>Peganum L.</i>	<i>Peganum harmala L</i>

Source : (Malleem et al, 2017)

### II. Travail experimental

Notre travail est scindé en deux parties, une première partie effectuée sur le terrain qui consiste à effectuer des prélèvements de sol et de la matière végétale. Une deuxième partie est réalisée au laboratoire et dans laquelle les paramètres physiques, biochimiques et physiologiques des plantes.

Le matériel végétal utilisé est composé de trois espèces: (*Retama retam* ; *Astragalus armatus* ; *Aristida pungens*) choisies sur la base de leur pérennité.

#### II.1. Travail de terrain

##### II.1.1. Collecte des échantillons de feuilles des plantes

La collection des échantillonnages consistés au prélèvement des feuilles verte (fraiche), de trois espèces : *Astragalus armatus*, *Rétama reatam*, *Aristida pungens* choisie pour leur pérennité. La collecte des feuilles des trois espèces a lieu durant la dernière semaine du mois de Février 2018.

À l'aide d'un sécateur nous avons pris quelques feuilles fraîches de la touffe de chacun des trois espèces. Les feuilles ont été mises dans des sacs en plastique étiquettes selon un code donné à la plante qui nous permettra son identification facile au laboratoire.

##### II.1. 2. Prélèvement du sol

Dans les deux sites, sur un ensemble de trois points pris dans la couche 0-30cm, échantillonnés aléatoirement les prélèvements ont été effectués. A l'aide d'une tarière le prélèvement s'effectue manuellement en 3 phases :

-En foncement de la vrille par rotation. Extraction de la vrille. Vidange de la vrille par rotation, la vidange se fait dans des sacs en plastiques. Les sacs sont par la suite hermétiquement fermés, étiquetés et ramenés aux laboratoires de l'université de Laghouat afin de subir des analyses granulométriques.

### III. Analyses aux les laboratoires

#### III.1. Analyses de la matière végétale

##### III.1.1 Les paramètres physiologiques

##### 1. La teneur en eau w (%)

La teneur en eau est mesurée, pour chaque échantillon de matière fraîche (MF) des feuilles des plantes immédiatement après la récolte.

Un échantillon de la plante est pesé immédiatement pour obtenir leur poids frais (*pf*) et est mis dans de l'eau distillée pendant 24 heures après on mesure son poids de turgescence (*pt*), on le place ensuite dans une étuve à 105 °C pendant 24 heures. Après dessiccation ; l'échantillon est pesé jusqu' à avoir un poids sec (*ps*) constant.

La teneur en eau est donnée par la formule :

$$W(\%) = ((pt) - (pf) / (pt) - (ps)) * 100$$

(*Pf*): Poids frais de l'échantillon.

(*Ps*) : Poids de l'échantillon après dessiccation.

(*Pt*) : Poids turgescence.

### III.1.2. Les paramètres biochimiques

#### III.1.2.1. dosage de la proline (mmol/g MF)

La proline ou acide pyrrolidine 2-carboxylique est l'un des vingt principaux acides aminés qui entrent dans la constitution des protéines. La proline est facilement oxydée par la ninhydrine ou tricetohydrindène. C'est sur cette réaction que se base le protocole de mise en évidence de la proline dans les échantillons foliaires (El Jaafari, 1993). La méthode suivie est celle de Trolls et Lindsley, (1955), simplifiée et mise au point par RASIO et *al.* (1987).

Elle consiste à prendre 100 mg de matière fraîche dans des tubes à essai contenant 2 ml de méthanol à 40%. Le tout est chauffé à 85°C dans un bain-marie pendant 60 mn. (Les tubes sont recouverts de papier aluminium pendant le chauffage pour éviter la volatilisation de l'alcool.) Après refroidissement; on prélève 1ml d'extrait auquel il faut ajouter: 1ml d'acide acétique (CH<sub>3</sub>COOH); 25 mg de ninhydrine (C<sub>6</sub>H<sub>6</sub>O<sub>4</sub>) ; 1ml de mélange contenant: 120 ml d'eau distillée; 300 ml d'acide acétique; 80 ml d'acide orthophosphorique (H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>, d=1.7).

La solution obtenue est portée à ébullition pendant 30 mn à 100°C, la solution vire au rouge, après refroidissement, 5 ml de toluène sont rajoutés à la solution qui est agitée, deux phases se séparent (une phase supérieure à la couleur rouge contient la proline et une phase inférieure transparente sans proline). Après avoir éliminé la phase inférieure, la phase supérieure est récupérée est déshydratée par l'ajout d'une spatule de Sulfate de Sodium Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> anhydre (pour éliminer l'eau qu'elle contient). On détermine la densité optique (Do) à l'aide d'un spectrophotomètre (type 20D) sur une longueur d'onde de 528nm. Les valeurs obtenues sont converties en taux de proline par le biais d'une courbe étalon préalablement établie à partir

d'une série de solution de concentration en proline connue. Cette courbe est utilisée pour déterminer les teneurs en proline dans les feuilles des plantes.

### III.1.2.2. Dosage des sucres totaux (mg/g MF)

Les sucres solubles totaux (saccharose, glucose, fructose, leurs dérivés méthyles et les polysaccharides) sont dosés par la méthode au phénol de Dubois et *al.*, (1956). Elle consiste à prendre 100 mg de matière fraîche, placées dans des tubes à essais, on ajoute 5ml d'éthanol à 80% pour faire l'extraction des sucres et on ajoute 20ml d'eau distillée à l'extrait. C'est la solution à analyser.. Au moment du dosage on les place les tubes au bain-marie pendant 30mn à 70°C pour faire évaporer l'alcool.

Dans des tubes à essais propres, on met 1ml de la solution à analyser, on ajoute 1ml de phénol à 5% (le phénol est dilué dans de l'eau distillée); on ajoute rapidement 5ml d'acide sulfurique concentré 96% sous haute tout en évitant de verser de l'acide contre les parois du tube. On obtient, une solution jaune orange à la surface, on passe au vortex pour homogénéiser la couleur de la solution. (La couleur de la réaction est stable pendant plusieurs heures.). Les mesures d'absorbances sont effectuées à une longueur d'ondes de 640 nm. Enfin des résultats des densités optiques sont rapportés sur un curve étalon des sucres solubles (exprimés en glucose).

### III.1.2.3. Dosage de la chlorophylle (mg/g MF)

La méthode utilisée est celle de McKinney (1941). Dans des tubes à essais, on ajoute sur 100 mg d'échantillon frais, coupé en petits fragments, 5ml d'acétone à 80% qui diluée à 20ml d'eau distillé, pendant 24 heures. Les concentrations de la chlorophylle a , la chlorophylle b sont déterminées à l'aide d'un spectrophotomètre à des densités optiques respectives de 663et 645 nm. L'appareil est étalonné avec la solution témoin à base d'acétone à 80%, les concentrations de la chlorophylle a, chlorophylle b, et les chlorophylles totales sont calculées à l'aide des formules suivante:

- ✓ Chlorophylle a:  $\text{Chl a} = (12,7 \times \text{OD}_{663}) - (2,69 \times \text{OD}_{645})$ .
- ✓ Chlorophylle b:  $\text{Chl b} = (22,9 \times \text{OD}_{645}) - (4,68 \times \text{OD}_{663})$ .
- ✓ Chlorophylle totale:  $\text{Chl T} = (20,2 \times \text{OD}_{645}) + (8,02 \times \text{OD}_{663})$ .

⇒  $\text{OD}_{663}$  observation spectrophotometerique a Lecture de 663°  
⇒  $\text{OD}_{645}$  observation spectrophotometer a Lecture 645°

### III.2. Analyse de la distribution granulométrique des sols des sites

L'analyse de la distribution granulométrique des particules du sol, s'effectue sur une prise d'essai de terre fine (éléments < 2mm). Elle a pour le but de déterminer le pourcentage des différentes fractions des particules minérales constituant des agrégats (Aubert., 1978).

La détermination de la distribution du sol a été effectuée par tamisage mécanique des particules dans une série de tamis (Figure N°10) dont les ouvertures sont comprises entre 50 $\mu$ m et 2000 $\mu$ m. Cinq classes de particules granulométriques ont été identifiées par leur taille selon la classification de (USDA., 2001) :

Argiles et limon < 50 $\mu$ m ; 50  $\mu$ m < Sables fins < 100 $\mu$ m ; 100  $\mu$ m < Sables moyens < 250 $\mu$ m ; 250  $\mu$ m < Sables moyennement grossiers < 500 $\mu$ m ; 500  $\mu$ m < Sables grossiers < 2000  $\mu$ m



Figure N°10 La tamiseuse mécanique

### **IV. Traitements et analyses statistiques des données**

Les traitements statistiques des données collectées ont été réalisés à l'aide des logiciels «*MINITAB* version 17 et dans *XL STAT* 2016.

# *Chapitre III*

## *Résultats Et Discussion*



### III. Résultats

#### I. Paramètre physiologiques et biochimiques des plantes

##### I.1. Paramètres physiologiques des plantes

###### I.1.1. La teneur en eau

La (Figure N°11) représente la teneur en eau dans les parties foliaires des trois espèces dans les deux sites. Chez *Retama reatam*, nous observons des teneurs en eau de 47 et 49 % respectivement dans Dhaya Gueblya et Mokrane et une différence non significative formant un seul groupe statistique. De même, chez *Aristida pungens*, les teneurs en eau sont de 41 et 44 %, la plus faible valeur observé à Mokrane et une différence non significative ( $P=0.76$ ). Contrairement chez *Astragalus armatus* une différence significative est observée ( $P=0$ ), l'espèce a formé deux groupes statistiques, la plus forte valeur 62% est observé dans le site Dhaya Gueblya.

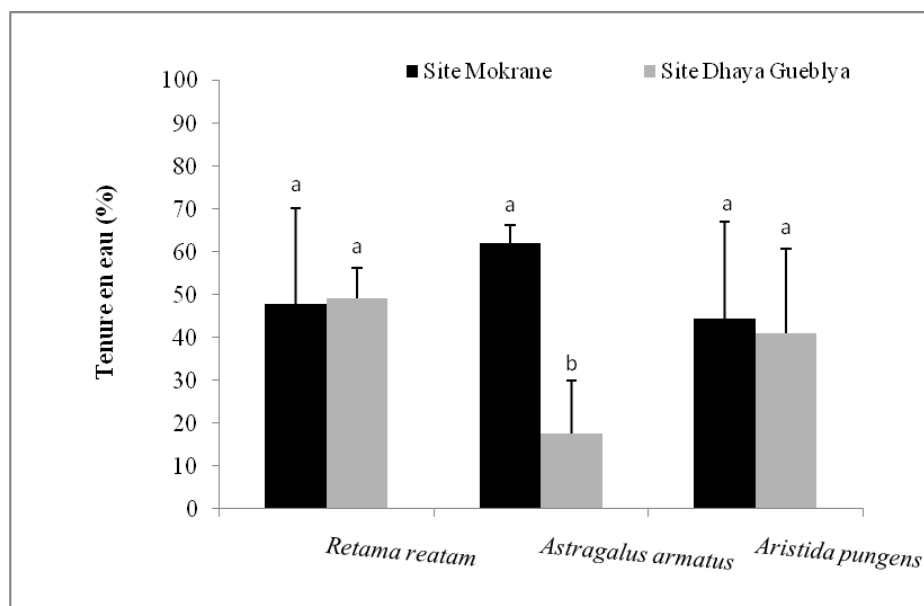


Figure N°11 : Teneur en eau foliaire des trois espèces selon le site d'étude.

#### I.2. Paramètres biochimiques des plantes

##### I.2. 1. La teneur en chlorophylle a

La (Figure N°12) représente la teneur en chlorophylle a dans les parties foliaires des trois espèces dans les deux sites. Nous observons des différences chez les trois espèces selon les deux sites. Nous remarquons chez *Retama reatam* une teneur moyenne plus à Dhaya Gueblya 88 ( $\mu\text{g/gMF}$ ) et une différence non significative. Chez *Aristida pungens* nous observons à

Mokrane une teneur plus élevée 70 ( $\mu\text{g/gMF}$ ) et une différence significative ( $P = 0$ ). *Astragalus armatus* forme un seul groupe statistique ( $P = 0.43$ ) dans les deux sites.

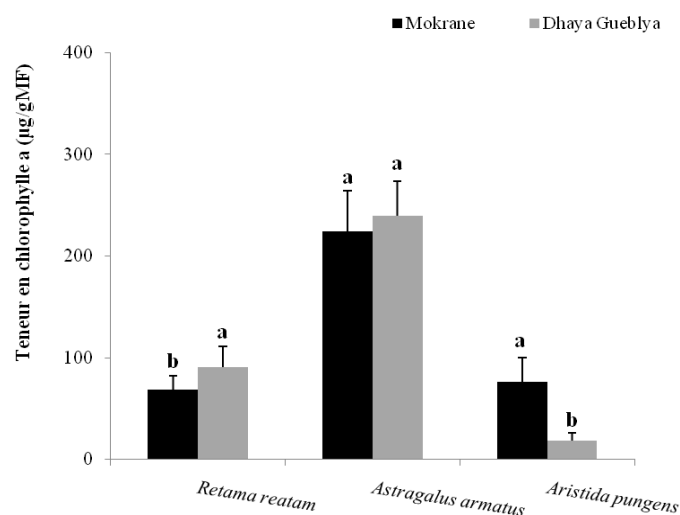
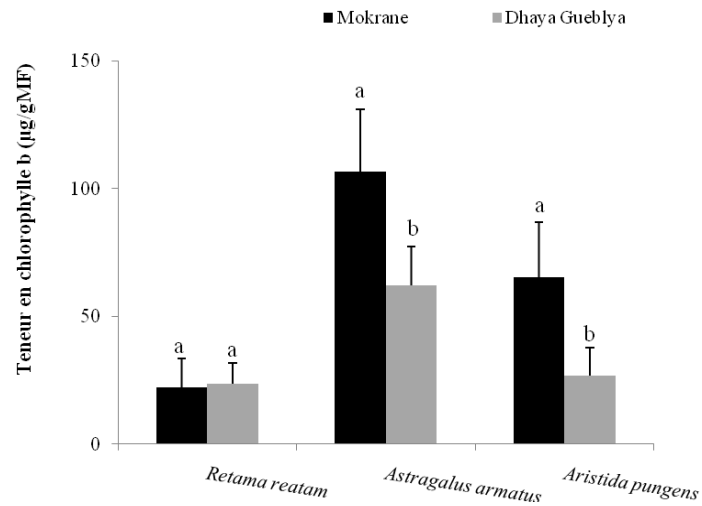


Figure N°12 : Représentation des teneurs en Chlorophylle a dans les feuilles des trois espèces selon le site d'étude.

### I.2.2. La teneur en chlorophylle b

La (figure N°13) montre la teneur en chlorophylle b dans les parties foliaires des trois espèces dans les deux sites. Nous observons des différences dans les teneurs eau chez les trois espèces selon les deux sites. Chez *Retama reatam* des teneurs en chlorophylle b de 25 et 28 ( $\mu\text{g/gMF}$ ) respectivement dans Dhaya Gueblya et Mokrane mais la différence est non significative formant un seul groupe statistique. De même, chez *Aristida pungens*, les teneurs en Chlorophylle b sont de 35 et 65( $\mu\text{g/gMF}$ ), la plus faible valeur observée à Dhaya Gueblya et une différence hautement significative ( $P=0$ ). Chez *Astragalus armatus* une différence significative est observée ( $P=0.001$ ), l'espèce a formé deux groupes statistiques, la plus forte valeur 110( $\mu\text{g/gMF}$ ) est observé dans le site Mokrane.



**Figure N°13: Représentation des teneurs en Chlorophylle b dans les feuilles des trois espèces selon le site d'étude.**

### I.2.3. La teneur en chlorophylle totale

Dans la (figure N°14) est représenté la teneur en chlorophylle totale dans les parties foliaires des trois espèces dans les deux sites. Les teneurs en Chlorophylle totale dans le site de Mokrane varient entre 100-150 (µg/gMF) et au site Dhaya Gueblya la teneur en chlorophylle dans les feuilles varie entre 30 et 390 (µg/gMF). Les espèces *Astragalus armatus* et *Aristida pungens* forment chacune deux groupes statistiques et présentent une différence hautement significative marquée ( $P=0$ ). Contrairement chez *Retama reatam* aucune différence significative n'a été observée ( $P=0.21$ ).

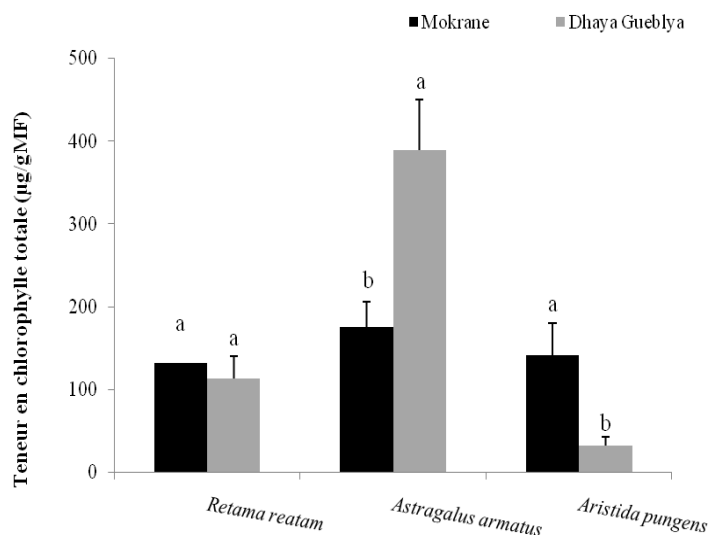
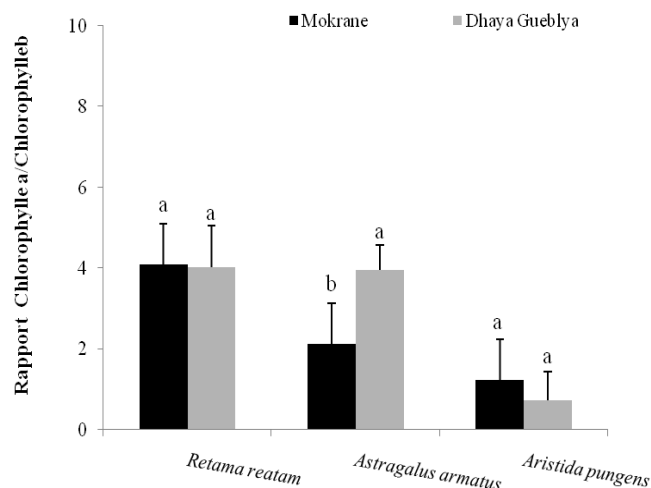


Figure N°14 : Représentation des teneurs en Chlorophylle totale dans les feuilles des trois espèces selon le site d'étude.

### I.2.4. Le rapport Chlorophylle a/ Chlorophylle b

La (figure N°15) représente le rapport Chlorophylle a/ Chlorophylle b dans les parties foliaires des trois espèces et dans les deux sites. Nous observons qu'il existe une différence non significative pour le rapport Chlorophylle a/ Chlorophylle b chez les deux espèces *Retama reatam* et *Aristida pungens* selon les deux sites espèces ( $P > 0.05$ ). Chez *Astragalus armatus* dans Mokrane nous avons observé la plus faible valeur (1.9), un rapport moyen plus fort à Dhaya Gueblya (4.2) et une différence hautement significative formant deux groupes statistiques ( $P = 0$ ).



**Figure N°15 : Représentation du rapport Chlorophylle a/ Chlorophylle b dans les feuilles des trois espèces selon le site d'étude.**

### I.2. 5. La teneur en sucres totaux

La (figure N°16) montre la teneur en sucres totaux dans les parties foliaires des trois espèces dans les deux sites. Nous observons la seule différence significative chez les espèces *Astragalus armatus* ( $P = 0$ ) selon les deux sites. Chez *Retama reatam* et *Aristida pungens* il n'existe pas de différences significatives les deux espèces forment un seul groupe statistique dans chacun des sites d'étude. La teneur moyenne la plus forte chez *Aristida pungens* à Dhaya Gueblya 10 (mg/gMF) et chez *Retama reatam* à Mokrane à 8 (mg/gMF).

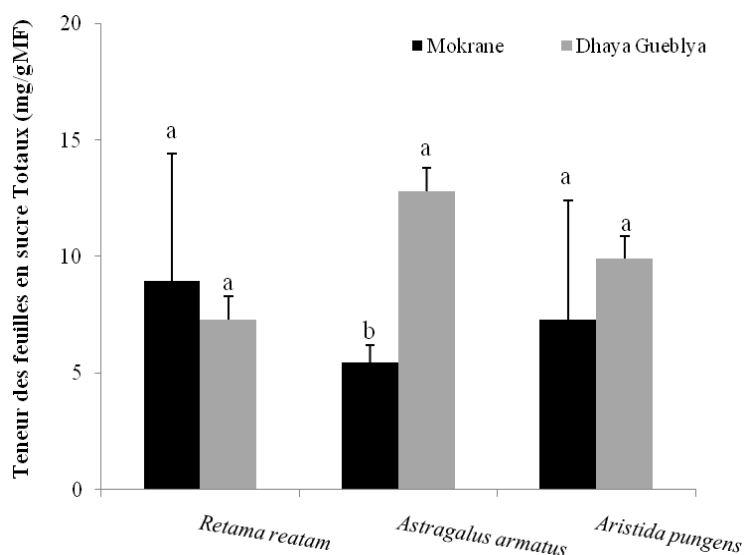


Figure N°16 : Représentation des teneurs en Sucres totaux dans les feuilles des trois espèces selon le site d'étude.

### I.2.6.La teneur en proline

La (figure N°17) représente la teneur en proline dans les parties foliaires des trois espèces dans les deux sites. Nous observons des différences dans les teneurs en proline chez les deux espèces *Retama reatam* et *Astragalus armatus* selon les deux sites. Chez *Retama reatam* la teneur moyenne la plus forte à Mokrane 8 (mmol/gMF) et une différence significative ( $P=0.005$ ). Chez *Aristida pungens* nous observons une différence non significative ( $P=0.057$ ), la moyenne est alentour de 7 (mmol/g MF). *Astragalus armatus* accumule plus de proline à Mokrane 15 (mmol/g MF) forme deux groupes statistiques ( $P=0.005$ ).

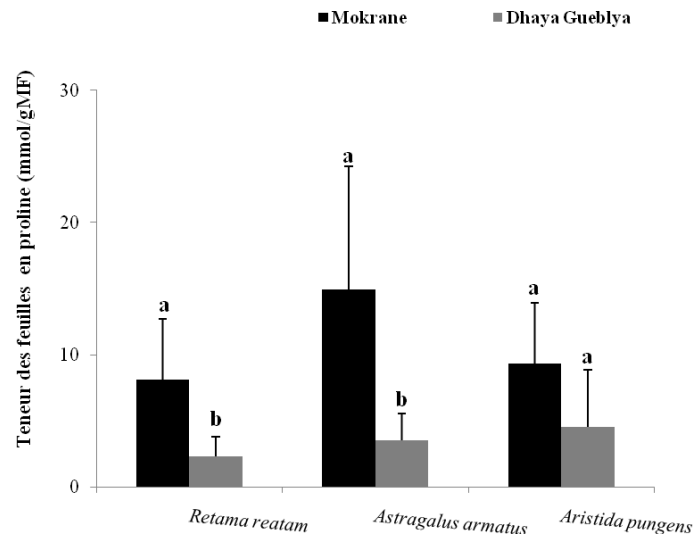


Figure N°17: Représentation des teneurs en proline dans les feuilles des trois espèces selon le site d'étude.

### II. Distributions granulométriques des sols des deux sites d'étude

La (figure N°18) représente les distributions granulométriques des sols dans les deux sites. Nous observons des différences dans leurs compositions granulométriques. Nous observons pour les cinq classes granulométriques une grande variabilité dans les pourcentages. Le sol de Mokrane contient plus de sables grossiers environ (17,2%) face à (1,35%) dans Dhaya Gueblya. Les sables moyens sont plus présents dans Dhaya Gueblya (70 %), alors que les sables fins marquent plus le sol de Mokrane avec 6 fois plus celui de Mokrane.

L'ensemble des fractions granulométriques ont marqué des différences hautement significatives respectivement, SF, SG et les SM de ( $P=0$ ) et SMG et les A & L de ( $P=0.001$ ).

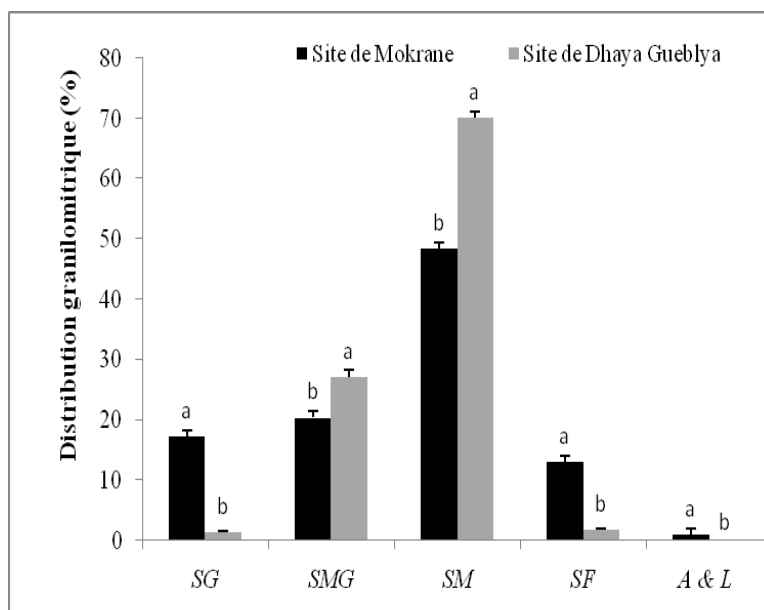


Figure N°18 Représentation de la distribution granulométriques des sols des deux sites d'étude.

### III. Analyses globales des données

La figure N°19 montre que les deux sols des sites d'études présentent un niveau de similarité nul, aucune ressemblance ne peut leur être attribuée.

L'analyse en composante principale (Figure N°20), de la relation des espèces avec les variables mesurées :

Le premier axe indique que dans les deux sites *Aristida pungens* et *Retama raetam* à Mokrane sont positivement corrélées avec la teneur en eau dans les feuilles et à Dhaya ces même espèces sont négativement corrélées avec les sucres totaux, le rapport de (chlorophylle a / chlorophylle b) et les Sables Moyennement Grossiers.

Le deuxième axe indique une corrélation positive d'*Astragalus armatus* avec la chlorophylle b et la proline à Mokrane et une corrélation aussi positive *Astragalus armatus* avec la chlorophylle totale et la chlorophylle a et les SGs et As & Ls dans le site Dhaya Gueblya.

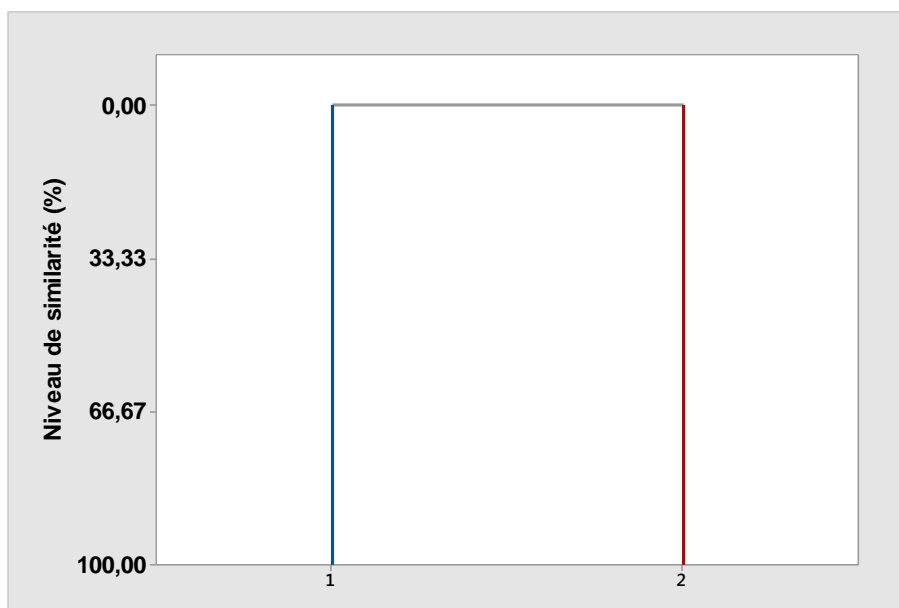


Figure N°19. Dendrogramme de similarité des sols des sites d'études en relation avec leur composition granulométriques.

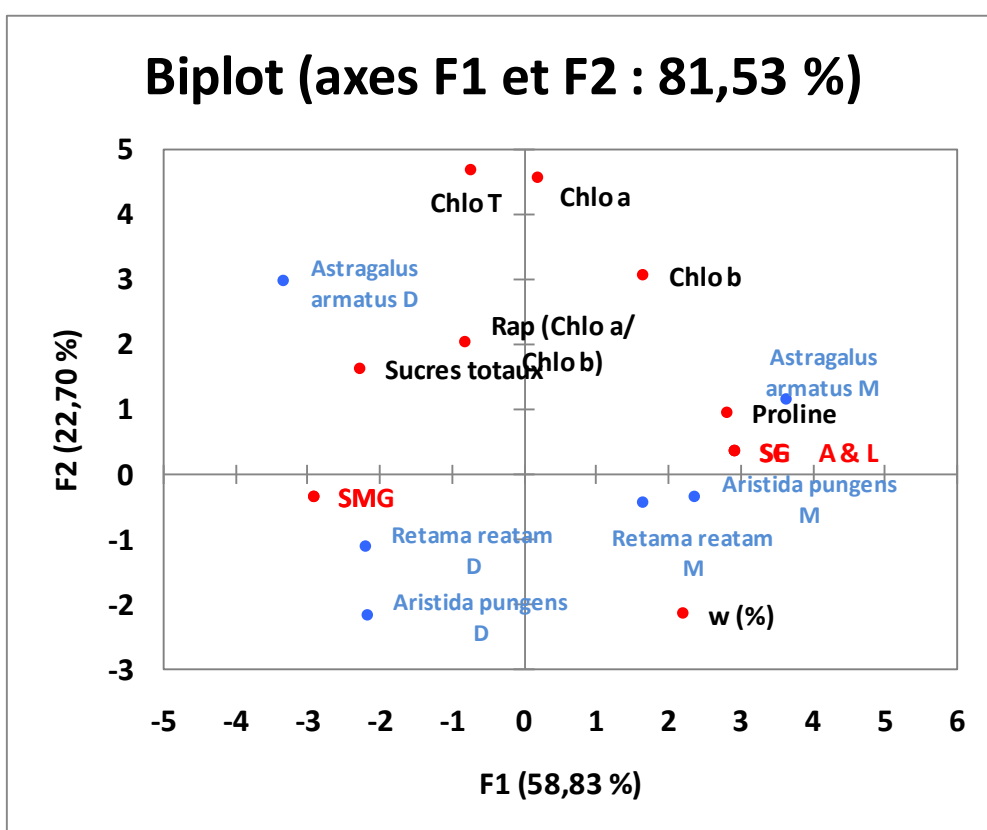


Figure N°20. Analyse en composante principale du comportement des espèces étudiées en relation avec leurs paramètres mesurés (M : Mokrane, D : Dhaya Gueblya).

### IV. Discussions

La relation entre les paramètres que nous avons analysés peut se résumer dans la (Figure°21).

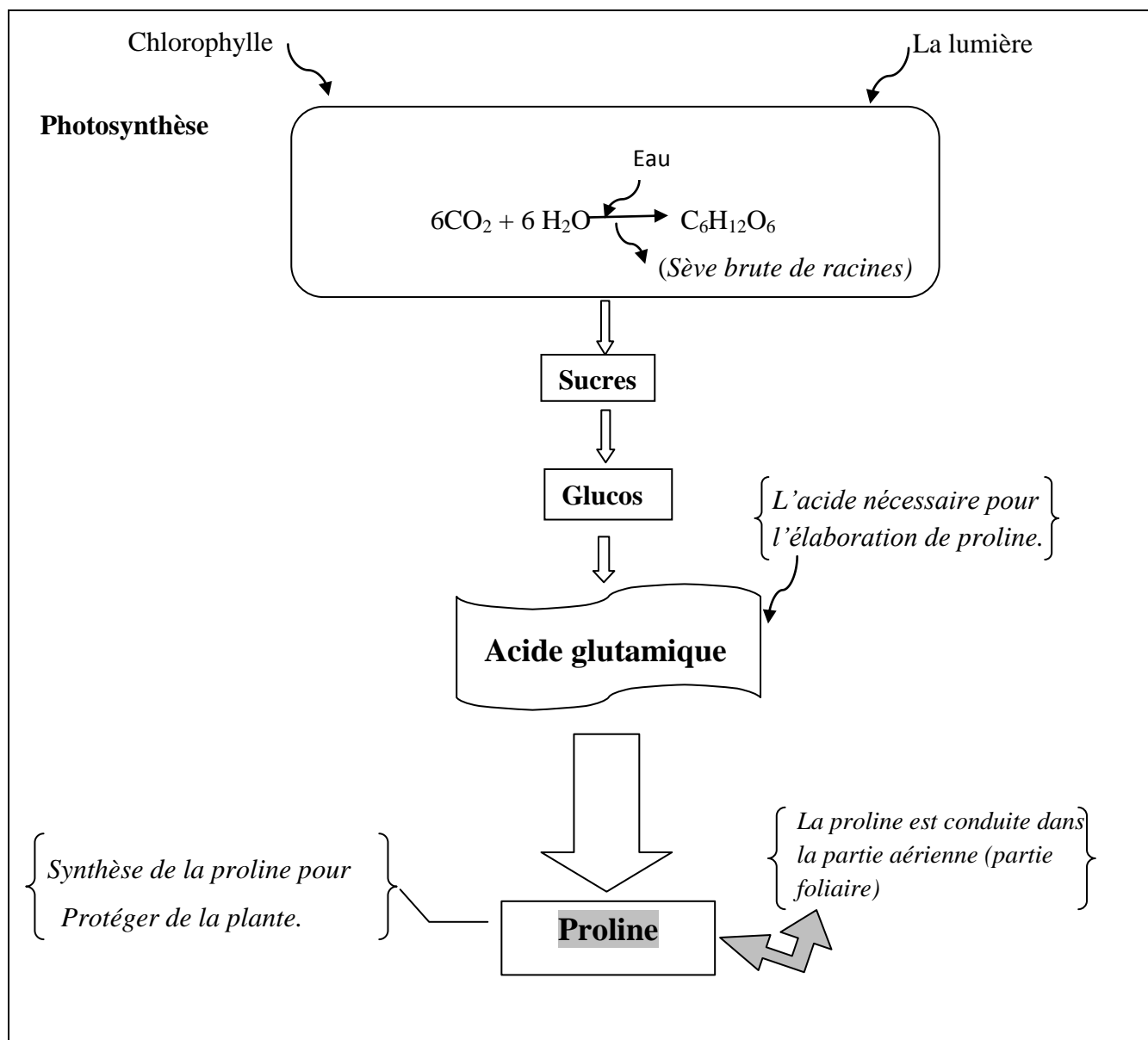


Figure N°21 Les relations entre les paramètres de stress chez les plantes.

#### IV. 1. La teneur en eau

La teneur en eau est considérée comme un excellent indicateur de l'état hydrique de la plante. Elle constitue un paramètre influençable pour toutes variations des potentialités absorbantes des plantes.

Le manque d'eau est un élément déterminant pour la croissance des plantes particulièrement en région arides et semi arides. Il induit chez les plantes stressées une diminution du contenu relatif en eau (Albouchi et al., 2000).

A l'image des résultats obtenus, la comparaison entre l'évolution de la teneur en eau des trois espèces étudiées (*Retama reatam*, *Astragalus armatus*, *Aristida pungens*) dans les deux sites d'études Mokrane, Dhaya Gueblya peut être commentée de façon à dire :

Chez *Aristida pungens* et *Retama reatam* la teneur en eau est convergente par contre chez *Astragalus armatus* la teneur en eau est faible à Dhaya Gueblya par rapport au Mokrane.

Cela signifie que le statut hydrique dans la région de Laghouat en raison de sécheresse ou bien selon la capacité de l'infiltration des eaux par le sol caractérisé par une composition granulométrique à faible teneur en Argiles. Et les autres paramètres physiologiques aussi elle a des effets transformation d'eau par exemple : la photosynthèse.

### IV. 2. Chlorophylles accumulées

D'après nos résultats, la chlorophylle s'accumule progressivement chez *Astragalus armatus* à Dhaya Gueblya. Chez *Retama reatam* l'accumulation de chlorophylle est convergente dans les deux sites d'étude et *Aristida pungens* l'accumulation de chlorophylle plus forte à Mokrane. Selon (Hireche, 2006) les différentes observations de la teneur en chlorophylle totale entre les trois espèces sont liées à la tolérance au stress hydrique.

L'augmentation des teneurs en chlorophylle totale est la conséquence de la réduction de la taille des cellules foliaires (stomates réduire) sous l'effet d'un stress hydrique qui engendre une plus grande concentration (Siakhene, 1984). Par contre, la chute des teneurs en chlorophylle est la conséquence de la réduction de l'ouverture des stomates visant à limiter les pertes en eau par évapotranspiration et par augmentation de la résistance à l'entrée du CO<sub>2</sub> atmosphérique nécessaire à la photosynthèse (Bousba et al., 2009). La quantité de la chlorophylle des feuilles peut être influencée par beaucoup de facteurs tels que l'âge des feuilles, la position des feuilles, et les facteurs environnementaux tels que la lumière, la température et la disponibilité en eau (Hikosaka et al., 2006).

### IV.3. Sucre totaux

Suite à l'observation des résultats, nous avons noté qu'il y a une grande augmentation de la concentration en sucres totaux dans les feuilles chez les espèces à Dhaya Gueblya elle est accentuée de la sévérité du stress hydrique (Nouri, 2002). Les sucres solubles sont des indicateurs des degrés de stress, à cause de son importante augmentation lors de la sévérité, les sucres métaboliques (glucose, galactose, saccharose, et fructose) permettent la résistance aux différents stress (Zerrad et al., 2006). Les sucres solubles protègent les membranes contre la déshydratation, en condition de déficit hydrique, ils participent en grande partie à l'abaissement du potentiel osmotique chez les espèces. Les plantes stressées ont réagi par l'augmentation des quantités de sucres solubles au niveau de leurs cellules (Hireche, 2006).

Cette augmentation est en réalité une confirmation des résultats des chercheurs qui ont affirmé que le déficit hydrique a causé une accumulation importante des sucres solubles au niveau des feuilles (Zerrad et al., 2006). Les principaux sucres accumulés sont le glucose, fructose et le saccharose (Hare et al., 1998). Elles jouent un rôle dans le maintien d'une pression de turgescence qui est à la base de différents processus contrôlant l'activité d'une plante.

### **IV.4. Proline accumulée**

La proline est un acide aminé indispensable chez les végétaux, elle est considérée comme un indicateur des stress, semble jouer un rôle important dans la réponse des plantes à la sécheresse son accumulation rapide lors du stress hydrique a été mise en évidence chez de nombreuses plantes. En comparant les teneurs en proline entre les trois espèces étudiées dans deux sites, il en résulte que cet acide aminé s'accumule beaucoup plus dans les feuilles chez les trois espèces à Mokrane; au contraire moins accumulée dans feuilles chez les trois espèces à Dhaya Gueblya.

D'une manière générale, l'accumulation de la proline se manifeste chez les feuilles et les racines, ce qui présume que cet acide aminé est synthétisé dans les feuilles et migre vers les racines, et aussi constitue un véritable mécanisme de tolérance au stress hydrique (Slama et al., 2004).

Nos résultats indiquent que l'accumulation de la proline se produit au niveau des organes foliaires des trois espèces: *Retama reatam*, *Astragalus armatus* et *Aristida pungens*.

Plusieurs auteurs montrent que l'augmentation de la teneur en proline est reliée directement au stress hydrique (Cechin et al., 2006). L'accumulation de la proline a été démontrée chez de nombreuses espèces et dans différentes situations de stress (osmotiques, hydriques, thermiques) (Blum, 1996). Plus le niveau de stress appliqué augmente plus les teneurs en proline deviennent plus marquées (Savouré et al, 1995).

### **IV.5. Le sol**

Nombreux paramètres affectent la composition granulométrique des sols, parmi lesquels les vents ; il a une action physique en accentuant la transpiration des végétaux ; une action mécanique sur les sédiments en mouvement et leurs dépôts (Daget, 1977). En plus le sol déjà est un paramètre liées au développement des certaines espèces végétales pouvant contribuer à leur caractérisations et classification.

# *Conclusion*



### Conclusion

Notre travail a porté sur la contribution à l'étude du stress chez trois psammophiles (*Astragalus armatus*, *Retama reatam*, *Aristida pungens*) en relation avec la composition granulométrique des sables qui les supportent dans deux différents sites dans la région de Laghouat : site de Mokrane et site de Dhaya Gueblya.

Le travail expérimental a consisté à effectuer des analyses aux laboratoires de paramètres physiologiques et biochimiques dans les feuilles fraîches des trois plantes à savoir : les pigments chlorophylliens, les sucres totaux et la proline, accompagné d'analyses granulométriques des sols des deux sites.

À travers cette étude nous concluons :

- Pour les caractères des sols sont entièrement différents et présentent un indice de similarité nul. Le sol dans le site Mokrane contient plus d'argiles et de sables fins que le sol de Dhaya Gueblya. Ce dernier contient plus de sables moyennement grossiers et de sable moyens.
- Les feuilles de *Retama reatam* présentent une capacité de rétention d'eau la plus élevée, un paramètre qui permettra de dire que cette espèce peut résister le plus à la longueur des sécheresses.
- L'activité photosynthétique est la plus élevée chez *Astragalus armatus* pour laquelle la teneur en chlorophylle totale est de (175,50µg/gMF) à Mokrane.
- Cette même espèce a manifesté une accumulation de proline remarquablement plus élevée que celle d'*Astragalus armatus* à Dhaya Gueblya.
- La proline accumulée dans les feuilles des plantes a signalé que les espèces sont plus stressées à Mokrane. On pourra conclure qu'elles présentent une faible tolérance aux sables grossiers avec les argiles et les limons.
- La teneur en sucres solubles est relativement plus élevée observée chez *Astragalus armatus* à Dhaya Gueblya évoquant une éventuelle médiocre qualité fourragère chez les autres espèces.
- L'ACP a révélé que la combinaison des paramètres mesurés dans les feuilles des trois espèces avec la composition granulométrique des sols a révélé qu'*Astragalus armatus* à Dhaya Gueblya est l'espèce la plus stressée.
- Comparativement *Retama reatam* et *Aristida pungens* semblent mieux évoluer sur le sol sableux

### Perspective

Ces résultats doivent être suivis par d'autres analyses durant d'autre mois de l'année pour confirmer notre travail

# ***Références bibliographiques***



1. Acevedo, 1991. Improvement of winter cereals in Mediterranean environments. Use of yield, morphological and physiological traits. In Physiology-breeding of winter .Cereals for stressed Mediterranean environments (Acevedo E., Conesa A.P., Monneveux P., Srivastava J.P.ed.).Les colloques Inra, Vol.55, pp 211-224.
2. Aidaoui, 1994. Etude du déficit hydrique séquentiel sur les rendements, application au cas du sorgho-grain.Sorghum tricol (1) moench.These de doctorate end science de lea. E.coli National du Genie Rural des Beaux et Forest; Montpellier, France.
3. Aidoud. et Touffet J., 1996. La régression de l'alfa (*Stipa tenacissima* L.), graminée pérenne, un indicateur de désertification des steppes algériennes. Sécheresse, vol. 7, n°3: 187-193.
4. Aiouana Hanaa, 2016. Analyse du comportement face aux paramètres abiotiques de quelques plantes dans un parcours steppique. Mémoire Master UATL. 56-60p.
5. Albouchi., Sebei., Mezni. et Aouni., 2000. Influence de la durée d'une alimentation hydrique déficiente sur la production de biomasse, la surface transpirante et la densité stomatique d'Acaci cyanophylla Annales de l'INRGREF.4 :138-61p.
6. Ashref., 2004. Some important physiological selection criteria for salt tolerance in plant. Flora. 199: 361-376.
7. Aubert., 1978 Méthodes d'analyses des sols. Ed. C.R.D.P., Marseille, 191 p.
8. August 1, 1955. The Journal of Biological Chemistry 215, 655-660. Article: Walter Troll and; John Lindsley. A PHOTOMETRIC METHOD FOR THE DETERMINATION OF PROLINE J. Biol. Chem. 1955 215: 655-
9. Barrs H. 1968. Determination of water deficit in plant tissues. In: Water Deficit and Plant Growth. Koslowski T. Academy Press. New York. 235-368 p.
10. Belkhodja M ., Bidai Y., 2004 - La réponse des graines d'Atriplex halimus L. à la salinité au stade de la germination. Edit. Sécheresse, Vol.15, N°4 pp 331-335.
11. Benabadji *et al.* (1996) Description et aspects des sols en région du semi-aride et aride au sud de Sebdou (Oranie-Algérie). Bull. Inst. Sci. Rabat, n°20: 77-96.
12. Benabadji., Bouazza., Metge.et Loisel., 1996. Description et aspects des sols en région du semi-aride et aride au sud de Sebdou (Oranie-Algérie). Bull. Inst. Sci. Rabat, n°20: 77-96.
13. Benaidja Mbarka, 2016. Effet d'un amendement à la biolegnine d'Alfa *Stipa* dans l'amélioration des caractéristiques physico-chimique d'un sol dégradé dans la région de Laghouat, mémoire master UATL, 60p.

14. Benhassine F., Biala F. 2013. L'influence de type du sol sur l'émergence de l'*Aristida pungens* et *Retama raetam*. Mémoire Master UATL, 55p.
15. Beniston Nt-Ws., 1985. Fleurs Algérie. Entreprise Nationale Des Arts Graphiques. Ed, Reghaia. Algérie, 112p.
16. Bethenod T., 1980 – L'eau et les hormones .Edit. Inra, Paris, pp.150-152.
17. Blum A and Ebercon A. 1981 - Cell membrane stability as measure of drought heat tolerance in wheat. *Crop Sci.*, Vol. 21, pp 43-47.
18. Blum A. 1996. Crop responses to drought and the interpretation of adaptation plant growth regulation. 20: 135 - 148 p.
19. Bouaouina ., Zid Et Hadji., 2000. Tolérance à la salinité, transport ionique et fluorescences chlorophylliennes chez le blé dur (*Triticum durum L.*). *Option Méditerranéennes N° 40*, 239-243.
20. Bouazza., 1995. Etude phytoécologique des steppes à *Stipa tenacissima L.* et à *Lygeum spartum L.* au Sud de Sebdou (Oranie, Algérie). Thèse. Doct. Es-Sci. Univ. Tlemcen. 115 p + annexes.
21. Bouhadjera, 2005. Contribution a l'étude chimique et biologique de deux plantes médicinales sahariennes *Oudneya Africana R.Br.* Et *Aristida Pungens*
22. Boussahel., 2011. Etude biochimique et histologique de l'effet de quelques extraits des plantes toxiques dans la région de Sétif. U.F.A.S. Sétif, pp 9-11.
23. Bouteloup D, Nicolon P., Six V., 2012. Mesure des altitudes, Editions Dunod, 141p
24. Bouzerzour H., Monnoveux P., 1992. Analyses des facteurs de stabilité du rendement de l'orge dans les conditions des hauts plateaux algériens .Les colloques 1992; Vol. 64, pp 205-15.
25. Boyer, J.S. 1982. Plant Productivity and Environment. *Science*, 218, 443-448.
26. Brugnoli E., Lauteri M., 1991. Effects of salinity on stomatal conductance, photosynthetic capacity and carbon isotope discrimination of salt tolerant (*Gossypium birsutum L.*) and salt sensitive (*Phaseolus vulgaris L.*) C3 non halophytes. *Plant physiol.* 95: 628-635.
27. Cal G., 2006 - L'étude des mécanismes physiologiques et génétiques à l'origine du stress salin chez les plantes supérieures a mené les biologistes à choisir deux plantes modèles : *Arabidopsis thaliana* et *Thellungiella halophila*
28. Cechin ., Rossi .C., Oliveira V.C. & Fumis .. 2006. Photosynthetic responses and proline content of mature and young leaves of sunflower plants under water deficit. *PHOTOSYNTHETICA* .44 (1): 143-146p.

29. Chaffei ., Pageau ., Suzuki AGouia ., Ghorbel Mh., Masclaux Daubresse C., 2004. Cadmium toxicity induced changes in nitrogen management in *Lycopersicon esculentum* leading to a metabolic safeguard through an amino acid storage strategy. *Plant Cell Physiol.* 45:1681–1693.
30. Chaib . 1997. Teneur en proline des différents organes du blé dur, essai d'exploitation de conditions d'accumulation sous manque d'eau. 20 p.
31. Chalabi, 2008 Etude floristique des formations sahariennes et de la germination des graines de (*Webb*) de la région de Taleb El Arbi (W.d'El Oued), Mem, Mag, U.O.F.S.D.P. PP 29-39
32. Chaouch Ghalia, 2017. Contribution a l'étude des stress en relation avec les paramètres morphométriques chez quelques plantes spontanées.dans la région de Laghouat .mémoire Master UATL. 57-60 p.
33. Chehma, 2006 Catalogue des plantes spontanées du Sahara septentrional algérien. Ed. Dar El-Houda, Ain M'lila, Algérie.
34. Chehma, A. -2005- Étude floristique et nutritive des parcours camelins du Sahara septentrional algérien. Cas de la région d'Ouargla et Ghardaïa. Thèse de doctorat d'Etat, Univ. Annaba, Algérie.
35. Clark & Mac-Caig. 1982. Excised leaf water relation capability as an indicator of drought resistance of *Triticum* genotypes. *Can.J . Plant Sci .* 62: 571-576 p.
36. Colegate S. M., Petter D.P.R., Hux T.C.R., 1985. The isolation and determination of a toxic principle form, *swansona canescens*. *Biochem.J*191 :649-651.
37. Cramer G.R., 1993 – Displacement of  $Ca^{++2}$  from the plasmalemma of root cells. *Plant physiology* Vol. 79, pp 207-211.
38. Daget, 1977 Le bioclimat méditerranéen : caractères généraux, modes de caractérisation. *Vegetatio*, 34, 1-20.
39. Raissac.,1992 – Mécanismes d'adaptation à la sécheresse de la productivité des plantes cultivées .*Agronomie Tropical*, 46-1 :29-39.
40. Dubois J., 2007 - Les chocs thermiques et leurs applications. Edit. Station d'amélioration des plantes, pp 55 -57.
41. Dubois M., Gilles K.A., Hamilton P.A., Ruberg A. & Smith F. 1956. Colorimetric method for determination of sugars and related substances. *Analytical Chemistry*.28.3:350-3-56p.
42. Ebrahimzadeh H., Niknam V., Maassoumi A.A., 1999. Nitro compounds in *Astragalus* species from Iran. *Biochem. Syst Ecol*, 27: 743-751.

43. El Jaafari S. 1993. Contribution à l'étude des mécanismes biophysiques et biochimiques de résistance à la sécheresse chez le blé. Thèse de doctorat. Univ. Gembloux. Belgique: 214p.
44. Frere M., Maracchi G., and Cones C., 1987 – Agroclimatological classification of the Mediterranean and south west asian areas. In drought tolerance in winter cereals (SRIVASTA J.P., Porcedu E., Acevedo E., and Varma S .eds.)Wiley, Chichester pp 3-14.
45. Gate P., 1995. Ecophysiologie du blé, Edit. Lavoisier, Paris, Techniques et Documentations, 429p.
46. Genmedoc., Juin 2004-Mai 2006-Pratiques de germination dans les banques de
47. Goldhirs A.G., Hankamer B And Lirs S.H., 1990 –Hydroxy-proline and praline content and cell wall of Sunflower, Peanut and cotton growth under salt stress Plant. Sci., 69, p27 32.
48. Guettouche R. 1990. Contribution à l'identification des caractères morpho physiologiques d'adaptation à la sécheresse chez le blé dur (*Triticum durum* Desf). Thèse diplôme d'agronomie approfondie.
49. Guy CL., 2003 – Freezing tolerance of plants: current understanding and selected emerging concepts. Can .J.Bot. 81, 1216-1223.
50. Hannah MA., Wiesel D., Freund S.,Fiehn O., Heyer AG.,Hincha DK., 2006– Natural Variation of freezing in Arabidopsis. Plant Physiol. Vol. 142, 98-112.
51. Heller R., Esnault R., et Lance C., 1998 - Physiologie végétale 1- Nutrition, Edit édition. Edit. Dunod. 323 p.
52. Heller R., Esnault R., Lance C., 2004 - Physiologie végétale .Tome1. Nutrition. Paris:Dunod, 323p. ISBN:2-10 ,48-70.
53. Hopkins G W., 2003 - Physiologie végétale / traduit de l'anglais par RAMBOUR S. Edit. De Boeck, pp 38-58; 451- 458.
54. Hopkins, 1999 ; Introduction to plant physiology. Second Edition. The University of Westem Ontario. Edit. John Wilay and Sons., Ins, 512p.
55. Hopkins, 2003 Physiologie végétale. 2eme édition américaine. traduction en français (Serge Rambour)., Paris.514p
56. Hourérou H.N., 1996 : Climate Change, Drought And Desertification.J.Ar-ide Environm., 34 :133-185.

57. Hourérou H-N. 1995. Bioclimatologie et biogéographie des steppes arides du nord de l'Afrique. Diversité biologique, développement durable et désertification. Options méditerranéennes, Ed. Ciheam. Montpellier, Série B : n. 10, 396p.
58. Hsiao et *al.*, 1976; Frere et *al.*, 1987; DE Reissac, 1992; Monneveux, 1993, 1995
59. James L. F., Hartely w. J., Van Kampen K. R., 1981 : Syndromes of Astragalus poisoning in lvestock.J.Am. Vet. Med.Assoc.1981 ; 178 :146-150.
60. James L.F., Hartely W.J., Williams M.C., Van Kampen K.R., 1980. Field and experimental studies in cattle and sheep poisoned by nitrobearing Astragalus or their toxins. Am J Vet Res, 41: 377- 382.
61. James L.F., Shupe J.L., 1986. Selenium accumulators. In current Veterinary Therapy, Food animal practice 2, Howard J.L., ed. Philadelphia, WB Saunders : pp 394-396.
62. James L.F., Van Kampen K.R., Hartley W.J., 1983. Astragalus bisulcatus: a cause of selenium or Locoweed poisoning. Vet. Hum. Toxicol., 25 (2) : 86- 89.
63. Jones et al. 1989 Plants under stress. Cambridge Cambridge University Press.
64. Jones H.G., Flowers T.J. & Jones M.B. 1989. Plants Under Stress. Univ. Cambridge.
65. Jones, 1979, 1980, 1987; Turner, 1979, 1982, 1986, cités dans Ludlow (1990)
66. Khayyat, S. and A.E.G. Amr, 2014. Synthesis and biological activities of some new (N $\alpha$ -dinicotinoyl)-bi-s-L-leucyl linear and macrocyclic peptides. Molecules, 19: 10698-10716
67. Kylin A., Quatrano R S., 1975: Metabolic and biochemical aspects of salt tolerance., In: Poljakoff-mayber and J. Gale, Eds. Palnts in saline environments. Springer-verlag, New York: 147-167.
68. Kylin et Quatrano., 1975; Metabolic and biochemical aspects of salt tolerance., In: Poljakoff-mayber and J. Gale, Eds. Palnts in saline environments. Springer-verlag, New York: 147-167.
69. Laberche J-C . 2004. La nutrition de la plante In Biologie Végétale. Dunod. 2e(éd). Paris: 154 -163 p.
70. Levitt, 1980 Responses of plants to environmental stresses. I-Chilling, freezing and high temperature. Academic Press., New York, USA, 607 pages.
71. M'rahs S., Ouerghi., Havaux M., Lachaal M et al., 2004 - Expressed sequence tags from Thellungiella halophilla, a new model to study plant salt-tolerance. Plants SCIENCE, n°3, Vol. 166, pp 61-71.
72. Madar, 2008 : ministère de l'agriculture et du développement rural.note sur la steppe 2.7p.

73. Madhava Rao K.V., Raghavendra A.S. & Janardhan Reddy K. 2006. Printed in the Netherlands. *Physiology and Molecular Biology of Stress Tolerance in Plants*. Springer:1-14 p.
74. Mallem H., Daamach F. 2017. Contribution à l'étude de l'espèce *Aristida pungens* en Algérie. *Ecologie et germination*, 72p
75. Marcel Pouget, 1980. Les relations sol végétation dans les steppes sud-algéroises, 553p
76. McKinney C. 1941. Absorption of light by chlorophyll solution. *Journal of Biological Chemistry*140, 315-322
77. Mittler R., 2002. Living under a dormant canopy : a molecular acclimation mechanism of the desert plant *Retama raetame*. *The plant journal*. Blackwell ScienceLtd.(2001) 25(4), 407-416.
78. Monneveux P., Chabale R ., Lewichi S., 1993 – Etude du comportement de lignées d'orge dans différentes conditions de sécheresse en Espagne .Estimation du role de la capacité d'ajustement osmotique dans l'adaptation à la variabilité environnementale .In tolérance à la sécheresse des céréales en zone méditerranéenne .Diversité génétique et amélioration variétale .colloques 64 pp.101-116.
79. Monneveux P., This D., 1995 – Intégration des approches physiques génétiques et moléculaires pour l'amélioration de la tolérance à la sécheresse chez les céréales .In :quels avenir pour l'amélioration des plantes ?Dubois j. Demarly .Ed .Aupelf UREF.pp.169-164.
80. Nedjraoui D., 1981. Evolution des éléments biogènes et valeurs nutritives dans les principaux faciès de végétation des Hautes Plaines steppiques de la wilaya de Saida. Thèse3eme cycle. USTHB, Alger. 156p.
81. Nedjraoui, D. 2002. Evaluation des ressources pastorales des régions steppiques algériennes et définition des indicateurs de dégradation. Unité de Recherche sur les Ressources Biologiques Terrestres U.R.B.T BP 295 ALGER – GARE ALGERIE.15P.
82. Ozenda P., 1991. Flore de Sahara, 3ème édition mise à jour et augmentée, Ed C.N.R.S. Paris, 662 Pages.
83. Ozenda, 1958 Flore du Sahara septentrional et central. Ed. CNRS, Paris, 485 p
84. Parida Ak., Das Ab., 2005: Salt tolerance and salinity effects on plants: a review., *Ecotoxicol. Environ. Saf.* 60: 324-3
85. Passioura JB. 1996. Drought and drought tolerance. *Plant Growth Regulation* 20, 79-83.49.

86. Quezel et Santa 1992 Nouvelle Flore DE L'Algérie et des régions
87. Quezel P et Barbéro M. 1990. Les forêts méditerranéennes : problèmes posés par leur signification, écologique et leur conservation. *Acta Botanica Malacianata* (15): 145-178.
88. Quezel P. Et Santa S., 1954. Contributions à la Flore de l'Afrique du Nord. IV- Contribution à la Flore du Hoggar. *Bulletin de la Société d'Histoire Naturelle de l'Afrique du Nord* 44 : 55-67p.
89. Quezel P., et Santa S., 1962-1963-Nouvelle Flore DE L'Algérie et des régions désertiques méridionales. Vol 2. Ed. CNRS, Paris, 170p.
90. Rasio A., Sorrentino G., Cedola M.C., Pastore D. & Wittner G. 1987. Osmotic and elastic adjustment of durum wheat leaves under stress conditions. *Genetic Agr.* 41: 427 - 436 p.
91. Rathinasabapathi B., Sigua C., Ho J., Gage Da., 2000: Osmoprotectant B-alanine betaine synthesis in the Plumbaginaceae: S-adenosyl-L-methionine dependent N-methylation of b-alanine to its betaine is via N-methyl and N, N-dimethyl b-alanines., *Physiologia Plantarum* 109: 225-231.
92. Richards et Passiourra, 1981 ; Benlaribi et *al.*, 1990; Monneveux, 1991; Oyangi et *al.*, 1995; Doussan et *al.*, 1998
93. Riou C ., 1993 – L'eau et la production végétale .Sécheresse.2.75-83.
94. Saadaoui koueder, 2013. Analyse de la flore dans trois unités géomorphologique dans un parcours steppiques à Laghouat. Master UATL.60p.
95. Savouré A., Jaoua S., Hua XueJun., Ardiles W., Van Montagu M. & Verbruggen N. 1995. Isolation, characterization, and chromosomal location of a gene encoding the DELTA 1-pyrroline-5-carboxylate synthetase in *Arabidopsis thaliana*. *FEBS Letters* .372: 13 -19 p.
96. Semences du Genmedoc. F.E.D.E.R. Europe du sud.P 29-35.
97. Shraoui M., Mokhtari H. 2017. Etude diachronique du comportement de deux espèces *Retama raetam* et *Astragalus armatus* dans la région de Laghouat cas de Sidi Makhous. Mémoire Master UATL. 67p.
98. Stephanopoulos G., 1999. Metabolic fluxes and metabolic engineering .*Metabolic Studies. Analysis and Synthesis* (Poljakoff-Mayber, A. and Gale, J., eds), Vol. 15: 147-167., Springer, Berlin.

99. Tripathy B.C., Tawari A.K., 1998 – Temperature stress induced impairment of chlorophyll biosynthetic reactions in cucumber and wheat .Plant Physiol .1 Vol. 17, 851-858.
100. Tsimilli-Michael M. M., Pêcheux R.J. & Strasser. 1998. Vitality and stress adaptation of the symbionts of coral reef and temperate foraminifers probed in hospite by the fluorescence kinetics O-J-I-P. Archs. Sci. Genève.51: 205 - 240 p.
101. Turner NC., 1986. Adaptation to water deficits: a changing perspective. Edit. Aust J Plant Physiol, Vol. 13, pp 175-90.
102. Yuan H, Rossetto D, Mellert H, Dang w, Srinivasn M, Johnson J, Hodawadekar S, Ding EC, Speicher K, Abshiru N. 2012 Myst protein acetyltransferase activity requires active site lysine autoacetylation. Embo J 31(1) : 58-70.
103. Zohary, 1962 Plant life of Palestine. The Ronald Press New York.

# *Références électroniques*



### Références électroniques

1. <http://www.catalogueoflife.org/col/details/species/id/1bee42460ec42a7fa5048278605d73a7/synonym/ccf27bf120addc651d821fbae1690849>)
2. <http://www.catalogueoflife.org/col/details/species/id/841340ba85e59da7958c4c23b5865cf4/source/tree>