

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
MINISTRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE
SCIENTIFIQUE
جامعة عمار تليجي الاغواط
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 : Sciences Biologiques

Option : écologie végétale et environnement

Réalisé par :

Goug Hiba

Maazouzi Halima

THEME

Effet de l'activité éolienne sur le comportement physiologiques et bio-chimiques chez trois plantes steppiques *Retama raetam*, *Astragalus armatus* et *Aristida pungens*.

Prénom et nom	Grade	Qualité
Ibtissem SOUFFI	MAA	Présidente
Hamida MAALLEM	MCA	Examinatrice
Mohammed Abdelmadjid BOUMEDDIENE	MAA	Promoteur
Zohra HOUYOU	MCA	Co-promoteur

Année universitaire :

2019/ 2020

Résumé :

Les variations climatiques, la rareté en eau, l'augmentation des températures et la violence du vent risquent d'affecter la couverture végétale des zones steppiques. Il est donc important de pouvoir anticiper les effets des contraintes environnementales sur le développement des plantes. Les plus importantes de ces contraintes, suite aux rôles majeurs qu'elles jouent dans les fonctions essentielles de la plante, sont la variation de la précipitation, de la température, de l'humidité du sol et du vent, ces stress se traduisent chez les plantes par des changements morphologiques, physiologiques, et moléculaires qui affectent leur mode de vie. Parmi ces chlorophylles, la teneur en sucres solubles et la teneur en proline.

Cette étude a donc pour objectif d'étudier le comportement de trois plantes steppiques (*Retama Retam*, *Astragalus Armatus*, *Aristida Pungens*) sur le site de Dhaya Guebliya à Laghouat, pendant deux périodes avant le vent et après, l'objectif de notre recherche nous avons effectué, des analyses physiologiques et biochimiques au laboratoire pour déterminer les teneurs en prolines, en chlorophylle total, en sucres solubles et en eau.

Mots clés : variation climatiques, *Retama Retam*, *Astragalus Armatus*, *Aristida Pungens*, proline, sucres totaux, chlorophylle.

Abstract

Climate variation, water scarcity, rising temperatures and strong winds are likely to affect the vegetation cover of steppe areas. It is therefore important to be able to anticipate the effects of environmental constraints on plant development. The most important of these constraints, following the major roles they play in the essential function of the plant. Are the variation in precipitation, temperature, soil moisture and wind, these stresses result in morphological, physiological and molecular changes in plants that affect their way of life. These physiological and biochemical mechanisms include water content, soluble sugar content and proline content.

The objective of this study is therefore to study the behavior of three steppe plants (*Retama Retam*, *Astragalus Armatus*, *Aristida Pungens*) at Dhaya Guebliya in Laghouat, for two before the wind and after the wind, winter and spring. In order to achieve the objective of our research, we performed biochemical analyses in the laboratory to determine proline, total chlorophyll, total sugar and water contents.

Key words: climatic variation, *Retama Retam*, *Astragalus Armatus*, *Aristida Pungens*, proline, total sugars, chlorophyll, the Wind.

ملخص

يمكن للتغيرات المناخية، ندرة المياه، ارتفاع درجات الحرارة وشدة الرياح ان تؤثر سلبا على الغطاء النباتي لمناطق السهوب. لذا يجب علينا توقع اثار العوائق البيئية على تطور النبات. أهم هذه العوائق وفق الدور الأساسي الذي تلعبه وضائف النبتة هي تباين هطول الامطار، درجة الحرارة، رطوبة التربة والرياح، تنعكس هذه الضغوطات في النباتات عن طريق التغيرات المورفولوجية والكيميائية نبين منها: محتوى الماء، محتوى الكلوروفيل، محتوى السكريات، ومحتوى البرولين.

الهدف من هذه الدراسة هو دراسة سلوك ثلاث نباتات سهبيه الرتم، الدرين والكداد في الضاية القبلية في الأغواط خلال فترتين مختلفتين قبل الرياح وبعدها، من اجل تحقيق هدف بحثنا، أجرينا تحاليل فيزيولوجية وكيميائية في المختبر لتحديد محتوى البرولين المتراكم، الكلوروفيل، السكريات الذائبة والماء.

الكلمات المفتاحية: التغيرات المناخية، الرتم، الدرين، الكداد، البرولين، السكريات الذائبة، الكلوروفيل الماء.

Remerciement

Tous d'abord, louange à DIEU le clément la miséricorde de nous avoir guidé et donné le courage et la volonté de poursuivre nos études.

Nous exprimons aussi toute notre gratitude au notre encadreur Mr Boumediene Abdelmadjid, pour son encouragement continu et ses conseils afin que nous puissions terminer à bien notre travail.

Nous tenons aussi à remercier Mme Houyou Zohra d'avoir eu la gentillesse et la patience pour son assistance tout au long de ce travail, de nous prodiguer son aide.

Aussi, tous nos remerciements vont également à Mme Ibtissem Souffi, qui nous a fait l'honneur de présider le jury, et Mme Hamida Maallem qui nous a fait l'honneur d'examiner notre travail.

Dédicaces

A mon père, l'homme d'exception, mon professeur pour toujours..Elhadj Ali

A ma mère, ma force et ma source de valeurs.

A mon mari, que DIEU le garde

A mes chères sœurs et frère.. et ses familles

A tous les membres de ma grande famille : Goug et Guettaf.

A ma deuxième famille, la famille de mon mari.

A mes copines.. Spécialement ma chère Nour

A celle qui m'a accompagné mon adorable binôme : Halima.

A toute personne chère à mon cœur et à tous ceux et toutes celles qui me connaissent et qui m'aime. A tous ceux-là, je dédie ce fruit de mes efforts.

Hiba..

Dédicaces

*Je dédie ce travail, comme preuve de respect,
de gratitude et de reconnaissance*

À mes très chers parents

À mes frères

À mes sœurs

FARAH , FATIMA , AMINA et NADJAT

A ma chère amie Houria

*À mon cher mari Mohamed, pour la patience et le soutien dont il a
fait preuve pendant toute la durée de ce travail et à qui je voudrais
exprimer mes affections et mes gratitude.*

À ma fille TASNIME

À ma belle-famille Mokhtari

*À tous ceux qui, ont contribué de près ou de loin à la réalisation de ce
modeste travail Merci infiniment.*

Halima..

Liste des abréviations

(%) : pourcentage

C° : Degré Celsius

Cm : Centimètre

MF : Matière Fraiche

Mg : Millimètre

Mmol : Milli Mol

Mn : Minute

P : précipitations

Pf : poids frai

Ps : poids sec

T : température

Liste des figures

N° figures	Titres	Page
01	Arbuste de <i>Retama Reatam</i> (cliché : Goug, Maazouzi 2020).	04
02	Arbuste d' <i>Astragalus Armatus</i> , Cliché par Goug, Maazouzi,2020.	08
03	Touffe de <i>Aristida pungens</i> .	11
04	Photo de site d'étudiée.	21
05	Présentation de site d'études.	23
06	Représentation de collecte de matière fraîche.	24
07	Dosages de proline	25
08	Dosage de sucre totaux au laboratoire.	26
09	Dosages de chlorophylle au laboratoire.	27
10	Représentation de teneur en eau chez les trois espèces dans les périodes non-ventée et ventée.	31
11	Représentation de chlorophylle totale chez les trois espèces dans les périodes non-ventée et ventée.	32
12	Représentation de sucre totaux chez les trois espèces dans les périodes non-ventée et ventée.	33
13	Représentation de proline accumulée (mmol/ g MF) chez les trois espèces dans les périodes non-ventée et ventée.	34

Liste des tableaux

N° de Tableau	Titres	Page
01	Les données de la climatologie dans la zone d'étude dans les deux périodes	29
02	Les valeurs des paramètres mesuré sur les plantes dans les deux périodes.	30
03	Le tableau suivant présente les résultats globaux qui ont été obtenus dans notre travail.	35

Sommaire

Résume	I
Remerciement.....	IV
Dédicaces.....	V
Liste des abréviations.....	VII
Liste des figures.....	VIII
Liste des tableaux.....	IX
Introduction.....	01

Chapitre I : Etude bibliographiques

I. Généralité sur les espèces étudiées.....	03
1. Généralité sur les fabacées.....	03
2. <i>Retama reatam</i>	04
2.1. Historique.....	04
2.2. Taxonomie.....	05
2.3. Morphologie.....	05
2.4. Présentation de <i>Retama reatam</i>	05
2.5. Capacité symbiotique des retames.....	06
2.6. Intérêts des rétames.....	06
2.6.1. Intérêt écologique.....	06
2.6.2. Intérêt pharmacologique.....	07
2.6.3. Intérêt industriel et économique.....	07
3. <i>Astragalus armatus</i>	08
3.1. Historique.....	08
3.2. Le genre <i>Astragalus</i>	08
3.3. Position systématique.....	09
3.4. Description botanique.....	09

3.5. Mode d'adaptation.....	09
3.6. Toxicité du genre <i>Astragalus</i>	10
3.7. Intérêt de genre <i>Astragalus</i>	10
3.7.1. Intérêt médicale.....	10
4. <i>Aristida pungens</i>	11
4.1. Historique.....	11
4.2. Données botaniques.....	12
4.2.1-Nomenclature et taxonomique.....	12
4.2.2-Classification systématiques.....	12
4.3. Description d' <i>Aristida pungens</i>	13
4.4. Habitat.....	13
II. Le stress chez les plantes.....	13
1. Différents types de stress chez les plantes.....	14
1.1. Stress hydrique.....	14
1.1.1. L'importance de l'eau chez la plante.....	14
1.1.2. Définition du stress hydriques.....	14
1.1.3. Adaptation des plantes au stress hydrique.....	15
1.2. Stress thermique.....	15
1.3. Le stress de vents.....	19
1.4. Mécanisme d'adaptation biochimique au stress.....	19
1.4.1. Accumulation de la proline en condition de stress.....	19
1.4.2. L'accumulation des sucres solubles.....	20

Chapitre II : Matériel et méthodes

I. Présentation de la zone d'étude.....	21
1. Localisation du site d'étude dans la région de Laghouat.....	21
2. Geologie de la région de Laghouat.....	21
3. Géomorphologie de la région de Laghouat.....	22
3.1. Les surfaces planes.....	22
4. Collecte de donné climatique.....	22
5. Travail de terrain et laboratoire.....	22

5.1. Travail de terrain et collecte des du matériel végétal.....	23
5.2. Collecte des échantillons de feuilles des plantes.....	23
5.3. Analyses aux les laboratoires.....	24
5.3.1. Les paramètres physiologiques.....	24
5.3.2. Les paramètres biochimiques.....	24
6. Traitements et analyses statistiques des données.....	27

Chapitre III : Résultats et discussion

I. Résultats.....	28
1. Climatologie dans la zone d'étude dans les deux périodes de notre travail.....	28
1.1. Températures.....	28
1.2. Vitesse du vent.....	28
1.3. Précipitations.....	28
1.4. Humidité relative de l'air.....	28
2. Paramètres physiologiques et biochimiques mesurés pour chaque plante.....	30
2.1. Paramètre physiologique des plantes.....	31
2.2. Paramètres biochimiques des plantes.....	32
3. Analyse globale de notre travail.....	35
II. Discussion.....	36
1. Teneur en eau.....	36
2. Chlorophylle totale.....	37
3. Sucre totaux.....	37
4. Proline accumulée.....	38

Conclusion

Références bibliographique

Introduction

Introduction

Depuis ces dernières décennies, les hautes plaines steppiques subissent des dégradations qui s'accroissent d'une année à une autre, dans l'état initial le milieu physique (climat – sol) et la végétation sont en état d'équilibre qui reste relativement précaire dans les régions arides, au niveau de la steppe algérienne le mouvement de la désertification provient de la steppe en équilibre qui aurait par dégradation permis l'avancée du désert (**Akkouche, 2011**). Ils sont caractérisés par une longue sécheresse estivale (5 à 6 mois) et par des conditions édapho-climatique très contraignantes à la survie spontanée des êtres vivants (**Madani, 2008**).

Les plantes en générale exigent des conditions environnementales optimales pour une croissance normale, mais elles sont souvent sujettes à des facteurs extrêmes de potentiels hydrique, température et salinité, engendrant différents types de stress (Hopikins, 1999 ; Bouaouina et al. 2000). En conditions stressantes, certaines espèces sont menacées de disparaître (Chamard, 1993), d'autre peuvent réagir en mettant en œuvre des mécanismes, entre autre, physiologiques (Kylin et Quatano, . 1975 ; Parida et Das., 2005) et biochimiques (Brugnoli et Lauterie.,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 régulateurs osmotique (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 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 un parcours steppique de la région de Laghouat et dont l'objectif est analysé le comportement physiologique et biochimique de résistance aux facteurs abiotique, notamment le vent, de trois espèces végétales spasmophiles (*Retama reatam*, *Astragalus Armatus*, *Aristida pungens*).

Pour ce faire nous avons structuré notre mémoire en trois chapitres :

Un premier chapitre dans lequel est présentée une synthèse bibliographique traitant le sujet traité ;

Le deuxième chapitre présente une description de la région et du site d'étude, et explique les différentes méthodes utilisées au cours de la réalisation de ce travail, sur terrain et aux laboratoires ;

Le troisième chapitre, est consacré à la présentation des résultats et les discussions de ces derniers ;

Enfin, nous finissons avec une conclusion générale et des perspectives.

Chapitre I

Etude bibliographique

I. Généralité sur les espèces étudiées :**1. Généralité sur les fabacées :**

Les trois espèces choisies pour notre travail (*Reitam retam*, *Astragalus armatus* et *Aristida pungens*), sont des espèces appartenant toutes à la famille des fabacées.

La famille des fabacées, ou encore appelée légumineuses, est l'une des familles les plus importantes du règne végétal (Ozenda, 1991), communément appelée fables comptent 630 genres et 18000 espèces environ, répondues dans le monde entier (Judd et al, 2002). En Algérie nous enregistrons 53 genres et 339 espèces (Quezel et Santa, 1962).

Les fabacées représentent un groupe de plantes à fleurs (angiosperme) dicotylédones, ce groupe botanique possède un grand intérêt économique (Ozenda, 1982) servant ainsi, de culture pour l'alimentation humaine puisqu'elles sont très riche en amidon et fournissent une quantité de protéines beaucoup plus importante que les céréales.

Elles sont aussi considérées comme une excellente source de fourrages, d'engrais verts et produisent un grand nombre de substances toxiques et médicales en raison de la présence de certains alcaloïdes (Unesco, 1960).

Selon Judd et al. (2002) les espèces des fabacées sont généralement des herbacées, arbustes, arbres, ou plantes grimpantes à lianes volubiles ou à vrilles. Elles ont des feuilles simples ou composées, ordinairement alternes et stipulées, les fleurs sont du type 5 avec 2 verticilles d'étamines mais un seul carpelle qui donnera une gousse bivalve ou légume (Ozenda, 1983 et Quezel, 1962). Le fruit des fabacées est très caractéristique, sous forme de gousse qui peut être soit aplatie avec un seul compartiment et qui se fend habituellement en deux structures, soit indéhissante (Sylvie, 2011).

Une des plus grandes particularités de cette famille, est la présence de renflements au niveau des racines, appelées nodosités et contenant des bactéries symbiotiques du genre *Rhizobium*, ces bactéries sont capables de convertir de l'azote atmosphérique en azote organique (NO₃), participant dans la fertilisation des sols (Mahnane, 2009).

En Algérie, les fabacées ligneuses occupent une place importante et jouent un rôle important dans l'équilibre de milieu naturel et la lutte contre la désertification (H. Taieb-Brahim-Bokhari et al., 2007).

2. *Retama reatam* :

Les retames sont des légumineuses arbustives, possédant à la fois des intérêts pharmacologiques et écologiques, caractérisés par une distribution géographique très diversifiée en partant des pourtours de la côte méditerranéenne jusqu'aux régions semi-arides et arides, ils représentent un moyen naturel de lutte contre la désertification. Le genre *Retama* a fait l'objet de plusieurs travaux en ce qui concerne l'anatomie, l'histologie et la biochimie des tiges, des feuilles et des rameaux, mais peu de recherches ont été entreprises sur les graines notamment en ce qui concerne l'estimation de la diversité génétique.



Figure (01) : arbuste de *Retama Reatam* (cliché : Goug, Maazouzi 2020).

2.1. Historique :

Les retames sont des Légumineuses arbustives, occupant les zones arides, semi-arides et côtières, qualifiées de plantes fixatrices de dunes, leur nom dérive du nom biblique (ROTEM) qui fut changé par les arabes en (R'tem) ou (retam) (Zohary, 1962 ; Shallaby et al, 1972).

2.2. Taxonomie :

Selon Quezel et Santa (1962) les rétames sont classés dans le taxon suivant :

Règne : végétal

Embranchement : spermaphytes

Sous embranchement : Angiospermes

Classe : dcotylédones

Ordre : fabales

Super famille : légumineuses

Famille : fabacées

Sous famille : papilionacées

Genre : *Retama*

Espèce : *Retama reatam*

2.3. Morphologie :

Les rétames sont des plantes pérennes, ce sont des arbustes monoïques, pouvant atteindre jusqu'à 3 mètres de long, caractérisés par un tronc trapu et court, portant de nombreux rameaux dense, arqués, flexibles et retombants, fortement sillonnés et peu feuillés, les jeunes arbustes sont soyeux d'un vert argenté à gris argenté (Beniston, 1985 ; Ozenda, 1958)

2.4. Présentation de *Retama reatam* :

Arbuste saharien de 1 à 3,5 m de hauteur à rameaux veloutés, fleurs blanches de 8-10 mm, étendard égalant la carène ou plus long, gousse non dilatée sur sa nature ventrale contenant une petite graine (Quezel et Santa, 1962).

Les deux espèces *Retama reatam* et *Retama monosperma* se ressemblent beaucoup et présentent des caractères peu distinctifs au niveau morphologique, une étude biochimique et moléculaire serait donc nécessaire pour faciliter leur identification et permettre ainsi une meilleure valorisation de leurs diversités génétiques.

2.5. Capacité symbiotique des retames :

Les retames ont une grande capacité symbiotique, faisant partie de la famille des légumineuses, leurs racines se terminent par de petits renflements qu'on appelle nodules ou nodosités, qui abritent une faune microbienne très diversifiée, cette association symbiotique leur permet de fixer l'azote atmosphérique et de le convertir en azote organique assimilable (NO₃).

2.6. Intérêts des rétames :

Le genre *Retama* regroupe des espèces très intéressantes, du point de vue biochimique, moléculaire et écologique.

2.6.1. Intérêt écologique :

Les retames jouent un rôle très important dans le maintien de l'équilibre des milieux naturels et des écosystèmes, reconnues comme étant des plantes des zones arides et semi arides. Les retames s'adaptent aux conditions les plus extrêmes de sécheresse et de salinité grâce à leur morphologie et leur structure xéromorphique.

Selon (Mittler.R et al, 2000), *Retama reatam* s'adapte bien aux conditions les plus extrêmes, elle développe un mécanisme moléculaire qui lui permet de résister aux changements climatiques (manque de nutriments et stress hydrique) et cela en entrant dans une phase de dormance partielle, en supprimant l'expression de certains gènes, grâce à une enzyme de défense qui est l'ascorbate peroxydase (APx).

Les retames sont des espèces fixatrices de dunes, grâce à leur système racinaire très développé, selon (Zohary, 1961), les racines de *Rétama raetam* pénètrent jusqu'à 20m de profondeur dans le sol.

D'après (Farchichi.A, 1997), *Retama reatam* grâce à son potentiel germinatif élevé, sa tolérance au stress hydrique et son mode de ramification radicaire, peut être considéré comme une espèce pionnière apte à coloniser les cordons dunaires, son utilisation dans les opérations de végétations de ces milieux fragiles est recommandable.

Grace à leur très grande capacité symbiotique, les retames contribuent à la bio fertilisation des sols salins et pauvres, et jouent un rôle important dans le cycle de l'azote.

2.6.2. Intérêt pharmacologique :

Selon l'Unesco (1995), *Retama reatam* a été répertorié comme étant plante médicinale des régions arides. En médecine traditionnelle, *Rétama reatam* est utilisé dans le traitement de plusieurs maladies comme l'eczéma, elle est utilisée dans le sud dans les soins en cas de morsures de serpents (El Hamrouni.A, 2001).

Des recherches entreprises sur le genre *Retama*, ont montré que l'extrait aqueux de *Retama reatam* avait un effet diurétique (Maghrani.M et al, 2005), aussi bien qu'hypoglycémique (Maghrani.M et al, 2003), en effet l'administration orale d'une dose de 20mg/kg de l'extrait aqueux de *Rétama reatam*, réduisait de façon significative le taux de glucose dans le sang des rats normaux, ainsi que des rats diabétiques dont le diabète a été induit par streptozotocine (STZ).

Retama reatam influe aussi sur le métabolisme lipidique, selon (Maghrani. M et al, 2004), l'administration d'extraits aqueux de *Retama reatam* induit une baisse de la concentration des triglycérides dans le plasma des rats normaux et diabétiques et conduirait à une baisse significative du poids. En plus *Retama reatam* a une activité antioxydante (Saadaoui.B et al, 2006), ainsi qu'antimicrobienne et cytotoxique. De cette faite, on constate la large capacité pharmacologique des rétames, et leurs éventuelles utilisations en phytothérapie, et donc la nécessité d'approfondir les connaissances sur ces espèces, au niveau moléculaire et génétique.

2.6.3. Intérêt industriel et économique :

Les retames sont considérés comme un excellent fourrage, de plus leur bois est utilisé en chauffage. Ils sont riches en fibre, dont la longueur moyenne atteint 1,93mm (Bahi, 1991), ils pourraient donc être valorisés dans l'industrie papetière. Les retames sont aussi des plantes ornementales en raison de leurs multiples fleurs odorantes Les graines des rétames contiennent des léctines, protéines allergènes, utilisées par la plante dans les mécanismes de défense contre les insectes, ce qui pourrait donc être valorisé dans l'industrie des bio insecticides.

3. *Astragalus armatus* :

3.1. Historique :

Le mot Astragale est d'origine grec, il désigne l'os de la cheville ou plus exactement l'un des os de l'articulation tibiotarsienne. La dénomination d'astragale vient de la Ressemblance du bruit des graines séchées de la plante avec celui de l'os, quand ils tombent sur surface solide (James et al, 1981).

Ce genre de légumineuses compte quelque deux milles espèces d'annuelles, de vivace et d'arbustes rencontrés dans une grande partie de la zone tempérée de L'hémisphère nord. (Burnie et al., 2006). La croissance des espèces de genre *Astragalus* se produit de l'automne au printemps elles demeurent verte pendant l'hiver quand l'herbe est peu disponible (Colegate et al., 1985).

Selon Chaib (1997), *Astragalus armatus* est considérée comme espèce marquant la dégradation, elle peut contribuer, de façons partielle au processus de restaurations de l'équilibre écologique dans ces milieux dégradés.



Figure (02) : arbuste d'*Astragalus Armatus*, Cliché par Goug, Maazouzi,2020.

3.2. Le genre *Astragalus* :

Le genre *Astragalus*, le plus important de la famille des Fabacées, comprend environ 2500 espèces avec plus de 250 section taxonomique dans le monde (Yuan et al.,2012).

3.3. Position systématique :

Règne : plantae

Embranchement : spermaphytes

Sous embranchement : angiospermes

Classe : dicotylédones

Famille : fabaceae

Genre : *Astragalus*

Espèce : *Astragalus armatus*

3.4. Description botanique :

Plante vivace très épineuse, a tiges ligneuses, dressées ne dépasses guère 60 cm de haut. Feuilles pétiolées, imparipennées, composées de folioles étroites d'un vert foncé. Fleurs médiocres axillaires (Ntetws ;1984).

3.5. Mode d'adaptation :

L'*Astragalus armatus* est une plante à feuilles composées pennées et dont les folioles tombent et le rachis devient épineux : dans ce cas, il ne s'agit pas d'une modification saisonnière mais définitive. En plus en été, on observe un arrêt de la végétation avec une chute totale des folioles. Ces deux modes permettent à la plante de réduire la surface foliaire et donc diminuer les pertes d'eau par transpiration.

Ce taxon présente quelques particularités éco physiologique qui favorisent prolifération rapide sur la steppe :

- Bonnes aptitudes germinatives en milieu naturel.
- Puissance de son enracinement apte à valoriser les faibles réserves hydriques du sol.
- L'importance de la phytomasse peu palatable produite.

Toutefois, bien qu'*Astragalus armatus* soit considérée comme étant une espèce marquant la dégradation, elle peut contribuer, ne serait ce de façon partielle, au processus de restauration de l'équilibre écologique dans ces milieux dégrader. Le piégeage du sable et la reconstitution du voile éolien par les touffes très développées entraînent une amélioration du bilan hydrique du sol et favorisent la germination d'espèce jusqu'alors raréfiées.

Enfin, son aptitude à fixer de l'azote atmosphérique contribue à améliorer la fertilité du sol (Chaieb, 1997).

3.6. Toxicité du genre *Astragalus* :

Le genre *Astragalus* regroupe les espèces toxiques ainsi que les non toxiques.

-*Astragales non toxique* : La plupart des *Astragales* ne sont pas toxiques. Certaines sont utilisées comme des espèces de pâturages, comme l'*Astragalus nuttalianus* et *Astragalus cicer* rencontrées respectivement dans le sud-Ouest et à l'ouest des Etats Unis sont très appréciées par le bétail (Sutharsan, 2010) de même pour les espèces *Astragalus Gyznsis Bunge* et *Astragalus Gombo Bunge* sont localisés de Nord du Sahara Algérien (Vedelek et Protiv, 1990).

-*Astragalus toxiques* : les espèces toxiques de ce genre sont classées selon la nature de la toxine dominante et le type d'intoxication qu'elles provoquent, et se divisent en trois catégories (Barbero et al, 2012).

Les Astragalus accumulatrices de Sélénium (Abilinger, 2013).

Les astragalus synthétisant des produits nitrés (Nagasaka et al, 1997).

Les astragalus contenant des alcaloïdes indolizidiques (Kutyrev et Kappe, 1997).

3.7. Intérêt de genre *astragalus* :

3.7.1. Intérêt médicale :

Les espèces du genre *astragalus armatus* sont utilisées dans la médecine traditionnelle dans le monde entier comme des herbes médicinales contre l'ulcère de l'estomac, le toux, la bronchite chronique, l'hypertension, les troubles gynécologiques, le diabète et les piqûres venimeuses de scorpion (Walter, 1991).

En Algérie, l'espèce *astragalus bunge* est utilisée pour soulager les morsures des serpents (Vedelek et Protiv, 1990). Au Maroc, la décoction des feuilles et des racines d'*Astragalus tenuifolius* Desf. est utilisée contre la fatigue et la helminthiase (Moran, 2001) *astragalus membranaceus* est une plante traditionnelle chinoise bien connue pour le traitement des maladies neurodégénératives, elle compte parmi les herbes toniques les plus populaires. Les Chinois utilisent les racines de cette espèce comme un fortifiant (Barbero et al, 2012).

Intérêt écologique d'après (Moussaoui et al, 2011), les études confirment que par caractéristiques physiologiques l'*Astragalus armatus* il est présentée comme une bonne matière primaire pour la fabrication des papiers.

4. *Aristida pungens* :

4.1. Historique :

Le genre *Aristida* comporte de nombreuse espèce, 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. *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 et toujours verte. *Aristida pungens* L. appartient à la famille des Poaceae. Cette espèce est caractérisée par des feuilles dures enroulées et piquantes, racines très longues et tiges atteignant un mètre (Bouhadjera, 2005).



Figure (03) : touffe de *Aristida pungens*.

La germination du Drinn se fait à 25 C, 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 et la plante la plus fréquente des massifs dunaires et souvent la seule sure de grandes étendues dans 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 par 20-30 cm de chaumes (la hauteur des touffes varie entre 1m et 1,70m) (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 les 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).

4.2. Données botaniques :

L'Aristida pungens se distingue des autres graminées capables de coloniser les zones arides algériennes par un faible développement du tissu fibreux des feuilles et une moindre lignification.

4.2.1-Nomenclature et taxonomique :

Cette graminée est largement utilisée dans la fixation biologique des dunes continentales. *Stipagrostis pungens* « Drinn » plante appréciée entière (FAO,1977).

4.2.2-Classification systématiques :

Règne : plantae

Division : magnoliophyta

Classe : liliopsida

Ordre : cyperales

Famille : poaceae

Sous famille : aristidoideae

Genre : Aristida

Espèce : *Aristida pungens*

4.3. Description d'*Aristida pungens* :

Les espèces de ce genre sont souvent pérennes, plus rarement annuelles. Les tiges sont érigées, et présentent parfois, en plus de feuilles basales, des feuilles caulinaires. Le limbe des feuilles peut être plat ou enroulé, et les feuilles basales peuvent être en touffe. (Lu et al.,1753)

Plante cespiteuse vivace, robuste (50cm à 1m), a long rhizome, reconnaissable aux inflorescences composées d'épillets, en panicules lâches et aérées. Commune dans l'ensemble du Sahara, le drinn est parfaitement adapté aux habitats sableux, représentés par les amas sableux profonds (dunes, ergs). La steppe a drinn constitue un pâturage essentiel pour dromadaires.

4.4. Habitat : Les espèces de ce genre sont présentes sur tous les continents, en climat tempéré chaud ou tropical sec. Elles poissent sur des sols secs et pauvres, dans des zones arides, mais colonisent généralement par les déserts.

II. Le stress chez les plantes :

Le terme « stress » définit l'ensemble des perturbations biologiques provoquées par une agression quelconque sur un organisme. C'est un processus qui induit une contrainte potentiellement néfaste sur un organisme vivant. En revanche ce terme lorsqu'il est utilisé en biologie végétale, a des connotations particulières, il représente le (s) facteur (s) responsables (s) des perturbations, et des changements, plus ou moins brusque par rapport aux conditions normales de la plante subie au cours de son développement (Bouchoukh, 2010).

Selon (Hopkins, 2003) on appelle stress toute pression dominante exercée par un paramètre, perturbant le fonctionnement habituel de la plante. En effet, le stress signifie la déviation dans le développement et les fonctions normales de la physiologie des plantes, il est perçu au niveau cellulaire puis transmis à la plante entière. Le changement dans l'expression des gènes qui s'ensuit modifie la croissance et le développement, influence les capacités reproductives de la plante, causant ainsi des dommages aux plantes. (Benkoli et bouzeghaia, 2016).

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).

Le changement climatique, l'appauvrissement en eau, l'augmentation des températures et la violence du vent risquent d'affecter la production des agrosystèmes. Il est donc important de pouvoir anticiper les effets des contraintes environnementales sur le développement des plantes.

1. Différents types de stress chez les plantes :

1.1. Stress hydrique :

1.1.1. L'importance de l'eau chez la plante :

L'eau composant majeur des cellules qui maintient leur turgescence est un solvant des matières minérales et organique ; à un pouvoir tampon très important et est également une source d'hydrogène, pour les réactions biochimiques de la photosynthèse (Fourneau ; 2000). 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). Les différents organes de la plante renferment entre 80 % à 90 % d'eau (Bethenod, 1980).

Au niveau de l'organisme elle sert à véhiculer les substrats nutritifs, déchets et hormones (Heller et al.,1998). Selon (Acevedo, 1991) 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.

1.1.2. Définition du stress hydriques :

La notion de stress hydrique ou sécheresse renvoie en réalité le plus souvent à de nombreuses définitions. En agriculture, le stress hydrique peut se définir comme le rapport entre la quantité d'eau disponible dans son environnement, (Mouellef, 2010).

En effet, on assiste à un stress hydrique lorsque la demande en eau dépasse la quantité disponible pendant une certaine période de sécheresse (Kara et Zerguine, 2016), ou la plante est placée dans un environnement qui amène à ce que la quantité d'eau transpirée par la plante soit supérieure à la quantité qu'elle absorbe.

Le stress hydrique souvent provoqué par la sécheresse, se manifeste quand la quantité d'eau transpirée est supérieure la quantité d'eau absorbée (krista,2003). Le manque d'eau et la rareté des précipitations sont les causes principales du stress hydrique, ce stress affecte la croissance et le développement de la plante (Zryd, 2004).

1.1.3. Adaptation des plantes au stress hydrique :

Le stress peut déclencher plusieurs réponses à plusieurs niveaux de plante.

➤ Adaptation physiologique :

Le maintien d'une forte pression osmotique des fluides cellulaires, se réalise par le potassium début de croissance et par les osmolytes dans l'autre phase de vie végétal. Les protéines de sécheresse, analogue aux protéines de choc de fortes température (heat shock proteins (HSP)) et des polyamines (putrescine, spermidine), participent également dans des processus d'adaptation. L'acide abscissique (ABA) induit la fermeture des stomates, ce qui a pour effet la réduction de la photosynthèse et donc la transpiration qui résulte de cette opération décroît (Mazlaik, 2000).

Lors d'un épisode de sécheresse, si la transpiration n'était pas contrôlée par les stomates de la feuille, la tension dans les vaisseaux du xylème augmenterait fortement jusqu'à l'embolie. En effet, les parois des vaisseaux présentent à intervalles réguliers des membranes poreuses, et lorsque les vaisseaux du xylème atteignent une tension critique, des bulles d'air pénètrent via les pores dans l'élément conducteur, rompant ainsi la colonne d'eau. Les vaisseaux ainsi embolisés ne peuvent plus transporter d'eau jusqu'aux feuilles et autres tissus, entraînant la dessiccation de ces tissus. Cette embolie peut conduire à la mort de la plante (Sperry & Turee 1988 ; Vilagorosa et al. 2012).

➤ Adaptation morphologique :

Les plantes adaptent leur architecture pour tolérer le stress hydrique, cela se réalise par un ralentissement de la croissance des feuilles ou bien par une réduction de la surface foliaire. Il s'est avéré que ces deux mécanismes sont plus importants que la réduction de la photosynthèse (Hervieu et Guilou., 2001).

1.2. Stress thermique :

Le stress thermique est souvent défini quand les températures sont assez hautes ou basses pendant un temps suffisant pour qu'elles endommagent irréversiblement la fonction ou le développement des plantes. Elles peuvent être endommagées de différentes manières, soit par les températures élevées du sol. La contrainte thermique est une fonction complexe qui varie selon l'intensité (degré de la température), la durée et les taux d'augmentation ou de diminution de la température (Oukarroum, 2007).

a. Hautes températures :

L'influence du stress des hautes températures est variable en fonction du stade végétatif de la plante et de l'interaction avec d'autres stress tel que le stress hydrique. En effet, une plante qui est exposée à une haute température mais qui a accès à suffisamment d'eau aura la possibilité de maintenir ces stomates ouverts afin que l'évaporation abaisse la température des feuilles, dans la nature, la combinaison de deux stress reste une situation habituelle. Les hautes températures sont parmi les facteurs intervenant dans la limitation des rendements. Effectivement, les organes floraux et la formation du fruit sont affectés. De même que la méiose et la phase de remplissages de la graine sont particulièrement sensibles à l'élévation de la température (kara et la Zeguine, 2016).

L'effet pénalisant de l'élévation de la température est surtout dû au fait que la plante n'arrive pas à absorber les éléments nutritifs et l'eau, et à les utiliser, au rythme imposé par le stress thermique (Ibrahim et Quick, 2001).

b. Basse température :

La sensibilité des plantes aux températures extrêmes est très variable. Certaines sont tuées ou lésées par les baisses modérées de température, alors que d'autres parfaitement acclimatées, sont capables de survivre au gel à des dizaines de degrés °C en dessous de zéro. Dans certains milieux, les plantes sont soumises, occasionnellement, ou régulièrement de façon saisonnière, à des températures basses. La plupart d'entre elles sont capables de résister aux températures supérieures à 0°C. Cependant beaucoup de mésophytes peuvent être endommagées à partir de 15°C. Plus que résister au froid, elles évitent ces effets en ajustant leur cycle de vie aux périodes clémentes de l'année. Ce sont des plantes, comme le Maïs, d'origine tropicale ou subtropicale, dont la limite nord de culture en Europe est bornée par l'occurrence trop fréquente de températures fraîches (Pearce, 1999 in Côme, 1992). Les basses températures diminuent la vitesse des réactions enzymatiques et modifient la composition des lipides membranaires et d'autres macromoléculaires ce qui entraîne de nombreuses conséquences sur la plupart des processus biologiques (Sitt 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).

c. Les basses températures négatives (Gel) :

Le gel s'accompagne en général de la formation de cristaux de glace dans les tissus de la plante. En période hivernale, les effets du Gel dépendent de son intensité plus que sa durée. Il peut agir directement sur le végpm.

2tal et produire une nécrose des bourgeons, le noircissement du xylème, l'éclatement des troncs et la mort des feuilles pour les plantes à feuillage persistant. La résistance des plantes au gel ne reste pas toujours constante pendant toute la période hivernale. Ainsi, des gelées moyennes mais brutales, survenant après une période prolongée de redoux, sont parfois plus dangereuses que des gelées plus intenses, mais plus progressives.

Le gel peut aussi agir indirectement, en déchaussant les jeunes semis ou bien encore, au printemps, en s'opposant à l'absorption racinaire lorsque le sol reste gelé sur une grande profondeur. Les dégâts provoqués par le gel peuvent souvent apparaître dans des circonstances variées. Ainsi, des gelées de printemps, même peu importantes, sont susceptibles de détruire des bourgeons végétatifs ou floraux au début de la reprise de la croissance (débourrement).

➤ Variations de la résistance au gel selon les végétaux :

Selon le comportement, on distingue plusieurs catégories de plantes :

• Plantes sensibles au gel :

Elles ne résistent pas à la formation de glace dans leurs tissus et sont incapables de s'endurcir, peuvent résister aux gelées de moyenne importance.

• Plantes moyennement résistantes au gel :

Ces végétaux supportent la formation de glace dans leurs tissus.

• Plantes très résistantes au gel :

Chez les plantes qui résistent au gel, il se forme de façon générale, des cristaux de glace dans l'apoplasme (et non dans le cytoplasme), à proximité ou même au contact des parois cellulaires. C'est le cas des céréales d'hiver, des choux de la grande Fétuque, qui peuvent survivre à des températures de -25°C. C'est le cas aussi de beaucoup d'espaces ligneuses (Cornic,2007).

d. Adaptation des plantes au stress thermique :**➤ Adaptation morphologique :**

Généralement la fourchette des températures compatibles avec la croissance des plantes est comprise entre 0°C et 45°C ; dans ces limites la tolérance à la température dépend fortement de l'espèce. De nombreuses plantes évitent la surchauffe, en faisant adopter une position plus verticale aux feuilles, ou en provoquant leurs enroulements le long de leur axe ou, par la production de poils foliaires et de surfaces cireuses qui réfléchissent la lumière (Hopkins,2003).

Les végétaux ne peuvent pas se mettre à l'abri lorsque les températures diminuent, elles vont ainsi se modifier à l'approche de l'hiver. Selon la classification de Raunkiaer on distingue :

- **Les phanérophytes** : leurs bourgeons sont au-dessus de la neige l'hiver. Ce sont les arbres et arbustes.
- **Les chamérophytes** : leurs parties aériennes sont enfouies dans la neige. Ce sont les petits buissons.
- **Les hémicryptophytes** : la plus grande partie de leur appareil végétatifs aérien disparaît l'hiver, seuls persistent une rosette de feuilles ou des bourgeons à la surface du sol. Ce sont la plupart des herbacées pérennes.
- **Les géophytes** : seule la partie souterraine persiste (bulbe, tubercule, rhizome).
- **Les thérophytes** : elles disparaissent totalement, et ne laissent que des graines dans le sol. Ce sont les annuelles (Thebault,2001).

➤ Adaptation physiologique :

Les plantes soumises temporairement à des températures élevées, présentent souvent une respiration accélérée et donc un épuisement rapide de leurs réserves (Mazliak,2000). Dans ces conditions critiques, la plantes inhibe la synthèse de la plupart des protéines en induit la synthèse d'une famille de protéines de faible poids moléculaire, appelées les protéines de chocs thermiques (Hopkins,2003). Les plantes « sensibles au froid », réagissent négativement entre 0°C et 12°C ; cela se manifeste par : Arrêt de croissance, chlorose, nécrose et parfois la mort (Mazliak,2000).

1.3. Le stress de vents

L'action du vent sur la végétation est à la fois mécanique et physiologique :

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 physiologiques : 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 est diminuée et conduit à un déficit hydrique. La masse d'air sec ambiant ou en mouvement a tendance à absorber toutes les humidités et à creuser le déficit de saturation. Or c'est ce déficit qui module le plus la végétation locale, car cette dernière doit s'adapter au manque d'eau sévère (FAO,2010).

1.4. Mécanisme d'adaptation biochimique au stress :

1.4.1. Accumulation de la proline en condition de stress :

L'accumulation de la proline constitue aussi un véritable mécanisme de tolérance au stress (Slama et al,2004). L'accumulation de la proline induite par les stress, peut être le résultat de trois processus complémentaires : stimulation de sa synthèse ; inhibition de son oxydation et/ou altération de la biosynthèse des protéines (Tahri et al.1998). Les hydrates de carbone peuvent être des facteurs essentiels dans l'accumulation de la proline, car la synthèse des protéines est liée automatiquement au métabolisme des glucides et à la respiration (dans le cycle de Krebs) par l'intermédiaire l' α céto-glutarate qui forme le statut carbonique pour la synthèse de la proline (Chaib,1998). L'addition de l'ornithine dans le milieu de culture augmente la source de la proline par l'intermédiaire de l'enzyme ornithine amino-transférase (Chaib,1998). Selon (Savouré et al.1955) montrent chez *Arabidopsis* que l'augmentation de transcrits de la P5CR (γ -1-pyrroline-5-carboxylate synthétase) est corrélée à une augmentation de proline. De plus, cet auteur a montré que cette augmentation était directement reliée à l'application du stress. En effet, lors de la phase de récupération juste après l'application du stress, le contenu en proline diminue en même temps que la quantité de transcrits correspondant à la P5CR (γ -1-pyrroline-5-carboxylate synthétase). L'induction de ce gène est directement reliée à la régulation du taux de proline dans les cellules en fonction du stress.

1.4.2. L'accumulation des sucres solubles :

L'accumulation des sucres solubles est un moyen adopté par les plantes en cas de stress, afin de résister aux contraintes du milieu (Bajji et al.1995) les sucres jouent un rôle important dans l'ajustement osmotique, lequel est considéré comme une réponse adaptative des plantes aux conditions de déficit hydrique (Zhang et al.1999) et stress salin (Ait Haddou.2002; Abdul.2004). Ils peuvent protéger les membranes et les protéines contre la déshydratation en incitant la formation d'une sorte de verre aux températures physiologiques (David et al.1998). Les sucres accumulés pendant le stress vont probablement être utilisés dans la croissance après la levée de cette contrainte (Kameli et Losel.1995).

Chapitre II

Matériel et méthodes

I. Présentation de la zone d'étude :

1. Localisation du site d'étude dans la région de Laghouat :

Notre travail a été réalisé au niveau d'un site nommé DHAYA GHEBLIYA (figure 04), qui est située à environ 9km au sud-est de la ville de Laghouat à une altitude de 737m, sa latitude est de 33°46'22.31''N et sa longitude est de 2°57'15.60''E



Figure (04) : photo de site d'étudiée.

2. Géologie de la région de Laghouat :

Le territoire de la wilaya de Laghouat s'étend sur deux domaines géologiques nettement différents, notamment sur le plan de la structure et de l'évolution géologique, ce sont l'atlas saharien au nord et la plateforme saharienne au sud, la wilaya a un socle de roches sédimentaires datant du **secondaire** et du **tertiaire** et **quaternaire**.

L'ère secondaire : est représentée par le jurassique qui affleure au niveau des djebels et des kefs de la partie nord de la wilaya, il est visible sous forme de chaînons d'orientation sud-ouest nord-est.

L'ère tertiaire : formée surtout par le crétacé qui couvre la majeure partie de la wilaya.

L'ère quaternaire : elle est constituée par des dépôts alluviaux et colluviaux récents à anciens, ils occupent quelques dépressions, les terrasses d'oueds ainsi que dayas

Concernant notre zone d'étude : il existe des terrains du tertiaire représentés par des reliefs et quaternaire le long d'oued M'Zi surtout (LAP)

3. Géomorphologie de la région de Laghouat :

Les zones arides manifestent une ressemblance géomorphologique qui être considérée comme une expression synthétique de l'interaction entre les facteurs climatique et géologique (AI-DOUD, 1984) c'est le cas des steppes sud algéroises qui comptent notre zone d'étude. Les formes géomorphologiques rencontrées sont les suivantes :

3.1. Les surfaces planes :

- **Les glacis :** surface d'érosion en pente douce, développées dans les régions semi-arides au pied des reliefs.
- **Les terrasses_:** ce sont des formes alluviales, localisées dans les bas-fonds et constituent des terrains agricoles, elles peuvent être aménagées vu la profondeur du sol et les eaux qu'elles reçoivent par ruissellement (Pouget ,1980).
- **Les dayas :** Ce sont des dépressions fermées aux bords faiblement inclinés, de formes grossièrement circulaires, parfois elliptique mais toujours globuleuses et arrondies de diamètre très variables (Pouget, 1980), localisent généralement dans le sud de Laghouat
- **Les versants :** Ce sont des surfaces topographiques inclinée, située entre des points hauts (pics, crêtes, rebord de plateau, sommet d'un relief) et des points (pied de versant, talweg).

4. Collecte de donné climatique :

Les paramètres climatiques qui ont été retenus dans notre étude sont :

- La température minimale.
- La température maximale.
- Les précipitations.
- La vitesse du vent.
- La direction des vents.
- Les données climatiques ont été collectées à partir de la station météorologique de type CR 1000 (Campbel scientific), implantée dans la zone de Mokrane.

5. Travail de terrain et laboratoire :

Notre travail est scindé en deux parties, une première partie effectuée sur le terrain qui consiste à effectuer des prélèvements de matière végétal des feuilles fraîches. Une deuxième partie est réalisée

au laboratoire et dans laquelle les paramètres physiologiques et biochimique des plantes ont été dosés à savoir le teneur d'eau, la proline, le sucre totaux, chlorophylles.

5.1. Travail de terrain et collecte des du matériel végétal :

Dans la zone de Dhaya Gueblya (figure), un parcours a été délimité pour mener le travail du terrain qui a été réalisé durant deux périodes, une période non-ventées (02 Février 2020) et une période ventée le (03 Mars 2020).



Figure (05) : présentation de site d'études.

Pour la réalisation de cette étude trois espèces ont été retenues (*Astragalus Armatus*, *Retama reatam* et *Aristida pungens*), ce choix est basé sur leur dominance dans les parcours de la région de Laghouat (Mallem, 2017). La méthode de collecte de la matière fraîche est faite aléatoirement à cause de la distribution normale des espèces dans la région d'études.

Le choix de ces trois espèces vient pour déterminer comment arrivent-elles à s'adapter, et quelle est la capacité de résister aux variations climatiques dans deux périodes ventée et non ventée.

5.2. Collecte des échantillons de feuilles des plantes :

La collecte des échantillons consiste à prélever des feuilles verte (fraiche), pour chacune des trois espèces : *Astragalus Armatus*, *Retama reatam*, *Aristida pungens*, choisie pour leur pérennité. La collecte des feuilles des trois espèces a lieu durant deux périodes ventées 03 Mars 2020 et non ventée 02 Février 2020.

A l'aide d'un sécateur nous avons pris quelques feuilles fraîches de la touffe de chacune de 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.



Figure (06) : Représentation de collecte de matière fraîche.

5.3. Analyses aux les laboratoires :

5.3.1. Les paramètres physiologiques

- **La teneur en eau (%) :**

Les échantillons frais de chaque plante sont pesés immédiatement pour obtenir leur poids frais (PF), après la pesée les échantillons sont séchés à l'aide d'une étuve à 105°C pendant 24 heures.

La teneur en eau est donnée par la formule suivante :

$$\text{La teneur en eau} = \text{MF} - \text{MS}$$

5.3.2. Les paramètres biochimiques :

- **Dosages de la proline (mmol/g MF) :**

La proline, 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 tri-cetohydrindène. 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 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 1 ml d'extrait auquel il faut ajouter :

1 ml d'acide acétique (CH_3COOH); 25 mg de ninhydrine ($\text{C}_6\text{H}_6\text{O}_4$) ; 1 ml de mélange contenant : 120 ml d'eau distillée ; 300 ml d'acide acétique ; 80 ml d'acide orthophosphorique (H_3PO_4 , $d=1.7$).

La solution obtenue est portée à ébullition pendant 30 mn à 100°C, la solution vire au rouge, après refroidissement, 5ml de toluène sont ajoutés 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 et deshydratée par l'ajout d'une spatule de sulfate de sodium Na_2SO_4 anhydre (pour éliminer l'eau qu'elle contient).

Nous déterminons la densité optique (D_o) 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 d'étalonnage préalablement établie à partir d'une série de solutions de concentration en proline connue. Cette courbe est utilisée pour déterminer les teneurs en proline dans les feuilles des plantes.

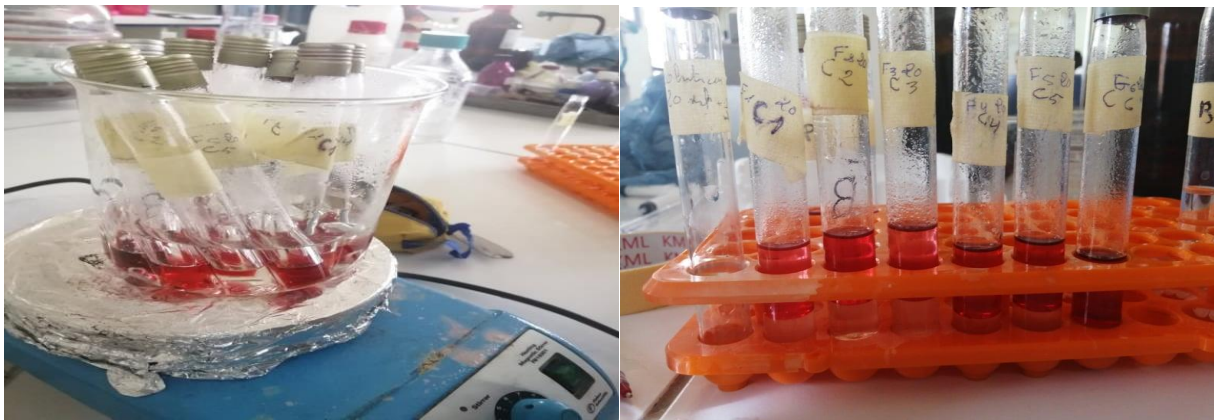


Figure (07) : dosages de proline

- **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 100mg 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 propre, on met 1ml de la solution à analyser, on ajoute 1ml de phénol à 5% (le phénol est dilué dans de l'eau distillez) ; 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 640nm. enfin des résultats des densités optiques sont rapportés sur un courbe étalon des sucres solubles (exprimes en glucose).



Figure (08) : dosage de sucre totaux au laboratoire.

- **Dosage de la chlorophylle (mg/g MF)**

La méthode utilisée est celle de McKinney (1941). Dans des tubes à essais, on ajoute sur 100mg d'échantillon frais, Copé en petits fragments, 5 ml d'acétone à 80% qui dilue à 20ml d'eau distille, pendant 24 heures, les concentrations de la chlorophylle a, la chlorophylle b sont déterminer à l'aide d'un spectrophotomètre à des densités optiques respectives de 663 et 645 nm.



Figure (09) : dosages de chlorophylle aux laboratoires.

6. 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

I. Résultats

1. Climatologie dans la zone d'étude dans les deux périodes de notre travail :

Nous nous contentons d'analyser les données climatiques d'un jour avant les périodes étudiées, en ignorant les données de la semaine et le mois qui ont précédé les périodes étudiées puisque leurs valeurs ne présentent pas de différences avec celle d'un jour.

1.1. Températures :

La température moyenne du jour qui a précédé la période non-ventée est de 11°C, et celle du jour précédant la période ventée est de 15°C. Nous observons une augmentation relative de la température moyenne précédant la période ventée par rapport à la température moyenne précédant la période non ventée.

1.2. Vitesse du vent :

La vitesse du vent du jour qui a précédé la période non-ventée est de 5 m/s, et celle du jour précédant la période ventée est de 7 m/s. Nous observons une augmentation relative de la vitesse du vent précédant la période ventée par rapport à la période non-ventée.

1.3. Précipitations :

Nous observons qu'il y a aucune précipitation le jour qui a précédé la période non-ventée, par contre le jour précédant la période ventée, nous notons une très faible précipitation de l'ordre de 0.2 mm

1.4. Humidité relative de l'air :

Le taux d'humidité relative de l'air le plus important et observé le jour qui a précédé la période non-ventée avec environ 60.62% et la valeur la moins élevée est enregistrée dans la période ventée avec 48.11%.

Tableau N°01 : les données de la climatologie dans la zone d'étude dans les deux périodes

Période	Avant	Température moyenne (°C)	Vent(m/s)	Précipitation (mm)	Humidité relative de l'air (%)	Direction du vent
Non Ventée	1j	11,4	5	0	60,62	241,64
	7j	10,06	3,74	0,01	50,28	296,26
	1mois	7,79	3,39	0,25	53,31	272,14
Ventée	1j	15,35	7,07	0,2	48,11	6,97
	7j	14,47	3,76	0	32,87	113,81
	1mois	12,88	3,18	0	40,06	199,2

2. Paramètres physiologiques et biochimiques mesurés pour chaque plante :

Tableau N° 02: les valeurs des paramètres mesuré sur les plantes dans les deux périodes.

Espèces	Paramètre mesuré	Période Non-ventée	Période ventée
<i>Retama reatam</i>	Teneur en eau (%)	49,59	42,29
	Chlorophylle totale (mg/ g MF)	7,25	20,60
	Sucres totaux (mg/ g MF)	63,74	63,25
	Proline accumulée (mmol/ g MF)	3,93	0,82
<i>Astraga- lus armatus</i>	Teneur en eau (%)	44,25	33,31
	Chlorophylle totale (mg/ g MF)	17,89	9,37
	Sucres totaux (mg/ g MF)	57,30	33,22
	Proline accumulée (mmol/ g MF)	2,47	0,92
<i>Aristida pungens</i>	Teneur en eau (%)	38,84	42,56
	Chlorophylle totale (mg/ g MF)	7,18	11.17
	Sucres totaux (mg/ g MF)	45,98	51.99
	Proline accumulée (mmol/ g MF)	1,63	1.13

2.1. Paramètre physiologique des plantes :

- **La teneur en eau (%) :**

La (figure N10) représente la teneur en eau dans les parties foliaires des trois espèces dans les deux périodes (non ventée et ventée). Chez *Retama reatam*, nous observons des teneurs en eau de 49% et 42% respectivement dans la période non-ventée et la période ventée, et chez *Astragalus armatus*, les teneurs en eau sont de 44% et 33% la plus faible valeur observée à la période ventée.

Pour *Aristida pungens* 38% et 42% respectivement dans la période non-ventée et la période ventée.

Les espèces *Retama reatam* ($p=0.174$), *Astragalus armatus* ($p=0.093$) et *Aristida pungens* ($p=0.381$) forment chacune un seul groupe statistique et présentent des différences hautement non significatives marquées.

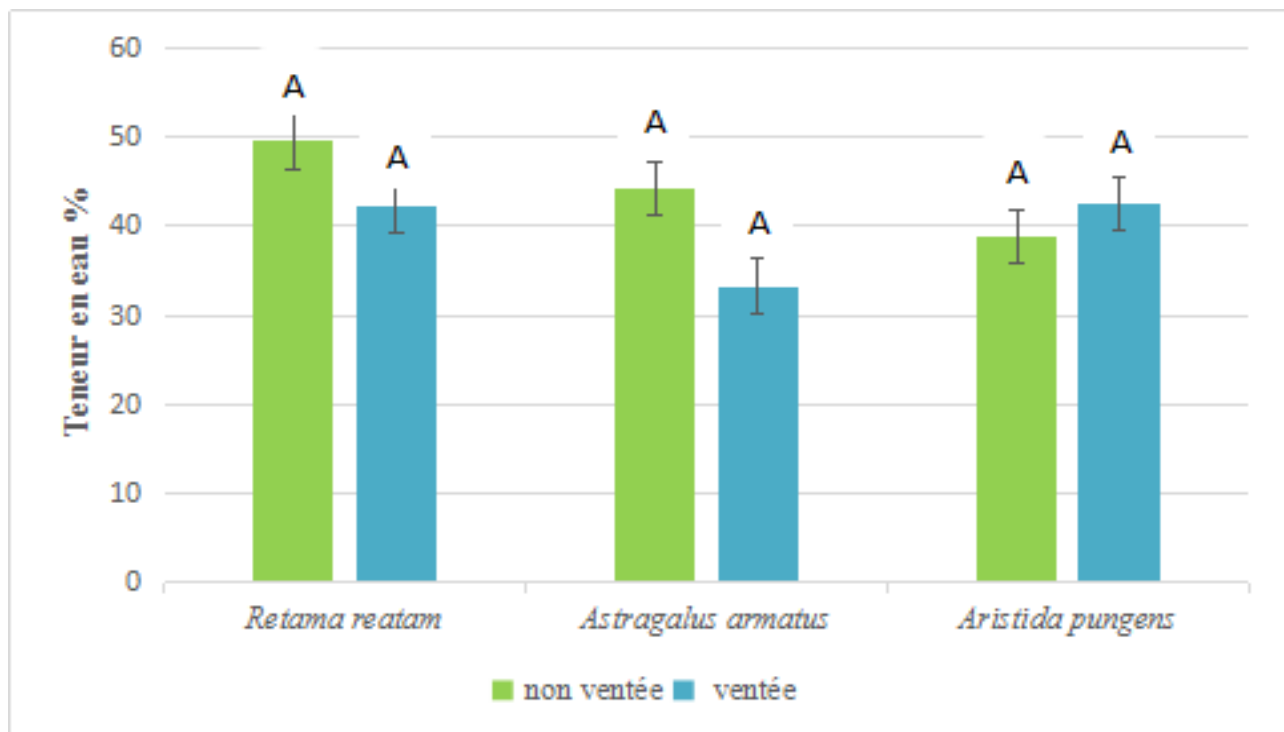


Figure (10) : Représentation de teneur en eau chez les trois espèces dans les périodes non-ventée et ventée.

2.2. Paramètres biochimiques des plantes :

• Teneur en Chlorophylle totale (mg/ g MF) :

La (figure N° 11) représente la teneur en chlorophylle totale dans les parties foliaires des trois espèces dans les deux périodes (non ventée et ventée). Respectivement dans la période non ventée et la période ventée, la teneur en chlorophylle chez *Retama reatam* est de 7.2 et est de 20.6 et (mg/ g MF), de même chez *Astragalus armatus*, les résultats sont 17.8 et 9.3 (mg/ g MF). Aussi chez *Aristida pungens* la teneur en chlorophylle est de 7.1(mg/ g MF) dans la période non ventée et de 11.1 (mg/ g MF) dans l'autre période.

Les espèces *Retama reatam* ($p=0.000$), *Astragalus armatus* ($p=0.006$) et *Aristida pungens* ($p=0.003$) forment chacune deux groupes statistiques et présentent des différences hautement significatives marquées.

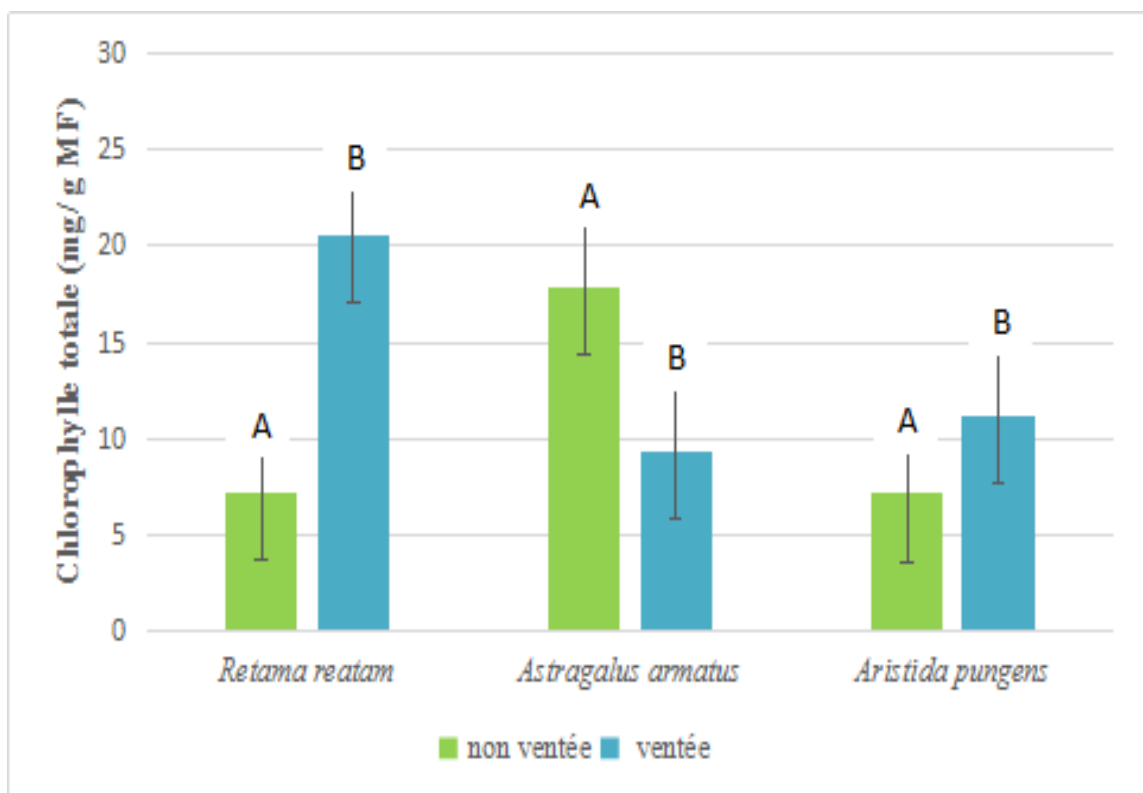


Figure (11): Représentation de chlorophylle totale chez les trois espèces dans les périodes non-ventée et ventée.

- Teneur en sucres totaux (mg/ g MF) :

La figure N° 12 montre la teneur en sucre totaux dans les parties foliaires des trois espèces dans les deux périodes. D'après cette figure, la teneur en sucre est presque égale pour les deux périodes chez *Retama reatam*. Pour *Astragalus armatus* respectivement dans la période non ventée et la période ventée nous observons diminution des teneurs en sucre 57.2 et 33.2 (mg/ g MF), et pour *Aristida pungens*, il y a une augmentation 45.9 et 51.9 (mg/ g MF).

Les espèces *Retama reatam* ($p=0.587$), *Astragalus armatus* ($p=0.086$) et *Aristida pungens* ($p=0.382$) forment chacune un seul groupe statistique et présentent des différences hautement non significatives marquées.

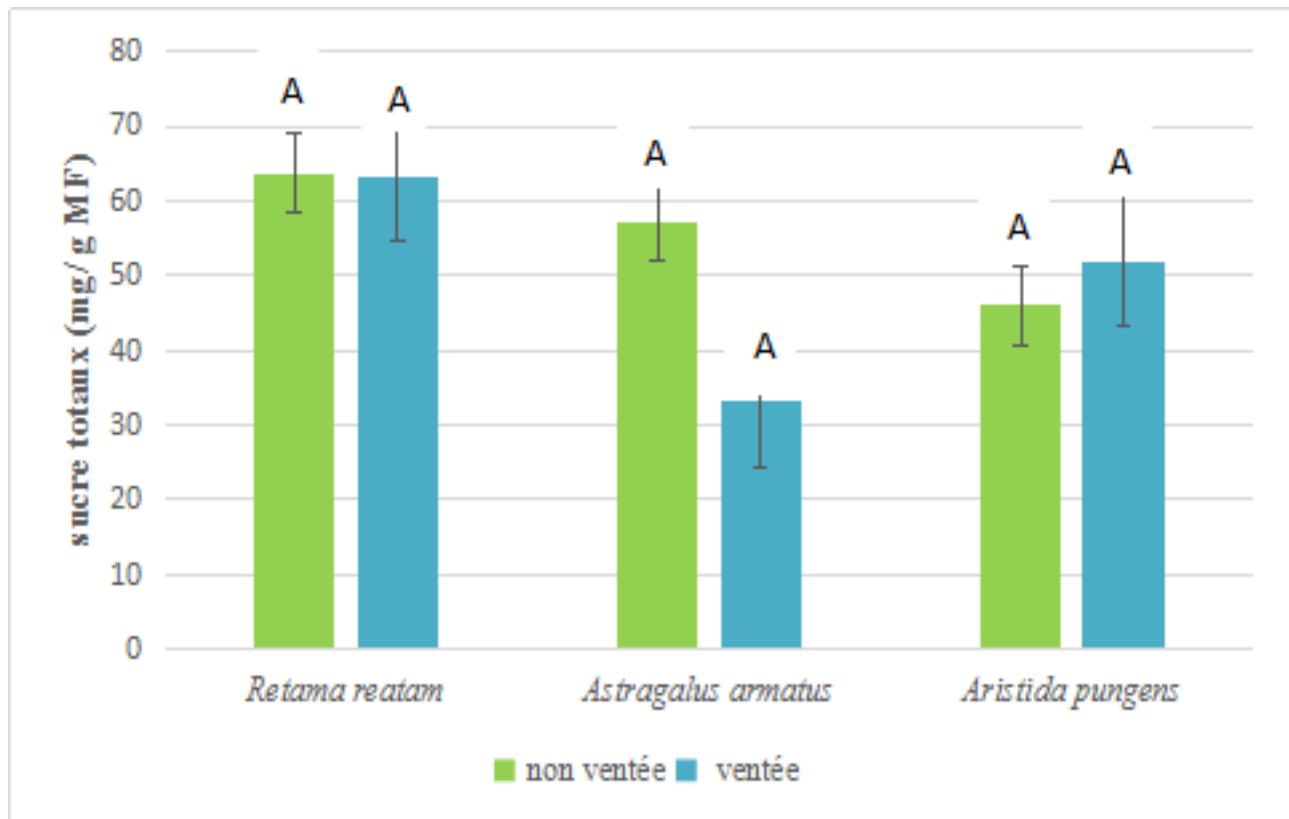


Figure (12) : Représentation de sucre totaux chez les trois espèces dans les périodes non-ventée et ventée.

• Teneur en proline accumulée :

D'après les résultats obtenus (figure N°13), nous observons chez toutes les espèces une augmentation de la concentration de la proline dans la période non ventée par rapport à la période ventée. Une différence significative est notée ($p=0.003$) chez *Retama reatam*, formant ainsi deux groupes statistiques. Contrairement chez *Astragalus armatus* et *Aristida pungens* une différence non significative formant un seul groupe statistique respectivement ($p=0.074$) et ($p=0.275$).

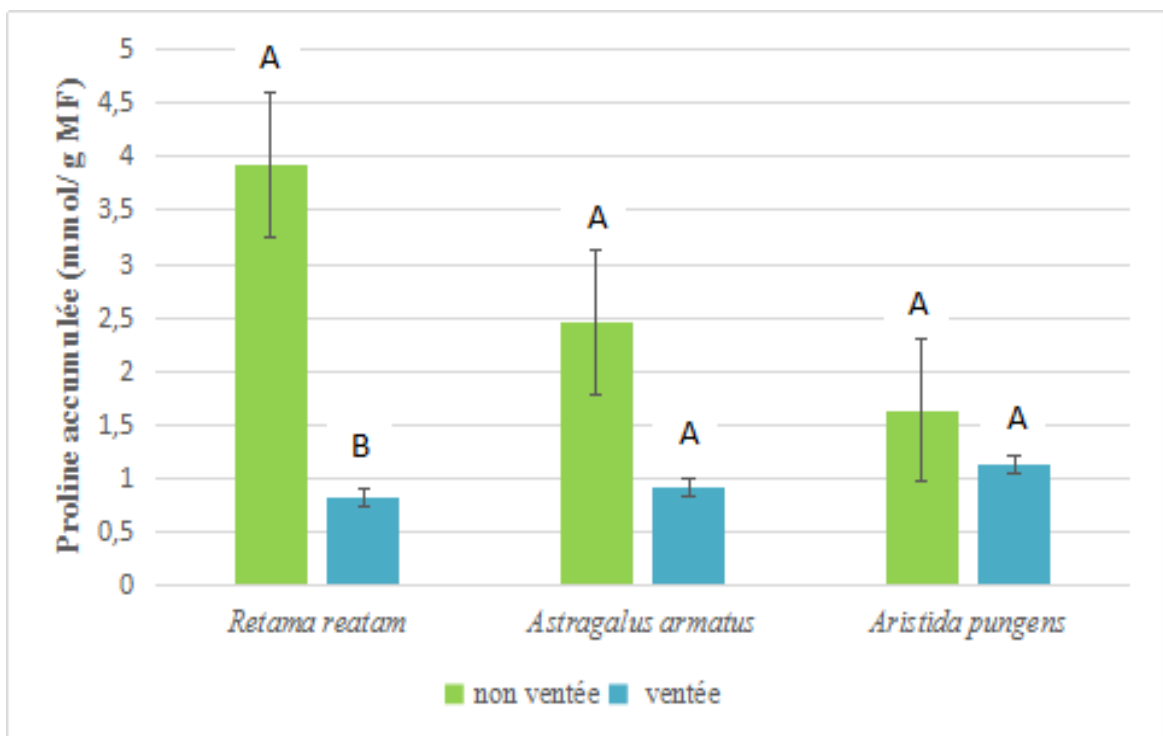


Figure (13) : Représentation de proline accumulée (mmol/ g MF) chez les trois espèces dans les périodes non-ventée et ventée.

3. Analyse globale de notre travail :

Nous constatons que le vent n'a pas d'effet sur l'augmentation de la concentration de la proline et par conséquent le vent ne stress pas les trois plantes. En revanche seule l'humidité et la température basse provoquent un stress sur les trois plantes, ce stress est exprimé par la concentration de proline.

Tableau N°03 : Le tableau suivant présente les résultats globaux qui obtenues dans notre travail.

Les périodes	Période non ventée	Période ventée
Proline accumulée (mmol/ g MF)	+	-
Température (°C)	-	+
Précipitation (mm)	-	+
Humidité (%)	+	-
Vitesse de vent (m/s)	-	+

II. Discussion

Dans ce travail nous avons étudié la réponse au vent de trois espèces *Retama reatam*, *Astragalus armatus* et *Aristida pungens* dans la région de Laghouat durant de périodes non ventée et ventée.

Les résultats enregistrés durant notre travail montrent que les espèces étudiées ont une grande capacité de résister dans les conditions difficiles comme le vent.

Nos résultats sont en accord avec les résultats obtenus par des études précédentes (Maalam, Houyou, Dohsi, Khatoui, Kouidri, Mokhtari, Sahraoui) dans la région de Laghouat.

1. Teneur en eau :

La teneur en eau est considérée comme un excellent indicateur de l'état hydrique de la plante.

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 stressés une diminution du contenu relatif en eau (Albouchi et al, 2000). Plusieurs chercheurs ont montré que les feuilles qui proviennent de plantes stressées perdent plus d'eau que les plantes non stressées (Clark et Mac-caig, 1982).

Dans notre études les espèces ont marqué une augmentation en teneur en eau au période non ventée. En prenant en considération l'augmentation du taux d'humidité et selon (JoAnn perry, 2017) si l'air est très humide, la plante n'absorbe pas beaucoup d'eau du substrat, ce qui signifie la diminution de la teneur en eau. On peut estimer que c'est dû à la transpiration, ou bien à l'agressivité des vents qui dessèche les plantes.

Et les autres paramètres physiologiques aussi elle a des effets transformation d'eau par exemple : la photosynthèse. Selon Fourneau (2000) l'eau est une source d'hydrogène pour les réactions biochimiques de la photosynthèse.

2. Chlorophylle totale :

D'après nos résultats, la chlorophylle s'accumule progressivement chez *Retama reatam* et *Aristida pungens* dans la période ventée, et chez *Astragalus armatus* dans la période non ventée. Selon (Hirech,2006) les différentes observations de la teneur en chlorophylle total 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 CO₂ 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, la position des feuilles, et les facteurs environnementaux tels que la lumière, la température et la disponibilité en eau (Hikosaka et al,2006).

3. Sucre totaux :

Suite à l'observation des résultats, nous avons noté qu'il y a diminution de la concentration du sucre totaux dans les feuilles chez *Retama reatam*, *Astragalus armatus* dans la période ventée au stress thermique des études antérieures ont démontré que la teneur en sucre augmente suite au stress salin ou hydrique. Selon (Zerrad et al,2006) qui ont affirmé que le déficit hydrique a causé une accumulation importante des sucres solubles au niveau des feuilles et d'après (Achraf,2004) l'accumulation des sucres totaux chez les plantes a été largement reportée comme une réponse à la salinité et à la sécheresse, Pour *Aristida pungens*, nous avons noté qu'il y a une augmentation du sucre dans la période ventée. 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 sucre solubles des quantités de sucre solubles au niveau de leurs cellules (Hirech,2006). Dans notre cas le vent n'est pas indicateur de stress.

4. Proline accumulée :

La proline est un acide aminé indispensable chez les végétaux, elle est considérée comme un indicateur des stress, semble jouer le rôle le plus 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 dans la période non ventée, au contraire moins accumulée dans les feuilles chez les trois espèces dans la période ventée.

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 liée 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 (Savoure et al, 1995).

Conclusion

Conclusion

Notre travail a porté sur la contribution à l'étude du stress chez trois psammophiles dominants dans la région de Laghouat précisément la zone de dhaya Gueblya (*Retama reatam*, *Astragalus armatus*, *Aristida pungens*) pendant deux périodes non-ventée et ventée aux variations climatiques de vent. En basant sur des mesures physiologiques et biochimiques au niveau du laboratoire de l'université.

Notre travail a consisté à effectuer des analyses aux laboratoire de paramètres physiologiques et biochimiques des feuilles fraîches des trois plantes à savoir :la teneur en eau, les pigments chlorophylliens, les sucres totaux et la proline.

A travers cette étude nous concluons que :

- Le vent n'a pas d'effet contraignant sur les trois plantes, de ce fait nous pouvons les proposer dans la lutte contre l'érosion éolienne pour une meilleure réhabilitation de la steppe.
- Néanmoins Les basses température peuvent affecter la croissance optimale de ces trois espèces, chose qui a été démontré pas les valeurs élevées de la proline obtenues par de notre étude.

Perspective :

Les résultats obtenus laissent entrevoir de nombreuses perspectives qui nécessites des études plus approfondies, à s'avoir :

- ✓ Ces résultats doivent être suivis par d'autre analyses durant d'autre mois de l'année pour confirmer nos résultats.
- ✓ Nous espérons que l'étude sera généralisée à toutes les plantes de steppe Algérienne.

*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. eds.). Les colloques Inra, Vol.55, pp 211-224.
2. Aidoud A., 1984 Contribution à l'étude des écosystèmes steppique du sud oranais. Phytomasse, productivité primaire et application pastorale. Thèse 3eme cycle : université des sciences et de technologie Houari Boumediene Alger. 245p.
3. Ait haddou mustapha mouloud, 2002. Effet du stress salin sur l'accumulation de la proline et des sucres solubles dans les feuilles de trois porte-greffes d'agrumes au Maroc. Maroc.
4. Abdul W., 2004. Analysis of toxic and osmotic effects of sodium chloride on leaf growth and economic yield of sugarcane. Bot. Bull. Acad. Sin. 45 : 133-141.
5. Akkouche S, 2011. Incidence des facteurs climatiques sur la croissance spatio-temporelle des principales espèces fixatrices des dunes du reboisement de Djelfa : Essai de proposition d'un modèle de lutte contre la désertification. Mémoire de maîtrise : Université des sciences et de la technologie Houari Boumediene d'Alger. 75p.
6. Albouchi, Sebei, Mezni, Aouni, 2000. Influence de la durée d'une alimentation hydrique déficiente sur la production de biomasse, la surface transpirante et la densité stomatique d'Acacia cyanophylla Annales de l'Ingréf. 4 : 138-61p.
7. Allal benfakih. I ; 2006. Recherche quantitative sur le croquet migrateur *Locusta migratoria* (Orth. Oedipodinae) dans le Sahara algérien. Perspectives de lutte biologique à l'aide de microorganismes pathogènes et de peptides synthétiques. Thèse de doctorat N° 17-2006. Univ de Limoge. Laboratoire UMR INRA 1061 Institut National Agronomique d'El Harrach. P27.
8. Ashraf ET McNeilly, 2004. Some important physiological selection for salt tolerance in plant. flora. 199; 361-376.
9. Bahi K, 1991 : Contribution à l'étude de *Rétama monosperma* étude du système racinaire et recherche des associations de type *Rhizobium*. in Bouredje.n, 2005, étude anatomique et biochimique des protéines et des acides aminés foliaires de *Rétama monosperma* (boiss): mémoire de maîtrise . UNIV. Des sciences et de la technologie d'Oran Mohamed Boudiaf (U.S.T.O) Oran.

10. Bajji M., Lutts S., Kinet J M., 2000. Water deficit effects on solute contribution to membrane permeability and chlorophyll fluorescence of Okra (*Abelmoschus esculentus* L.) seedlings. *American Journal of Plant Physiology*, 7(4), 174-183.
11. Barbero, N., Barolo, C., Marabello, D., Buscainoa, R., Gervasio, G. and Viscardia, G. 2012. Synthesis, optical characterization and crystal and molecular Xray structure of a phenylazojulolidine derivative. *Dyes and Pigments*, 92, 1177-1183.
12. Benkolli M et Bouzegaia B., (2016). Etude biochimique de dix variétés de blé dur (*Triticum durum* Desf.) Sous l'effet d'un stress oxydatif gènèrè par un stress hydrique.Mémoire.Université.Mentouri.Constantine.P :1-5-23
13. Beniston Nt-Ws, 1985. Fleurs Algérie. Entreprise Nationale Des Arts Graphiques. Ed, Reghaia. Algérie, 112p.
14. Bethenod T, 1980. L'eau et les hormones. Edit. Inra, Paris, pp. 150-152.
15. Blum A, 1996. Crop responses to drought and the interpretation of adaptation plant growth regulation. 20: 135-148p.
16. 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.
17. Bouchoukh I, 2010. Comportement écophysioogique de deux Chénopodiacées des genres *Atriplex* et *Spinacia* soumises au stress salin. P 16-29-6-35.
18. Bouhadjera K., 2005. Contribution à l'étude chimique et biologique de deux plantes médicinales sahariennes : *Oudneya africana* R.BR. Et *Aristida pungens* L. thèse de Doctorat d'état Discip. Chimie organique appliquée. Uni. AbouBerks Bel Kaid, 143 P.
19. Bousba R, Ykhlef N, et Djekoun A, 2009. Water use efficiency and flag leaf photosynthetic in reponse to water deficit of durum wheat (*Triticum durum* desf) . *world journal of Agricultural sciences* 5.5: 609-616 p.
20. Brugnoli E, Lauterie 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.

21. Burnie G, Forrester S, Greige D, Guest S, Harmony M, Hobley S, Jack S, G, Lavarack R, Macoboy S, Molyneux B, moodie D, Moore J, Newman D, North T, Pienaar K, Purdy G, Ryan S, Schien G, Silk J, 2006. Botanica Encyclopédie de botanique et d'horticulture plus de 10000 plantes du monde entire. Place des victories : 552-611.
22. Cechin, Rossi C, Oliveira V C, Fumis 2006. Photosynthetic responses and proline content of mature and young leave of sunflower plants under water deficit. *Photosynthetica*. 44 (1): 143-146p.
23. Chaib G, 1998. Teneur en proline chez les différents organes de blé dur (*Triticum durum desf*). Essai d'explication des conditions d'accumulation sous manque d'eau. Thèse de Doctorat. Univ. Constantine.
24. Chaieb, 1997. Teneur en proline des différents organes du blé dur, essai d'exploitation de conditions d'accumulation sous manque d'eau. 20p
25. Chaffei., Pageau., Suzuki AGouia., Ghorbel Mh., masculaux 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.
26. Chamard P., 1993. Environnement et développement. Références particulières aux états sahéliens membres du CCILS. *Rev. Sécheresse*, 4, p.172328.
27. Clark et Mac-caig, 1982. Excisd leaf water relation capability as an indicator of drought resistance of triticum genotypes. *Can.j. Plant Sci*. 62: 571-576p.
28. Colegate S.M., Petter D.P.R., Hux T.C.R., 1985. The isolation and determination of a toxic principe form, swansona canescens. *Bichem*. J191 ;649-651.
29. Cornic G, streb P., Blingny R., Aubert S., 2007. thème 1 : biochimie et physiologie métabolique des plantes alpines. 46p.
30. David M.M., Coelho D., Bannote I., and Correira M. J., 1998. Leaf age effects on photosynthetic activation via myeloid lineage-determining factors.
31. El Hamrouni.A, 2001. Conservation des zones humides littorales et des écosystèmes cotiers du Cap-bon. Rapport de diagnodtic des sites. Partie relative à la flore et la végétation.

32. 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. Gemblo-ux. Belgique :214p.
33. FAO,2010. ETUDE FAO : FORETS 158 lutte contre l'ensablement l'exemple de la Mauritanie.
34. Fogg, D. E., dos Santos, E. N. 2004. Tandem catalysis: a taxonomy and illustrative review. *Coordination Chemistry Reviews*. 248, 2365-2379.
35. Gate P., 1995 *Ecophysiologie du blé : de la plante à la culture*. Lavoisier, paris. 429p.
36. 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, 27-32P.
37. Guy CL.,2003. Freezing tolerance of plants : current understanding and selected emerging concepts *Can. J.Bot.*81, 1216-1223;
38. Heller R, Esnault R, et Lance C,1998. *Physiologie végétale 1-Nutrition*, Edit édition. Edit. Dunod. 323 p.
39. Hervieu Bertrand et Guillou Marion., 2001. *Rapport d'activité*. INRA- 2001.
40. Hopkins, 1999, *introduction to plant physiology*. Second Edition. The university of western Ontario. Edit. John Wiley and Sons. In, 512p.
41. Hopkins. WG., 2003 : *physiologie végétale*. Traduction de 2eme édition américain par SERGE R. Ed. De Boeck, pp.
42. H. Taieb-Brahim-Bokhari, Djabeur Kaid-Harche A., N. Selami, 2007.- Contribution à la connaissance de deux rétames : *Retama monosperma* et *Retama raetam*. *Revue Régions Arides* (Tunis), 572-578.
43. Ighil Hariz Z. 1990. *Etude du comportement physiologique, biochimique et structurale du Retama retam vis à vis du NaCl*. Thèse de Magister, Université d'Oran Algérie, 120 p.
44. James L.F., Hartely w. J., Van kampen K. R., 1981: Syndromes of *Astragalus* or their poisoning in livestock. *J. Am. Vet. Med. Assoc.* 1981; 178 :146-150.

45. Judd W.S., Campbell C.S., Kellogg E.A., Steven P.F., 2002. Botanique systématique : une perspective phylogénétique. 1ère édition, Edi. Renne, Paris 467p.
46. Kameli, A. et Losel, A.M., 1995. Contribution of carbohydrates and other solutes to osmotic adjustment in wheat leaves under water stress.J. Plant physiol., 145: 363-366.
47. Kara Safeia et Zeguine Manel., 2016. Mémoire de master : dosage des anthocyanes et de la glycine bétaine en conditions de stress hydrique et étude des mécanismes de tolérances chez dix variétés de blé dur (*triticum durum* desf .)
48. Khatoui F. ET Koudri S., 2018. Analyse de comportement de trois psammophyles (*Retama retam*, *Astragalus armatus* et *Aristida pungens*) en relation avec la distribution granulométrique de deux sols dans la région de Laghouat, Master écologie, UATL LAGHOUAT. P48.
49. Khayyat, S. and A.E.G. Amr, 2014.synthesis and biological activities of some new (N α -dinicotinoyl)-bi-s-L-Ieucyl linear and macrocyclic peptides. Molucules, 19: 10698-10716
50. Krista P.,2003. How and when does water stresses impact plant growth and development. The department of land resources and environmental sciences. Water Quality and irrigation Management. Montana State University-Bzewan. American society of agronomy, Crop science Society of America 2003 Annual Meetings held in Denver, Colorado.
51. Kylin et Quatrano,. 1975, Metabolic and biochemical aspects of salt tolerance.,in : pol-jakoff- mayber and J. Gale, Eds. Plants in saline environments. Springer-verlag, New York :147-167.
52. Parida Ak, Das Ab., 2005. Salt tolerance and salinity effects on plants: a review, Ecotoxicol. Environ. Saf. 60: 324-3
53. 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 :1-14p.
54. Maghrani. M et al, 2003. Effect of the desert plant *Retama reatam* on glycaemia in normal and streptozotocin-induced diabetic rats. Journal of Ethnopharmacologie, volume 87, jully 2003, p 21-25.

- 55.** Maghrani.M et al, 2004. Effect of *Retama reatam* on lipid metabolism in normal and recent-onset diabetic rats. Journal of Ethnopharmacologie, volume 90, issue 2-3, February 2004, p 323-329.
- 56.** Maghrani.M et al, 2005. Acute diuretic effect of aqueous extract of *Retama reatam* in normal rats. Journal of Ethnopharmacologie. Science directe. Volume 99, Issue 1 p31-35.
- 57.** Mahnane, w. (2010). Appréciation de la diversité génétique du genre *Retama* par les marqueurs biochimiques. Mémoire de magister en biotechnologie végétale, Université Mentouri, Constantine.
- 58.** Mallem, H 2018. Etude du potentiel de la végétation steppique dans la lutte contre la déflation éolienne, thèse doctorat, Univ. Blida1, Dép. biotechnologie, 127p.
- 59.** Mallem H, Houyou Z, Benrima A., 2017. Floristic study of the steppe rangelands in arid regions: effect of sand accumulations, overgrazing, and plowings (case of Mokrane area in Laghouat City). *Agrobiologia*, 7(1),334-345.
- 60.** Mazlaik P., 2000. Physiologie végétale, croissance et développement. Tome.2. Ed. Hermann éditeurs des sciences et des arts, collecte méthodes, paris, 420p.
- 61.** Mittler.R et al, 2000. Living under a dormant canopy: a molecular acclimation mechanism of the desert plant *Retama reatam*. The plant journals. Blackwell science Ltd (2001) 25 (4), 407-416.
- 62.** Mittler R, 2002. Living under a dormant canopy: a molecular acclimation mechanism of the desert plant *Retama reatam*. The plant journal. Blackwell science Ltd (2001) 25 (4), 407-416.
- 63.** Moran, N. A. 2001. Bacterial menageries inside insects. PNAS 98:1338-1340.
- 64.** Mouellef A., 2010. Caractère physiologiques et biochimique de tolérance du blé dur (*Triticum durum* desf.) au stress hydrique. Mémoire de magister. UnivMentouri. Constantine.
- 65.** Moussaoui F, Zellagui A , Segueni N et al. , 2010 “Flavonoid constituents from Algerian *Launaea resedifolia* (O.K.) and their antimicrobial activity,” Records of Natural Products, vol. 4, no. 1, pp. 91-95, 2010.

- 66.** Ozenda P., 1958. *Flore de Sahara septentrional et central*, Ed Louis-jean. Ap (H-A), N°112.
- 67.** Ozenda P., 1982- Les végétaux dans la biosphère. Ed. I.S.B.N. Paris. 431p.
- 68.** Ozenda P., 1983. Flore du Sahara. Ed C.N.R.S, Paris, p 288, 291-293. 87p.
- 69.** Ozenda P., 1991. Flore et végétation du Sahara. Ed centre National de la recherche scientifique. Paris, 622p.
- 70.** Pearce, 1999 in Come, 1992..forest Products biotechnology.
- 71.** Pearce, R.S.,1999, « Molecular analysis of acclimation to cold », Plant growth regulation, vol. 29, no 1, p. 47-76
- 72.** Pouget M ,1980. Les relations sol-végétation dans les steppes Sud Algéroise. Ed. ORES-TOM. Paris. 134-135.
- 73.** Quezel P, Santa S,1962-1963. Nouvelle Flore De l'Algérie et des régions désertiques méridionales. Vol 2. Ed. CNRS, Paris, 170p.)
- 74.** Quezel P., et Santa S., 1962. Nouvelle flore de l'Algérie et des région désertiques et méridionales, Tome I Ed. Du C.N.R.S 15, quai Anat. De France- Paris.7
- 75.** Rasio A, Sorrentinio 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.
- 76.** Rathinasabapathi B., Sigua C.,H0 J.Gage D., 2000. Osmoprotectant B-alanine betaine synthesis in the plubaginaceae ; S-adenosyl-L-Methoionnine dependant N-methylation of b-alanine ti its betaine is via N-methyl and N, N-diemethyl b-alanine., *Physiologia plantarum* 109: 225-231.
- 77.** Saadaoui.B et al., 2006. Etude de la composition et du pouvoir antioxydant des composés phénoliques de quelques espèces végétales de l'aride tunisien. *Revue des régions arides*. pp.316-321[6 page(s) (article)]. Édition. : Institut des régions arides, Médenine, Tunisie.
- 78.** Savouré A, Jaoua S, Hua XueJun, Ardiles W, Van Montagu M, Verbruggen N,1955. Isolation, characterization, and chromosomal location of a gene encoding the DELTA 1-pyrroline-5-carbox-ylate synthetase in *Arabidopsis thaliana*. *FEBS Letters*. 372: 13-19p.

- 79.** Shallaby A., MonayerI M., Etman MA., El Habibi AM., Youssef MP. 1972. In Bouredja. (2005). étude anatomique et biochimique des protéines et des acides aminés foliaires de *Rétama monosperma*(boiss) : mémoire de magistère . UNIV.des sciences et de latechnologie d’Oran Mohamed Boudiaf (U.S.T.O) Oran.
- 80.** Slama A, Ben salem M, Ben naceur M, Zid E D, 2004. Les cereals en Tunisie : Production, effet de la sécheresse et mécanisme de résistance. Institut national de la recherche agronomique de Tunisie (inrat). Univ Elmanar. Tunisie
- 81.** Slama A., Ben Salem M. & Zid D. 2004. La proline est-elle un osmorégulateur chez le blé dur ? Communication aux 15es Journées biologiques. Forum des sciences biologiques. Association tunisienne des sciences biologiques.
- 82.** Sperry J.S., Donnelly J.R., Tyree M.T., 1988. A method for measuring hydraulic conductivity and embolism in xylem. *Plant, Cell and Environment* 11,35-45.
- 83.** Stitt M, Hurry V, 2002. A plant for all seasons: alteration in photosynthetic carbon metabolism during cold acclimation in *Arabidopsis*. *Current Opinion in Plant Biology*, 5: 199-206.
- 84.** 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.
- 85.** Stocker, 1974. In Bouredje.n, 2005, étude anatomique et biochimique des protéines et des acides aminés foliaires de *Retama monosperma* (boiss) : mémoire de magistère. UNIV des sciences et de la technologie d’Oran Mohamed Boudiaf (U.S.T.O) Oran.
- 86.** Sutharsan, J., Lichlyter, D., Wright, N. E., Dakanali, M., Haidekker, M. A. and Theodorakis, E. A. 2010. Molecular rotors: synthesis and evaluation as viscosity sensors. *Tetrahedron*, 66, 2582-2588
- 87.** Sylvie M.,2011. Etude phytochimique et évaluation biologique de *Derris ferruginée* Benth. (Fabaceae). *Biochemistry , Molecular Biology*. Université d’agers, France. 25-28pp.

- 88.** Tahri E., Belabed A. & Sadki K. 1998. Effet d'un stress osmotique sur l'accumulation de proline, de chlorophylle et des ARNm codant pour la glutamine synthétase chez trois variétés de blé dur (*Triticum durum* Desf.). Bulletin de l'Institut Scientifique. Rebat.21: 81 - 89 p.
- 89.** Thebault. L, 2001.la nutrition végétale : la plante et l'eau, la photosynthèse, interaction de la plante avec son milieu : les adaptations. Du BigBang à l'Homme. Think Different : Site crée sur Apple Macintosh.
- 90.** UNESCO, 1960.recherches sur la zone aride – XIII- les plantes médicinales des régions arides, pb Organisation des nations unies pour l'éducation, la science et la culture, place de Fontenoy, Paris-7^e.
- 91.** Vilagorosa A, Morales F, Abadia A, Bellot J, Cochard H, Gil-Pelegrin E, 2012. Are symplast tolerance to intense drought conditions and xylem vulnerability to cavitation coordinated, An integrated analysis of photosynthetic, hydraulic and leaf level processes in two Mediterranean drought- resistant species. Environ Exp Bot 69:233-242.
- 92.** Yuan H, Rossito D, Mellert H, Dang W, Srinivasn M, Johnson J, Hodawedekar S, Ding EC, Speicher K, Abshiru N. 2012. Myst protein acetyltransferase activity requires active site lysine autoacetylation. Embo J 31 (1): 58-70.
- 93.** Walter, H. 1991. Ger. Offen. DE 4,025,443, Chemical Abstracts (1991), 114, 247575r.
- 94.** Zhang, J., Nguyen, H.T. et Blum, A. 1999. Genetic analysis of osmotic adjustment in crop plants. J. Exp. Bot., 50 : 291-302.
- 95.** Zohary ;1961 . plant life of Palestine, Israel, and Jordan, Michael Zohary. Ronald,New York, 1962. Science 11 may 1962: Vol. 163 . no.3515,p.523 . DOI: 10.1126/science.136.3515.523.
- 96.** Zryd, 2004. In Anthocyanins: Biosynthesis, Functions, and Applications. Editors, KevinGould. Kevin Davies. Chris Winefield.