République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

Université Amar Thelidji- Laghouat

FACULTE: SCIENCES

DEPARTEMENT : SCIENCES AGRONOMIQUES

MEMOIRE DE MASTER

Présenté par : LALMI Messaouda Nour

DOMAINE : SCIENCES DE LA NATURE ET DE LA VIE (SNV)

FILIERE : SCIENCES AGRONOMIQUES

OPTION : PROTECTION DES VEGETAUX

Thème

Impact des variations climatiques sur le comportement saisonnier de deux plantes steppiques: *Astragalus armatus* Willd et *Aristida pungens* Desf

Jury de soutenance :

Nom et Prénom	qualité
AMEUR Djamila	Président
MOULAY Adel	Examinateur
MALLEM Hamida	Rapporteur
HOUYOU Zohra	Co-rapporteur

Promotion : Juin-2019

Résumé :

Les variations climatiques, risquent d'affecter le comportement de la couverture végétale des zones steppiques, parmi cette végétation *Aristida pungens*et *Astragalus armatus* deux plantes pasmmophiles qui peuvent être tout à fait concernées. Pour cela durant deux saisons hiver et printemps dans un parcours à Laghouat, les paramètres morpho métriques ont été mesurés et les feuilles fraiches de ces deux plantes ont été prélevées. Aussi, des données climatiques du parcours ont était analysées. Des mesures de la teneur en eau, de la chlorophylle totale et des sucres totaux, ainsi que celle de la proline accumulée ont été mesurées sur les feuilles fraiches des plantes. Relativement la saison d'hiver était plus froide et plus ventée que le printemps. Les résultats des mesures ont montré des différences hautement significatives. Les valeurs du biovolume sont plus élevées au printemps, elles sont rangées entre 0.553 et 1.225 (m^3) et0.2478 et 2.044 (m^3) respectivement pour *Aristida pungens* et *Astragalus armatus*. Les teneurs en eau, en chlorophylle et en sucres sont meilleures au printemps pour les deux espèces. Le taux de la proline accumulée a chuté au printemps 3 fois par rapport à l'hiver et de 8 fois respectivement chez *Aristida pungens* et *Astragalus armatus*. Globalement nos résultats ont démontré que la plante subissait plus de contraintes en hiver, un effet de vent et de froid seraient à l'origine d'un stress que la plante a éprouvé durant cette saison.

Mots clés : steppe, climat , stress , *Astragalus armatus, Aristida pungens*.

Abstract:

Climatic variations, may affect the behavior of the vegetation cover of steppe areas, among this vegetation *Aristida pungenset Astragalus armatus* two pasmmophilous plants that may be quite concerned. For this, during two winter and spring seasons in a trip to Laghouat, the morphometric parameters were measured and the fresh leaves of these two plants were taken. Also, climatic data of the course were analyzed. Measurements of water content, total chlorophyll and total sugars, as well as accumulated proline, were measured on the fresh leaves of the plants. Relatively the winter season was colder and windier than spring. The results of the measurements showed highly significant differences. The values of the biovolume are higher in the spring, they are ranged between 0.553 and 1.225 (m3) and 0.2478 and 2.044 (m3) respectively for Aristida pungens and Astragalus armatus. Water, chlorophyll and sugar levels are better in the spring for both species. The rate of accumulated proline fell in spring 3 times compared to winter and 8 times respectively in Aristida pungens and Astragalus armatus. Overall our results showed that the plant was under more stress in winter, a wind and cold effect would cause stress that the plant has experienced during this season.

Key words: steppe, climate, stress, *Astragalus armatus, Aristida pungens.*

مخلص

الاختلافات المناخية ، قد تؤثر على سلوك الغطاء النباتي لمناطق السهوب ، من بين هذه النباتات *Astragalus armatus Aristida pungens*نبتتين أثريين قد يكونان قلقين للغاية. لهذا ، خلال موسمين الشتاء والربيع في رحلة إلى الأغواط ، تم قياس المعلمات المورفومترية وأخذت الأوراق الطازجة لهذين النباتين. أيضا ، تم تحليل البيانات المناخية للدورة. تم قياس قياسات محتوى الماء ، الكلوروفيل الكلي والسكريات الكلية ، وكذلك البرولين المتراكم ، على الأوراق الطازجة للنباتات. نسبيا كان فصل الشتاء أكثر برودة ورياحا من الربيع. أظهرت نتائج القياسات اختلافات كبيرة للغاية. تكون قيم biovolume أعلى في الربيع ، وتتراوح بين 0.553 و 1.225 (م 3) و 0.2478 و 2.044 (م 3) على التوالي بالنسبة لأبقار*Astragalus armatus Aristida pungen*. تعد مستويات المياه والكلوروفيل والسكر أفضل في فصل الربيع لكلا النوعين. انخفض معدل البرولين المتراكم في الربيع 3 مرات مقارنةً بالشتاء و 8 مرات على التوالي في *Astragalus armatus Aristida pungen*بشكل عام ، أظهرت نتائجنا أن النبتتين كان تحت ضغط أكبر في فصل الشتاء ، وأن تأثير الرياح والبرد قد يتسبب في إجهاد النبتتين خلال هذا الموسم.

الكلمات المفتاحية : السهوب ، المناخ ،التوتر،*Aristida pungens*t، *Astragalus armatus* .

Dédicaces

C'est avec profonde gratitude et sincères mots, je dédie ce travail :

A mes chers parents ***Aicha*** *et* ***Elghazali*** *qui ont sacrifié leur vie pour notre réussite. J'espère qu'un jour je pourrai leurs rendre un peu de ce qu'ils ont fait pour moi, que dieu leur prête bonheur et longue vie*

A mes très chers frères ***Mohamed Ali Islam*** *et* ***Mohamed Sohaib***

A toute la famille : mes grand-mère et a mon grand père .

A mes cousines , mes tantes ,mes oncles.

A tous mes amis et collègues et tout la promo M2 protection des végétaux 2018/2019.

LALMI Messaouda Nour.

Remerciements

Tout d'abord, je tiens à remercier ***Dieu*** *Le Tout Puissant de m'avoir donné le*

courage, la volonté et la patience durant ce travail.

Je tiens particulièrement à remercier Dr. ***MALLEM Hamida*** *ET Dr.* ***HOUYOU Zohra***

mes encadreurs

Merci pour votre encadrement efficace, votre disponibilité .

Je remercie également Mr ***MOULAI Adel*** *et Mme* ***AMEUR Djamila*** *d'avoir accepter de juger et valoriser notre travail .*

Je remercie tout particulièrement Tous les enseignants qui ont contribué dans ma formation.

*Enfin je remercie l'ensemble des techniciens de laboratoires de l'agronomie de l'université d'****AMMAR THELIDJI***

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

Un grand merci à tous

LALMI Messaouda Nour

Liste des figures

N° figures	Titres	Page
01	Répartition géographique de l'espèce *Astragalus armatus* dans l'Afrique du Nord (Greuter,1989).	**13**
02	photo d'*Astragalus armatus* (originale 2019).	**14**
03	photo *Aristida pungens* (originale 2019)	**17**
04	Vue satellitaire modifiée du site d'étude de Google Earth pro (10/05/2019)	**23**
05	Climagramme pluviothermique d'Emberger pour la station de Laghouat (2005-2018).	**26**
06	Diagramme Ombrothermique de GAUSSEN et BAGNAULS de la région de Laghouat (2005-2018).	**27**
07	Variation de l'Humidité de la région de Laghouat (2005-2018).	**28**
08	photo représentant une vue générale de la dhaya guebliya (originale 2019).	**32**
09	Représentation de la mesure du biovolume des plantes (a gauche : *Aristida pungens* , a droite *Astragalus armatus*) (Cliché : Lalmi, Avril 2019).	**33**
10	Matériel et coloration rouge indiquant la présence de proline dans le végétal (originale 2019)**.**	**35**
11	coloration indiquant l présence de sucre totaux dans le matériel végétal (originale 2019).	**35**
12	La dynamique des températures moyennes (°C) de la période des prélèvements dans la région d'étude.	**37**
13	L'humidité relative de l'air durant la période des prélèvements dans la région d'étude.	**38**
14	La dynamique du vent(m/s) durant la période des prélèvements dans la région d'étude.	**39**
15	Les précipitations (mm/s) durant la période des prélèvements dans la région d'étude.	**40**
16	le pourcentage de la matière sèche chez *Astragalus armatus* et *Aristida pungen*s dans les deux périodes hivernale et printanière**.**	**41**

17 Teneur en eau chez *Astragalus armatus* et *Aristida pungen*s dans les deux périodes hivernale et printanière. **42**

18 Biovolume chez *Astragalus armatus* et *Aristida pungens* dans les deux périodes hivernale et printanière**.** **43**

19 Teneur en proline en (µmol/g MF) chez *Astragalus armatus* et *Aristida pungens* dans les deux saisons (hiver et printemps)**.** **45**

20 Teneur en sucres totaux en (µmol/g MF) chez *Astragalus armatus* et *Aristida pungens* dans les deux saisons (printemps, hiver). **46**

21 Teneur en chlorophylle en (mg/g MF) chez *Astragalus armatus* et *Aristida pungens* dans les deux saisons (printemps ,hiver). **47**

Liste des tableaux

N° du tableau	Titre de tableau	Page
01	Classification botanique d'*Astragalus armatus*	**12**
02	classification de *Aristida pungens*	**16**
03	Vitesse des vents moyennes mensuelles de la région de Laghouat.	**28**
04	Moyennes de nombre de jours de gelée de la région de Laghouat (2005-2018).	**29**
05	Végétation inventoriée dans la région de Laghouat.	**30**
06	Résultats des paramètres biométriques de *Aristida pungens* et *Astragalus armatus* durant les deux saisons**.**	**40**
07	Résultats des paramètres biochimiques de *Aristida pungens* et *Astragalus armatus* durant les deux saisons.	**44**
08	Synthèse de l'effet climat sur les paramètres étudiés	**48**
09	Matrice de corrélation (Pearson (n))	**50**

Liste des acronymes

(%) : pourcentage
°C : degré Celsius
µ : micro
Ar : *Aristida pungens*
As : *Astragalus armatus*
DO : densité optique
Fig : figure
G : gramme
H : humidité
Max : maximal
Min : minimum
MF : matière fraiche
MS : matière sèche
mg : milligramme
mmol : milli mole
ml: millilitre
m/s : mètre par seconde
mm/j : millimètre par jour
m^3 : mètre cube
Pf : poids frais
Ps : poids sec
P : précipitation
Q2 : Quotient pluviothermique
T : température
T.eau : teneur en eau
Proline h : proline hiver
Proline p::proline printemps
Sucre h: sucre soluble d'hiver
Sucre p: sucre soluble de printemps
W : teneur en eau
Hiv. Hiver

Prin. Printemps

P : perenne

A. annuelle

INTRODUCTION

Introduction

Les steppes algériennes, situées entre les isohyètes 100 à 400 mm, couvrent plus de 20 millions d'hectares, elles sont caractérisées par une végétation basse et parsemée, cette dernière est soumise à une exploitation humaine très dévastatrice. Ce stress anthropique emmène vers une diminution de la superficie de ces steppes au fil du temps. L'ensemble de cet écosystème est aggravé par des sécheresses périodiques plus ou moins sévères et prolongées (Nedjimi et Guit, 2012).

Les steppes algériennes sont caractérisées par des conditions édapho-climatiques très contraignantes à la survie spontanée des êtres vivants (Nedjraoui, 2002). 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, 2014). La vocation des steppes est principalement l'élevage extensif d'ovins, complété par une céréaliculture aléatoire (Nedjimi et Guit, 2012).

Les contraintes pédoclimatiques des régions arides et sahariennes, obligent les plantes vivaces d 'acquérir une adaptation physio-anatomiques envers les conditions et facteurs de ces régions, en leurs permettant de résister aux variations du biotope, et cela par le développement des racines longues, des vaisseaux de bois très larges ainsi que des manches de sables autour des racines qui les protègent contre la dessiccation (Ozenda, 1991). Les plantes en générale exigent des conditions environnementales optimales pour une croissance normale, mais elles sont souvent sujettes à des facteurs extrêmes de potentiels hydriques, température et salinité, engendrant différents types de stress (Hopkins, 1999 ; Bouaouina et *al*., 2000).

. Les steppes à psammophytes sont liées à la texture sableuse des horizons de surface et aux apports d'origine éolienne, elles suivent les couloirs d'ensablement et se répartissent également dans les dépressions constituées par les chotts, elles sont plus fréquentes en zones arides et présahariennes, elles forment des steppes à *Stipagrostis pungens* et *Thymelaea microphyllea* ou encore des steppes arbustives de *Retama raetam,* leurs valeurs pastorales varient de 200 à 250 UF/ha (Nedjraoui, 1981).

Houyou *et al*. (2014), ont démontré que les tempêtes de sable provoquent (64,32 t/ha / an) de pertes en terres dans la zone de Mokrane à Laghouat, accentuée par les labours et le vent avec une vitesse de (7,3 m/s). Suite à cette situation d'ensablement dans ce site à vocation céréalière et élevages ovins, Mallem et *al.,* (2017), ont réalisé un inventaire des

espèces végétales qui colonisent les accumulations sablonneuses et ont évalué la valeur pastorale de ces parcours.

Les plantes steppiques qui poussent dans des milieux ensablés, arides et érosifs ont présenté des capacités de survivre et d'améliorer les caractéristiques du sol à long termes selon les travaux de Mallem et *al*., (2018), qui ont montré la capacité de ces plantes à lutter contre la désertification et l'érosion éolienne , c'est a partir de ces résultats que nous avons posé la problématique suivante :

- Comment les plantes steppiques arrivent-elles à s'adapter physiologiquement aux contraintes climatiques des milieux arides?

- Quel est la meilleure saison pour la croissance des plantes steppiques?

- Quelles sont les composantes du climat qui agissent le plus sur les plantes steppiques?.

Pour cette raison nous avons choisi deux plantes steppiques à savoir : *Astragalus armatus* et *Aristida pungens*, vue leurs persistance dans le milieu d'étude.

Nous avons proposé le thème suivant : Impact des variations climatiques sur le comportement physiologique de deux plantes steppiques : *Astragalus armatus* et *Aristida pungens*

Nous avons réorganisé notre mémoire en deux parties, une partie sur les Revues bibliographique qui comporte : Généralités sur les deux espèces étudiées et des notions sur le Climat et le stress environnemental. La deuxième partie est consacrées pour l'étude expérimentale qui comporte : une Présentation de la zone d'étude, le Matériel et les méthodes adoptés et troisième chapitre sur les Résultats et discussion. Nous terminerons à la fin par une conclusion générale et des perspectives.

Partie 1:
Revues bibliographiques

Chapitre I : Revues bibliographiques

1. Généralités sur les deux espèces étudies

1.1 L'espèce *Astragalus armatus* Willd.

L'*Astragalus armatus* est une plante vivace de la famille des Fabaceae, sa classification est représentée dans le Tableau 1.

Tableau1: classification botanique d'*Astragalus armatus*

Règne des végétaux	Plantae
Embranchement	Spermaphytes
Sous embranchement	Angiospermes
Classe	Dicotylédones
Ordre	Poales
Famille	Fabaceae
Genre	Astragalus
Genre / espèce	*Astragalus armatus(* Willd*)*

(Quezel et Santa, 1962).

Selon Chaieb (1997), *Astragalus armatus* est considérée comme espèce marquant la dégradation, elle peut contribuer, 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 entrainent une amélioration du bilan hydrique du sol et favorisent la germination d'espèce jusqu'à alors raréfiées.

1.1.1 L'origine

Selon James (1981), Le mot astragale est d'origine grecque ; 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 une surface solide.

1.1.2 Répartition géographique

Selon Yuan et *al*. (2012) et Fogg (2004), Le genre *Astragalus*, est le plus abondant de la famille des Fabacées avec environ 2500 espèces et avec plus de 250 sections taxonomiques dans le monde. Ce genre est largement distribué partout dans les régions tempérées et arides

du monde et principalement localisé en Asie (1500 espèces), l'Amérique du Nord (500 espèces) et l'Amérique du Sud (150 espèces) et l'Europe (120 espèces) (Sahil et *al*., 2013). Dans les pays du bassin Méditerranéen 500 espèces ont été décrites dont une cinquantaine en Afrique du Nord (Crotti et *al*., 2014). Cependant, le centre d'origine et la biodiversité du genre *Astragalus* est l'Eurasie, particulièrement les parties montagneuses de l'Asie du Sud-Ouest et du Sud-Centrale (Choi, 2007) et (Van Gompel et Schuster,1987). Les espèces d'*Astragalus* grandissant en Afrique du Nord sont des plantes sahariennes méditerranéennes ou arabes. Ils sont représentés par plus de 50 espèce délimitée dans plusieurs sections et dont 15 sont trouvées au Sahara de l'Algérie. Dans la flore de l'Afrique du Nord, 10 espèces d'*Astragalus* sont endémique en Algérie, le Maroc et la Tunisie (Anastas et Warner, 1998) et (Bahn, 2011).

D'après Braun et *al*. (1990) et Yaun et *al*. (2012), En Algérie, le genre *Astragalus* est distribué dans la zone présaharienne et associée à la désertification dans les zones arides en raison du surpâturage (figure 1).

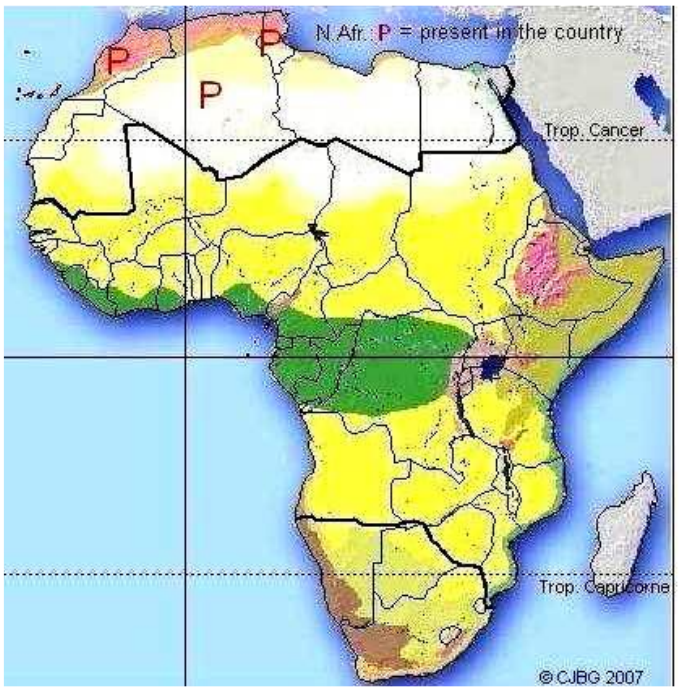


Figure1: Répartition géographique de l'espèce *Astragalus armatus* dans l'Afrique du Nord (Greuter,1989).

1.1.3 Description botanique

D'après Quezel et Santa (1963)**,** *Astragalus armatus* est une plante à gousses demeurant enfermées dans le calice fortement accrescent, vésiculeux papiracé, glabre réticulé.

Arbuste de 20-50 cm à tiges plus au moins diffuses à rachis de feuilles s'indurant et se transformant en épines très fortes ,à 3-8 paires de folioles très vite caduques. Fleurs d'un blanc rosé. Son nom vernaculaire est le suivant « Gdad », « El Guendoul » et « Chouk edderban ».

C'est une chamétphyte, légumineuse, son rameux, pouvant atteindre 1 mètre de hauteur, cette espèce est très épineuse. La floraison à lieu à la fin de l'hiver et se poursuit jusqu'à la fin du printemps. On souligne chez cette espèce l'importance de la reproduction: un individu adulte peut former jusqu'à 1500 fleurs (Sahara Nature, 2019).



Figure2: photo d'*Astragalus armatus* (originale 2019).

.

1.1.4 Intérêt économique du genre *Astragalus*

Du point de vue économique et industriel, certain espèce (*Astragalus gummifer Labill.,A.microcephalus Willd, A. strobiliferus Royale ex Benth*.) sont utilisées comme source de gomme adragante, substance largement utilisée dans l'industrie pharmaceutique et dans la production de divers produits alimentaires comme les crèmes glacées, les lotions, les spiritueux et les gommes à mâcher (Gentry,1957; Zaree-Mobarakeh, 2000).

1.1.5 Utilisation en médecine traditionnelle

Selon Belkhdar (1997) , Les espèces du genre *Astragalus* sont utilisées dans la médecine traditionnelle dans le monde entier comme des herbes médicinales contre l'ulcère de

l'estomac, la toux, la bronchite chronique, l'hypertension, les troubles gynécologiques, le diabète et les piqures venimeuses de scorpion.

D'après Kherraze (2010), En Algérie, l'espèce *Astragalus gyzensis* Bunge est utilisée pour soulager les morsures des serpents

Astragalus membraneuses 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 (Iserin, 2001).

A Ghardaïa, l'écorce et les graines d'*Astragalus armatus* sont fréquemment utilisés pour le traitement de différents types de blessures et des problèmes d'estomac, la douleur la fièvre et la constipation (Voisin, 1987).

Les parties aériennes fraîches broyées d'*Astragalus armatus* sont utilisées pour traiter les morsures de serpents et de scorpions dans le sud du Maroc (application locale) (El Rhaffari et Zaid, 2002).

1.2 L'espèce *Aristida pungens* Desf

Aristida pungens est une plante vivace de la famille des poaceae, sa classification est représentée dans le tableau 2.

Tableau 2 : Classification de *Aristida pungens*

Embranchement	Spermaphytes
Sous –Embranchement	Angiospermes
Classe	Monocotylédones
Famille	

	Poaceae
Genre	*Aristida*
Espèce	*Aristida pungen* Desf.

(Quezel et Santa,1962).

1.2.3 Répartition géographique

Selon Poilicot (1999), *Aristida pungens* est une espèce caractéristique des sables dunaires désertique, elle est répandue en Afrique du Nord, Mauritanie, Egypte, Soudan, Arabie Saoudite et jusqu'au Touran et à l'Altaï.

D'après Ozenda (1958), le cordon dunaire qui borde au Nord l'atlas Saharien (Algérien) renferme des especes renferme ; *Aristida pungens, Retama raetam, Astragalus armatus …etc* .

Le même auteur ajoute que, l'empire floral paléotropical ou palaeotropis, une grande zone botanique comprenant les régions chaudes de l'Afrique et de l'Asie, s'étend sur une vaste région désertique, commençant à la côte Atlantique de Sahara occidental traversant toute l'Afrique puis le proche et le moyen orient et s'étendant jusqu'à l'Inde du Nord-Ouest dans la région de la vallée inférieur de l'Indus appelé le Sind. C'est la région nommée « région Saharo-Sindienne », terme qui a été conservé par tous les auteurs depuis.

Une partie des espèces du genre *Aristida*, caractérisée par des arêtes à branches plumeuses (au moins en partie), ont en général une aire qui comprend le Sahara septentrional et central, et se poursuit à travers le Sahara oriental et l'Arabie Saoudite : elles appartiennent à l'élément saharo-sindien. Et c'est sur ce territoire saharo-sindien comprenant un empire floral paléotropical que pousse l'espèce: *Aristida pungens* (Ozenda 1958).

1.2.4 Caractéristiques *d'Aristida pungens*

Aristida pungens , est la plante la plus fréquente des massifs dunaires et souvent la seule sur de grandes étendues dans les ergs. Compte tenu de sa grande fréquence et de sa disponibilité permanente, c'est l'une des plantes les plus intéressantes. Elle constitue un aliment extrêmement précieux du fait de sa longue résistance à la sécheresse et son appétibilité pendant la longue période de l'année. Elle peut résister à 4-5 ans de sécheresse. Elle constitue ainsi, le

pâturage de base pour le dromadaire qui consomme presque toute la plante, à part 20-30 cm de chaumes (la hauteur des touffes varie entre 1 m et 1.70 m) (Ozenda,1958).

1.2.4.1. Caractères biologiques

Selon Poilicot (1999), le synonyme de *Aristida pungens* Desf. est *stipagrostis pungens* (Desf), Quezel et *al*. (1969), notent que le nom arabe attribué à *Aristida pungens* Desf. est le « drinn » ; « Rachig » ou le « Sbott ».

1.2.5 Description

Aristida pungens, est une graminée à rhizome traçant, à longues feuilles enroulées sur elles-mêmes et pointues à l'extrémité, bien reconnaissable en outre aux arêtes de ses glumelles qui comportent trois branches plumeuses (Ozenda, 1958).



Figure 3: photo *Aristida pungens* (originale 2019)

Poilicot (1999), décrit la plante comme étant une Herbe pérenne, à longs rhizomes obliques, haute de 100 cm ou plus.

-Chaumes dressés, robustes, ramifiés, lisses, glabres.

-Gaines glabres, lisses.

-Ligule auriculée, réduite à une frange de poils.

-Feuilles rigides, dressées ou plus ou moins étalées, longue de 10-30 cm (parfois beaucoup moins)

-Epillets solitaires, lancéolés, de 13-15mm de long sans les arêtes, jaune.

Quezel et Santa (1962), ont noté que *Aristida pungens* est caractérisée par les points suivants :

-Inflorescence en panicule lâche (très compact).

-Epillets ne comportant, strictement, qu'une fleur fertile et dont la rachéole ne se continue pas après insertion de la fleur.

-Epillets non insérés dans des excavations du rachis.

-Une ou deux glumes

-Fleur à lemme aristée

-Lemme convolutée autour de la paléole, très caractéristique : portant un calus plus ou moins barbu à la base et surmonté par une arête à trois branches une médiane et deux latérales.

1.2.6 . Phénologie

L'espèce *Aristida pungens* , peut résister à 4-5 ans de sécheresse. La vie végétale de 'Drinn' dure toute l'année et la plante est toujours verte. Elle est caractérisée par deux périodes de vie : une vie ralentie (Août à Mars) et une vie active (Avril à Juillet), La germination du 'Drinn' se fait à 25°C, considérée comme température optimale (Bouhadjera, 2005).

1.2.7 Intérêt économique de l'espèce *Aristida pungens*

Aristida pungens est utilisée comme brise-vent à immobiliser les dunes de sable, ses semences sont comestibles (Bouhadjera, 2005).

Le même auteur ajoute qu'une étude quantitative et qualitative des parcours à base d'*Aristida pungens* L. à Ouargla, portant sur la détermination de la valeur nutritive de ces parcours a été réalisée. En effet, *Aristida pungens* L. est la plante la plus fréquente des massifs dunaires et souvent la seule sur de grandes étendues dans les ergs. Compte tenu de sa grande fréquence et de sa disponibilité permanente, c'est l'une des plantes les plus intéressantes. Elle constitue un aliment extrêmement précieux du fait de sa longue résistance à la sécheresse et son appétibilité pendant la longue période de l'année. Elle constitue ainsi, le pâturage de base pour le dromadaire qui consomme presque toute la plante, à part 20-30 cm de chaumes (la hauteur des touffes varie entre 1 m et 1.70 m).

En Algérie, dans les zones sahariennes, les éleveurs distribuent le 'Drinn' comme aliment grossier à toutes les catégories d'animaux d'élevage (ovins, caprins et même

bovins).D'ailleurs, le 'Drinn' est commercialisé clandestinement à des prix équivalents à ceux du foin. Cette étude a donné des valeurs plus élevées et entièrement significatives que celles trouvées dans des travaux antérieurs :(Bouhadjera, 2005).

1.2.8 Usage thérapeutique

La partie aérienne d'*Aristida pungens* est utilisée par macération et tisane contre la constipation, les maux d'estomac et les indigestions. Sa décoction est bue contre les douleurs rhumatismales. Les nomades utilisent les tiges d'*Aristida pungens* pour la cicatrisation des plaies et dans le tissage des cordes, alors que les pêcheurs des régions du Sahara occidental en fabriquent les filets de pêche (Bouhadjera, 2005.).

Les graines d'*Aristida pungens* sont mûres au mois de Mai, elles sont utilisées pour faire une farine (appelée **Lûl** au Sahara Algérien) à galettes. Au Maroc les tiges broyées d'*Aristida pungens* sont utilisées pour la cicatrisation des blessures, cataplasme, arthrite rhumatoïde et mélangées avec l'huile, les tiges broyées sont utilisées pour les douleurs musculaires et également pour l'arthrite rhumatoïde (Bouhadjra, 2005).

Chapitre 2. Climat et stress environnemental

Selon Faurie et *al.*,(2003), le climat joue un rôle fondamental dans la distribution et la vie des êtres vivant , il dépend de nombreux facteurs : températures, précipitation, humidité vent , lumière,……etc.

Les végétaux du désert sont obligés de recourir a un ensemble d'adaptations pour lutter contre l'évaporation qui tend à accroitre la sècheresse atmosphérique, les températures élevées, les vents souvent violents (Albin, 1999).

2.1 La température

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

La température intervient dans le déroulement de tous les processus biologiques, contrôle la répartition géographique des espèces (Lemee, 1978).

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

2.1.1 Les basses températures

Selon hurry et *al*. (2002), les basse températures inhibent plus fortement les réaction sombres de la photosynthèse et le transport des électrons.

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

2.1.2 Les hautes températures

Selon Havaux (1993) et Hopkins (2003), les processus qui se déroulent au niveau des membranes thylacoidiennes des chloroplastes sont endommagés par les températures élevées affectant ainsi la photosynthèse. A partir de 40°C les processus liés à la photosynthèse sont dégradés (Tripathy,1998).

2.2 Le vent

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

Selon Soltner (1999), le vent provoque la déformation des arbres s'il est dominant. La direction du vent varie beaucoup au cours de la journée ce qui complique l'analyse de la protection des cultures (Baldy, 1986).

2.3 Les précipitations

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

La sécheresse est l'une des principaux facteurs limitant les rendements à travers le monde, le manque d'eau, souvent associé à d'autres stress abiotiques (gel, hautes

températures, salinité..), et la variabilité des facteurs climatiques sont responsables de pertes de rendement très importantes (Monneveux et This, 1995).

Sous le climat méditerranéen, la sécheresse est récurrente et peut être mensuelle, saisonnière ou annuelle, omni présente en raison des températures élevées et d'une pluviométrie modeste et surtout très variable (Henia, 1993). Elle est caractérisée par une absence aussi générale des précipitations et par une hausse des températures ; cette sécheresse est dite saisonnière ou structurelle. De brefs déficits de pluies peuvent frapper également les mois de la saison froide; il s'agit de sécheresses accidentelles (Rognon,1996 ; Vigneau, 1996).

2.4 L'humidité relative de l'air

D'après Dreux et Faurie (1980), l'humidité dépend de plusieurs facteurs tels que la quantité d'eau tombée, le nombre de jours de pluie, la forme de ces précipitations, la température, les vents et la morphologie de la station considérée. Les plantes préfèrent une humidité relative de 70 à 80 %, Certaines plantes tolèrent mieux l'air sec que d'autres.

L'humidité atmosphérique et la disponibilité en eau du milieu joue un rôle essentiel dans l'écologie des organismes, en conjonction avec la température. Le facteur lumière intervient notamment, en écologie, par sa période (Barbault, 2000).

Partie 2 :
Etude expérimentale

Chapitre I: Présentation de la zone d’étude

1.1 Localisation du site d’étude dans la région de Laghouat

L’échantillonnage a été réalisé au niveau d’un site nommé Dhaya Gueblya (figure 4), qui est situé à environ 9 Km au Sud-Est de la ville de Laghouat à une altitude de 737m, sa latitude est de 33°46'22.31"N et sa longitude est de 2°57'15.60"E.

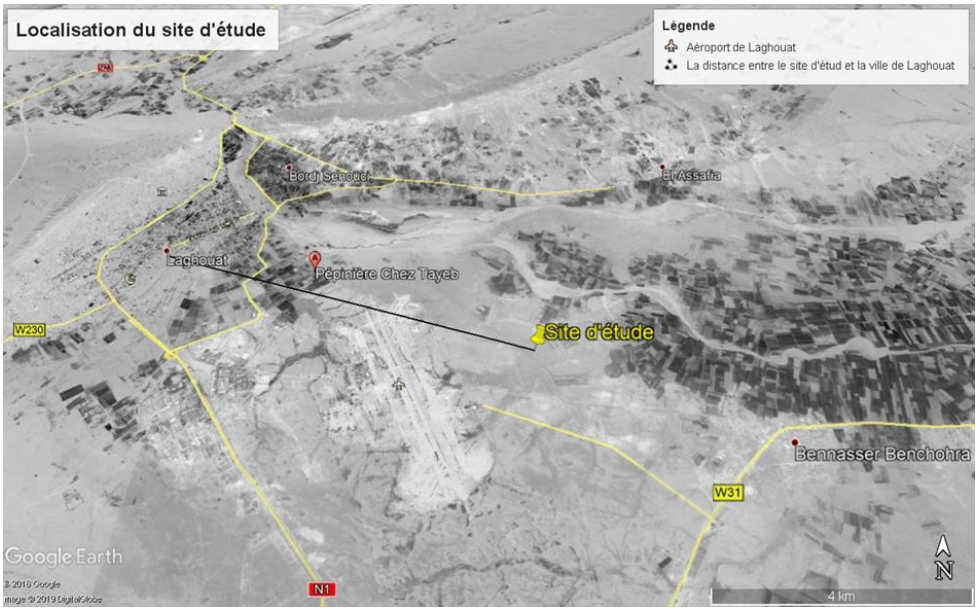


Figure 4: Vue satellitaire modifiée du site d’étude de Google Earth pro (10/05/2019)

1.2 Géologie de la région de Laghouat

Le territoire de la wilaya de Laghouat s'étend sur deux domaines géologiques nettement différents, notamment sur le plan de la structure et de l'évolution géologique, ce sont l'Atlas Saharien au nord et la plateforme Saharienne au Sud, la wilaya a un soubassement de roches sédimentaires datant du secondaire et du tertiaire et quaternaire (IAP,1977).

L'ère secondaire: est représentée par le jurassique qui affleure au niveau des djebels et des kefs de la partie Nord de la wilaya, il est visible sous forme de chainons d'orientation Sud-Ouest - Nord- Est (IAP,1977).

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

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

Concernant notre zone d'étude: il existe des terrains du tertiaire le long des oueds surtout (B.N.E.D.E.R., 2014).

1.3 Géomorphologie de la région de Laghouat

Les zones arides manifestent une ressemblance géomorphologique qui peut être considérée comme une expression synthétique de l'interaction entre les facteurs climatiques et géologique (Aidoud, 1984) c'est le cas des steppes Sud Algéroises qui comptent notre zone d'étude (Figure 8). Les formes géomorphologiques rencontrées sont les suivantes :

1.3.1. Les surfaces planes

Les glacis: Surface d'érosion en pente douce, développées dans les régions semi-aride au pied des reliefs.

Les Terrasses: Ce sont des formes alluviales, localisées dans les bas fonds et constituent des terrains agricoles, elles peuvent être aménagées vu la profondeur du sol et les eaux qu'elles reçoivent par ruissellement (Pouget, 1980).

1.3.2. Les dayas

Ce sont des dépressions fermées aux bords faiblement inclinés, de formes grossièrement circulaires, parfois elliptiques mais toujours globuleuses et arrondies de diamètre très variables (Pouget, 1980), localisent généralement dans le sud de Laghouat.

1.3.3. Les versants

Ce sont des surfaces topographiques inclinée, située entre des points hauts (pics, crêtes, rebord de plateau, sommet d'un relief) et des points bas (pied de versant, talweg).

1.4. Nature du sol dans la région de Laghouat et le site d'étude

Selon **BNEDER (2014**), d'un point de vue classes de sols la région de Laghouat se présente sous l'aspect d'une mosaïque dont les principaux sont :

-Sols peu évolués d'apport alluvial typique ;
-Sols peu évolués d'apport alluvion-colluvial typique ;
-Sols de Dayas ;
-Sols Calcimagnésiques.

D'un point de vu textural, le sol de notre site d'étude (Dhaya Gueblya) est un sol sableux qui contient 2% d'argiles et limons et 98% de sables (Khatoui et Kouidri, 2018).

1.5 Synthèse climatique de la région de Laghouat

1.5.1 Climagramme d'EMBERGER

Le quotient pluviométrique Q_2 est calculé pour une moyenne allant de 2005 jusqu'à 2018, En appliquant la formule suivante élaborée par STEWART pour l'Algérie et le Maroc, soit: (STEWART, 1969).

$$Q2 = 3.43\ (P/M\text{-}m)$$

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 :

$$Q_2 = 3{,}43 \times \frac{166{,}32}{(33{,}5 - 5{,}10)} = 20{,}08$$

D'après la Figure (5), la station de Laghouat est classée dans l'étage bioclimatique aride à hiver tempéré.

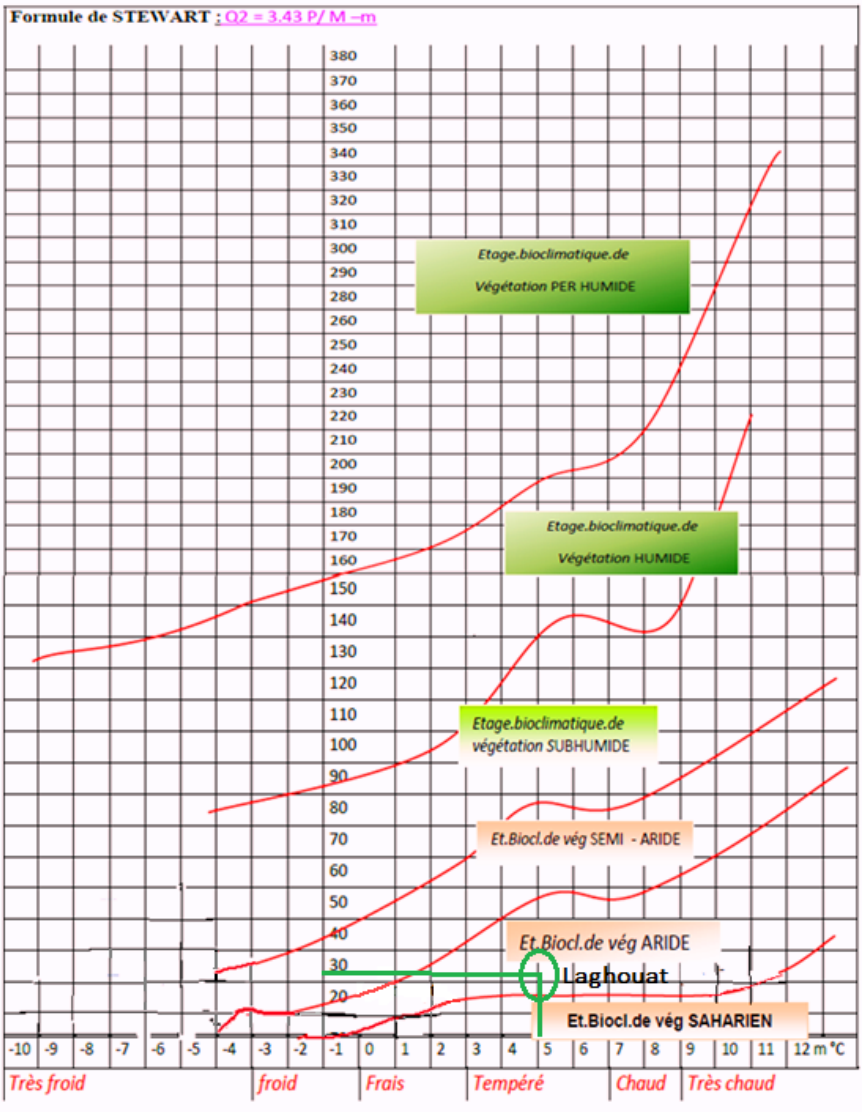


Figure 5: Climagramme pluviothermique d'Emberger pour la station de Laghouat (2005-2018).

1.5.2 Le diagramme Ombrothermique

L'analyse des températures et des précipitations permet de mettre en évidence la durée des périodes pluvieuses et des périodes sèches par la courbe ombrothermique de Gaussen. Pour Gaussen, un mois est sec si le rapport entre les précipitations mensuelles P exprimées en millimètre et la température moyenne T°C exprimée en Celsius est inférieur ou égal à 2.

Nous avons tracé un diagramme Ombrothermique des périodes allant de 2005-2018 pour la station de Laghouat.

Le diagramme Ombrothermique de la région d'étude (Figure.04), fait apparaître une seule période sèche qui s'étale sur les 12 mois de l'année.

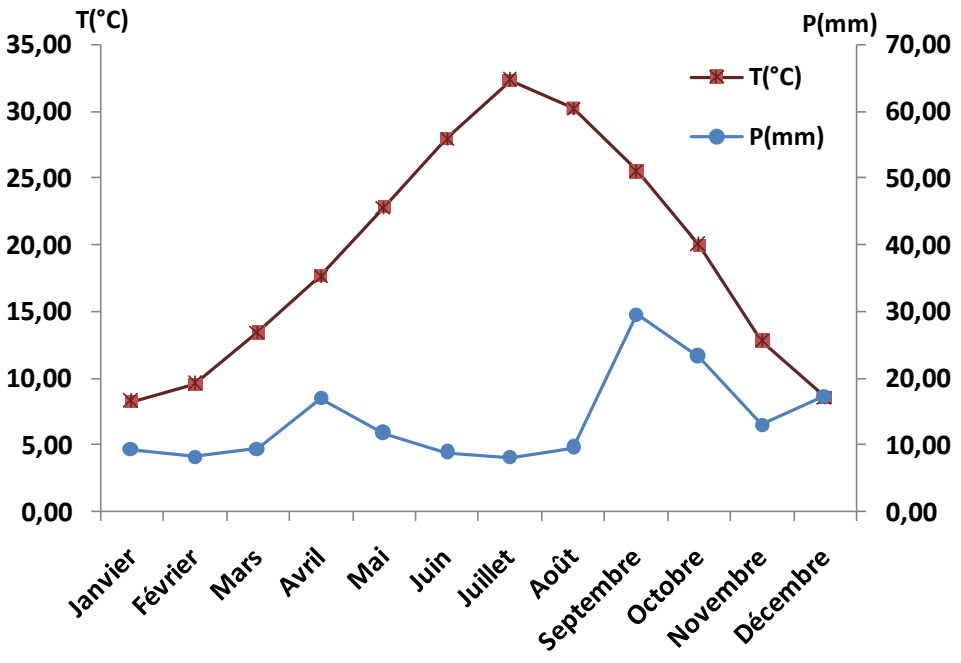


Figure 6: Diagramme Ombrothermique de GAUSSEN et BAGNAULS de la région de Laghouat (2005-2018).

1.5.3 Humidité relative de l'air

La figure (7) montre la variation de l'humidité de la région de Laghouat entre 2005 et 2018. Elle oscille entre 27,58% et 67,40% durant cette dernière décennie avec une variation entre ces deux valeurs.

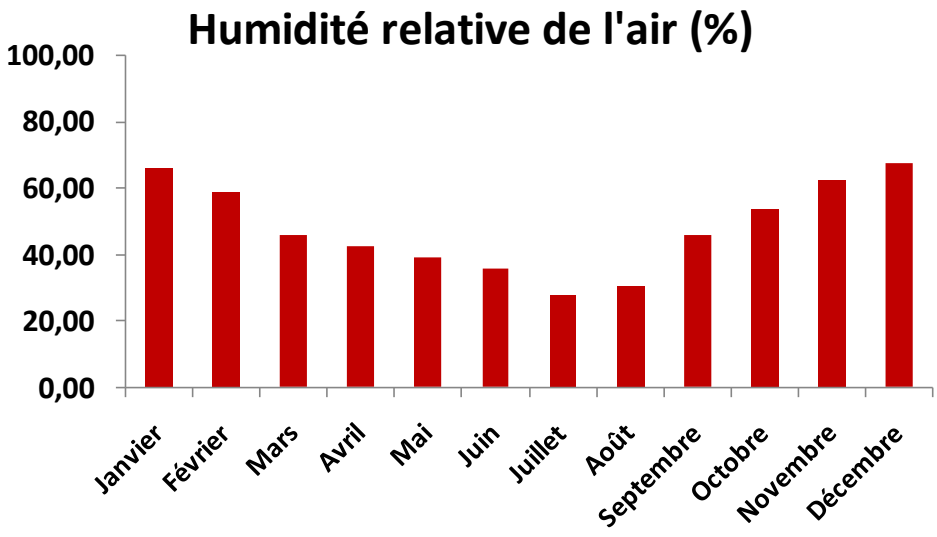


Figure 7: Variation de l'Humidité de la région de Laghouat (2005-2018).

1.5.4 Le vent

Le Tableau (3), indique la variation dans la vitesse du vent durant la période 2005-2018 Nous remarquons une variation dans la vitesse du vent qui enregistre une vitesse minimale de 2,81 m/s durant le mois d'octobre et une vitesse maximale de plus de 4,68 m/s pendant le mois d'avril, il est plus violant entre le mois de Février jusqu'au Juillet.

Tableau 3: Vitesse des vents moyennes mensuelles de la région de Laghouat.

Période	2005-2018												
Mois	Jan.	Fev.	Mar.	Av.	Mai.	Jui.	Juil.	Aou.	Sep.	Oct.	Nov.	Déc.	Moy
V.v (m/s)	3,34	4,34	4,60	4,68	4,29	4,23	3,77	3,42	3,51	2,81	3,28	3,13	3,78

(Source : ONM et nos calculs; Laghouat, 2018).

1.5.5 Les Gelées

A Laghouat, la gelée n'apparait que pendant la saison hivernale et le début du printemps avec un nombre de jour plus élevé durant le mois de janvier.

Tableau 4: Moyennes de nombre de jours de gelée de la région de Laghouat (2005-2018).

Mois	J	F	M	A	M	J	Jt	A	S	O	N	D	Ann
Nbre de jrs de gelée	7,6	3,6	0,3	0	0	1,2	0,7	0,7	0,2	0,1	0,1	5,4	19,9

(Source : ONM et nos calculs ; Laghouat, 2018).

1.5.6 L'indice d'aridité de Martonne

D'après Ozenda 1982, l'indice d'aridité de De Martonne est présenté par la formule suivante :

$$\boldsymbol{I = \frac{P}{(T + 10)}}$$

P : total des précipitations annuelles en (mm). ($P_{Laghouat} = 166{,}32$).

Le calcul de l'indice d'aridité de De Martonne pour la région de Laghouat a permis d'avoir une valeur de 05,71 ce qui classe cette région comme région à climat très sec.

1.6 Végétation de la région de Laghouat

La végétation dans la région de Laghouat est composée principalement par de la Végétation pssammophile, l'étude de Mallem (2018) dans une zone ensablée de la ville de Laghouat a permis d'identifier 25 espèces appartenant aux 29 genres et 14 familles, Les familles les mieux représentés ont été : Asteraceae, Fabaceae et Poaceae avec 20%, 16% et 16% respectivement , sur l'ensemble des espèces 17 annuelles et 9 vivaces sont répertoriées dans le tableau 5).)

N¨°	Espèces	Famille	Cycle	T. Biologique
1	*Aristida pungens Desf.*	Poaceae	P	Hemicryptophyte
2	*Astragalus armatus Willd.*	Fabaceae	P	Chaméphyte
3	*Atractylis serratuloides Sieber ex Cass*	Asteraceae	p	Chaméphyte
4	*Bromus rubens L.*	Poaceae	A	Thérophyte
5	*Cleome arabica L.*	Capparidaceae	A	Thérophyte
6	*Echinops spinosa L.*	Asteraceae	P	Chaméphyte
7	*Erodium glaucophyllum L.*	Geraniaceae	P	Hemicryptophyte
8	*Eruca vesicaria (L)Thell.*	Brassicaceae	A	Therophyte
9	*Euphorbia guyoniana Boiss & Rent.*	Euphorbiaceae	P	Hemicryptophyte
10	*Evax desertorum Pomel.*	Asteraceae	A	Therophyte
11	*Helianthemum getulum Pomel.*	Cistaceae	P	Chaméphyte
12	*Ifloga spicata Vahl.*	Asteraceae	A	Therophyte
13	*Launaea resedifolia*	Asteraceae	P	Hemicryptophyte
14	*Malcomia aegyptiaca Spr.*	Brassicaceae	A	Thérophyte
15	*medicago laciniata L.*	Boraginaceae	A	Thérophyte
16	*Megastoma pusillum Coss. & Durieu*	Boraginaceae	A	Thérophyte
17	*ononis pusilla L.*	Fabaceae	P	Hemicryptophyte
18	*Peganum harmala L.*	Zygophyllaceae	p	Hemicryptophyte
19	*Plantago albicans L.*	Plantaginaceae	P	Hemicryptophyte
20	*Retama raetam Forssk.*	Fabaceae	P	Nanophanérophyte
21	*Salsola vermiculata L.*	Chenopodiaceae	P	Chaméphyte
22	*Schismus barbatus L.Thel.*	Poaceae	A	Thérophyte
23	*Silene arenarioides Desf.*	Caryophyllaceae	A	Thérophyte
24	*stipa tinassicima L.*	Poaceae	P	Hemicryptophyte

25	*Thymelaea microphylla Coss et Dur.*	Thymelaeaceae	P	Chaméphyte

Tableau 5: Végétation inventoriée dans la région de Laghouat (Mallem,2018)

Chapitre 2 : Matériel et méthodes

2.1 Méthodologie d'échantillonnage collecte des données

Dans la zone de Dhaya Gueblya (Figure 8), un parcours de 15 Ha a été délimité pour mener le travail du terrain qui a été réalisé durant deux périodes : hiver (23 Février 2019) et printemps (22 Avril 2019).



Figure 8: photo représentant une vue générale de la Dhaya Guebliya (originale 2019)

Pour la réalisation de cette étude deux espèces ont été retenue (*Astragalus armatus* et *Aristida pungens*), ce choix est basé sur leur vivacité et leur dominance dans les parcours de la région de Laghouat (Mallem et al., 2017)

Mallem (2018), a démontré la capacité de ses plantes à résister et à dominer dans des régions érosives et perturbées, et de ce fait elles sont considérées comme plantes fixatrices de sable et par conséquent elles contribuent à la lutte contre la dégradation des terres.

Le choix de ces deux espèces vient pour déterminer comment ces plantes arrivent elles à s'adapter, et quelle est la meilleure période pour leurs croissance et leurs développent.

2.1.1 Mesure du biovolume du végétal

Afin de déterminer le biovolume du végétal, à l'aide d'un ruban mètre, nous avons mesuré les diamètres et la hauteur de l'apex, de huit (8) plantes de chacune des deux espèces (*Astragalus armatus* et *Aristida pungens*) (figure 9).



Figure 9: Représentation de la mesure du biovolume des plantes (a gauche : *Aristida pungens* , a droite *Astragalus armatus*) (Cliché : LALMI, Avril 2019).

Les huit plants ont été pris au hasard dans le parcours initialement délimité. Le biovolume du végétale (BV) est considéré comme étant un cylindre, il est exprimé par l'équation suivante:

$$BV\ (m^3) = (Diamètre/2)^2\ (m^2) \times (Hauteur\ de\ l'apex)\ (m)$$

2.1.2 Collecte du matériel végétal

Pour chacune des deux espèces (*Astragalus armatus* et *Aristida pungens*), des feuilles fraiches ont été prélevées à l'aide d'un sécateur. Les feuilles prélevées ont été soigneusement conservées dans des sacs en plastique étiquetés et ramenées aux laboratoires.

2.2 Analyses au laboratoire

Au laboratoire les paramètres suivants ont été mesurés sur les feuilles fraiches.

2.2.1 Détermination de la teneur en eau et du taux de la matière sèche

La méthode utilisée est celle de (Laurent 1994), elle consiste à mesurer pour chaque plante dont le biovolume a été mesurer, le poids frais (PF) d'un échantillon de feuilles prélevées, et ensuite déterminer leur poids sec (PS) après étuvage à 105°C durant 24h. la teneur relative en eau (W%) est calculée par la formule suivante :

$$W\ (\%) = ((PF - PS)/PF) * 100$$

Avec :

PF= Poids frais de la plante (g)

PS= Poids sec de la plante (g)

Le taux de matière sèche (MS%) est donc facile a calculer :

$$MS\ \% = 100 - W\%.$$

2.2.2 Paramètres biochimiques

2.2.2.1 Détermination de la teneur en proline

L’extraction et le dosage de la proline sont réalisé selon la méthode de (Troll et Lindsley ; 1955) améliorée par (Lahrer et Magne cité par Leport ; 1992).

On prend 100 mg de matériel végétal et on ajoute 2ml de méthanol à 40% puis on chauffe, au bain marie à 85°C, pendant 1heure. Puis, à 1 ml d'extrait est ajouté 1ml d'un soluté composé [d’eau distillée, d'acide acétique et d’acide Ortho phosphorique], 2ml d’acide acétique et 25mg ninhydrine, puis on chauffe de nouveau au bain marie à une température 100°C, pendant 30mn. On laisse refroidir puis on ajoute 5 ml de toluène et on mélange à l’aide d’un vortex, on laisse reposer. On ajoute à la phase supérieure une petite cuillère de (Na2So4). La densité optique est lue à 528 nm. Les concentrations sont par la suite déduite sur une courbe d’étalonnage en proline.



Figure 10: Matériel et coloration rouge indiquant la présence de proline dans le végétal (originale 2019)

2.2.2.2 Détermination de la teneur en sucres solubles

La méthode au phénol de Dubois et al. (1956) est utilisée pour l’extraction et le dosage des sucres après un traitement au méthanol à 80% et une solubilisation à l’eau distillée. Le dosage s’est fait par addition respective de solutions de phénol 5% et d’acide sulfurique à 96%. Les lectures de l’absorbance sont effectuées à une longueur d’onde de 640 nm. Les concentrations sont par la suite déduite sur une courbe d’étalonnage en glucose.

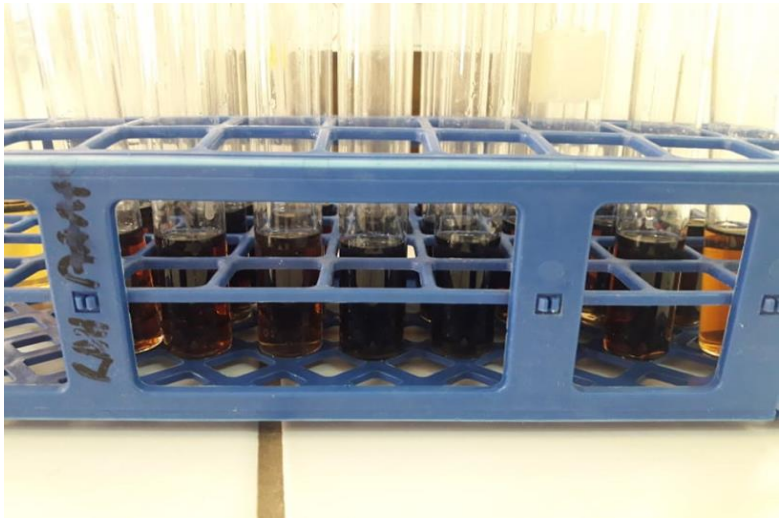


Figure 11: coloration indiquant l présence de sucre totaux dans le matériel végétal (originale 2019).

2.2.2.3 Détermination de la teneur en chlorophylle totale

L'extraction de la chlorophylle s'est faite selon la méthode de Mckinney, (1941).

A 100mg de matière fraiche on ajoute 5ml d'acétone 80% et conservé en obscurité pendant 48h. Les densités optiques sont ensuite mesurées à 663 nm et à 645 nm. La teneur en chlorophylle totale est déduite selon la relation qui suit (Kayyat et al, 2014):

$$\textbf{Chlorophylle totale} = 20.2 \times DO_{645} + 8.02 \times DO_{663}$$

2.3 Collecte des données météorologiques durant les périodes de notre travail

Pour les deux périodes durant lesquelles nous avons travaillé les données climatiques ont été ramenées de la station de l'Université de Laghouat (Laboratoire de mécanique) installée au niveau du périmètre agricole de Mokrane.

Les données collectées concernent une période globale qui va du 22 Décembre 2018 au 01 Mai 2019.

2.4 Traitement statistique des données

Afin de comparer les moyennes et voir l'effet du climat des deux périodes sur les végétaux étudiés, nous avons réalisé un test ANOVA à 1 facteur contrôlé au seuil de 5%, le test Tukey et Fisher sont réalisés pour détecter les groupements statistiques, le logiciel utilisé et le Minitab 17 .1.0, un test de corrélation de Pearson à été fait pour étudie la relation entre les variables étudiés. Vu que le nombre des répétitions est inférieur à 30, nous avons testé la normalité avant de faire le test ANOVA. La normalité de toutes les variables mesurées a été testée avec le test non paramétrique de Shapiro-Wilk.

Chapitre III : Résultats et discussion

3.1 Etude du climat aux périodes de prélèvement de la végétation

3.1.1 La température

Durant la période d'expérimentation, les températures moyennes journalières ont fluctuées entre 0.51° C et 20.74 °C (fig.12). avant la 1 ère période de notre prélèvement de la végétation en mois de février (23/02/2019) , la température n'a pas dépassée 9.4° C, cette période a été caractérisée par une période froide (période hivernale déc à fev).

Par ailleurs à la 2eme période de prélèvement de la végétation en mois d'avril (22/04/2019) , la température moyenne a atteint 20.74 °C , cette période printanière (fev à avril) a été caractérisée par une période a température moyenne (printanière).

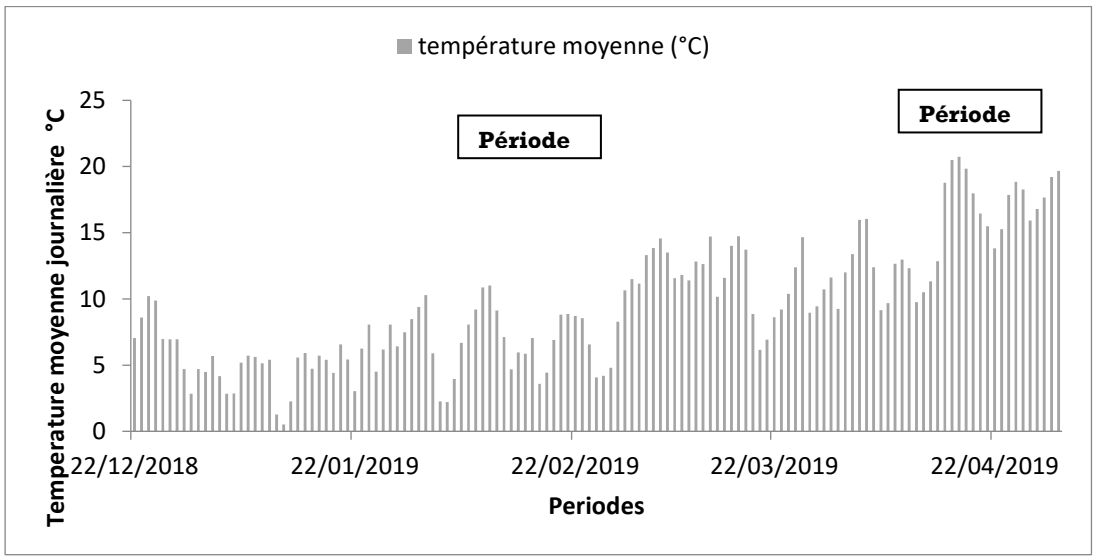
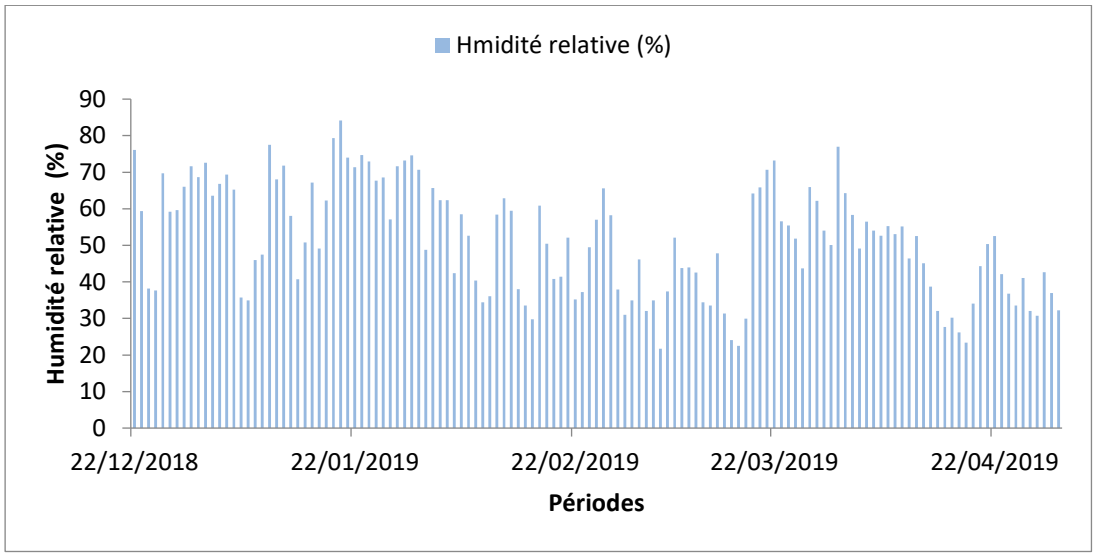


Figure 12: La dynamique des températures moyennes journalière (°C) dans les 2 périodes des prélèvements dans la région d'étude.

3.1.2 L'humidité relative à l'air

Durant la période d'expérimentation, les moyennes de l'humidité journalière ont fluctuées entre 21.86 % et 84.13 % (fig.13) . avant la 1 ère période de notre prélèvement de la végétation en mois de février, l' humidité a atteint 84.13%, cette période a été caractérisée par une période humide (période hivernale : déc à fev). Par ailleurs la 2eme période de prélèvement de la végétation en mois d' avril, l humidité a enregistré une valeur minimale de 21.86% et un maximum de 76.95%, cette période a été caractérisée par une période humide aussi.



Figue 13: L'humidité relative de l'air durant la période des prélèvements dans la région d'étude.

3.1.3 Le vent

Durant la période d'expérimentation, les valeur de la vitesse du vent journalières ont fluctuées entre 12.67 m/s et 1.43m/s (fig.14) . avant la 1 ère période de notre prélèvement de la végétation en mois de février la vitesse moyenne du vent a atteint 12.67m/s, cette période a été caractérisée par une période où les vents de sable ont été fréquent (période hivernale (déc à fev). Par ailleurs la 2eme période de prélèvement de la végétation en mois de avril la vitesse du vent enregistré a été de 1.43 m/s, cette période a été caractérisée par des vitesses inferieure à celle de la première période.

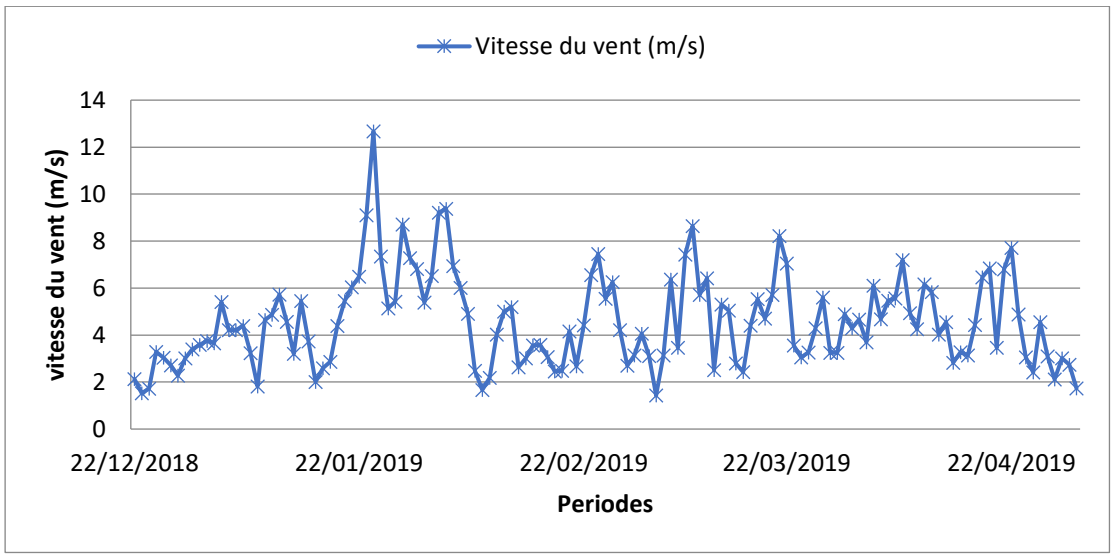


Figure14: La dynamique du vent(m/s) durant la période des prélèvements dans la région d'étude.

3.1.4 Les précipitations

Durant la période d'expérimentation, les précipitations journalières ont fluctuées entre 8.32mm/j et 5.01mm/j (fig.15). avant la 1 ère période de notre prélèvement de la végétation en mois de février , la moyenne de précipitation n'a pas dépassé 5.01 mm/j, cette période a été caractérisée par des faibles précipitations, en la comparant par la 2eme période de prélèvement de la végétation en mois de avril , où les précipitations ont enregistrées une valeur moyenne de 8.32 mm/j, cette période a été caractérisée par des fréquences de précipitations journalières plus que la première périodes .

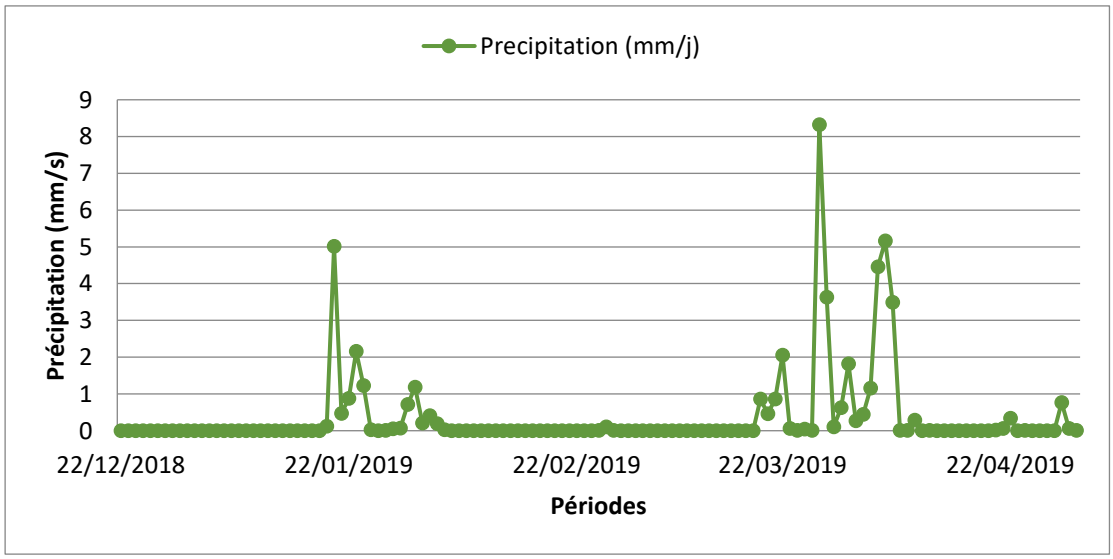


Figure 15: Les précipitations (mm/s) durant la période des prélèvements dans la région d'étude.

3.2 Evaluation du comportement saisonnier des deux espèces (*Aristida pungens* et *Astragalus armatus)*

3.2.1 Paramètres biométriques

Le comportement des deux espèces au niveau des deux périodes printanière et hivernale a été différent et variable, il semble que la période printanière a été meilleur pour la croissance de *l'Astragalus* armatus et *l'Aristida pungens* (tableau 6).

Tableau 6 : Résultats des paramètres biométriques de *Aristida pungens* et *Astragalus armatus* durant les deux saisons

Espèces	***Astragalus armatus***			***Aristida pungens***		
Saison	**hiver**	**printemps**	***P*≤0.05**	**Hiver**	**printemps**	***P*≤0.05**
MS %	17.51±3.75 (b)	22.99±5.34 (a)	0.032	27.90±18.90 (a)	27.15±4.80 (a)	0.915
Teneur en eau %	82.49±3.75 (a)	77.01±5.34 (b)	0.032	72.85±4.80 (a)	72.10±18.90 (a)	0.915
Biovolume (m^3)	0.2478±0.1658 (b)	2.044±1.794 (a)	0.014	0.553±0.333 (b)	1.225±0.496 (a)	0.007

3.2.1.1 Matière sèche

Pour ce paramètre, les résultats obtenus dans la fig16, montrent que les moyennes du taux de la matière sèche chez l'espèce *Astragalus armatus* dans les deux périodes hivernale et printanière a présenté une différence significative (*P*=0.032), le taux de matière sèche en printemps (22.99%) a été supérieur a celui de l'hiver (17.51%).

Le test ANOVA a révélé une différence non significative (*P*=0.91) pour Le taux de matière sèche chez l'espèce *Aristida pungens* , dans la période hivernale est la valeur enregistrée est de 27.90% et dans la période printanière la moyenne est de (27.15%).

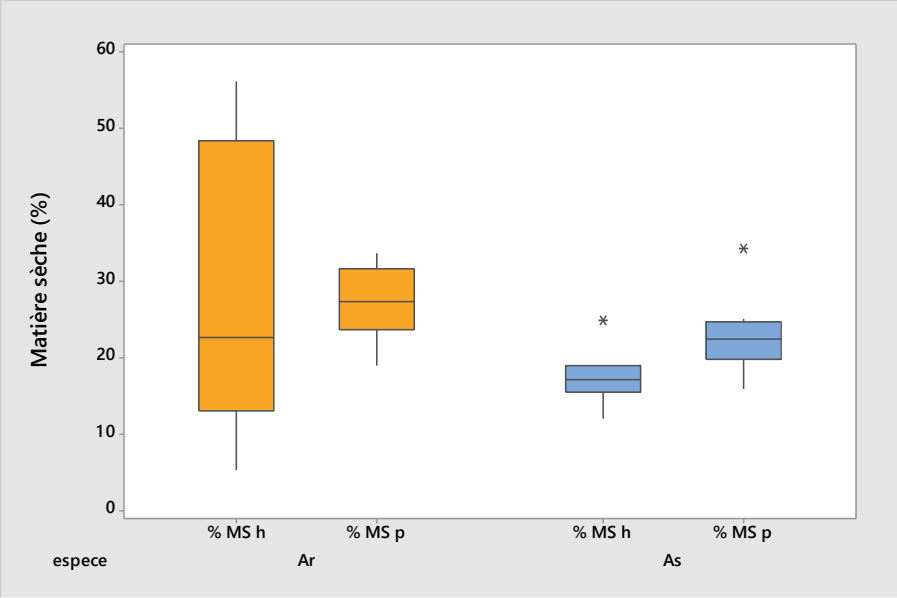


Figure 16 **:** le pourcentage de la matière sèche chez *Astragalus armatus* et *Aristida pungen*s dans les deux périodes hivernale et printanière**.**

3.2.1.2 Teneur en eau

Pour ce paramètre, les résultats obtenus dans la fig.17 , montrent que les moyennes de la teneur en eau chez l'espèce *Astragalus armatus* dans les deux périodes hivernale et printanière a présenté une différence significative (*P*=0.032), la teneur en eau en hiver (82.49%) a été supérieur a celui de le printemps (77.01%).

Le test ANOVA a révélé une différence non significative (*P*=0.91) pour la teneur en eau chez l'espèce *Aristida pungens* dans la période hivernale, la valeur enregistrée a été de72.85% et dans la période printanière la moyenne a été de 72.10%.

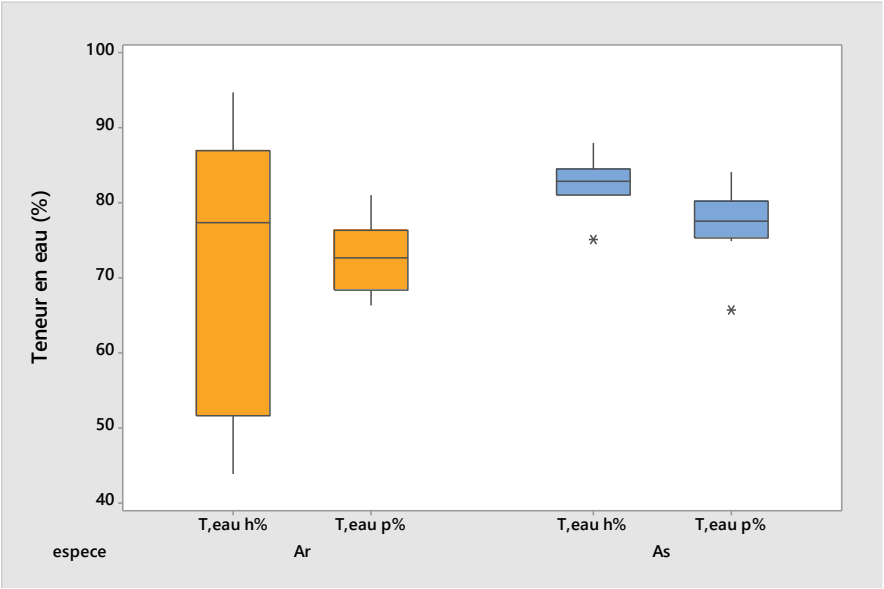


Figure17: Teneur en eau chez *Astragalus armatus* et *Aristida pungens* dans les deux périodes hivernale et printanière.

3.2.1.3 Biovolume

Pour ce paramètre, les résultats obtenus dans la fig18 , montrent que les moyennes de biovolume chez l'espèce *Astragalus armatus* dans les deux périodes hivernale et printanière a présenté une différence significative (*P*=0.014), le biovolume en printemps (2.044 m^3) a été supérieure a celui d'hiver (0.2478m^3).

Le test ANOVA a révélé une différence significative (*P*=0.007) pour Le biovolume chez l'espèce *Aristida pungens* , *la valeur* en printemps (1.225m^3) a été supérieure à celui d'hiver (0.553m^3).

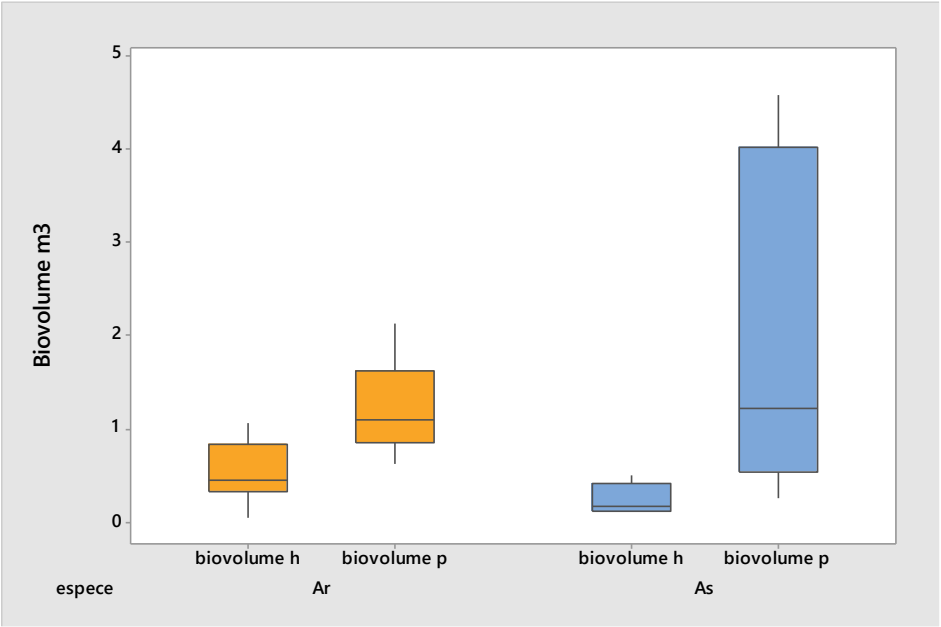


Figure 18: Biovolume chez *Astragalus armatus* et *Aristida pungens* dans les deux périodes hivernale et printanière**.**

3.2.2 Paramètres biochimiques

Le comportement des deux espèces au niveau des deux périodes printanière et hivernale a été différent et variable, il semble que la période hivernale a été néfaste pour la physiologie de *l'Astragalus armatus* et *l'Aristida pungens*, cela et constaté au niveau du taux de la proline qui a été élevé en hiver (tableau 7).

Tableau7 : Résultats des paramètres biochimiques chez *Aristida pungens*et *et Astragalus armatus* durant les deux saisons.

Espèce	*Astragalus armatus*			*Aristida pungens*		
Saison	**hiver**	**printemps**	***P*≤0.05**	**hiver**	**printemps**	***P*≤0.05**
Proline (µmol/g MF)	1,952±0.412 (a)	0,247±0.287 (b)	0.000	0.54±0.35 (a)	0.1926± 0.539 (b)	0.015
Sucre totaux (µmol/g)MF	0,982±0.337 (b)	3,239±0.776 (a)	0.000	1.29±0.27 (b)	3.397±1.393 (a)	0.001
Chlorophylle (mg/g MF)	11,11±3.23 (b)	25,73±7.18 (a)	0.000	5.201±1.626 (b)	10.958±2.286 (a)	0.000

3.2.2.1 La proline

D'après les résultats obtenus dans le tableau (7) nous montrons qu'il y a une variation significative ($P \leq 0.000$) entre la concentration de la proline dans les deux périodes, la moyenne de la concentration de la proline chez l'espèce *Astragalus armatus* dans la période printanière est basse avec une valeur de 0.247 µmol/g MF, et dans la période hivernale la moyenne de la concentration de la proline est élevée avec une valeur de1.952 µmol/g MF (figure 19).

Concernant l'espèce *Aristida pungens*, nous remarquons qu'il y a une différence hautement significative ($P = 0.015$) entre la concentration de la proline dans les deux périodes, la moyenne de la concentration de la proline dans la période printanière est plus basse avec une valeur de 0.1926 µmol/g MF, et dans la période hivernale la moyenne de la concentration de la proline est plus élevée avec une valeur de 0,549 µmol/g MF (figure 19).

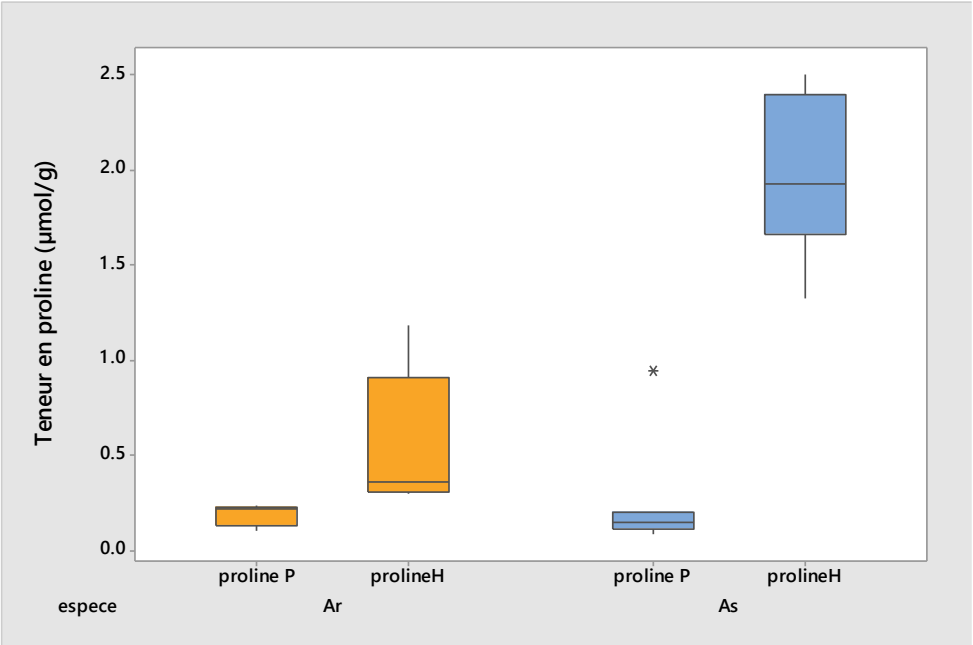


Figure 19: Teneur en proline en (µmol/g MF) chez *Astragalus armatus* et *Aristida pungens* dans les deux saisons (hiver et printemps)**.**

3.2.2.2 Sucres totaux

D'après les résultats obtenus dans le tableau (7), nous montrons qu'il y a une différence hautement significative (*P* = 0.000) entre la concentration des sucres totaux dans les deux périodes, la moyenne de la concentration des sucres totaux chez l'espèce *Astragalus armatus* dans la période printanière est plus élevée avec une valeur de 3.239 µmol/g MF, et dans la période hivernale la moyenne de la concentration de sucres totaux est plus faible avec une valeur de 0.982 µmol/g MF (fig 20).

Concernent l'espèce *Aristida pungens*, nous remarquons qu'il y a une différence hautement significative (*P* = 0.001) entre la concentration des sucres totaux dans les deux périodes, la moyenne de la concentration des sucres totaux dans la période printanière est élevée avec une valeur de 3.397 µmol/g MF, et dans la période hivernale la moyenne de la concentration des sucres totaux est plus basse avec une valeur de 1.2961µmol/g MF (fig 20).

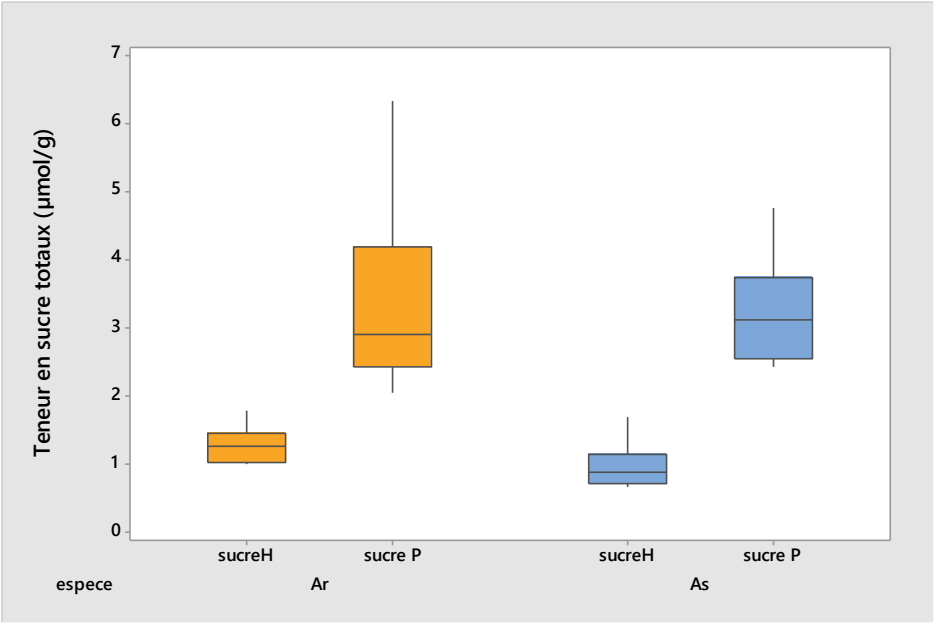


Figure 20: Teneur en sucres totaux en (µmol/g MF) chez *Astragalus armatus* et *Aristida pungens* dans les deux saisons (printemps, hiver).

3.2.2.3 Chlorophylle totale

Les résultats obtenus dans le tableau (2) montrent qu'il y a une différence hautement significative ($P = 0.000$) concernant la teneur en chlorophylle totale, chez l'espèce *Astragalus armatus*, la moyenne dans la période printanière est plus élevée avec une valeur de 25.73mg/g MF que celle de la période hivernale, avec une moyenne plus faible de 11.11 mg/g MF (fig 21).

Concernant l'espèce *Aristida pungens*, nous observons qu'il y une différence hautement significative ($P = 0.000$) a moyenne dans la période printanière est plus élevée avec une valeur de 10.958mg/g MF, que celle de la période hivernale avec une moyenne plus faible avec une valeur de 5.201mg/g MF de la teneur en chlorophylle totale (fig21).

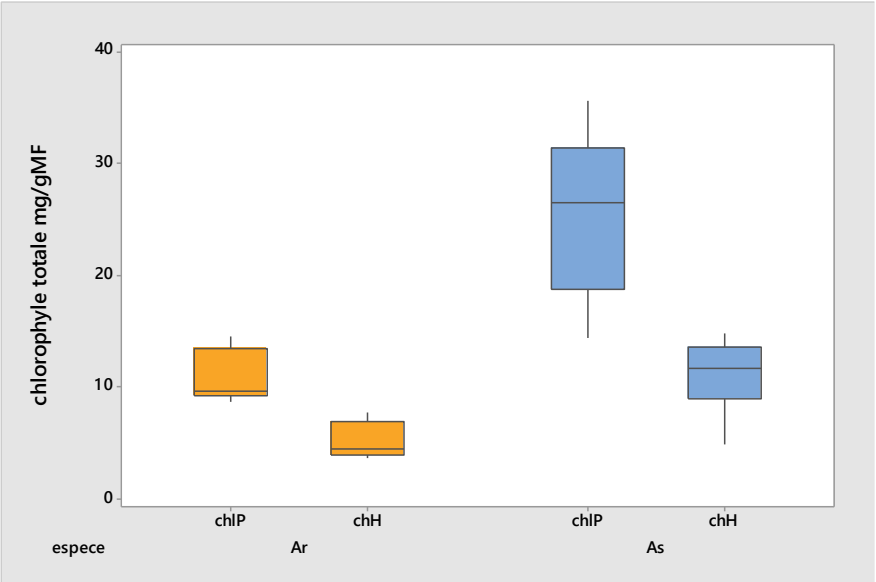


Figure 21: Teneur en chlorophylle en (mg/g MF) chez *Astragalus armatus* et *Aristida pungens* dans les deux saisons (printemps ,hiver).

Discussions

Notre travail avait pour objectif de comprendre l'étude du comportement saisonnier de deux plantes steppiques afin de connaitre la période de stress climatique pour chacune.

Les résultats biométriques et biochimiques obtenu chez les deux plantes dans les deux saisons ont démontré, l'existence d'un effet saison bien marquant sur le comportement des espèces végétales étudiées.

Nous avons constaté que la période hivernale est plus stressante pour les deux plantes étudiées, cela a été vérifié par le taux de la proline élevé, enregistré en hiver . en liant les résultats du climat étudié dans la période d'étude, nous avons constaté que le paramètre le plus stressant dans cette période c'est le froid avec une valeur de température faible de (0.51°C), et la vitesse de vent élevée avec une valeur de (12.67 m/s) .

Afin de visualiser en mieux la relation climat et paramètres mesurés, nous avons fait une synthèse de nos résultats dans le tableau 8.

Tableau 8 : Synthèse de l'effet climat sur les paramètres étudiés

Espèce	*Astragalus armatus*	*Aristida pungens*

Saison	Hiver	Printemps	Hiver	Printemps
Matière sèche (%)	↘	↗	↘	↗
Teneur en eau (%)	↗	↘	→	→
Biovolume (m^3)	↘	↗	↘	↗
Proline (µmol/g MF)	↗	↘	↗	↘
Sucre (µmol/g MF)	↘	↗	↘	↗
Chlorophylle (mg/g MF)	↘	↗	↘	↗
Température (°C)	↘	↗	↘	↗
Vent (m/s)	↗	↘	↗	↘
Humidité (%)	↗	↘	↗	↘
Précipitation (mm/j)	↘	↗	↘	↗

↗: Augmentation ↘ : Diminution

La matière sèche est le résultat de la photosynthèse, les différents stress observés (vent et froid) ont influé sur la diminution de la photosynthèse, la croissance (biovolume) , les sucres totaux, la chlorophylle.

La teneur relative en eau est l'un des critères d'évaluation de la tolérance à la sécheresse, proposée par (Clark et Mac-Gaig., 1982), ces auteurs ont montré que La teneur relative en eau diminue lorsque le stress hydrique augmente. Dans notre cas il ne s'agit pas d'un stress hydrique , c'est un stress éolien et un stress thermique puisque la teneur en eau n'a pas diminuée en hiver . Dans ces conditions , la cellule entraine une accumulation élevée de la proline endogène et pourrait donc constituer une approche efficace pour atténuer les effets néfastes du froid et du vent de sable.

Nos résultats sont expliqués par les déclarations de 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 **.** De nombreux travaux rapportent que la proline s'accumule dans la plante lors qu'elle se trouve en conditions défavorables (Sivarakrishnan et *al*., 1988). En conditions stressantes, certaines espèces sont menacées de disparaitre (Chamard, 1993), d'autres peuvent réagir en mettant en œuvre des mécanismes, entre autres, physiologiques (Kylin et Quatrabo., 1975; Parida et Das.,2005) et biochimiques (Brugnoli et Lauteri., 1991) impliquant une activité enzymatique (Stephanopoulus.,1999; 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).

Face à un ajustement osmotique les plantes possèdent le glutamate un précurseur commun à celui des pigments chlorophylliens et par conséquent influence aussi la concentration en sucres solubles dans les organes foliaires de ces végétaux (Khayyat et *al*.,2014). Dans notre cas ni la teneur en chlorophylle , ni les sucres totaux n'ont pas augmenté face au stress thermique comme , des études antérieurs qui ont démontré que ces derniers ont augmenté avec la proline suite au stress salin et hydrique . L'accumulation des sucres solubles est un moyen adopté par les plantes en cas de stress, afin de résister aux contraintes du milieu. Selon, Zerrad et al., (2006), qui ont affirmé que le déficit hydrique a causé une accumulation importante des sucres solubles au niveau des feuilles. Les sucres totaux sont des indicateurs de 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 (Loretti et *al.*, 2001), et D'après Ashraf.2004, l'accumulation des sucres totaux chez les plantes à été largement reportée comme une réponse à la salinité et à la sécheresse. , dans notre cas le stress termique et éolien n'ont pas influé ce paramètre. Les basses températures modifient l'intensité du métabolisme(Lance et Moreau in Côme, 1992).

La chute des teneurs en chlorophylle chez les deux espèces dans la période hivernale est la conséquence de la réduction de l'ouverture des stomates visant à limiter les pertes en eau par évapotranspiration et par augmentation de la résistance à l'entrée du CO_2 atmosphérique nécessaire à la photosynthèse (Bousba et *al.*, 2009).

L'effet des basses températures ne porte pas directement sur les vitesses de synthèse mais plutôt sur les dégradations des chlorophylles photosensibles qui ne sont plus protégées par un écran de caroténoïdes ou une structure membranaire que le froid désorganise (McWilliam et Naylor, 1967). Le froid agit sur des processus majeurs liés au métabolisme énergétique de la plante, respiration et photosynthèse sont ainsi perturbés (Come , 1992).

Par contre l'augmentation des teneurs en chlorophylle totale chez les deux espèces dans la période printanière est la conséquence d'une bonne photosynthèse, selon les déclarations de (Bousba et *al.*, 2009).

En condition de stress thermique ou salin, il a été observé chez les plantes un influx de calcium dans le cytoplasme. Ce calcium provient soit de l'extérieur de la cellule, soit de stocks internes (Knight, 2000), cette information pourrais confirmer nos resultats par d'autres futur étude.

Le biovolume a marqué une augmentation forte pour les deux espèces et surtout l'*Astragalus armatus,* pour la période printanière. Cette augmentation est liée aux bonnes conditions climatique en printemps qu'en hiver une relation avec la proline, quand la proline est diminué le biovolume est augmente. Le test de corrélation de Person dans le tableau 9 a montré que si le taux de proline augmente tous les paramètres mesurés diminuent, à part la teneur en eau qui est due à la fermeture des stomates causée par la proline.

Tableau 9 :Matrice de corrélation (Pearson (n)) :

Variables	proline	sucre	chlorophylle	Matière sèche	Teneur eau	biovolume
Proline	**1**	-0,7670	-0,2736	-0,8332	0,8551	-0,7419
sucre	-0,7670	**1**	0,4949	0,4281	-0,5235	0,8036
chlorophylle	-0,2736	0,4949	**1**	-0,2975	0,2636	0,8449
Matière seche	-0,8332	0,4281	-0,2975	**1**	**-0,9918**	0,2480
Teneur en eau	0,8551	-0,5235	0,2636	**-0,9918**	**1**	-0,2916
Biovolume	-0,7419	0,8036	0,8449	0,2480	-0,2916	**1**

Les valeurs en gras sont différentes de 0 à un niveau de signification alpha=0,05.

CONCLUSION

Conclusion

Notre travail a porté sur une analyse de l'impact des variations climatiques sur le comportement physiologique de deux plantes steppiques : *Astragalus armatus* Willd. et *Aristida pungens* Desf. dans deux saisons (hiver et printemps), cas de Laghouat (Dhaya Guebliya).

Le travail expérimental a consisté à effectuer des analyses aux laboratoires de paramètres biochimiques dans les feuilles fraiches des deux plantes à savoir: les pigments chlorophylliens, les sucres totaux et la proline. Nous avons aussi réalisé des mesures biométriques.

A travers cette étude nous avons conclue:

- Les résultats biométriques, biochimiques et physiologiques du végétal obtenu chez les deux plantes dans les deux saisons ont démontré l'existence d'un effet saison bien marquant sur le comportement des espèces végétales étudiées.
- L'activité photosynthétique a été la plus élevée chez les deux espèces dans la période printanière.
- La proline accumulée dans les deux espèces a été la plus élevée dans la période hivernale.
- La teneur en sucres solubles a été la plus élevée chez les deux espèces dans la période printanière.
- *L'Astragalus armatus* a été la plus adaptée par apport à *l'Aristida pungens* au aléas climatiques.
- Le biovolume de deux espèces a augmenté dans la période printanière.
- Le froid hivernale et le vent sont des facteurs de stress sur les deux espèces.
- la période hivernale est plus stressante pour les deux plantes étudiées.

Ces résultats doivent être suivis par d'autre analyses durant d'autre saison de l'année pour confirme notre travail.