

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

وزارة التعليم العالي و البحث العلمي

MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

جامعة عمار التليجي 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: Ecologie
Option: écologie végétale et environnement.

THEME

**Analyse de la dynamique du comportement printanier
d'*Asragalus armatus* sous climat aride
(Cas de la région Laghouat).**

Réalisé par: Tammeda Soumia et Harrat Jinane

Promotion : Juin 2022

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 mécanismes physiologiques et biochimiques on distingue : la teneur en eau, la teneur en chlorophylle, la teneur en sucres solubles et la teneur en proline.

Cette étude a donc pour objectif d'étudier le comportement d'une plante steppique (*Astragalus Armatus*) sur le site de Dhaya Guebliya de Laghouat, pendant la période du printemps durant 4 ans de 2019 à 2022 Afin d'attendre l'objectif de notre recherche nous avons effectué, des analyses physiologiques et biochimique au laboratoire pour déterminer les teneurs en prolines, en chlorophylle total, en sucre solubles et en eau.

Mots clés: Steppe, variation climatiques, stress, *Astragalus armatus* , proline, sucres totaux, chlorophylle, teneur en eau.

Abstract :

Climatic variations, water scarcity, rising temperatures and wind violence may 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 functions of the plant, are the variation of precipitation, temperature, soil moisture and wind, these stresses translate in plants by morphological, physiological, and molecular changes that affect their way of life. These physiological and biochemical mechanisms include: water content, chlorophyll content, soluble sugars content and proline content.

This study aims to study the behaviour of a steppic plant (*Astragalus Armatus*) on the site of Dhaya Guebliya de Laghouat, during the period of spring for 4 years from 2019 to 2022 In order to wait for the objective of our research we carried out, physiological and biochemical analyses in the laboratory to determine proline, total chlorophyll, soluble sugar and water levels.

Key words: steppe, climate variation, stress, *Astragalus armatus* , proline, total sugars, chlorophyll, water content.

ملخص:

قد تؤثر التغيرات المناخية و ندرة المياه و ارتفاع درجات الحرارة و عنف الرياح على الغطاء النباتي لمناطق السهوب و ذلك من المهم التنبؤ بأثار العوائق البيئية على تنمية النباتات. اهم هذه العوائق وفق الدور الرئيسي التي تلعبه النبتة في الوظائف الأساسية. هي تباين هطول الامطار و درجة الحرارة و رطوبة التربة و الرياح و تترجم هذه الضغوطات في النباتات عن طريق التغيرات المرفولوجية و الفيزيولوجية التي تؤثر على اسلوب حياتهم نبين منها البرولين . الكلوروفيل . السكر القابل للذوبان و الماء . لذلك يهدف هذا الموضوع الى دراسة سلوك *Astragalus armatus* في موقع الضاية القبلية الاغواط . خلال فترة الربيع لمدة اربعة سنوات من 2019 الى 2022 من اجل الوصول الى هدف دراستنا اجرينا التحاليل الكيميائية و الحيوية و الفيزيولوجية في المخبر من اجل تحديد محتوى البرولين و الكلوروفيل و السكر القابل للذوبان و محتوى الماء

الكلمات المفتاحية : السهوب . التغيرات المناخية . *Astragalus armatus* . برولين . الكلوروفيل . إجمالي السكريات . محتوى الماء .

Dédicaces

*A nos respectables
familles*

Remerciement

Louange à Allah, seigneur de l'univers, le tout puissant et miséricordieux, qui nous a inspiré et comblé de bienfaits, nous lui rendons grâce.

Au terme de ce travail, nous tenons à remercier sincèrement tous ceux qui nous ont aidé et dans sa réalisation et ceux qui ont bien voulu le juger.

C'est avec un agréable devoir d'exprimer notre profonde reconnaissance à Monsieur Boumediene Abdelmajid, docteur à l'université Ammar Thelidji Laghouat, pour avoir accepté de diriger ce travail depuis sa conception jusqu'à son aboutissement et ce, malgré ses multiples obligations, qu'il soit assuré de toute notre reconnaissance et notre respect.

Nous tenons à témoigner toute notre gratitude à notre co-encadreur monsieur Benyahia Mohamed Elssedik pour son orientation, son aide et ses conseils.

Nos sincères reconnaissances vont aux membres du jury pour le temps consacré afin d'examiner notre travail et de l'évaluer.

Nous tenons à remercier toutes les personnes qui ont contribué au succès de notre stage et qui nous ont aidés lors de la rédaction de ce mémoire.

Nous remercions également toute l'équipe pédagogique de l'université de Laghouat et les intervenants professionnels responsables de notre formation, pour avoir assuré la partie théorique et pratique de celle-ci.

Un grand merci à l'ensemble de ma famille et plus particulièrement à mes parents et mes frères pour leurs amour, leurs confiance, leurs conseils ainsi que leurs soutien inconditionnel qui m'a permis de réaliser les études pour lesquelles je me destine et par conséquent ce mémoire (Melle Harrat Jinane)

C'est avec une joie immense et le cœur ému que je dédie ce mémoire à mes chers parents et l'ensemble de ma famille pour leurs affections inépuisables et leurs précieux conseils, Ils n'ont cessé de prier pour moi durant mon cursus scolaire et m'ont encouragé régulièrement (Melle Tammeda soumia) .

Liste des abréviations :

(%) : Pourcentage.

C° : Degré Celsius.

CCTA : commission de coopération technique en Afrique

FAO : Organisation de Nations Unies pour l'alimentation

GIEC : Union internationale pour la conservation de

Ha : Hectare

HCDS : Haut Commissariat au Développement de la Steppe

Km : kilomètre.

la nature.

m : Mètre.

m/s : Mètre sur seconde.

Max : Maximal.

MF : Matière Fraiche.

mg/g MF : Milligramme sur gramme de la matière fraiche.

mg: Milligramme.

ml : Milli litre.

mm : Millimètre.

Mmol /g MF : Milli Mol sur gramme de la matière fraiche.

mmol : Milli Mol.

mn : Minute.

OD646: Observation spectrophotomètre a Lecture de 663 nm.

OD663: Observation spectrophotomètre a Lecture de 663 nm.

P : Précipitations.

Pf : Poids frai.

Ps : Poids sec.

PT : Poids de Turgescence.

Q : Climagramme d'EMBERGER

T : Température.

T M M (°C): Température moyenne mensuelle.

Liste des figures

N° de figures	Titres	Pages
01	touffe d' <i>Astragalus armatus</i> (Cliché original, 2022).	05
02	La voie de transduction d'un signal de réponse à un stress abiotique chez la plante d'après (Roeder, 2006)	08
03	Carte de situation géographique de la wilaya de Laghouat	15
04	Carte des sols de la wilaya de Laghouat (Dérivée de CCTA ; 1963)	17
05	Climagramme pluviothermique d'Emberger pour la station de Laghouat (2005 à 2018)	18
06	Diagrammes ombrothermiques de GAUSSEN de la région de Laghouat	19
07	photo de site Dhaya Guebliya au printemps (cliché original 2022)	19
08	mesure de la teneur en eau (cliché originale, 2022)	22
09	dosage de proline (Cliché original, 2022).	23
10	Dosage de sucres totaux (Cliché original, 2022).	24
11	dosage de chlorophylle (Cliché original, 2022).	25
12	Variation des températures moyennes mensuelles de la période s'étalant 2019 à 2022 Dhaya Guebliya	26
13	Variation des précipitations mensuelles de la période s'étalant 2019 à 2022 Dhaya Guebliya	27
14	Evolution de la teneur en eau (%) chez <i>Astragalus armatus</i> de 2019 à 2022	27
15	Evolution de la teneur en chlorophylle total (mg/gMF) chez <i>Astragalus armatus</i> (2019 à 2022).	28
16	Evolution de la teneur en sucres totaux (mg/gMF) chez <i>Astragalus armatus</i> de (2019 à 2022).	29
17	Evolution de la teneur en proline (mmol/g MF) chez <i>Astragalus armatus</i> de (2019 à 2022).	29

Tableau N°01 : Principales espèces recensées dans la région de Laghouat20

Tableau N° 02 : Résultats globaux des valeurs mesurées en fonction des variations climatiques.....30

Table des matières

Résumé

Remerciement

Dédicaces

Liste des abréviations

Liste des figures

Liste des tableaux

page

Introduction..... 01

Chapitre I Aperçue bibliographique

I .Généralité sur l'espèce étudiée ... 03

I .1.Généralité sur les fabacées..... 03

I .2.Généralité sur l'Astragalus armatus..... 04

I.2.1. Historique..... 04

I .2.2. Le genre Astragalus..... 04

I.2.3. Position systématique..... 04

I .2.4. Description botanique..... 05

I .2.5. Mode d'adaptation..... 05

I.2.6 Toxicité du genre Astragalus 06

I.2.7. Intérêt de genre astragalus..... 07

I.2.7.1. Intérêt médicale..... 07

I.2.7.2 .Intérêt écologique..... 07

I.3 La relation entre le sol et la plante07

I.4.Le stress chez les plantes..... 08

I.5. Différents types de stress chez les plantes..... .08

I.5.1. Stress hydrique..... 08

I.5.1.1. L'importance de l'eau chez la plante..... 08

I .5.1.2. Définition du stress hydriques..... 09

I.5.1.3.Adaptation des plantes au stress hydrique.....09

I .5.2. Stress thermique.....10

I .5.2.1.Hautes températures.....	10
I .5.2.2.Basse température.....	10
I .5.2.3. Adaptation des plantes au stress thermique.....	11
I .5.3. Le stress de vents.....	12
I.6. Mécanisme d'adaptation biochimique au stress.....	12
I.6.1. Accumulation de la proline en condition de stress.....	12
I.6.2 L'accumulation des sucres solubles.....	13
I.6.3. La chlorophylle.....	13

Chapitre II Matériel et Méthodes

II .Présentation de la zone d'étude	14
II.1.Localisation de la wilaya de Laghouat.....	14
II.2.Situation géographique	14
II .3. Cadre Géologique.....	15
II .4.Cadre géomorphologique	15
II .5.Cadre pédologique	16
II .6. Synthèse climatique de la région de Laghouat.....	17
II .6.1.Climagramme d'EMBERGER.....	17
II .6.2. Diagramme Ombrothermique de Gausson	19
II .7.Site d'étude	19
II .7.1.Le choix de la méthode et le choix des sites	19
II.8.Végétation de la région de Laghouat	20
II .9.Partie pratique	21
II .9.1.Travail du terrain	21
II .9.1.1. Collecte des échantillons de feuilles des plantes	21
II .9.2.Travail de laboratoire.....	22
II .9.2.1.Les paramètres physiologiques.....	22
II .9.2.2.Les paramètres biochimiques.....	22
II.10.Climatologie de la zone d'étude.....	25
II .11.Traitements et analyses statistiques des données.....	25

Chapitre III Résultats et discussions

III. variations des paramètres climatiques durant les années d'étude Paramètres physiologiques de la plante.....	26
III. 1.Variation des températures moyennes mensuelles	26
III. 2.Variation des précipitations mensuelles.....	26
III.3. Paramètres physiologiques et biochimiques mesurés pour l'<i>Astragalus armatus</i>	27
III .3.1.Paramètres physiologiques de la plante.....	27
III.3.2.Paramètres biochimiques de la plante.....	28
Discussion.....	30
Conclusion.....	33
Perspevtive.....	34
Références bibliographiques.....	35

Introduction

Introduction :

L'Afrique du Nord est l'une des régions les plus fragilisées par les conséquences de l'aridité climatique et par l'impact des activités humaines sur le milieu naturel. Les zones steppiques d'Afrique du Nord sont particulièrement concernées par les problèmes de désertification (**Réquier-Desjardins M., Jauffret S. & Ben Khatra N. (2009)**). ces zones couvrent essentiellement la zone circum-saharienne, avec une légère extension en Afrique australe. Ces régions sont caractérisées ces dernières décennies par une importante variabilité climatique ; en témoignent la baisse de la pluviométrie et la hausse des températures, avec des conséquences négatives sur les écosystèmes et les systèmes de production, faisant de cette partie du monde l'une des zones les plus vulnérables face aux changements climatiques (**GIEC, 2007**).

En Algérie, les parcours steppiques semi-arides et arides occupent plus de 20 millions d'hectares et abritent plus de 30% de la population du pays dont l'activité principale est l'élevage ovin avec plus de 25 millions de têtes (**MADR, 2010**). Ils sont caractérisés par une longue sécheresse estivale (4 à 6 mois) et par des conditions édapho-climatiques très contraignantes à la survie spontanée des êtres vivants (**Madani, Nedjraoui et Bedrani, (2008)**), le Centre National Algérien des Techniques Spatiales révèle que sur la totalité de la superficie de la steppe algérienne, 53 % est classée comme zone très sensible et sensible à la désertification (**Oussedik A., Iftène T., & Zegrar A., (2003)**). La steppe algérienne est l'objet d'une exploitation écologiquement non durable. La désertification y gagne du terrain du fait d'une sécheresse récurrente, de la surcharge pastorale et de l'extension d'une agriculture pluviale et parfois irriguée, inadaptée aux conditions du milieu naturel (**Khaldi A, 2014**)

La végétation steppique est une végétation basse et discontinue, composée de plantes herbacées généralement en touffes, laissant apparaître entre elles des plaques de sol nu (**MOHAMMEDI et al, 2006**). Elle se caractérise par l'importance des espèces vivaces, ligneuses ou graminéennes, couvrant 10 à 80% de la surface du sol avec un développement très variable des espèces annuelles liées aux pluies.

La position de chaque espèce dépend d'un ensemble de facteurs écologiques tels que la sécheresse, la nature du sol, l'humidité et la géomorphologie, Les plantes en général exigent des conditions environnementales optimales pour une croissance normale, mais elles sont souvent sujettes à des facteurs extrêmes de potentielle hydriques, température et salinité, en engendrant différents types de stress. (**HOPKINS, 1999., BOUAOUINA et al., 2000**).

La croissance des végétaux est contrainte à tout instant, par une multitude de stress environnementaux. Les plantes ont mis en place des mécanismes qui leur sont propres pour percevoir et répondre à toute une série de stress environnementaux tels que la déshydratation, les basses températures, la chaleur, les stress mécaniques comme le toucher ou le vent, les blessures ou encore les infections provoquées par des espèces qui leur sont pathogènes. Tous ces stress environnementaux sont donc perçus par la plante comme des stimuli qui, par un phénomène de transduction du signal au sein de la cellule végétale, vont à leur tour induire tout un ensemble de réponses biochimiques, moléculaires (expression ou répression de certains gènes) ou physiologiques (**Mahrouz .F, 2013**).

La capacité d'adaptation des espèces et des gènes dans les zones arides est importante : les plantes de ces régions sont pour la plupart des graminées, et les graines peuvent attendre le retour de conditions favorables à leur germination pendant plusieurs années. Ces régions sont ainsi des réservoirs de matériel génétique, utilisés notamment pour l'amélioration des plantes cultivées. Dans les écosystèmes arides, il y a moins d'espèces redondantes. Ainsi, dans les régions arides, la disparition d'une espèce aura comparativement plus d'impact sur le milieu naturel, car elle risque d'entraîner la disparition en cascades d'autres espèces auxquelles sa fonction est indispensable. (**Al Hamndou D et al, 2008**).

La teneur en pigments chlorophylliens est un bon indicateur de la performance des plantes face au stress abiotique (**Shu et al, 2013**) au stress ionique (**Khan et al., 2019**) et au déficit en eau (**Zegaoui et al., 2017**). Les teneurs, en chlorophylle, proline, sucres totaux, constituent donc de bons indicateurs pour détecter les réactions des plantes soumises à diverses contraintes environnementales. La steppe algérienne est donc concernée par ces variations climatiques et la couverture végétale qui la couvre en serait affectée.

Dans ce contexte notre travail de mémoire a été entrepris dans un site de parcours steppique de la région de Laghouat dont l'objectif est de faire un suivi de la dynamique du comportement de l'*Astragalus armatus* durant les derniers quatre ans

Notre mémoire s'organise comme suite :

- Une introduction dans la qu'elle nous présentons la problématique .
- Un premier chapitre qui est dédié à une synthèse bibliographique relie à notre sujet .
- Un deuxième chapitre présentant le matériel utilisé et les méthode suivies.
- Un troisième chapitre qui expose les résultats et les discussions. Et nous achevons ce mémoire avec une conclusion .

Chapitre I
Aperçue bibliographique

I. Généralité sur l'espèce étudiée :

I.1. Généralité sur les fabacées :

Les Fabacées sont une des plus importantes familles parmi les dicotylédones (**Bonnier, 1905**). C'est un groupe représenté par plus de 20 000 espèces cosmopolites des régions froides à tropicales (**Gepts et al, 2005 ; Cronk et al, 2006**). La classification phylogénétique APG III (2009) divise ce groupe en 3 sous familles: Papilionoideae, Caesalpinioideae et Mimosoideae.

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 riches 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.

Les fabacées spontanées d'intérêt fourrager et pastoral sont appelées à jouer un rôle déterminant dans l'alimentation du cheptel en Algérie. Celles-ci peuvent réduire l'important déficit fourrager en valorisant certains milieux particuliers : enclaves forestières, sols en pente, terres mises ou à mettre en valeur, parcours steppiques et autres. En effet, les fabacées sont des espèces riches en protéines et dont la valeur nutritive est supérieure à celle des graminées (**Caputa, 1967**). Elles comportent l'avantage majeur de la fixation symbiotique de l'azote qui permet d'avoir un matériel végétal de choix pour l'intensification agricole. (**Caputa, 1967**).

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**).

I. 2. Généralité sur *l'Astragalus Armatus* :

I .2.1. 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.

I .2.2. Le genre *Astragalus* :

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

I .2.3. Classification et systématique d'*Astragalus armatus* :

- Règne : plantae
- Embranchement : spermaphytes
- Sous embranchement : angiospermes
- Classe : dicotylédones
- Famille : fabaceae
- Genre : *Astragalus*
- Espèce: *Astragalus armatus*.

Source:(<https://www.catalogueoflife.org/>)



Figure 01: touffe d'*Astragalus armatus* (Cliché original, 2022).

I.2.4. 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).

I.2.5. Mode d'adaptation :

Les plantes vivaces s'adaptent au climat et au sol par la diminution du nombre de feuilles, de leur grandeur en épine ou sorte d'écailles (Quezel, 1978 ; Ozenda, 1983).

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 dégradés. 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).

I.2.6. Toxicité du genre *Astragalus* :

Le genre *Astragalus* regroupe les espèces toxiques ainsi que les non toxique :

-Astragales non toxique : La plupart des Astragales ne sont pas toxique. 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 dominant 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).

I.2.7. Intérêt de genre astragalus :

I.2.7.1. Intérêt médical :

Les espèces du genre *Astragalus armatus* sont utilisées dans la médecine traditionnelle dans le monde entier comme des herbes médicinales contre l'ulcéré de l'estomac, le taux, la bronchite chronique, l'hypertension, les troubles gynécologiques, le diabète et les piqures venimeuses de scorpion (**walter, 1991**).

En Algérie, l'espèce *Astragalus bunge* est utilisée pour soulager les morsures des serpents (**vejdelek et protiv, 1990**). Au Maroc, la décoration des feuilles et des racines d'*Astragalus tenuifolius* Desf. Est utilisée contre la fatigue et la helminthiase (**Moran, 2001**) *astragalus membraneus* 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**).

I.2.7.2. 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.

D'après une étude, ils ont pu démontrer l'action conjugué de deux facteurs ; l'ensablement et l'agriculture (labours et surpâturage) sur la diversité floristique des milieux steppiques fragiles, malgré la faible diversité des espèces palatables, la prolifération et l'adaptation des espèces rejetées par les ovins et des espèces liées à la présence de sable, le milieu a connu une amélioration de point de vue fixation de sable et lutte contre l'érosion éolienne. (**Mallem et al**).

I.3. La relation entre le sol et la plante :

Les plantes prélèvent les éléments minéraux du sol pour produire les composés organiques. Il est établi que plusieurs éléments sont nécessaires pour le fonctionnement normal de la machine biochimique de la plante. Les éléments nutritifs doivent être présents sous une forme assimilable pour que les végétaux puissent les absorber (**Ghozlene I., 2013**). Pour se développer, une plante a besoin d'eau, de lumière, d'oxygène, de carbone mais également d'éléments minéraux présents plus ou moins dans le sol. Pour pousser, les plantes ont besoin de plusieurs éléments nutritifs essentiels, en quantité variable, à différentes étapes de leur développement. Les éléments requis en quantité relativement importante (l'azote, le phosphore, le potassium, le calcium.....etc.) sont appelés macro éléments (**Ghozlene I., 2013**).

I .4.Le stress chez les plantes :

Définition : 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 brusques par rapport aux conditions normales de la plante subies 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.

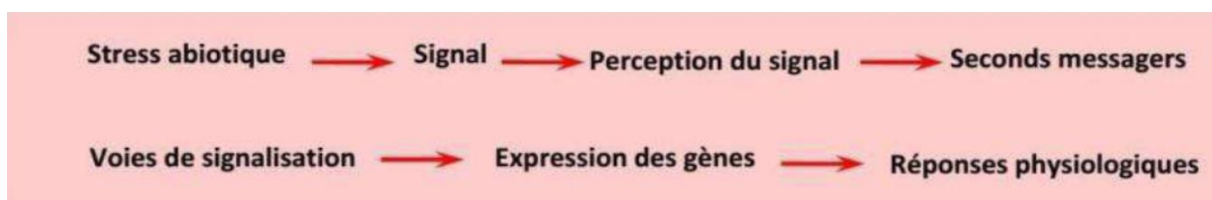


Figure 2 : La voie de transduction d'un signal de réponse à un stress abiotique chez la plante d'après (Roeder, 2006)

I .5.Différents types de stress chez les plantes :

I .5.1. Stress hydrique :

I.5.1.1. 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 organiques ; 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.

I.5.1.2.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**).

I.5.1.3. 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 & Turee1988 ; 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**).

I .5.2. 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**).

I .5.2.1. 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**).

I.5.2.2. 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 confirmation des lipides membranaires et d'autres macromoléculaires ce qui entraîne de 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 e hiver (**Guy et al,2003**).

I .5.2.3. 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**) .

I .5.3.Le stress dû aux vents :

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

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.

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 le modèle le plus la végétation locale, car cette dernière doit s'adapter au manque d'eau sévère (**FAO,2010**).

I .6. Mécanisme d'adaptation biochimique au stress :

I .6.1. 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-transferase (**Chaib,1998**). Selon (**Savouré et al.1955**) montrent chez *Arabidopsis* que l'augmentation de transcrits de la P5CR ($_1$ -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.

I.6.2. 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**).

I.6.3. La chlorophylle :

La chlorophylle est très importante dans le processus de la photosynthèse. En effet, elle est un catalyseur pour les réactions. La température affecte à court et à long terme la photosynthèse, les plantes peuvent, à des degrés divers, s'acclimater à des changements, cette acclimatation peut provoquer une baisse de la photosynthèse (**Cornic, 2007**). La modification de la composition et des teneurs en pigments serait donc un caractère d'adaptation au milieu (**Foyer et al., 2002**). Face à des températures suboptimales, les plantes réduisent leur teneur en chlorophylle a et b et accumulent de la zéaxanthine et de l'anthéaxanthine (**Hildmann, 1999**). Le stress provoque l'apparition de chlorose mais aucun phénomène de photoinhibition n'est constaté (**Foyer et al., 2002**). L'effet de la chaleur est vite apparu sur la synthèse de chlorophylles, ainsi la chlorophylle totale (a et b) inhibée de 70% environ. On a constaté que le système de synthèse est donc affecté principalement à la source: la synthèse de l'ALA, la synthèse des cytochromes est aussi affectée par le choc thermique (**Cornic, 2007**). La tolérance au froid provient de la capacité à maintenir une forte concentration en pigments, à maintenir et à former un appareil photosynthétique fonctionnel, un génotype tolérant conserverait une activité photosynthétique, une quantité de chlorophylle a et b et un rapport a/b suffisant pour continuer sa croissance sans pour autant subir des dommages photo-oxydatifs. D'une façon générale les basses températures ont une faible incidence sur la capacité photosynthétique, par contre il semble bien que la sensibilité thermique est surtout marquée pour les températures élevées, la sensibilité de l'enveloppe contrastant avec la fluidité provoquée des membranes internes (**Krause et Santarius, 1975 in Gallais,1984**).

Chapitre II

Matériel et méthodes

II .Présentation de la zone d'étude :**II .1. Localisation de la wilaya de Laghouat :**

Laghouat s'étend sur le plateau saharien du côté sud. Avec une mosaïque, mixture naturelle, entre les hautes terres et les basses terres, elle constitue une liaison entre le Nord et le Sud du pays (**Urbatia, 1995**). La wilaya de Laghouat, reliée par la route nationale n°(01), est éloignée d'Alger, la capitale, de 400Km. Elle est située entre les latitudes Nord 34°67' et Sud 32°65', et les longitudes Est 04°29' Et Ouest 01°41'.La région de Laghouat est localisée dans une région de transition sur plusieurs plans. Physique, avec le passage entre les structures plissées de la chaîne Atlasique, les hamadas et le socle saharien. Climatique ensuite entre les hautes steppes arides et les espaces sahariens.

La région de Laghouat est localisée dans une région de transition sur plusieurs plans. Physique, avec le passage entre les structures plissées de la chaîne Atlasique, les hamadas et le socle saharien. Climatique ensuite entre les hautes steppes arides et les espaces sahariens.

Transition humaine entre une zone Nord peuplée et une zone Sud à faible densité de population (**Houyou, 2015**).

II .2. Situation géographique :

Issue du découpage administratif de 1974, Laghouat occupe une position centrale en Algérie reliant les hauts plateaux avec le Sahara. La wilaya couvre une superficie totale de 25 052 km² et fait partie du groupe des 12 wilayat pastorales du pays ainsi que des wilayat du Sud, de fait de sa position géographique et de ses caractéristiques climatiques. Elle est installée sur deux espaces de parcours, steppique et présaharien Elle est limitée (Figure 3) :

- Au Nord par les wilayas de Djelfa et Tiaret.
- A l'Est par la wilaya de Djelfa.
- Au Sud par la wilaya de Ghardaia.
- A l'Ouest par la wilaya d'El Bayadh (**Houyou, 2015**).

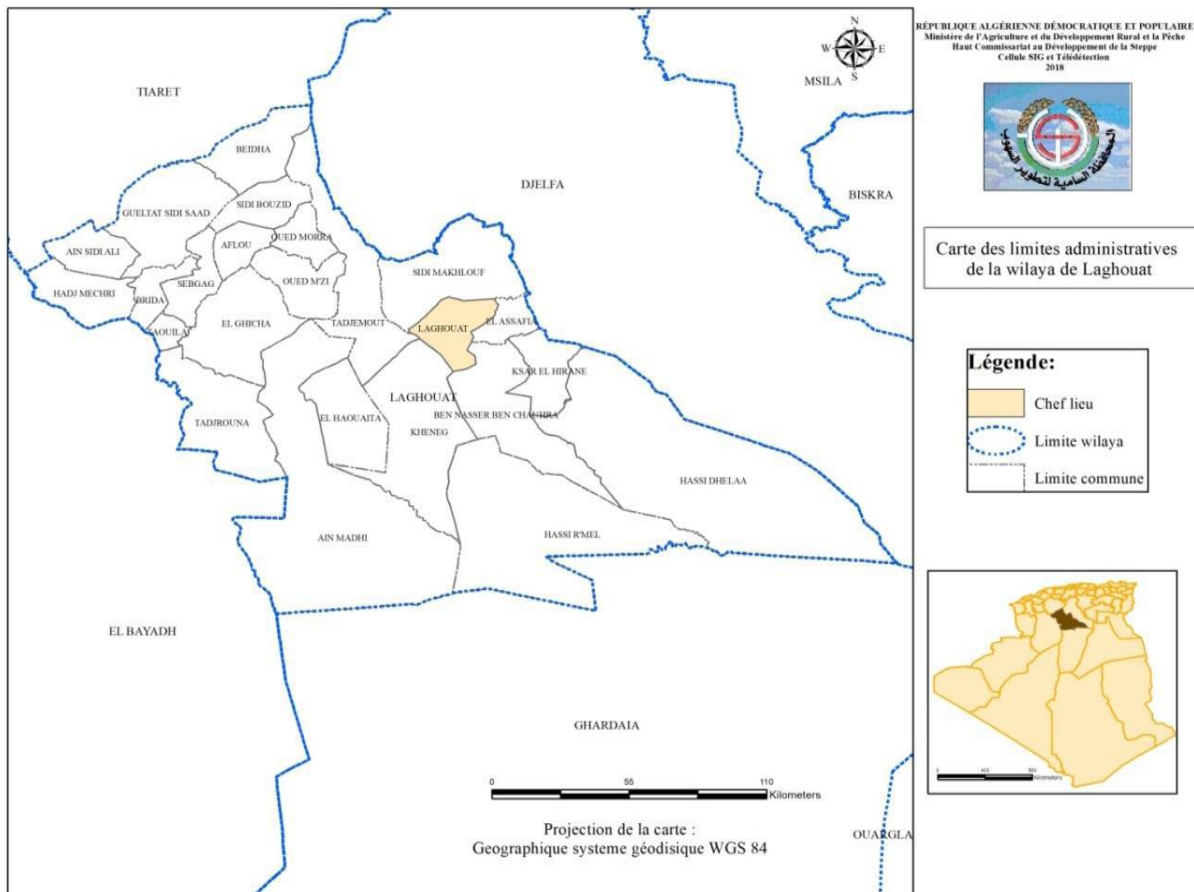


Figure 03: Carte de situation géographique de la wilaya de Laghouat (HCDS)

II .3.Cadre Géologique : Le territoire de la wilaya s'étend sur deux domaines géologiques différents, notamment sur le plan de la structure et de l'évolution (**Emberger, 1960 ; IAP, 1972 et Hannachi, 1981**) , ces domaines sont : - L'Atlas Saharien au nord, formé par les monts des Amours et les monts des Ouled Nail; -La plateforme Saharienne au Sud, formée par un ensemble de plateaux subtabulaires diversifiés selon leurs structures, leurs positions et la nature de la roche qui les constituent. Ces plateaux sont communément désignés par les noms arabes (Hmada et Reg).

II.4. Cadre géomorphologique :

Les paysages de la wilaya de Laghouat présentent une topographie typique des régions sèches, l'expression synthétique de l'interaction entre les facteurs climatiques et géologiques la caractérise par les reliefs plus ou moins abrupts, surtout de l'Atlas Saharien qui s'opposent aux vastes surfaces subhorizontales dont les valeurs morphologiques ne sont pas les mêmes (**Pouget, 1980 ; Djebaili, 1984 ; Aidoud-Lounis, 1984**).

II .5. Cadre pédologique :

Les sols des zones arides ont été décrits par plusieurs auteurs. Ils sont en général pauvres en humus, fragiles et peu profonds. La formation des sols est influencée non seulement par des précipitations insuffisantes mais aussi par une évaporation élevée. D'après Houyou (2015), il est assez difficile de présenter de façon claire les domaines pédologiques de la wilaya de Laghouat. Ce ci tient d'abord de l'importance de la taille de sa superficie globale. En outre les données pédologiques qui existent sur la wilaya de Laghouat sont relativement maigres et résultent en grande majorité d'un travail sous forme d'une prospection pédologique réalisée dans la wilaya sur 202 profils par **BNEDER (2014)**. et d'une carte des sols de l'Afrique élaborée en 1963 par l'institut géographique militaire de Bruxelles (Commission de coopération technique en Afrique, 1963).

La partie de cette carte qui traite les sols de l'Algérie, basés sur la classification française des sols ou le facteur climatique joue un rôle essentiel dans la pédogenèse (vent, pluie, température) ensuite sur le degré de l'évolution du sol (nombre d'horizons différenciés), et sur le degré des lessivages (roche mère).

Selon **Pouget (1980)**, Laghouat est considérée parmi les wilayat les plus riches sur le plan pédologique, en effet pratiquement tous les sols du Sud algérois cité par cet auteur sont rencontrés. Dans la partie qui couvre la wilaya de Laghouat (Figure 04), la carte montre une mosaïque dans laquelle cinq classes de sols sont dispersées (sols minéraux bruts, sols peu évolués, sols calcimagnésiques, sols isohumiques, et sols des dayas).

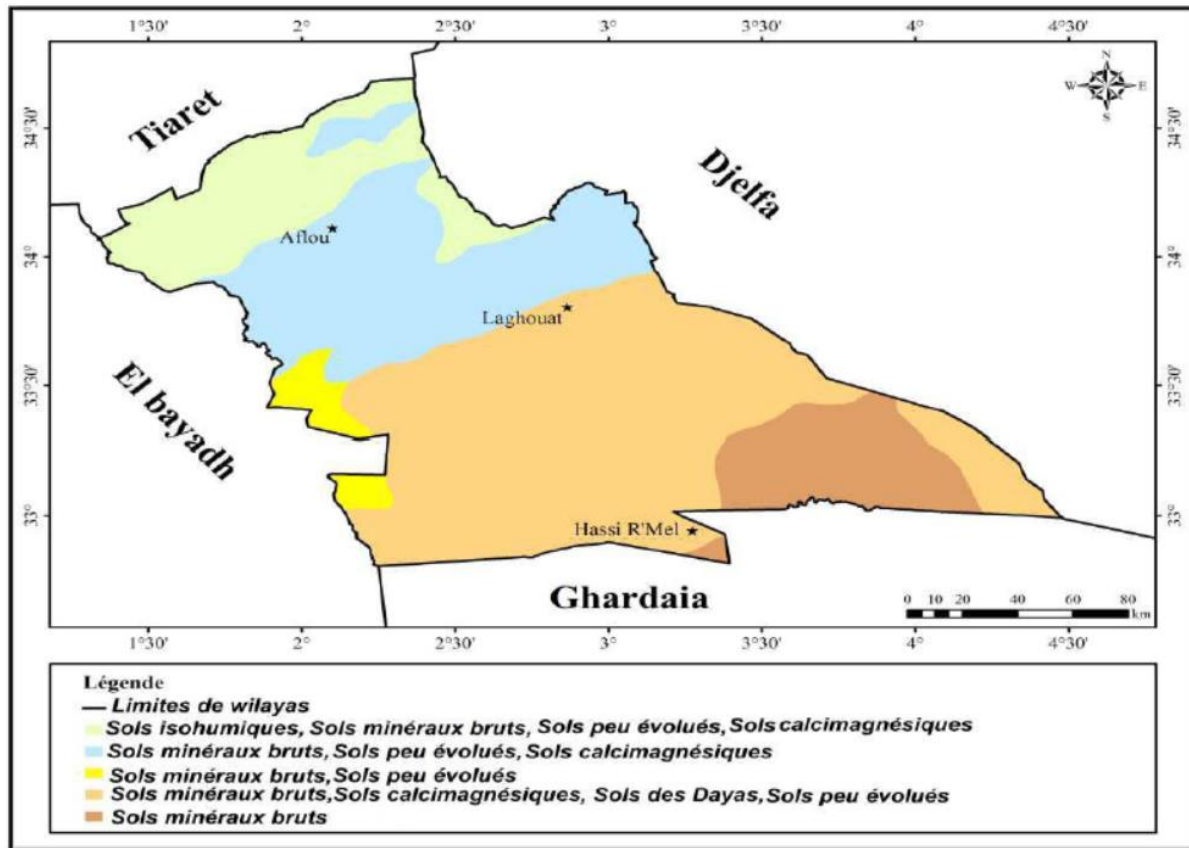


Figure 04 : Carte des sols de la wilaya de Laghouat (Dérivée de CCTA ; 1963) Houyou, 2015

II .6.Synthèse climatique de la région de Laghouat :

II .6.1. Climagramme d’EMBERGER :

Le quotient pluviométrique Q_2 est calculé pour une moyenne allant de 2008 jusqu'à 2018, En appliquant la formule suivante élaborée par STEWART pour l’Algérie et le Maroc, soit: (Stewart, 1968). $Q_2 = 3.43 (P/M-m)$ P : précipitation annuelle (mm); M : la température moyenne maximale du mois le plus chaud en (°C) ; m : la température moyenne minimale du mois le plus froid en (°C) ; L’application de cette formule dans la région de Laghouat nous donne : $Q_2 = 3,43 \times (166,32/ (33.5-5.10))=20,08$ D’après la Figure (05), la station de Laghouat est classée dans l’étage bioclimatique aride à hiver tempéré.

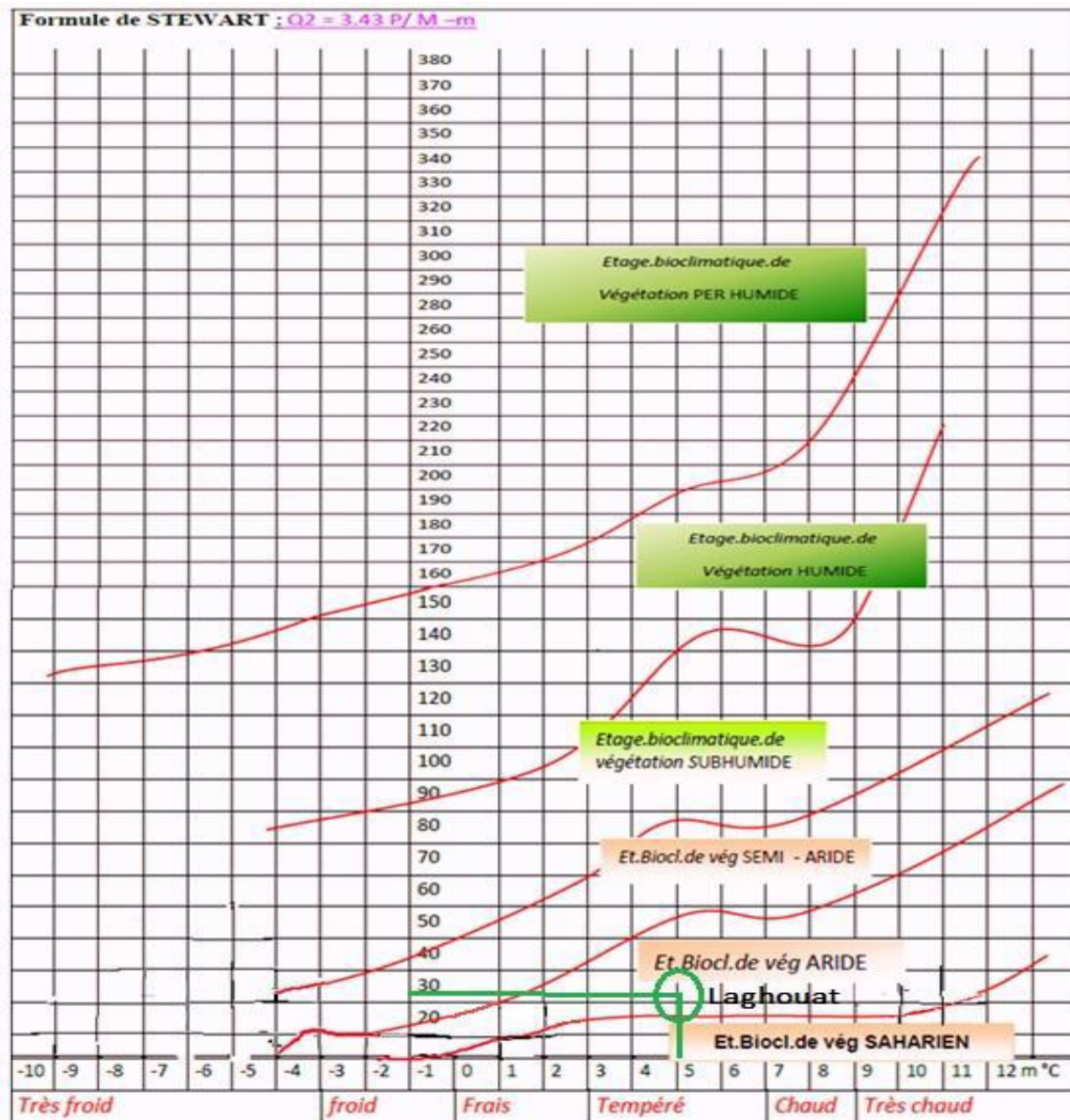


Figure N° 05 : Climagramme pluviothermique d’Emberger pour la station de Laghouat (2005 à 2018).

II .6.2. Diagramme Ombrothermique deGausson :

D'après Dalage et Métaillé (2000), le diagramme Ombrothermique est un graphique représentant les caractéristiques d'un climat local par la superposition des figures exprimant d'une part les précipitations et d'autre part les températures.

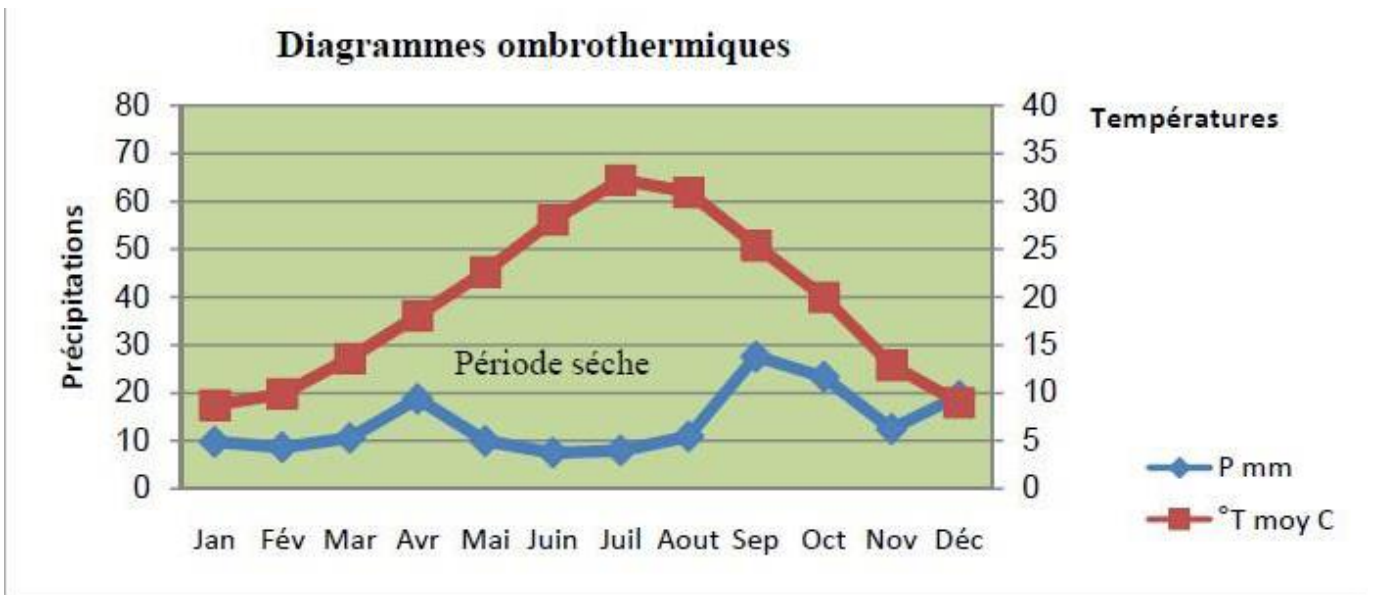


Figure 06: Diagrammes ombrothermiques de GAUSSEN de la région de Laghouat

II.7. Site d'étude :

Notre travail a été réalisé au niveau de la Dhaya Guebliya, qui est située à environ 9km au sud-est de la ville de Laghouat à une altitude de 737m, latitude 33°76'Nord et la longitude de 02°96'Est.



Figure N° 07 : photo de site Dhaya Guebliya au printemps (cliché original 2022)

II.7.1. Le choix de la méthode et le choix des sites :

Nous avons respecté l'homogénéité dans le lieu lors du choix du site qui va nous permettre d'effectuer notre travail.

En écologie, un « site » est un paysage végétal homogène ; c'est un espace dans lequel les principaux facteurs écologiques, roche mère et sol, microclimat et exposition, végétation Ligneuse et herbacée ; sont homogène' (Duchaufour, 1977).

Le choix de site est basé sur la dominance de l’astragal et pour sa pérennité. Nous avons utilisé une méthode écologique de prélèvement non destructive en prélevant seulement un tiers ou moins de la plante sans la détruire pour qu’elle se reproduise.

Selon **Colin (1970)**, un échantillon est un fragment d’un ensemble prélevé pour juger de cet ensemble. De nombreuses méthodes d’observations et de mesures appliquées à de tels fragments peuvent être proposées, adaptés à chaque cas particulier en vue d’obtenir une représentation satisfaisante de l’objet étudié.

II .8. Végétation de la région de Laghouat :

Le Tableaux N°01 représente la végétation recensée dans la région de Laghouat, elle est constituée de 12 familles, 26 genres et 28 espèces (**Mallem et al, 2017**).

Tableaux N°01 : Principales espèces recensées dans la région de Laghouat (Mallem et al, 2017**).**

Famille	Genre	Espèces
Euphorbiaceae	<i>Euphorbia.L</i>	<i>Euphorbia guyoniana</i>
		<i>Euphorbia helioscopia</i>
Caryophyllaceae	<i>Silene.L</i>	<i>Silene arenarioides</i>
Fabaceae	<i>Astragalus lam</i>	<i>Astragalus armatus</i>
	<i>Retama.L</i>	<i>Retama raetam</i>
	<i>Argyrolobium</i>	<i>Argyrolobium uniflorum</i>
	<i>Genista</i>	<i>Genista uniflora</i>
Thymélaeaceae	<i>Thymelaea Scop.</i>	<i>Thymelaea microphyla</i>
		<i>Thymelaea hirsuta</i>
Poaceae	<i>Stipa L.</i>	<i>Stipa tenacissima</i>
	<i>Aristida. L</i>	<i>Aristida pungens desf.</i>
Crucifères	<i>Eruca (semna) »</i>	<i>Eruca vesicaria.Thell</i>
	<i>Oudneya R</i>	<i>Oudneya africana</i>
Asteraceae	<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>
Chenopodiaceae	<i>Salsola</i>	<i>Salsola vermiculata</i>

Cynareaes	<i>Picris.L</i>	<i>Picris coronopifolia</i>
Brassicaceae	<i>Eruca</i>	<i>Eruca sp.</i>
	<i>Oudneya</i>	<i>Oudneya Africana</i>
	<i>Malcomia R.Br.</i>	<i>Malcomia aegyptiaca</i> (hama), (merchdet)
Capparidaceae	<i>Cleome</i>	<i>Cleome arabica</i>
Distaceae	<i>Helianthemum</i>	<i>Helianthemum getalum</i>
Geraniaceae	<i>Erodium</i>	<i>Erodium triangulare</i>
	<i>Erodium L'Her</i>	<i>Erodium moschatum</i> (Ebra errai)
Plantaginaceae	<i>Plantago</i>	<i>Plantago albicans</i>
Tamaricaceae	<i>Tamarix</i>	<i>Tamarix sp.</i>
Zygophyllaceae	<i>Peganum L.</i>	<i>Peganum harmala L</i>

II.9. Partie pratique :

Notre travail a été effectué en deux parties, une première partie qui consiste à prélever des échantillons sur le site Dhaya ghebliya, et la deuxième partie au laboratoire pour faire le dosage de différents paramètres physiologiques et biochimiques de l'espèce : le dosage de la proline et les sucres totaux, la chlorophylle et la teneur en eau.

Le matériel végétal utilisé est composé d'une seule espèce *Astragalus armatus* choisie sur la base de sa pérennité.

II.9.1. Travail du terrain :

II .9.1.1. Collecte des échantillons de feuilles des plantes :

La collecte des échantillons consiste à prélever des feuilles verte fraiche (un tiers), de *Astragalus armatus*, choisie pour sa pérennité, la collection a été effectuée le 11 mai 2022.

À l'aide d'un sécateur nous avons pris quelques feuilles fraîches de 5 plantes différentes de notre espèce. Les feuilles ont été mises dans des sacs en plastique noir étiquetés selon un code donné à chaque plante qui nous permettra une identification facile au laboratoire. La méthode de collecte de la matière fraîche est faite aléatoirement à cause de la distribution normale d'astragale dans la région d'études.

II.9.2. Travail de laboratoire :

Le travail a été effectué au niveau de laboratoire de biologie de l'université de Amar Thledji Laghouat.

II .9.2.1. Les paramètres physiologiques :

1. La teneur en eau (%) :

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.



Figure N° 08 : mesure de la teneur en eau (%) (cliché originale, 2022)

II .9.2.2. Les paramètres biochimiques :

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 (CH₃COOH) ; 25 mg de ninhydrine (C₆H₆O₄) ; 1ml de mélange contenant : 120 ml d'eau distillée ; 300 ml d'acide acétique ; 80 ml d'acide orthophosphorique (H₃PO₄.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 Na₂SO₄ 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.

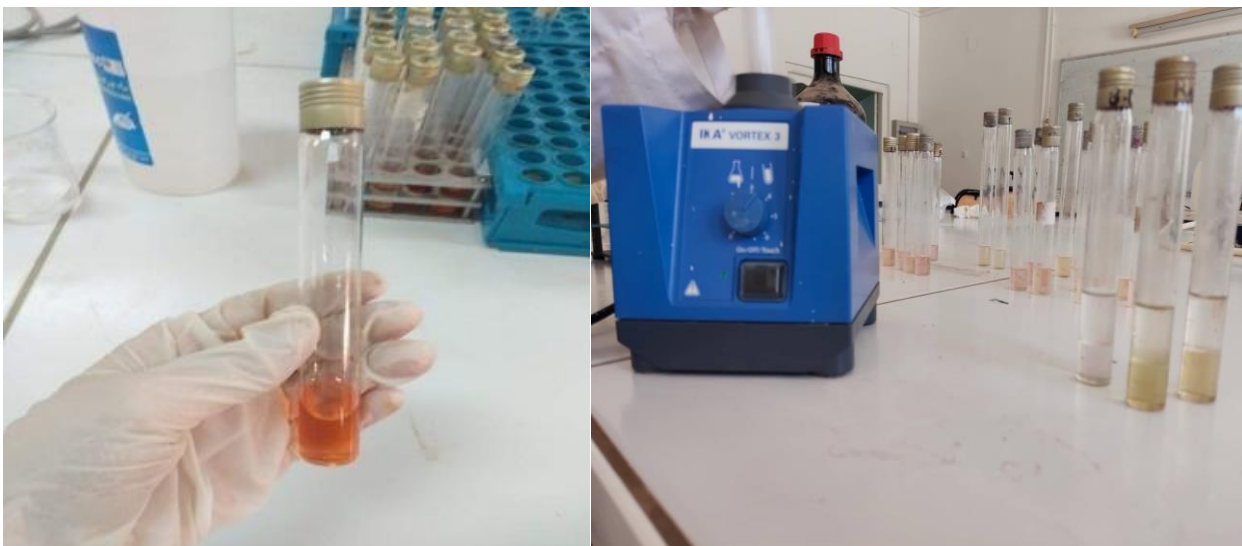


Figure N° 09 : dosage de proline (Cliché original, 2022).

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 courbe étalon des sucres solubles (exprimés en glucose).

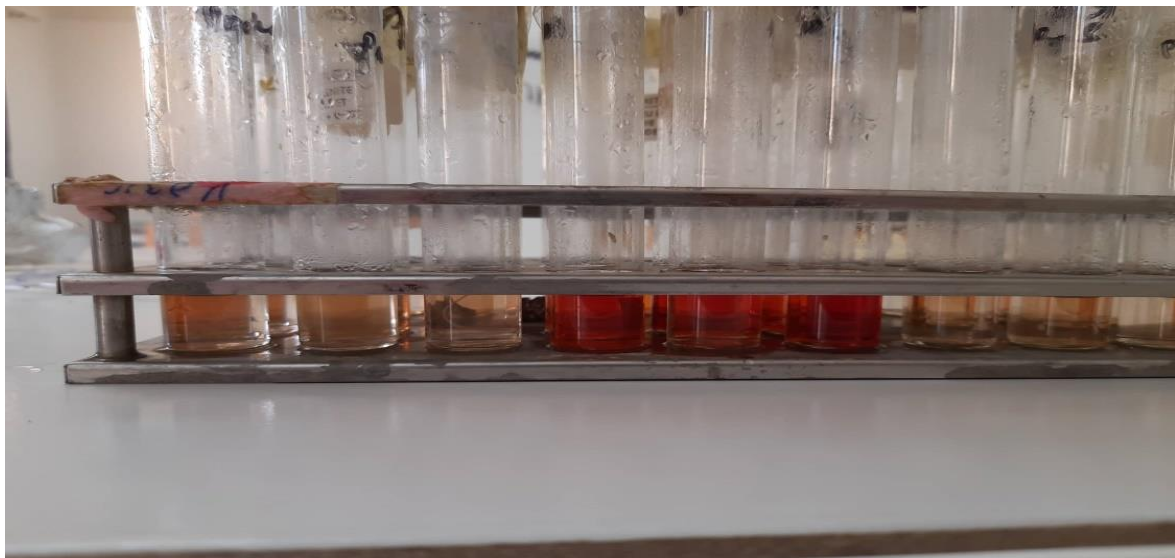


Figure 10: Dosage de sucres totaux (Cliché original, 2022).

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 chlorophylles totales sont calculées à l'aide des formules suivante:

Chlorophylle totale : $Chl T = (20, 2 \times OD_{645}) + (8, 02 \times OD_{663})$.

OD663 observation spectrophotométrique a Lecture de 663°

OD645 observation spectrophotométrique a Lecture 645°

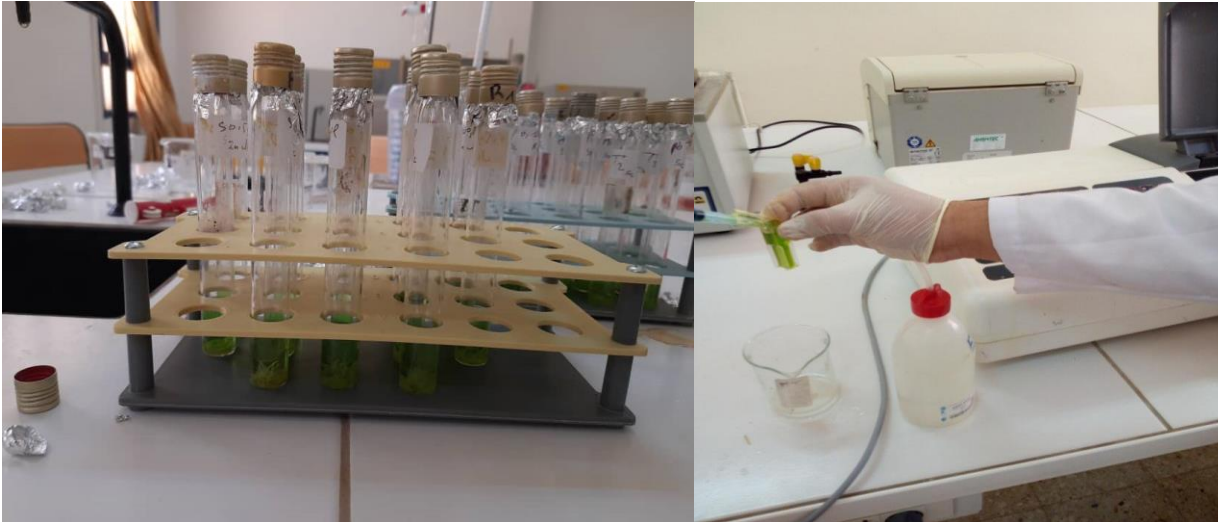


Figure 11: dosage de chlorophylle (Cliché original, 2022).

II .10.Climatologie de la zone d'étude :

Les données climatiques durant la saison de notre travail printemps 2022 ont été téléchargées de la station météo de l'université de Laghouat (Campell Scientific). Nous avons considéré les températures moyennes mensuelles (°C) et les précipitations mensuelles (mm).

II .11.Traitements et analyses statistiques des données :

Les traitements statistiques des données collectées ont été réalisés à l'aide de logiciel MINITAB, version 19 et Excel 2021.à l'aide d'analyse de la variance **ANOVA** au seuil 5 % test Tukey , et les graphes ont été tracés dans Excel 2007.

Chapitre III
Résultats et discussion

III. variations des paramètres climatiques durant les années d'étude :

III.1.Variation des températures moyennes mensuelles :

Pendant les périodes de notre étude s'étalant de 2019 à 2022, les températures minimales mensuelles sont observées dans mois de février de l'année 2019 avec une valeur de 10 °C, les températures maximales mensuelles sont enregistrées au mois de mai durant les années 2020 et 2021, atteignant une valeur d'environ 25 °C.

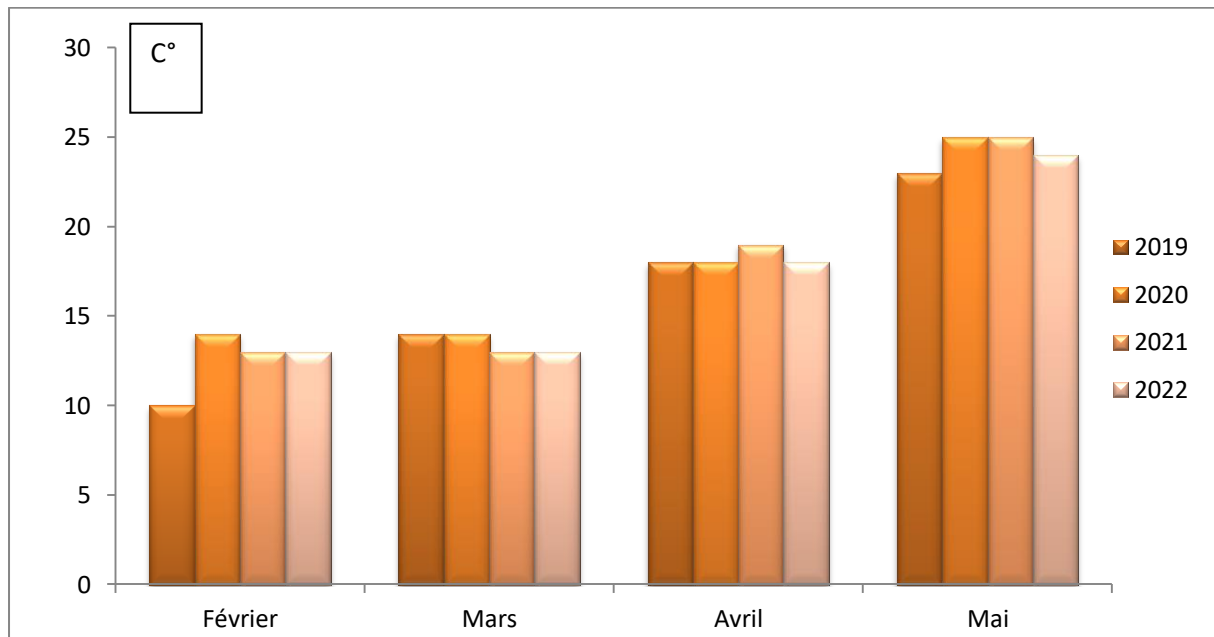


Figure 10 : Variation des températures moyennes mensuelles de la période s'étalant de 2019 à 2022

Dhaya Guebliya

III.2.Variation des précipitations mensuelles :

Pendant les périodes de notre étude les précipitations minimales mensuelles sont observées dans le mois de février de l'année 2020 avec une valeur de 0(mm), les précipitations maximales mensuelles sont enregistrées au mois de mai durant l'année 2021 atteignant une valeur de 82 (mm).

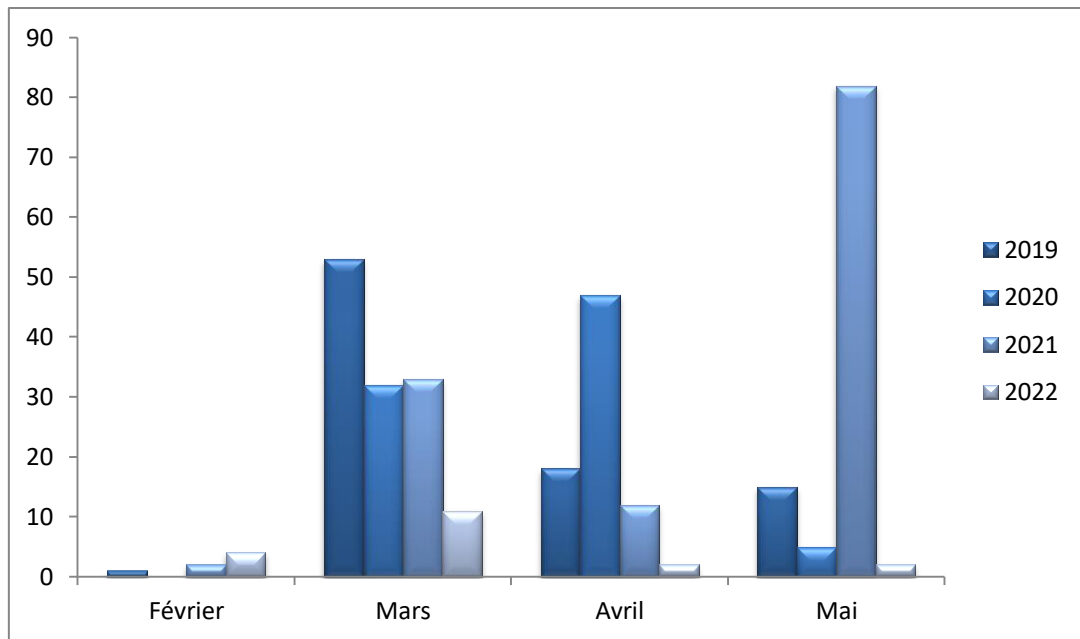


Figure 11: Variation des précipitations mensuelles de la période s'étalant de 2019 à 2022 de Dhaya Guebliya .

III.3. Paramètres physiologiques et biochimiques mesurés pour l'*Astragalus armatus*

III .3.1.Paramètres physiologiques de la plante :

1. Teneur relative en eau (%) :

La figure N°12 montre que la teneur en eau maximal chez *Astragalus armatus* durant la période comprise entre de 2019 à 2022 est de 33.31% l'année 2020 , l'année 2021 représente la valeur la moins importante 4,71%.

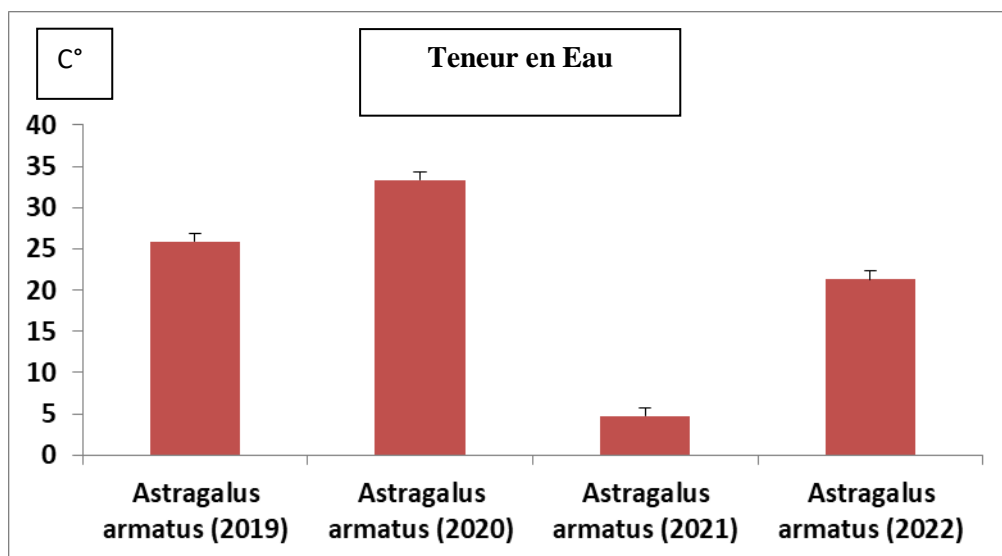


Figure 12 : Evolution de la teneur en eau (%) chez *Astragalus armatus* de 2019 à 2022 .

III.3.2. Paramètres biochimiques de la plante :

1. Teneur en Chlorophylle totale (mg/ g MF) :

La figure N°13 montre la teneur en chlorophylle chez *Astragalus armatus* de 2019 à 2022. Nous observons une teneur en chlorophylle total maximale de 34.54 mg/g MF en 2021 suivie par celle de 2019 (28.05 mg/g MF), et une valeur minimale enregistré en 2022 de 6.62 mg/g MF.

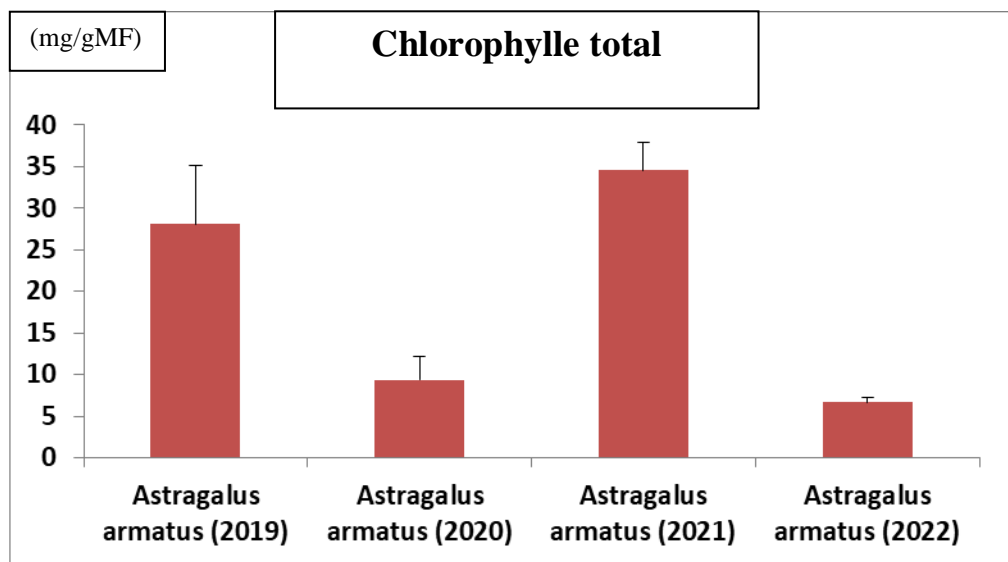


Figure 13 : Evolution de la teneur en chlorophylle total (mg/gMF) chez *Astragalus armatus* (2019 à 2022).

2. Teneur en sucres totaux (mg/ g MF) :

La figure N° 14 montre la teneur en sucre total chez *Astragalus armatus* de 2019 à 2022. Nous observons une teneur de sucre total maximale de 36.55 mg/gMF, et une valeur moins importante en 2021 qui est de 33.2 mg/gMF. La valeur minimal à été enregistré en 2022, et elle est de 2.23 mg/gMF

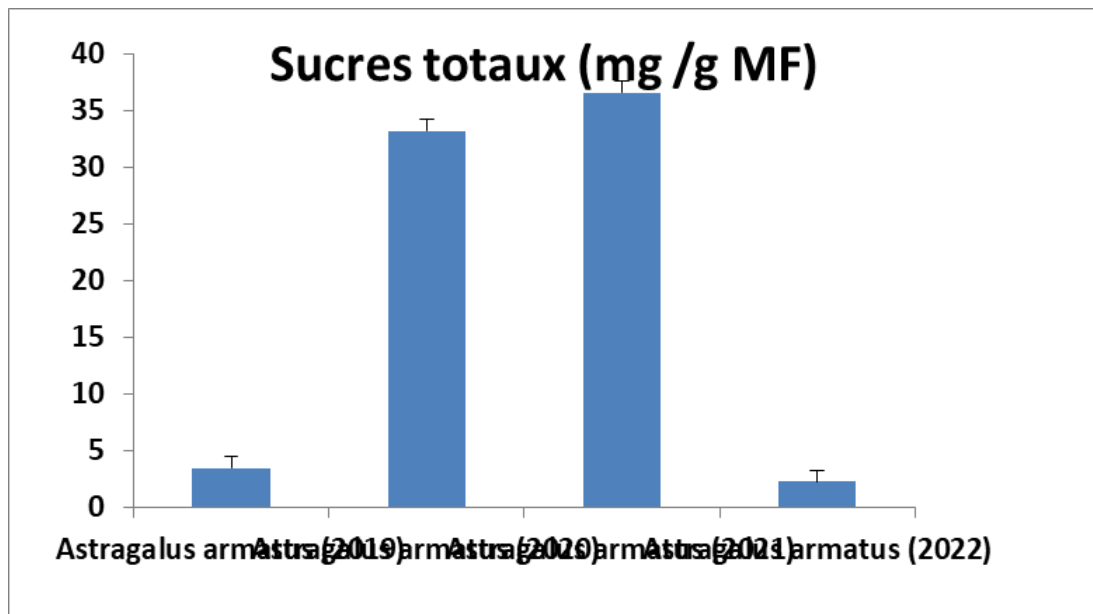


Figure 14 : Evolution de la teneur en sucres totaux (mg/gMF) chez *Astragalus armatus* de (2019 à 2022).

3. Teneur en proline accumulée (mmol/ g MF) :

La figure N°15 ; montre la teneur en proline chez *Astragalus armatus* de 2019 à 2022.

Nous observons un teneur proline maximale (2.29 mmol/g MF) en 2021, suivie par celle de 2020 (0,95 mmol/g MF). La teneur minimale est enregistrée en 2019 (0,28 mmol/g MF).

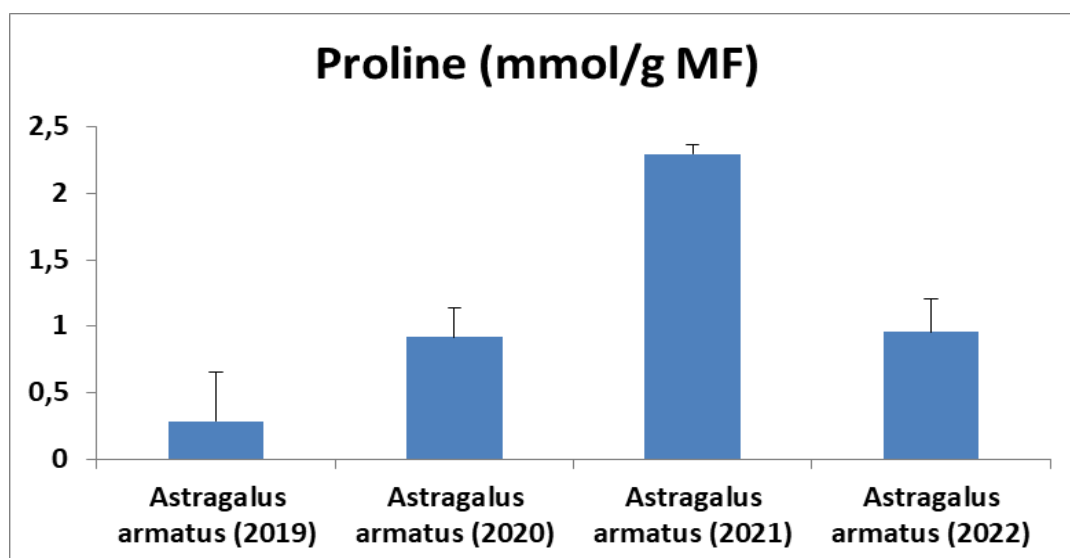


Figure 15: Evolution de la teneur en proline (mmol/g MF) chez *Astragalus armatus* de (2019 à 2022).

Discussion :

Dans ce travail nous avons suivi la dynamique du comportement de *Astragalus armatus* physiologique et biochimique de 2019 à 2020 .

Nos résultats sont en accord avec les résultats obtenus par des études précédentes (Maalam et Houyou , 2017 ; Dohsi,2019 ; Goug et Maazouzi ,2020 , allali et laala 2021), dans la région de Laghouat .

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 grandement influençable par toute variation des potentialités absorbantes des plantes. Cependant toutes les conditions contribuant aux variations du potentiel du substrat telles les stress, salin et hydrique se trouvent largement prononcées à travers l'estimation de cette caractéristique hydrique. (Soualem, 2014).

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). 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).

D'après les résultats de notre travail, la teneur en eau est à son maximum en 2020, l'augmentation et la diminution de la teneur en eau est en relation directe avec la précipitation, ce qui explique que la teneur en eau est une stratégie de résister le stress hydrique, 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 climatique 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 accumulée :

D'après nos résultats, la chlorophylle chez *Astragalus armatus* s'accumule en 2021, et diminue notamment en 2022, cette variance est liée principalement avec la température moyenne, ainsi que la précipitation mensuelle 2019/2022.

L'augmentation des teneurs en chlorophylle totale est la conséquence de la réduction de la taille des cellules foliaires (stomates réduites) 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, et les facteurs environnementaux tels que la lumière, la température et la disponibilité en eau (**Hikosaka et al., 2006**).

D'après nos résultats, la teneur en chlorophylle augmente chez *Astragalus armatus* en (2021) et cela signifie que la plante avait des conditions favorables pour assurer sa croissance et son développement. La teneur en chlorophylle diminue chez *Astragalus armatus* en (2022) Cela signifie que *Astragalus armatus* avait des conditions de croissance défavorable.

3. Sucres totaux :

D'après les résultats obtenus, nous avons noté qu'il y a diminution de la concentration des sucres totaux dans les feuilles chez *Astragalus armatus* en 2019 et en 2022, par contre en 2020 et en 2021 a marqué une forte augmentation de sucres totaux les résultats sont en corrélation positive avec la température, cette augmentation sérieuse des sucres totaux et une façon de réservation d'eau pour diminuer l'évapotranspiration et toute sorte de perte d'eau afin de résister le stress hydrique ainsi que le 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, l'accumulation des sucres totaux chez les plantes a été largement reportée comme une réponse à la salinité et à la sécheresse (**Achraf, 2004**).

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 sucre solubles des quantités de sucre solubles au niveau de leurs cellules (**Hirech, 2006**).

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 obtenu de l'espèce étudiée dans les 4 ans durant la période printanière, il en résulte que cet acide aminé est moins accumulé dans les feuilles chez l'espèce.

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**).

En comparant les teneurs en proline de 2019/2022, chez *Astragalus armatus*, il y'a une augmentation en 2021 , est une diminution en 2019.

Les résultats de notre travail montrent que l'augmentation de la proline est en corrélation positive avec la teneur en eau, le degré de stress hydrique provoque directement l'augmentation de la proline accumulée Ce résultat est en conformité avec les recherches de plusieurs auteurs dont **Cechin et al (2006)**, Monneveux et Nemmar (1986), Bellingeretal (1991) et Gorham (1993). Plusieurs auteurs montrent que l'augmentation de la teneur en proline est reliée directement au stress hydrique (**Cechin et al,2006**)

Nos résultats sont expliqués par les déclarations d'**Acevedo et al. (1989)**, notant que, l'accumulation de proline est l'une des stratégies adaptatives fréquemment observées chez les plantes pour limiter les effets de stress. Selon Slama et al. (2004) l'accumulation de la proline constitue un véritable mécanisme de tolérance au stress. En conditions stressantes, certaines espèces sont menacées de disparaître (**Chamard, 1993**), d'autres peuvent réagir en mettant en œuvre des mécanismes, entre autres, physiologiques (**Parida et Das.,2005**) et biochimiques (**Brugnoli et Lauteri., 1991**) impliquant une activité enzymatique (**Chaffei et al., 2004**). Ainsi, par la synthèse de composés organique ayant un rôle d'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 Rajeb et al, 2012**). On peut alors estimer que la plante *Astragalus armatus* est une espèce tolérante et adaptée au milieu car elle secrète de proline .

Conclusion

Notre travail consiste à étudier le comportement d'une espèce psammophile dominante dans la région de Laghouat : Dhaya Gueblya, (*Astragalus armatus*) pendant 4 ans de 2019 à 2022 durant la période printanière, face aux variations climatiques. En se basant sur des analyses physiologiques et biochimiques au niveau du laboratoire de l'université.

Notre travail a consisté d'effectuer des analyses au laboratoire de paramètres

Physiologiques et biochimiques des feuilles fraîches de l'*Astragalus armatus* à savoir: la teneur en eau, la teneur en chlorophylle, les sucres totaux et la proline, qui rentrent directement dans les réponses au stress.

D'après les mesures physiologique et biochimique qui ont été effectuées sur notre espèce *Astragalus armatus* montre que :

- la teneur en eau la plus élevée a été enregistrée durant l'année 2020 et la valeur la plus importante est (33.31%).
- Une activité photosynthétique avec une valeur importante durant 2021, enregistré une valeur de (34.54mg/gMF)
- Des teneurs en sucres solubles plus élevées en 2021 avec une valeur plus importante (36,55 mg/gMF)
- Des teneurs en proline plus élevées ont été enregistrés en 2021 avec une valeur de (2.29 mmol/gMF), Le comportement de l'espèce est caractérisé par une grande accumulation en proline en 2021 due à un stress hydrique ce qui nous montre la plante est plus stressée pendant 2021

D'après ce travail on conclue que les variations climatiques (température, précipitation) ont des effets négatifs sur le comportement de l'espèce étudié.

Et les résultats des analyses physiologiques et biochimiques obtenus lors de notre travail montrent *Astragalus armatus* souffre d'un stress abiotique dû aux conditions climatiques contraignantes.

- ✓ La proline accumulée dans les feuilles de la plante est considéré comme un indicateur de stresse.
- ✓ D'après nos résultats l' *Astragalus armatus* c'est bien adapter aux stressés abiotiques ,
- ✓ On conclue que *Astragalus armatus* c'est une espèce résistante aux conditions défavorable du milieu et l'accumulation de la proline est un mécanisme d'adaptation contre les différents types de stress chez l'espèce étudiier, lorsque la teneur en proline augmente et la teneur en chlorophylle diminue qui va conditionne le stockage des sucres totaux et de l'eau pour assurer sa survie.
- ✓ L'année la plus stressante pour l'espèce est 2021.

- ✓ Le mois le moins pluvieux est février 2020 avec une valeur de 0 mm .
- ✓ Le mois qui a enregistré les températures les plus élevées est mai 2020 et 2021 .

Perspective :

Les résultats obtenus laissent entrevoir de nombreuses perspectives qui nécessitent des études plus approfondies à savoir :

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

*Références
bibliographiques*

1. **Abdul W.,2004.** Analysis of toxic and osmotic effects of sodium chloride on leaf growth and economic yeild of sugarcane. Bot. Bull. Acad. Sin. 45 : 133-141.
2. **Acevedo,** 1991.improvement of winter cereals in Mediterranean environments. Use of yield, morphological and physiological trais. In physiology breeding of winter. Cereals for stressed Mediterranean environments (Acevedo E., Conesa A.P., Monneveux P., Srivastava J.p.ed.s.). Les colloques Inra, Vol.55, pp 211-224.
3. **Achraf, 2004.** Some important physiological selection for salt tolirencein plant. flora.199;361-376.
4. **Aidoud-Lounis F.,** 1984. Contribution à la connaissance des groupements à sparte (*Lygeum spartum* L.) des Hauts Plateaux Sud-Oranais; étude phyto-écologique et syntaxonomique. Thèse Doctorat 3ème Cycle. USTHB, Alger, 253 p. + Ann.
5. **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.
6. **Al Hamndou, D., & Requier-Desjardins, M. (2008).** Variabilité climatique, désertification et biodiversité en Afrique: s'adapter, une approche intégrée. *VertigO-la revue électronique en sciences de l'environnement*, 8(1).
7. **Albouchi, A., Sebei, H., Mezni, M.Y., et El Aouni, M.H.** 2000. Influence de ladurée d'une alimentation hydrique déficiente sur la production de biomasse, lasurface transpirante et la densité stomatique d'Acacia cyanophylla Lindl. Ann.Institut National de Recherches en Génie rural, Eaux et Forêts (INRGREF, Tunis), 4:138–161.
8. **Ashraf ET McNeilly, 2004.** Some important physiologAshraf ET McNeilly, 2004. Some important physiological selection for salt tolirencein plant. flora.199;361-376.ical selection for salt tolirencein plant. flora.199;361-376. au stress chez l'algue brune *Laminaria digitata* . Thèse doctorat. Université de Renne. pp 33-39.
9. **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.
10. **Barbero, N., Barolo, C., Marabello, D., Buscainoa, R., Gervasio, G. and Viscardia, G.** 2012. Synthesis, optical characterization and crystal and molecular

Références bibliographiques

- Xray structure of a phenylazojuloli-dine derivative. *Dyes and Pigments*, 92, 1177-1183.
11. Bellinger Y., A. Bensaoud & F. Larher., 1989. Physiology breeding of winter
 12. **Benkolli M** et **Bouzeghaia 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. Mèmoire. Univer-sitè. Mentouri. Constantine. P :1-5-23*
 13. **Bethenod T**, 1980. L'eau et les hormones. Edit. Inra, Paris, pp. 150-152.
 14. **BNEDER.**, 2014. Analyse de l'aptitude à la culture de l'olivier des sols de la région de Laghouat. Bureau National d'Etudes pour le Développement Rural (BNEDER). 202 p.
 15. **Bonnier G.**, 1905. Cours de Botanique: Phanérogames. Eds Librairie Générale de l'enseignement
 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 écophysologique de deux Chénopodiacées des genres *Atriplex* et *Spinacia* soumises au stress salin. P 16-29-6-35.
 18. **BOUGHDIRI, A., TIBAOU, G., & BOUBAKER, H.** EFFET DU STRESS HYDRIQUE SUR LES PARAMETRES PHYSIOLOGIQUES DE DEUX VARIETES D'AVOINE. *'Proceeding Book'*, 365.
 19. **Bousba, R., Ykhlef, N., and Djekoun, A.** 2009. Water use efficiency and flag leaf photosynthetic in response 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, Ma-coboy 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. **Caputa J.**, 1967. - Les plantes fourragères, description et valeur. PAYOT, pp.

Références bibliographiques

23. **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.
24. **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
25. **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.
26. **Chaieb,** 1997. Teneur en proline des différents organes du blé dur, essai d'exploitation de conditions d'accumulation sous manque d'eau. 20p
27. **Chamard P.,1993.** Environnement et développement. Références particulières aux états sahéliens membres du CCILS. *Rev. Sécheresse*,4, p.172328.
28. *Chemistry*. 28.3:350- 356p.
29. **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.
30. **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.
31. Colorimetric method for determination of sugars and related substances. *Analytical*
32. Contribution à la connaissance de deux rétames : *Retama monosperma* et *Retama*
33. **Cornic G, streb P., Blingny R., Aubert S., 2007.** thème 1 : biochimie et physiologie métabo-lique des plantes alpines.46p.
34. **David M.M., Coelho D., Bannote I., and Correira M. J.,1998.** Leaf age effects on photosyn-thetic activation via myeloid lineage-determining factors.
35. **de DOCTORAT, L. D. (2014).** *Etude de l'osmorégulation chez une halophyte Atriplex halimus L. stressée à la salinité* (Doctoral dissertation, Université d'Oran).
36. **Djebaili S., 1984.** Recherches phytosociologiques et phytoécologiques sur la végétation des Hautes plaines steppique et de l'Atlas saharien. O.P.U Alger, 177p. + Ann.
37. **Duchaufour Ph., 1977.** Pédologie, Pédogenèse et classification. Tome I, Edition: Masson, Paris, 477p.

Références bibliographiques

38. El Jaafari S. 1993.contrubution à l'étude des mécanismes biophysiques et biochimiques de résistance à la sécheresse chez le blé. Thèse de doctorat. Univ. Gembloux. Belgique :214p.
39. **Emberger J.**, 1960. Esquisse géologique de la partie orientale des monts d'Oued Nails. Publication du service de la carte géologique de l'Algérie. Bulletin 27.Nouvelle série.399p*
40. **FAO, 2010. ETUDE FAO : FORETS 158** lutte contre l'ensablement l'exemple de la Mauritanie.
41. **Gate P.**, 1995 Ecophysiologie du blé : de la plante à la culture. Lavoisier, Paris. 429p.
42. **Ghozlene I. 2013.** statut nutritionnel et plasticité de réponses aux stress chez un modèle végétal : *triticum durum* Desf. Université Badji Mokhtar – Annaba, thèse de doctorat, 140 p.
43. **GIEC. (1995).** Changements climatiques. Conséquences, adaptation et vulnérabilité. Rapport de synthèse, OMM, PNUE, 114 p.
44. **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.
45. Groupe d'Experts Intergouvernemental sur l'Evolution du Climat (GIEC) -GIEC, 2001.
46. **Guy CL.**, 2003. Freezing tolerance of plants : current understanding and selected emerging concepts *Can. J.Bot.* 81, 1216-1223;
47. **H. Taieb-Brahim-Bokhari, Djabeur Kaid-Harche A., N. Selami,** 2007.-
48. **Halima, M., Abderrahmane, L., & Khéloufi, B. (2006).** Essai sur le rôle d'une espèce végétale rustique pour un développement durable de la steppe algérienne. *Développement durable et territoires. Économie, géographie, politique, droit, sociologie.*
49. **Hannachi A.**, 1981. Relation entre aquifères superficiels et profonds : Hydrogéologie de la vallée d'Oued M'zi à l'Est de Laghouat. Thèse de Doctorat, Université de Grenoble, 121p
50. Heller R, Esnault R, et Lance C, 1998. Physiologie végétale 1-Nutrition, Edit édition. Edit. Dunod. 323 p.
51. **Hervieu Bertrand et Guillou Marion.**, 2001. Rapport d'activités. INRA- 2001.

Références bibliographiques

52. **Hikosaka O, Nakamura K, Nakahara H.** Basal ganglia orient eyes to reward. *J Neurophysiol.* 2006;95:567–84.
53. **Hireche Y. 2006 :** Réponse de la luzerne (*Medicago sativa* L) au stress hydrique et à la profondeur de semis. Université al hadj lakhdar. Thèse de magistère. Batna .
54. **Hopikins,** 1999, introduction to plant physiology. Second Edition. The university of westem Ontario. Edit. John Wilay and Sons. In, 512p.
55. **Hopkins.** WG., 2003 : physiologie végétale. Traduction de 2eme édition américain par SERGE R. Ed. De Boeck, pp.
56. **Houyou Z.,** 2015. Impact de la mise en culture en pluvial sur la dégradation du sol par érosion éolienne dans la steppe centrale (cas de la région de Laghouat). Thèse Doctorat, USTHB, Alger. 168p.
57. **I.A.P.,** 1972. Notice explicative de la carte géologique à 1/200.000 de Laghouat. Institut du pétrole Algérien. Rapport collectif dirigé par le professeur J.Guillemot. 110 p.
58. **I.A.P., 1972.** Notice explicative de la carte géologique à 1/200.000 de Laghouat. Institut du pétrole Algérien. Rapport collectif dirigé par le professeur J.Guillemot. 110 p.
59. **James L.F.,** Hartely w. J.,Van kampen K. R., 1981: Syndromes of Astragalus or their poison-ing in livestock.*J. Am. Vet. Med. Assoc.* 1981; 178 :146-150.
60. **JoAnn Peery, 2017.** <https://www.pthorticulture.com/fr/zone-du-savoir/comment-lhumidite-influence-t-elle-la-qualite-des-cultures/>.
61. **Judd W.S.,** Campbell C.S., Kellogg E.A., Steven P.F., 2002. Botanique systématique : une perspective phylogénétique. 1ère édition, Edi. Renne, Paris 467p.
62. **Kameli, A. et Losel, A.M., 1995.** Contribution of carbohidrates and other solutes to osmotic adjustment in wheat élaves under water stress.*J. Plant physiol.,* 145: 363-366.
63. **Kara Safeia et Zeguine Manel.,** 2016. Mémoire de master : dosage des anthocyanes et de la glicine bétaine en conditions de stress hydrique et étude des mécanismes de tolérances chez dix variétés de blé dur (*triticum durum* desf .)
64. **Krause GH and Santarius KA (1975)** Relative thermostability of the chloroplast envelope. *Planta* 127: 285–299.
65. **Krista P.,**2003. Haw and wehen does water stresses impact plant growth and devlopement. The department of land resources and environmental sciences. Water

Références bibliographiques

- Quality and irrigation Management. Montana State University-Bzewan. American society of agronomy, Crop science Society of America 2003 Annual Meetings held in Denver, Colorado. *l'Atriplex canescens*. Université Kasdi Merbah – Ouargla – these d'ingénieur 45p.
66. **M., Gilles K.A., Hamilton P. Smith F., 1956.A., Ruberg A. and Dubois**
67. **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.
68. **Mahnane, w.** (2010). *Appréciation de la diversité génétique du genre Retama par les marqueurs biochimiques*. Mémoire de magister en biotechnologie végétale, Université Mentouri, Constantine.
69. **Mahrouz F 2013**. Effet du stress salin sur la croissance et la composition chimique de
70. **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.
71. **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.
72. **Mazlaik P.**, 2000. *Physiologie végétale, croissance et développement*. Tome.2. Ed. Hermann éditeurs des sciences et des arts, collecte méthodes, paris, 420p.
73. **McKinney C.1941**. Absorption of light by chlorophyll solution. *Journal of Biological Chemistry* 140, 315-322
74. **Messai, A., & Necib, Y. (2014)**. *L'extraction des lectines à partir de quelques plantes médicinales et leurs études biologiques* (Doctoral dissertation, Université Constantine 1). n° 1984
75. **Moran, N. A.** 2001. Bacterial menageries inside insects. *PNAS* 98:1338-1340
76. **Mouellef A.**, 2010. *Caractère physiologiques et biochimique de tolérance du blé dur (Triticum durum desf.) au stress hydrique*. Mémoire de magister. UnivMentouri. Constantine
77. **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.

Références bibliographiques

78. **Nedjraoui, D., & Bédrani, S. (2008).** La désertification dans les steppes algériennes : causes, impacts et actions de lutte. *VertigO*, 8(1), 15.
79. **Nemmar, M. 1983.** Contribution à l'étude de la résistance à la sécheresse chez le blé dur (*Triticum durum* Desf.) et chez le blé tendre (*Triticum.aestivum* L.) : étude de l'accumulation de la proline sous l'effet du stress hydrique. thèse D.A.A.ENSA. Montpellier. France. 65 p.
80. **NOR-EL-HOUDA, B. O. U. G. A. T. O. U. C. H. E., MAZENA, B., & WISSAME, S. (2020).** Etude de la réponse de blé tendre (*triticum aestivuml.*) au stress hydrique.
81. **Ozenda P., 1982-** Les végétaux dans la biosphère. Ed. I.S.B.N. Paris. 431p
82. **Ozenda P., 1983.** Flore du Sahara. Ed C.N.R.S, Paris, p 288, 291-293. 87p.
83. **Parida Ak, Das Ab., 2005.** Salt tolerance and salinity effects on plants: a review, *Ecotoxicol. Environ. Saf.* 60: 324-3
84. **Pearce, 1999 in Come, 1992..**forest Products biotechnology .
85. **Pearce, R.S.,1999,** « Molecular analysis of acclimation to cold », *Plant growth regulation*, vol. 29, no 1, p. 47-76
86. **Pouget M., 1980.** Les relations sol-végétation dans les steppes sud-algérois. Document de ORSTOM, Paris, 555 p. *raetam. Revue Régions Arides (Tunis)*, 572-578.
87. **Rasio A, Sorrentinio G, Cedola M.C,Pastore D, Wittner G, 1987.** Osmotic and elastic adjust-ment of durum wheat leaves under stress conditions. *Genetic Agr.* 41, 427-436 p.
88. **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.
89. **Roeder V.(2006).** Recherche et étude de marqueurs moléculaires de la réponse
90. **Savouré A, Jaoua S, Hua XueJun, Ardiles W, Van Montagu M, Verbruggen N,1955.** Isola-tion, characterization, and chromosomal location of a gene encoding the DELTA 1-pyroline-5-carbox-ylate synthetase in *Arabidopsis thaliana*. *FEBS Letters.* 372: 13-19p
91. **SIAXHENE N., 1984.-** Effet du stress hydrique sur quelques especes de luzernes annuelles. Thèse Ing. IN4,Alger. 1 - 115.

Références bibliographiques

92. **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.
93. **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.
94. **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.
95. **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
96. **Sylvie M., 2011.** Etude phytochimique et évaluation biologique de *Derris ferruginée* Benth. (Fabaceae). *Biochemistry , Molecular Biology*. Université d'Agers, France. 25-28pp.
97. **Tafforeau, M. 2002.** Etude des phases précoces de la transduction des signaux environnementaux chez le lin : une approche protéomique ; Thèse de Doctorat de l'Université
98. **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.
99. **TAIBI, Z., & Mona, N. (2017).** *Effet de la contrainte thermique (hautes et basses températures) sur les jeunes plants du pin d'Alep (Pinus halepensis Mill.) dans la région de M'sila* (Doctoral dissertation, Université de m'sila). (Oukarroum, 2007).
100. **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 créé sur Apple Macintosh
101. **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
102. **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.
103. **Walter, H.** 1991. Ger. Offen. DE 4,025,443, Chemical Abstracts (1991), 114, 247575r.
104. **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.
105. **Zerrad W, Hillali S, Mataoui B, El Antri S, Hmyene A.** Etude comparative des mécanismes biochimiques et moléculaires de résistance au stress hydrique de deux variétés de blé dur, *Biochimie, Substances naturelles et environnement Congrès international de biochimie. Agadir, 09-12 Mai ,2006, 361-376*
106. **Zhang, J., Nguyen, H.T. et Blum, A.** 1999. Genetic analysis of osmotic adjustment in crop plants. *J. Exp. Bot.*, 50 : 291-302.
107. **Zryd, 2004.** In *Anthocyanins: Biosynthesis, Functions, and Applications.* Editors, Kev-inGould. Kevin Davies. Chris Winefield.