



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 : *Bouziani Yassine*

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

FILIERE : SCIENCES AGRONOMIQUES

OPTION : AMELIORATION DES PLANTES

Thème

Caractérisation morphologique et biochimique de l'Alfa (*Stipa tenacissima*) des nappes alfatières dans la région de Laghouat

Jury de soutenance :

Nom et Prénom	Grade	Qualité
Mr. Kouidri M.	Professeur	Président
Mme Marfoua M.	Maitre de conférences B	Examineur
Mme Amrani O.	Maitre de conférences B	Promoteur

Promotion : Septembre 2021

ملخص :

ركزت دراستنا على تحديد الخصائص المورفولوجية والبيوكيميائية لـ *Stipa tenacissima* من مجموعات مختلفة من منطقة سيدي مخلوف والحويطة. تعتمد الدراسة المورفولوجية لخصلات الحلفاء على قياس الارتفاع والقطر والكثافة والكتلة النباتية لخصلات الحلفاء وغيرها من خلال قياس طول وعرض الأوراق. تم تمثيل الدراسة والبيوكيميائية بمعدل الجفاف ومعدل السليلوز لأوراق الحلفاء. وأظهرت النتائج أن الارتفاع والأقطار ، وكثافة الخصلات ، وكذلك الكتلة النباتية أعلى في منطقة سيدي مخلوف (70.56 سم وقطر كبير 75.89 سم و القطر الصغير 67.44 سم ، 2140 خصلة / هكتار ، 512 غ) من الحويطة (60.67 سم وقطر كبير 66.89 سم و القطر الصغير 61.00 سم ، 1080 خصلة/ هكتار ، 319 غ). بالنسبة للدراسة البيوكيميائية: معدل جفاف أوراق الحلفاء أعلى في عينات الحويطة بمتوسط قيمة 78 ٪ ويكون في عينات سيدي مخلوف 74 ٪ ومعدل السليلوز هو متوسط 52.66 ٪ ، 48.77 ٪ على التوالي لمنطقة سيدي مخلوف و الحويطة

كلمات مفتاحية : الحلفاء ، التوصيف المورفولوجي ، التوصيف البيوكيميائي ، محتوى السليلوز ، معدل الجفاف ، سيدي مخلوف ، الحويطة.

Memory title: Morphological and biochemical characterization of Alfa (*Stipa tenacissima*) from alfatière nappes in the Laghouat region

Name: Bouziani

First name: Yassine

Directed by: Amrani Ouarda

Abstract :

Our study focused on the determination of morphological and biochemical characteristics of *Stipa tenacissima* from different populations from the Sidi Makhlouf and Elhouaita region. The morphological study of Alfa tufts is based on the measurement of the height, diameter, density and phytomass of Alfa tufts and other by the measurement of the length and width of the leaves. The biochemical study was represented by the dryness rate and cellulose rate of Alfa leaves. The results showed that the height and diameters, the density of the tufts, as well as the phytomass are higher in the Sidi Makhlouf region (70.56cm and large diameter 75.89 cm and small diameter 67.44cm, 2140 tuft/ha, 512 g) than Elhouaiata (60.67cm and large diameter 66.89 cm and small diameter 61.00cm, 1080 tuft/ ha, 319g). For biochemical study: the dryness rate of alfa leaves is higher in Elhouaiata samples at an average value 78 % and be in Sidi Makhlouf samples 74%, the cellulose rate is an average of 52.66%, 48.77% respectively for Sidi Makhlouf region and Elhouaiata

Key words: *Stipa tenacissima*, morphological characterization, biochemical characterization, cellulose content, Drought rate, Sidi Makhlouf, Elhouaiata

Titre du mémoire : Caractérisation morphologique et biochimique de l'Alfa (*Stipa tenacissima*) des nappes alfatières dans la région de Laghouat

Nom: Bouziani

Prénom: Yassine

Encadreur: Amrani Ouarda

Résumé

Notre étude s'est intéressée à la détermination des caractéristiques morphologiques et biochimique de *Stipa tenacissima* de différentes populations provient de la région de Sidi Makhlouf et d'Elhouaita. L'étude morphologique des touffes d'Alfa est basée sur la mesure de la hauteur, du diamètre, de la densité et de la phytomasse des touffes d'Alfa et d'autre par à la mesure de la longueur et de la largeur des feuilles. L'étude biochimique était représentée par le taux de siccité et le taux de cellulose des feuilles d'Alfa. Les résultats montrés que la hauteur et le diamètres, la densité des touffes, ainsi la phytomasse sont plus élevées dans la région Sidi Makhlouf (70.56cm et grand diamètre 75.89 cm et petit diamètre 67.44cm, 2140 touffe/ ha, 512 g) que Elhouaiata (60.67cm et grand diamètre 66.89 cm et petit diamètre 61.00cm, 1080 touffe/ ha, 319g). Pour l'étude biochimique: le taux de siccité des feuilles d'Alfa est plus élevé dans les échantillons d'Elhouaiata à une valeur moyenne 78 % Et être dans les échantillons de Sidi Makhlouf 74% et le taux de cellulose est d'une moyenne de 52.66 % ,48.77 % respectivement pour la région de Sidi Makhlouf et d'Elhouaiata

Mots clés : *Stipa tenacissima*, caractérisation morphologique, caractérisation biochimique, taux de cellulose, taux de siccité, Sidi Makhlouf, Elhouaiata.

Remerciements

*Je tiens tout d'abord à remercier Dieu le tout puissant et miséricordieux, qui m'a
donné*

La force et la patience d'accomplir ce Modeste travail.

*En second lieu, je tiens à remercier mon encadreur à Madame **Amrani ouarda***

*Maitre de conférences à l'université de Laghouat, je vous serai toujours
reconnaissant pour vos avis indispensables, vos précieux conseils et pour votre
disponibilité.*

*Je tiens à remercier Monsieur **Kouidri Mohammed**, Professeur à l'université de*

Laghouat d'avoir accepté de présider ce jury malgré ses préoccupations

*Mes remerciements vont aussi à Mme **Marfoua Meriem**, Maitre de Conférences à
l'université de Laghouat d'avoir accepté d'examiner ce mémoire et de le valoriser
malgré ses préoccupations.*

Je tiens également à exprimer mes sincères remerciements à tous ceux qui ont

contribué de près ou de loin à la réalisation de ce Modeste travail.

Yassine

Dédicaces

Avec joie, plaisir, fierté et gratitude, je dédie ce travail :

A mes parents : Grâce à leurs tendres encouragements et leurs grands sacrifices, ils ont pu créer le climat affectueux et propice à la poursuite de mes études.

Aucune dédicace ne pourrait exprimer mon respect, ma considération et mes profonds sentiments envers eux surtout ma mère. Je prie Allah de les bénir, de veiller sur eux, en espérant qu'ils seront toujours fiers de moi.

A Mes frères et mes sœurs.

A Toute ma famille.

A tous mes enseignants.

A tous mes amis

A tout ma promotion.

À tous mes proches.

Merci



Yassine

LISTE DES FIGURES

Numéros	Titre	Page
1	Schémas de chaume chez les Poacées	10
2	Feuilles de <i>Stipa tenacissima</i> L	11
3	Schéma de la gaine et ligule chez les poacées	12
4	Schéma de l'inflorescence (panicule : grappe en grappe)	13
5	Schéma du fruit (caryopse)	13
6	Morphologie de <i>Stipa tenacissima</i> L avec indication des parties principales	14
7	Schématisation d'un processus de circination	16
8	Des exemples d'artisanat Alfatière (des paniers, des paillassons, des espadrilles...)	20
9	Illustrations de la pâte d'Alfa commercialisée par la SNCPA	21
10	Occupations des terres de la région de laghouat	25
11	Diagramme ombrothermique de Bagnouls et Gaussen de la période (1996-2016) de la région de Laghouat.	27
12	Vue du site d'échantillonnage d'El Houaita	28
13	Vue du site d'échantillonnage de Sidi Makhoulf	28
14	Carte de localisation du site étude	29
15	Touffe d'Alfa de a) sidi makhoulf b) El Houaita	30
16	Analyse de la cellulose (attaque des feuilles d'Alfa par HCl)	34
17	Hauteur des touffes de <i>Stipa tenacissima</i> dans les deux régions	36
18	Grand diamètre des touffes de <i>Stipa tenacissima</i> dans les deux régions	37
19	Petit diamètre des touffes de <i>Stipa tenacissima</i> dans les deux régions	37
20	La phytomasse en fonction de la région d'Alfa	38
21	La densité de l'Alfa suivant différentes région	39
22	le taux de siccité des feuilles de <i>Stipa tenacissima</i> dans les deux régions	40
23	Epaisseur de limbe des feuilles de <i>Stipa tenacissima</i> dans les deux régions	41
24	Poids des feuilles de <i>Stipa tenacissima</i> dans les deux régions	42
25	Teneur en cellulose des feuilles de <i>Stipa tenacissima</i> dans les deux régions	42

LISTE DES ABREVIATIONS

DPAT	Direction de la Planification et de l'Aménagement du Territoire.
Ha	Hectare
HCDS	Haut Commissariat au Développement de la Steppe
MS	Matière Sèche
UF	Unité Fourragère (= 1 883 kcal énergie nette)

Sommaire

INTRODUCTION.....	1
CHAPITRE I SYNTHESE BIBLIOGRAPHIQUE.....	4
I.La Steppe.....	5
II. <i>Stipa tenacissima</i> L. (l'Alfa).....	7
II.1. Origine et répartition	7
II.2. Position systématique	7
II.3. Biologie de l'espèce.....	8
II.3.1. Description morphologique.....	8
II.3.1.1. Partie souterraine	8
II.3.1.2. Partie aérienne	9
II.3.2. Phase de végétation	14
II.3.3. Reproduction.....	15
II.4. Ecologie de l'espèce.....	17
II.5. Intérêts de l'espèce	18
II .5.1. Intérêt écologique.....	18
II .5.2. Intérêts économiques.....	19
II .5.3. Intérêts zootechniques.....	19
II .5.4. Intérêts médicaux.....	19
II .6. Domaines d'applications.....	19
II .7. Les principaux facteurs de la dégradation des formations à <i>Stipa</i> :.....	21
II .7.1. Les contraintes climatiques.....	22
II .7.2. Les contraintes édaphiques	22
II .7.3. Les contraintes anthropiques	23
CHAPITRE II MATERIEL ET METHODES.....	24
II.1. Cadre physique et biogéographique.....	25
II.2. Cadre Géologique.....	25
II. 3. Cadre géomorphologique	26
II. 4. Cadre pédologique.....	26
II. 5. Etude climatique et bioclimatique de la région de Laghouat.....	26
II.2.Site d'étude :.....	28
II.3. Méthodologie de travail	29
II.3.1. Matériel végétal	29

II.3.2. Echantillonnage	30
II.3.3. Détermination des caractéristiques morphologiques de l'Alfa.....	30
II.3.3.1. Etude morphologique des touffes d'Alfa.....	31
II.3.3.1.1. Densité des touffes d'Alfa.....	31
II.3.3.1.2. Phytomasse des touffes d'Alfa	31
II.3.3.1.3. Paramètres morphologiques de l'Alfa	32
II.3.2.1. Etude morphologique des limbes des feuilles d'Alfa.....	32
II.3.3. Qualité anatomique	32
II.3.3.1. Taux de siccité	33
II.3.3.2. Taux de cellulose.....	33
II.4. Analyse statistique	34
CHAPITRE III RÉSULTATS ET DISCUSSION.....	35
1. Etude morphologique de la touffe l'Alfa	36
1.1. La hauteur	36
1.2. Le diamètre	36
1.3. La phytomasse de l'Alfa.....	38
1.4. La densité des touffes d'Alfa	38
2. Etude morphologique des limbes	39
2.1. La hauteur.....	39
2.2. L'épaisseur des feuilles	40
3. La qualité des feuilles d'Alfa	41
3.1. Taux de siccité	41
3.2. Taux de cellulose	42
CONCLUSION.....	48
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES.....	50

INTRODUCTION

INTRODUCTION

L'Alfa est une Poacée spécifique du bassin méditerranéen occidental, très abondant dans les hauts plateaux algériens. Il se rencontre dans les versants sahariens des Atlas marocains, au sud du Portugal, dans l'Espagne orientale, aux Baléares et sur la côte libyenne (Le Houérou, 1969, 2001; White, 1983; Djebaili, 1988; Gounot, 1969 ; Lehouérou, 1969 ; Celles, 1975 ; Djebaili, 1978-1988).

En Algérie, l'Alfa occupe les plus grandes superficies, elle se rencontre sur le littoral oriental, et est répandu dans les pentes sud de l'Atlas telliens jusqu'à la bordure nord du Sahara (Celles, 1975).

Cette graminée est l'un des taxons de la flore méditerranéenne dont l'aire de répartition est la plus importante aussi bien par la surface occupée que par le nombre d'individus (Abdelkrim, 1988).

Cette espèce occupe une place importante, aux plans social, économique, culturel et industriel en Algérie. Les groupements alfatiers constituent de vastes zones de parcours (environ 4 millions d'hectares) pour les populations sédentaires et nomades des Hautes Plaines, voire du Sahara (Direction des statistiques, Ministère de l'agriculture, 2019).

Les fibres d'Alfa sont également utilisées dans l'artisanat local (sparerie), ainsi que dans l'industrie papetière, le papier d'Alfa étant très prisé. La pression exercée sur cette ressource est donc très grande (Rognon, 1991 ; Monod, 1992 ; Aidoud *et al*, 1996). L'absence d'une politique d'aménagement rationnel des parcours steppiques compromet gravement la survie de cette espèce dont la disparition entraînerait à terme des conséquences gravissimes pour des millions de personnes. Les parcours représentent, en effet, la menace la plus sérieuse sur la pérennité de l'Alfa. Les changements climatiques rapides, générés par les activités humaines à l'échelle de la planète, ont aggravé les effets du parcours en ce sens que les périodes de sécheresse de plus en plus longue empêchent toute régénération naturelle des nappes alfatières (Rognon, 1991 ; Monod, 1992 ; Aidoud *et al*, 1996). En Algérie, les steppes à Alfa occupaient environ 70 % de la surface des hautes plaines steppiques (Cosson, 1853 ; Djebaili, 1984). Les steppes à Alfa (*Stipa tenacissima* L.) s'étendaient sur 4 millions d'Ha dans les années 1970 et cette superficie est évaluée seulement à 2 millions d'Ha, ce qui

exprime que ces steppes ont été les plus affectées par la dégradation récente (Aidoud et al, 2006).

Bien que disparu sur une large fraction de son aire, l'Alfa prédomine la majorité des groupements végétaux des régions steppiques arides en raison de l'adaptation morphologique et biochimique de sa partie aérienne au xérophytisme, par le biais de son système racinaire bien développé, le sol étant potentiellement fixés. Sachant que l'Alfa est en régression continue, sa valorisation nous incite à connaître et à maîtriser davantage les lois fondamentales de l'écologie et de la biologie qui régissent son organisation, son fonctionnement, sa dynamique et son évolution.

De ce fait, la détermination des caractéristiques morphologiques des touffes d'Alfa et biochimiques des limbes des feuilles d'alfa dans les conditions naturelles de deux régions de Laghouat (Sidi Makhlouf et Elhouiata) s'avère une étape dynamique des différentes provenances de l'Alfa et sa qualité.

Les objectifs de notre travail consistent à déterminer :

- Les caractéristiques morphologiques des touffes d'Alfa
- Les caractéristiques biochimiques des limbes des feuilles d'Alfa
- La qualité de l'Alfa en relation avec ses caractéristiques

Ce mémoire est scindé en trois chapitres répartis comme suit :

- ✓ Un premier chapitre englobe une synthèse bibliographique sur *Stipa tenacissima* ;
- ✓ Deuxième chapitre présente la région, matériel et méthodes utilisés ;
- ✓ Troisième chapitre est une présentation des résultats et discussion.

CHAPITRE I

SYNTHESE BIBLIOGRAPHIQUE

CHAPITRE I

I. La Steppe

En Afrique du Nord, le terme de steppe est ordinairement adopté pour qualifier, du point de vue physionomique, la végétation naturelle des milieux arides. Cette appellation globale est souvent complétée par le nom de l'espèce dominante, graminéenne (steppe à *Stipa tenacissima*, steppe à *Lygeum spartum*), chaméphytique (steppe à *Artemisia herba-alba*), parfois également par une référence aux conditions climatiques et édaphiques locales (steppe aride ou saharienne, steppe psammophile à *Aristida pungens* ou halophile à Salsolaceae) (Boussaid, 2013).

La steppe, en région méditerranéenne, est une formation basse et ouverte, dominée par des xérophytes en touffes, laissant paraître le sol nu dans des proportions variables. En fonction du végétal dominant, qui peut être herbacé (poacée) ou ligneux (sous-arbrisseaux), il est possible de reconnaître différents types de steppes qui peuvent exister en formation pures ou en mélange (Le Houérou, 1995), deux grands types de steppe sont prépondérants :

- les steppes dominées par des poacées pérennes, dont les principales sont *Stipa tenacissima* L. (alfa), *Lygeum spartum* L (sparte), *Stipagrostis pungens* L. appelé aussi *Aristida pungens* (drinn).
- les steppes ligneuses formées de sous-arbrisseaux dont les plus typiques sont celles armoise blanche (*Artemisia herba-alba*, *A. inculta*), à *Noaea mucronata*, *Thymelaea* sp., *Salsola* sp et à *Hammada scoparia* dans les milieux pré-sahariens à sahariens.

Les steppes à *Stipa tenacissima* constituent le système dont sont issus par dégradation, la majorité des groupements steppiques (Le Houérou, 1969 ; Celles 1975 ; Le Houérou *et al.*, 1975 ; Djébaïli ,1978 ; Aidoud-Lounis 1984 et 1997). Cependant, ce système ne peut être retenu comme un « climax » steppique car, pour de nombreux auteurs, (Djébaïli, 1978 ; Quézel *et al.*, 1990 ; Le Houérou, 1995), il représente l'ultime stade de régression des formations forestières.

Selon une conception récente, les steppes à *Stipa tenacissima* correspondraient au « système historique indigène » (Aronson *et al.*, 1995).

Les steppes, comme celles à *Lygeum spartum* et à *Artemisia herba-alba*, qui en dérivent par dégradation, peuvent se maintenir durablement, et constituent des « stades alternatifs stables » (Westoby *et al.*, 1989).

De nombreux travaux relatifs à l'étude de la végétation ont permis de faire ressortir les potentialités pastorales des steppes algériennes qui sont dominées par 4 grands types de formations végétales (Djébaili, 1978 ; URBT, 1974-1991 ; Nedjraoui, 1981 ; Aidoud, 1989 ; Le Houérou, 1998, 2000) :

I.1. Les steppes à Alfa (*Stipa tenacissima*)

Elles présentent une forte amplitude écologique, on les trouve en effet dans les bioclimats semi arides à hiver frais et froid dans l'étage aride supérieur à hiver froid. Ces steppes colonisent tous les substrats géologiques de 400 à 1 800 m d'altitude. La production de l'alfa peut atteindre 10 tonnes MS/ha mais la partie verte qui est la partie exploitable a une production de 1000 à 1 500 kg MS/ha.

I.2. Les steppes à armoise blanche (*Artemisia herba alba*)

Recouvrent 3 millions d'hectares et sont situées dans les étages arides supérieur et moyen à hiver frais et froid avec des précipitations variant de 100 à 300 mm. Ce type de steppe s'étale sur les zones d'épandage dans les dépressions et sur les glacis encroûtés avec une pellicule de glaçage en surface. La production primaire varie de 500 à 4 500 kg MS/ha avec une production annuelle totale de 1 000 kg MS/ha.

I.3. Les steppes à sparte (*Lygeum spartum*)

Représentent 2 millions d'hectares, rarement homogènes, occupant les glacis d'érosion encroûtés recouverts d'un voile éolien sur sols bruns calcaires, halomorphes dans la zone des chotts. Ces formations sont soumises à des bioclimats arides, supérieurs et moyens à hivers froids et frais. L'espèce *Lygeum spartum* ne présente qu'un faible intérêt pastoral (0,3 à 0,4 UF/kg MS).

I.4. Les steppes à remt (*Arthrophytum scoparium*)

Forment des steppes buissonneuses chamaephytiques avec un recouvrement moyen inférieur à 12,5 %. Les mauvaises conditions de milieu, xérophilie (20-200 mm/an), thermophilie, variantes chaude à fraîche, des sols pauvres, bruns calcaires à dalles ou sierozems encroûtés font de ces steppes des parcours qui présentent un intérêt assez faible sur le plan pastoral.

II. *Stipa tenacissima* L. (l'Alfa)

II.1. Origine et répartition

L'Alfa est endémique de la région Ouest de méditerranée, appartenant à la sous-région écologique floristique ibéro-maghrébine, qui fait partie intégrante de la région méditerranéenne steppique s'étendant de la moyenne vallée de l'Ebre jusqu'à celle de l'Indus (Le Houerou, 1990 in Ghennou, 2004). Elle se développe dans différents habitats en Algérie, Italie, Maroc, Portugal, Espagne, Baléares, Lybie et Tunisie (Djébaïli, 1988; Le Houerou, 2001 et Vázquez et Barkworth, 2004).

En Algérie, les steppes dominées par l'Alfa occupent de vastes espaces de la région steppique, elle est estimée à 2 millions d'hectares, selon une estimation du Haut-Commissariat de Développement des Steppes (HCDS, 2001). Elle comprend une grande partie des Hautes-Plateaux steppiques et une partie de l'Atlas Tellien au Nord et une partie de l'Atlas Saharien au Sud, limitées au Nord par l'isohyète 400 mm qui coïncide avec l'extension des cultures céréalières en sec et au Sud, par l'isohyète 100 mm qui représente la limite méridionale de l'extension de l'alfa (Le Houerou et *al.*, 1977; Djébaïli, 1984).

II.2. Position systématique

L'espèce *Stipa tenacissima* L. est classée dans la systématique suivante, d'après (Maire, 1953; Quezel et Santa, 1962 ; Crète, 1965 ; Ozenda, 1956 in Benadaïda, 1999).

Embranchement :	Spermaphytes
Sous-embranchement:	Angiospermes
Classe:	Monocotylédones
Ordre:	Glumiliflorales
Famille:	Poaceae
Sous famille:	Agrostidées Pooideae
Tribu:	Stipées Stipeae
Sous tribu:	Stipinae
Genre:	Stipa
Espèce:	<i>Stipa tenacissima</i> L.

II.3. Biologie de l'espèce

II.3.1. Description morphologique

II.3.1.1. Partie souterraine

Comme toute espèce steppique l'Alfa présente une biomasse racinaire importante supérieure à sa biomasse aérienne (Gaddes, 1978 ; Pouget, 1980 ; Rejet, 1980 in Bekhtaoui et Djoudi, 1990).

La partie souterraine de la touffe d'Alfa est constituée par l'ensemble des rhizomes caractérisés par des nœuds, des entre-nœuds, des racines et des racines touffues et très denses (Zeriahène, 1987).

a) Racine

Le système racinaire de l'Alfa est très rameux et touffus (Zeriahène, 1987), il est constitué de:

Racines adventives, 2 mm de diamètre environ, présentant de nombreuses ramifications.

Racines fasciculées de formes circulaires permettant à la plante de se fixer et d'absorber l'eau et les éléments nutritifs dans le sol.

Les zones terminales de ces racines secrètent des mucilages de nature polysaccharide induisant la prolifération de la microflore tellurique dans une zone privilégiée du sol, appelée rhizosphère (Zeriahène, 1987).

C'est le système racinaire qui permet à l'Alfa de se fixer au substrat édaphique luttant ainsi contre l'érosion éolienne et hydrique. Ce type d'enracinement entraîne, au niveau des touffes, la formation de dômes surélevés par rapport à la surface du sol, et contribue à piéger le matériel éolien. En général, la biomasse racinaire représente dans l'ensemble d'une steppe entre 50% et 80% de la biomasse totale (Floret *et al*, 1978 in Bekhtaoui et Djoudi, 1990).

b) Rhizome

Il est caractérisé par des entre-nœuds très courts et par des ramifications, sur leur face supérieure, les entre-nœuds présentent les bourgeons, qui donnent soit un nouvel entre-nœud, soit une unité végétative comprenant 1 à 2 feuilles, cette unité peut évoluer en unité fructifère.

Sur la face inférieure d'un entre-nœud sur deux, partent vers le bas des racines adventives disposées le plus souvent par deux ou par trois.

Le rhizome lui-même est aussi très ramifié. Au niveau des entre-nœuds naissent les feuilles desquelles on trouve des bourgeons dormants et des ébauches de racines adventives

futures. Ce sont les rhizomes qui permettent à la plante de résister à la sécheresse estivale et au froid hivernal, qui sévissent dans les régions qu'elle recouvre (Trabut ,1989).

II.3.1.2. Partie aérienne

La partie aérienne de *Stipa tenacissima* L, est constituée par des rameaux portant des gaines surmontées de limbes de 30 à 120 cm, qui, par l'effet de la sécheresse, se recourbent en gouttières et prennent l'aspect d'une feuille de jonc (Boudy ,1952 ; Bensid, 1990).

La touffe d'Alfa varie de 20 cm à 150 cm de hauteur et de 10 cm à 180 cm de diamètre, d'abord compacte, puis évidée au centre. Elle est constituée par des unités (thalles) portant des gaines imbriquées les une dans les autres surmontées de limbes dressés, et par des chaumes avec inflorescences portant à leur sommet les panicules en période de floraison (Bensid, 1990; in Bekhtaoui et Djoudi ,1990).

a) La tige

Elle est creuse et cylindrique, sa cavité est interrompue régulièrement au niveau du nœud par des diaphragmes résultant de l'enchevêtrement des faisceaux conducteurs. Au niveau de chaque nœud existe un bourgeon qui peut donner naissance soit à un entre-nœud, soit à une tige aérienne, ou reste dormant parfois pendant plusieurs années et constitue une réserve qui entre en activité lorsque la souche est épuisée. (Bourahla et Guittonneau, 1978 ; Mehdadi ,1992 et Mehdadi et *al.* 2000).

b) Le chaume :

Le chaume est feuillé et recouvert par des gaines très longues. Il ne présente pas de nœuds dans toute la partie émergée : il est directement lié à un autre nœud du rhizome. (Fig 1).

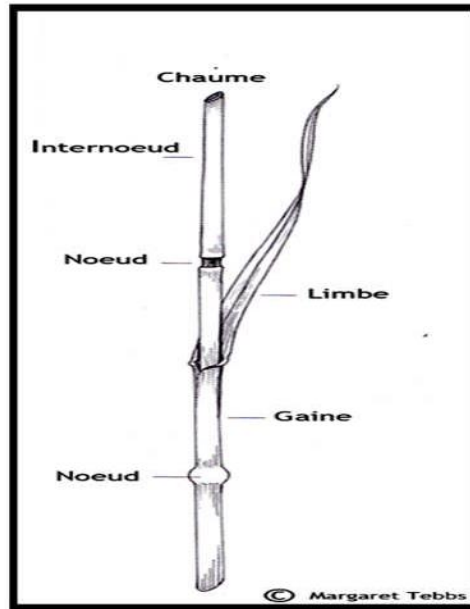


Figure 1 : Schémas de chaume chez les poacées Source : Guignard, (1977)

c) Feuille

La feuille d'Alfa (fig 2) est longue, grêle et étroite souvent enroulée et "junciformes", elle ne s'étale que par temps humide. La gaine est la partie inférieure de la feuille, elle est lisse, luisante vers le bas, enroulée et attachée aux rameaux issus d'un entre-nœud du rhizome, vers le haut, elle porte le limbe variant de 30 à 120 cm, dur, sec, junciformes, la pointe est fine, piquante. Celui-ci est accompagné d'une ligule bi-auriculée, velue, la sépare du limbe, plongée de chaque côté par une subule de 10 à 12 mm. C'est à ce niveau que l'on peut assez facilement détacher la feuille d'alfa (Harche, 1978).

Contrairement à d'autres espèces telles que *Lygeum spartum*, c'est cette propriété qui est mise à profit dont la cueillette manuelle, traditionnelle de l'Alfa. Le limbe présente une face supérieure relevée de sept fortes nervures séparées par des sillons profonds et couvertes de poils et une face inférieure unie et luisante par la sécheresse, dépourvue de nervures saillantes (Harche, 1978).

Les limbes sont formés de fibres bien développées de 1 à 4 mm de longueur (longueur moyenne atteint 0.38mm) contenant 40 à 50 % de cellulose (Harche, 1978).

La diversité structurale et architecturale observée dans le tissu fibreux de cette espèce a rarement été décrit chez d'autres plantes (Les fibres d'Alfa sont recherchées pour leur qualité papetière. Les feuilles de l'Alfa sont persistantes, elles durent au moins deux ans. Ces particularités du système aérien et souterrain sont liées à des adaptations au xérophytisme Harche, 1985; Harche et *al*, 1989).



Figure 2 : Feuilles de *Stipa tenacissima* L

d) Fleurs

L'inflorescence de l'Alfa est une panicule dressée de longueur comprise entre 25 et 30 cm ; composée par l'ensemble des épis constitués eux-mêmes par des épillets en nombre variable, qui correspond aux fleurs (Ghrab, 1981 in Bekhtaoui et Djoudi ,1990), l'épillet est fixé sur un pédoncule par un entre-nœud et il est formé de :

Deux glumes (inférieure et supérieure)

Deux glumelles (inférieure et supérieure). La glumelle inférieure ou lemme est la plus grande, elle est souvent porteuse d'une ou plusieurs arêtes, la glumelle supérieure est appelée paléole.

Une fleur unique fertile portée par un rachis (Ghrab, 1981 in Bekhtaoui et Djoudi ,1990). Celui-ci est articulé et se détache facilement à maturité.

Dans chaque fleur, au-dessus des glumelles, se trouvent trois étamines dont les filets s'allongent fortement quand le pollen approche de la maturité, les filets passant ainsi entre les deux glumelles et font pendre à l'extérieur de l'épillet. Au centre, un ovaire étroit, surmonté

de deux stigmates plumeux. La période de floraison de l'Alfa s'étend chaque année de février à juin suivant les localités et les conditions climatiques (Boudy, 1950).

e) La gaine

La partie inférieure de la feuille est lisse, luisante, enroulée, attachée vers le bas directement au rameau issu d'un entre nœuds du rhizome, vers le haut, la gaine porte le limbe, elle présente deux faces d'épidermes très différentes sur la face externe, l'épiderme présente de nombreuses cellules exothermiques, doublées d'une assise de fibres hypodermiques. Sur la face interne, plusieurs racines parenchymateuses incolores constituant l'épiderme. Les faisceaux sont entourés de parenchyme chlorophyllien (Trabut, 1889).

f) La ligule :

La ligule est située entre la gaine et le limbe, elle a une forme pointue (Figure 3).

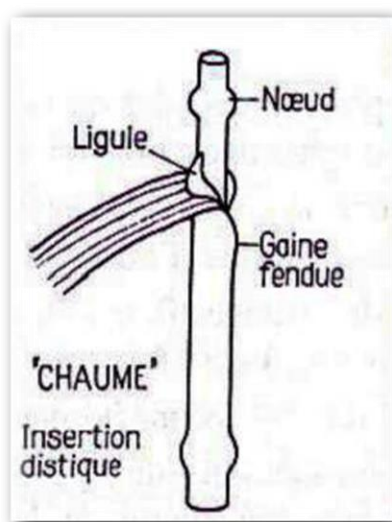


Figure 3: Schéma de la gaine et ligule chez les poacées (Guignard, 1977)

g) Le limbe

La longueur moyenne du limbe, à la maturité, varie entre 40 et 80cm ; sous l'influence de la sécheresse, le limbe s'enroule, se durcit prend l'aspect d'une feuille ; il présente une pointe fine avec une teinte blanchâtre à jaunâtre. La face interne ou supérieure du limbe est argentée, relevée de sept fortes nervures couvertes de villosité (Ghrab, 1981 in Bekhtaoui et Djoudi ,1990) la face externe ou inférieure, luisante, unie, dépourvue de nervures saillantes. Les deux faces sont pourvues d'une cire pour permettre à la plante de résister à la sécheresse.

h) L'inflorescence

L'inflorescence de *Stipa* est une panicule compacte et dressée de longueur entre 25 et 35cm, composée par l'ensemble des épis constitués eux-mêmes par des épillets en nombre variable (Figure 4), qui correspondent aux fleurs chez *Stipa tenacissima* (Ghrab, 1981). L'épillet est fixé sur un pédoncule par un entre-nœud et est formé de deux glumes (inférieures et supérieures) et de l'unique fleur portée par un rachis (Bensid, 1990).

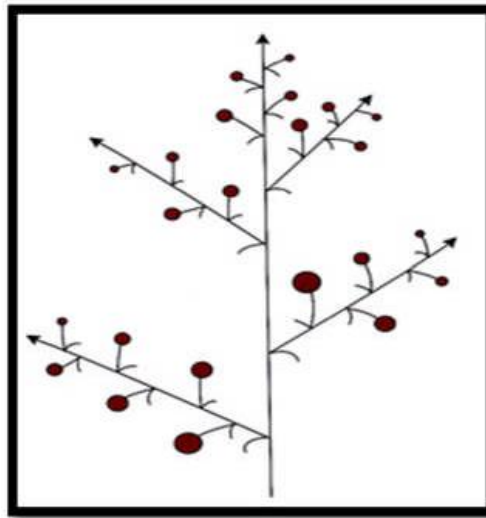


Figure 4 : Schéma de l'inflorescence (panicule : grappe en grappe)

i) Le fruit

Le fruit de *Stipa tenacissima* L (Figure 5), est un caryopse appelé graine qui mesure à maturité 5 à 8 mm de longueur, linéaire, allongé avec un hile formant le sillon longitudinal. Sa partie supérieure est brune et porte souvent les stigmates desséchés. Le caryopse est un fruit sec, indéhiscent, à une seule graine dont le tégument est intimement soudé au péricarpe du fruit.

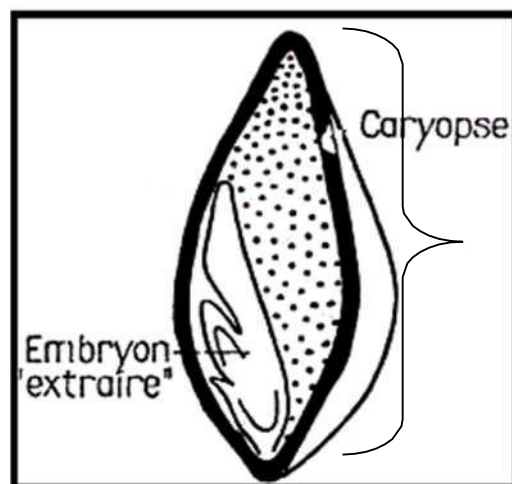


Figure 5 : Schéma du fruit (caryopse) (Guignard, 1977)

La figure 6 présente la morphologie de *Stipa tenacissima* L avec indication des parties principales (HELLAL, 1991)

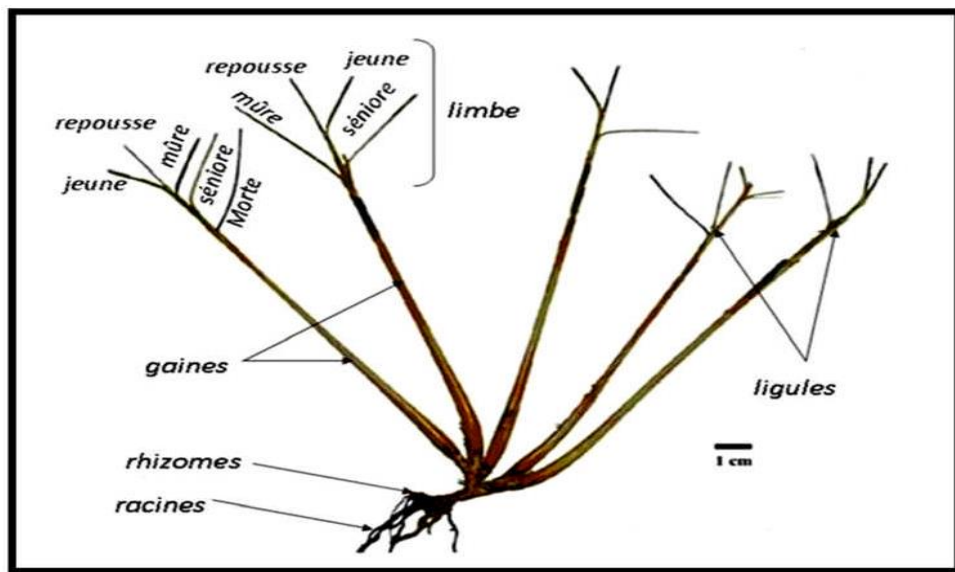


Figure 6 : Morphologie de *Stipa tenacissima* L avec indication des parties principales (HELLAL, 1991)

II.3.2. Phase de végétation

Les formations steppiques et ceux de *Stipa tenacissima* L sont considérés comme étant l'un des meilleurs remparts face à l'avancée du désert .Moulay et *al* (2011). Il entre dans la catégorie des végétaux verts. Ses phéno-phases sont les suivantes :

Début de printemps: dès que la température dépasse 3 à 5°C les feuilles persistantes entrent en activité, et commencent à synthétiser leurs substances nutritives, les jeunes feuilles déjà ébauchées depuis l'automne sortent des gaines et de nouvelles innovations se forment Mehdadi et *al* (2000). Entre la fin du mois d'Avril et le début du mois de Mai apparaissent les fleurs.

Au début de l'été, les fruits sont mûrs. **En Juillet,** la feuille ferme ses stomates et se met en état de vie ralentie sous l'effet de la sécheresse.

Aux premières pluies d'automne, les feuilles s'allongent et le mécanisme d'assimilation continue.

II.3.3. Reproduction

Stipa tenacissima peut se reproduire selon trois façons différentes, par semis, par bourgeons dormants, ou par extension et fragmentation des souches.

II.3.3.1. Reproduction par semis

L'épillet mûre, transporté par le vent et les insectes, peut au hasard de ses déplacements se localiser dans une petite plante (thymus, artemisia) à la première pluie l'arête de l'épillet qui est hygrométrique tortille ses spires enfonce l'épillet dans la terre ou dans une fissure. La germination se fait rapidement dès que l'humidité est assez persistante (Djebaïli, 1984).

Selon Trabut (1889), la reproduction naturelle par semis est observable dans les stations rocailleuses, les fentes des racines et particulièrement en forêt grâce à l'humidité qui y règne favorisant la germination. Cette régénération est favorisée par l'accumulation des brins morts sur la touffe d'Alfa. Dans leur travaux à Djelfa, Bourahla et Guittoneau (1978), Malos et Meziani (1978), notent que la reproduction par semis est un mode rare ou inexistant. On peut conclure qu'en dehors de conditions particulières, la régénération naturelle par semis reste très difficile. Cette difficulté pourra être liée à la fois aux facteurs intrinsèques (liée à la graine même) et extérieurs (sol, climat, conditions stationnelles).

- Boudy (1952) note une fécondation irrégulière liée aux étamines qui restent enfermées dans les glumelles. la fleur est desséchée dans cet état c'est un arrêt de développement, une mort prématurée.
- Pour Thomas (1976), c'est un problème physiologique, le poids réduit des caryopses démontre que les éléments nutritifs mis à la disposition de l'embryon durant la germination sont minimes.
- Soriano-Loret 1961, In Olimid et Meziani 1978, a évalué à moins de 20% la fertilité des graines.
- En effectuant des tests de germination au laboratoire, Ramendo (1975) observe une variation de 2 à 16% de germination selon les régions.
- Harche (1978), a noté une germination retardée entre 5 et 15°C et un optimum de germination entre 15 et 20 °C.

II.3.3.2. Reproduction par bourgeons dormants:

Quand les vieilles touffes sont apaisées, certains rameaux périphériques portent encore un certain nombre de bourgeons dormants. Ces derniers se développent au printemps courts et des racines adventives. Cette rénovation de touffes à partir des bourgeons dormants est le principal mode de reproduction des nappes alfatières, détruites par l'abus de cueillette (Boudy, 1950).

II.3.3.3. Reproduction par extension et fragmentation des souches

La multiplication de l'alfa se fait souvent par les éclats de touffes les plus âgées (un à deux mètre de diamètre correspondent à un ou deux siècles d'âge) selon une communication verbale. L'éloignement des rameaux du centre de la touffe forment un cercle qui s'élargit en années. Alors les feuilles mortes se décomposent très lentement, encombrant la touffe et créent un milieu asphyxiant qui accélèrent le dépérissement des rameaux anciens du centre de la touffe, transformant ainsi le cercle en couronne (processus de circination) cette couronne s'agrandit et finit par fragment et chacune des touffes issues de cette division s'arrondit et se fragmente à son tour (Figure 7), (Djebaïli, 1984).

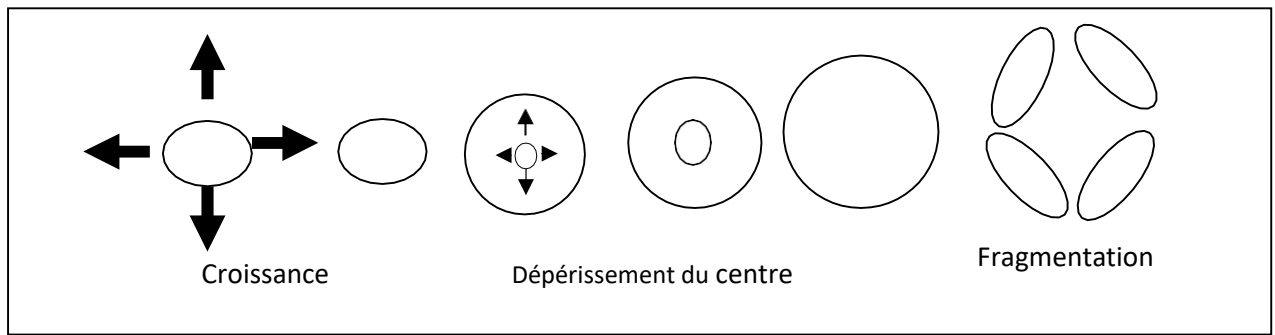


Figure 7 : Schématisation d'un processus de circination (d'après Corinne, 1992)

La fragmentation des souches a suggéré à certains chercheurs des tentatives de multiplications artificielles au niveau d'éclats prélevés sur des souches en pleine croissance (Beaucorps et Marion, 1956 in Khelil, 1995).

II.4. Ecologie de l'espèce

II.4.1. Facteurs climatiques

Cette espèce est présente dans les milieux arides méditerranéens, exceptés dans les zones désertiques. Elle délimite le désert, là où *Stipa tenacissima* L s'arrête, le désert commence (Gimenez, 1954).

Stipa tenacissima L résiste à -15°C . Au-dessous de 1 à 3°C , la plante se met en état de vie latente, l'optimum de développement pour elle se situe entre 19 à 25°C de température moyenne annuelle (Boudy, 1950).

Les steppes à *Stipa tenacissima* L dominant se rencontrent dans les zones là où les précipitations annuelles varient entre 450 et 1300 mm (Djebaïli, 1984). Selon Boudy (1952),

Stipa est surtout abondant entre 200 et 400 mm de tranche pluviométrique, mais peut vivre là où cette tranche s'abaisse à 150 mm.

La limite inférieure pour le développement de *Stipa tenacissima* L est de 150 mm d'eau par an. L'optimum se situe entre 200 et 400 mm. La limite supérieure est d'environ 500 mm. *Stipa tenacissima* L supporte bien un enneigement prolongé (Khelil, 1991). Sa grande résistance, au froid, lui permet d'atteindre des altitudes élevées ; c'est pour cela qu'on peut la retrouver à 1800 m d'altitude (Trabut, 1889).

Le vent joue un rôle important dans la dispersion des semences et le transport des matériaux qui en s'accumulant au niveau de la touffe de *Stipa tenacissima* L augmentent l'épaisseur du sol (Khelil, 1991).

II.4.1.1. La pluviométrie :

L'Alfa supporte une pluviosité variée (100 à 600 mm / ans), mais s'installe de préférence dans les régions de pluviosité comprise entre 200 à 400 mm/ an (Trabut, 1889 ; Boudy, 1950; Djebaïli ,1978).

L'Alfa pousse entre les isohyètes 500 et 100 mm / an mais ne forme des nappes qu'entre les isohyètes 400 à 100 mm/ an, mais si elle dépasse 600 mm selon Khelil (1984), l'alfa est remplacé par le diss (*Ampelodesma mauritanica*).

II.4.1.2. La température :

L'Alfa résiste à une température de -15 °C et peut aller jusqu'à -19 °C à Rogassa (Elbayadh) (Rgagba, 2012). Au-dessus de 1 à 3 °C, la plante se met en état de vie latente (Lacoste, 1955). Son optimum de développement se situe entre +16 °C et 25 °C de température moyenne annuelle. Lacoste (1955) a montré qu'une moyenne estivale supérieure à 25 °C pendant 4 mois est néfaste pour le développement de la plante.

II.4.1.3. La lumière :

Le rythme biologique de l'Alfa est induit par la photopériode qui a pour résultat de coïncider la période de reproduction sexuelle avec la saison la plus favorable, en l'occurrence le printemps (Kadik *et al.*, 1984).

Durant l'hiver, les feuilles persistantes utilisent les rayons solaires, ce qui explique, d'après Pouget (1980) l'exclusion de l'alfa des peuplements forestiers trop fermés. Harche

(1975) note qu'à 20 °C, la lumière naturelle, la luminosité rouge et infrarouge n'ont pas d'effet sur la capacité germinative des caryopses de l'Alfa.

II.4.1.4. Le vent :

Le vent joue un rôle important dans la dispersion des semences et le transport des matériaux qui en s'accumulant au niveau de la touffe d'Alfa augmentent l'épaisseur du sol ; par contre le vent violent et fort, à caractère érosif, est aussi responsable en grande partie de la destruction des peuplements steppiques (Khelil, 1995).

II.5. Intérêts de l'espèce

II.5.1. Intérêt écologique

C'est une plante pérenne qui, par définition, est capable de persister durant les conditions sévères de sécheresse en maintenant une activité physiologique (une vie ralentie) (Nedjraoui, 1990 ; Pugnaire et *al.*, 1996 in Aidoud, 2006). Cette capacité permet d'éviter l'exposition du sol à l'érosion éolienne durant les périodes sèches et l'on comprend ainsi, le rôle fondamental que joue ce type de plante dans la protection et le maintien de l'intégrité écologique de tout l'écosystème (Puigdef et Sanchez, 1996 in Aidoud, 2006). Elle joue un rôle important dans la lutte contre le phénomène de désertification, comme elle est considérée comme l'un des remparts face à l'avancée du désert grâce à son système racinaire très développé qui permet la fixation et la protection du sol (Zeriahene, 1978).

II.5.2. Intérêts économiques

L'Alfa est très recherché pour la fabrication des tapis des cordes des maltes et surtout de papier de haute qualité (Charrier et *al.*, 1873 in Harche, 1978) l'exploitation de cette plante devrait être rationnelle au risque de la voir disparaître un jour, danger que signalait (Turrel, 1876 in Harche, 1978), L'alfa est une plante rustique, peut exigeante en eau et en sol, bien adaptée à la sécheresse, et qui présente d'énormes possibilités d'exploitation.

- **Sur le plan artisanal :**

Elle est très utilisée dans la confection de vannerie, de nattes, de tapis et de chaussures (Boudy, 1952).

- **Sur le plan industriel :**

Le meilleur débouché demeure la fabrication de la pâte à papier (Turrey, 1976 ; Harche, 1978 et 1985), en effet les recherches effectuées sur le système foliaire de

cette poacée ont montré que la plante dispose d'un potentiel important en élément fibreux, notamment en cellulose (40 à 50%) (Paiva et al; 2007), matière première de l'industrie papetière.

II.5.3. Intérêts zootechniques

L'Alfa présente une faible valeur fourragère de 0,3 à 0,5 UF/Kg MS, cependant, les inflorescences sont très appréciées et recherchées par le bétail surtout en période de disette (0,7UF/Kg MS) (Harche, 1978). La productivité pastorale moyenne de ce type de steppe varie de 60 à 150 UF/ha selon le recouvrement et le cortège floristique (Aidoud et Nedjraoui, 1992).

II .5.4. Intérêts médicaux

L'Alfa pourrait servir à la fabrication des composés utilisés dans les industries alimentaires Pharmaceutiques tel que de xylose, (Tadjeddine ,1986) c'est l'équivalent du saccharose et qui conviendrait fort bien au diabétique car son métabolisme ne nécessite pas l'insuline.

II.6. Domaines d'applications

Les applications de l'Alfa sont multiples et diversifiées, et peuvent être classées en 2 catégories selon la nature de la matière :

II.6.1. Les tiges de l'Alfa :

Applications artisanales : Ces tiges, une fois filées ou tressées, s'emploient pour la fabrication de cordages et d'objets de sparterie (tels que : des tapis, des paniers, des paillassons, des plateaux, des ficelles ...). L'utilisation artisanale par les riverains qui habitent dans les régions alfatières peut être évaluée à 50 kg/ménage/an (Figure 8).

Pâturage : Les nappes alfatières constituent un espace pastoral de réserve tant pour le bétail (boeufs, moutons, chameaux...) que pour la faune sauvage (gazelle...). Du fait qu'elle est relativement délaissée par les animaux en présence d'autres ressources pastorales plus appétentes, vu sa faible valeur alimentaire, elle constitue un énorme stock qui permet la survie des animaux pendant les années de disette.

Combustible : Le pouvoir calorifique supérieur de l'Alfa varie de 4666 Kcal/kg pour les brins de 1 an et de 5160 et 5163 Kcal/kg pour les brins âgés de 2 ans et de 3 ans respectivement, ce qui lui confère un usage énergétique important sous forme de briquettes

combustibles en remplacement ou d'appoint au bois de feu.(Le site de la Société Nationale de Cellulose et de Papier Alfa <http://www.sncpa.com.tn>.)



Figure 8 : Des exemples d'artisanat Alfatière (des paniers, des paillassons, des espadrilles...)

I.2.8.2. Les fibres de l'Alfa :

La pâte à papier : A la fin du 19^{ème} siècle, le papier d'Alfa est apparu, c'est un papier de bonne qualité qui met bien en évidence la valorisation de cette plante et lui donne une grande importance économique. La pâte à papier représente la branche qui consomme le plus d'Alfa (la Société Nationale de Cellulose et de Papier Alfa (SNCPA – Tunisie) produit 25.000 tonnes de papier et 12.000 tonnes de pâte par an) (Figure 9). Cette pâte est essentiellement utilisée dans la fabrication du papier noble usage, du papier cigarette, du papier filtre et du papier condensateur (diélectrique).

Non tissés : Des travaux ont été effectués afin de remplacer des fibres de verre et de carbone, qui ont un coût élevé influençant le prix de revient du produit fini. Les non tissés sont utilisés comme couche de renfort pour des emboîtures dans le domaine orthopédique. (S.Ben Brahim and R.Ben Cheikh 2007).

Composites : Analogiquement, des études ont été réalisées pour développer des composites à base de fibres d'Alfa dans une matrice de polypropylène, de polyester ou de PVC. Ce recours aux fibres naturelles se produit de plus en plus de nos jours afin de réaliser des composites biodégradables avec des bonnes performances mécaniques et acoustiques et avec moins d'impact sur l'environnement. Mais ce type d'application connaît quelques difficultés pour la mise en œuvre telles que des problèmes de cohésion avec la matrice utilisée (B.Vermeulen 2008).

Par ailleurs, la feuille d'Alfa fournit également des sous-produits puisqu'elle possède des acides gras insaturés, notamment l'acide oléique et l'acide linoléique, pouvant être valorisés dans le domaine diététique et des cires utilisées pour les cosmétiques.

Malgré cette diversité d'utilisations, l'Alfa n'est donc utilisée qu'à son état primitif (des tiges) ou bien en fibres très courtes n'ayant aucune performance mécanique (composites et non tissés) ou encore sous forme de pâte. (Mohamed Dallel 2012),



Figure 9 : Illustrations de la pâte d'Alfa commercialisée par la SNCPA

II.7. Les principaux facteurs de la dégradation des formations à *Stipa*:

Après le diagnostic écologique et socioéconomique et l'exploitation des travaux de Cdt. Charrier (1873), Monjauze (1947), Boudy (1950), Aidoud (1996), Benabdeli (1983 et 2000), CNTS (1989) et Nedjraoui (1990) un même constat est fait tant sur le plan qualitatif que quantitatif des formations végétales de la zone steppique occidentale : c'est l'action de l'homme et de l'animal qui reste prépondérante dans le processus de régression de la formation à *Stipa tenacissima*. La steppe à *Stipa tenacissima* connaît une régression importante puisqu'elle couvrait en région occidentale, au siècle dernier, plus de 3 millions d'hectares et ne couvre actuellement que 2 millions d'hectares. L'état actuel de cette formation végétale pérenne à *Stipa tenacissima* L., se caractérise par une régression inquiétante de son aire due essentiellement à l'absence presque totale de sa régénération naturelle. L'évolution régressive de la steppe à Alfa (*Stipa tenacissima*) se traduit par des stades où cette espèce climacique est remplacée par le sparte (*Lygeum spartum*) et par d'autres espèces de dégradation telles que *Atractylis serratuloides*, *Peganum harmala* et *Noaea mucronata* traduisant le surpâturage.

II.7.1. Les contraintes climatiques

- **La sécheresse :**

L'impact de la sécheresse est faible ou négligeable là où l'impact humain et animal est faible ou nul. En effet, la végétation et les sols des régions arides se sont adaptés à des conditions de sécheresse récurrentes au cours des siècles et des millénaires passés acquérant une capacité à récupérer leurs caractéristiques après perturbation (Le Houérou, 1995).

L'accentuation des phénomènes de sécheresse n'est pas à l'origine de la désertification, mais elle constitue un facteur important d'aggravation de l'effet anthropique sur la dégradation des terres en zones sèches (Thomas, 1995).

En effet, la sécheresse et la désertification sont des phénomènes très liés. Au cours du siècle précédent, l'Algérie a vécu plusieurs périodes de sécheresse dont les plus intenses ont été ressenties en 1910 et en 1940 et de manière plus persistante dans les années 1975-1980 ainsi qu'au début du siècle, ce qui donne une idée de l'ampleur de cette sécheresse et de la dégradation climatique qui en est la cause (OSS, 2009).

Les travaux de Harche et *al.* (2007), portant sur une analyse statistique de l'évolution de la pluviosité de plusieurs stations steppiques, montrent que les steppes algériennes sont caractérisées par une aridité croissante, cette tendance est plus prononcée pour les steppes occidentales que les steppes orientales.

- **Erosion éolienne**

L'érosion éolienne, second facteur physique de dégradation de l'écosystème steppique, est accélérée dans un milieu où la végétation est devenue plus éparse (Abdelguerfi, 2003). Pour ce facteur, les milieux des zones steppiques sont très sensibles aux processus d'érosion dès que la végétation steppique disparaît. Le recours à des techniques d'aménagement et de gestion des terres est nécessaire. Ces techniques sont basées sur l'utilisation judicieuse des eaux de pluie et la plantation d'espèces ligneuses adaptées à ces régions, contribuant aussi bien à l'accroissement de la production qu'à la protection des sols contre l'érosion Dutil Pet *al* (1991).

II.7.2. Les contraintes édaphiques

Les sols sont peu profonds, peu évolués, d'apport colluvial ou évolué de type carbonaté à croûte calcaire. Ce sont des sols chimiquement pauvres et physiquement très fragiles. La texture grossière du semblant de sol encore en place n'est qu'un voile sableux

(30%) avec des éléments grossiers (20 %) et une faiblesse en matière organique, sont exposés à l'action dévastatrice des vents Djébaïli (1988). L'horizon superficiel est de texture sableuse d'apport éolien à très faible taux de matière organique (inférieur à 0.2%) ne permettant pas la germination des graines de *Stipa tenacissima* L. Les sols sont soumis en permanence à une érosion éolienne et hydrique qui perturbe tout processus de germination et entrave la régénération. C'est surtout l'effet du vent qui dépose des amas de sable sur la végétation qui constitue un handicap majeur au développement de *Stipa tenacissima* L. Soumise à des vents Sud-est durant plus de 3 mois par an, la zone est connue pour les dépôts sableux dès qu'il y a un obstacle (Moulay et *al.*, 2011).

II.7.3. Les contraintes anthropiques

La pression humaine constitue la source d'agression la plus importante de la steppe à *Stipa tenacissima*. Elle se caractérise par des pratiques agricoles découlant d'un défrichement et par une charge pastorale moyenne estimée à plus de 4 équivalents-ovins par hectare alors que les possibilités ne sont que de 0,5 selon Benabdelli et *al.* (1996, 2000). L'effectif des ovins exploitant la steppe sud-oranaise est estimé à près de 7 millions de têtes.

En plus des agressions édapho-climatiques, les pratiques agricoles et le surpâturage sont parmi les causes majeures de la dégradation de la steppe à *Stipa tenacissima* L. La pression anthropozoogène contribue fortement à dégrader la formation de *Stipa tenacissima* L. C'est à travers un surpâturage permanent que cette pression s'exerce comme le montre l'ensemble des auteurs ayant étudié ce facteur dans cette zone [Le Houérou (1968, 1996) ; Kacimi (1996) ; Benabdelli (2000) et Nedjraoui (2004)]. La charge pastorale moyenne réelle observée est estimée à plus de 5 équivalent-ovin par hectare alors que les possibilités ne sont que de 0.5 selon Benabdelli (1983, 1996 et 2000).

Il faut noter que la régression de la nappe alfatière découle de la surexploitation des touffes de *Stipa tenacissima* L pour l'industrie de la cellulose durant la période 1965-1985. Le défrichement et le brulis pratiqués par les grands éleveurs agissent négativement sur le sol et perturbent tout le processus de régénération naturelle. Une fois dégradé, l'écosystème est bien souvent lent ou inapte à se reconstruire ; sa résilience est faible ou nulle, un seuil d'irréversibilité écologique a pu être franchi. Le résultat de ce processus est une régression de *Stipa* qui a été constatée sur toute son aire nord-africaine (Le Houérou, 1995 et Aïdoud et *al.*, 2006), et une extension irréversible des paysages désertiques, comme c'est le cas dans la plupart des régions arides (Le Houérou, 1979, 1990 ; Dresch, 1982 et El G3, 1987).

CHAPITRE II : MATERIEL ET METHODES

CHAPITRE II : MATERIEL ET METHODES

II.1. Présentation de la zone d'étude

II.1. Cadre physique et biogéographique

D'une superficie de 27561.6 km², la wilaya de Laghouat, constituée de vingt-quatre communes, est installée sur deux espaces de parcours : steppique et présaharien (Salemkour *et al.*, 2013)

La wilaya est caractérisée par un relief et des formations de hautes plaines steppiques semi-aride frais à doux avec une prédominance des parcours sur une superficie de **1082 292ha** soit **89 %** de la superficie de la wilaya. Le reste des terres comprend :

Terres forestières sur **100 665 ha** soit un taux de boisement de **8 %** ; Terres agricoles sur **27548 ha** soit **2%** occupé par différentes cultures à savoir : culture céréalière (orge, blé dur, blé tendre, avoine), culture fourragère (luzerne), culture maraîchère (pomme de terre, tomate, oignon) et arboriculture (Salemkour *et al.*, 2013)

En fin, les terres improductives (dunes, dépressions et agglomérations) sur **5650 ha** soit **1%** (Figure 10).

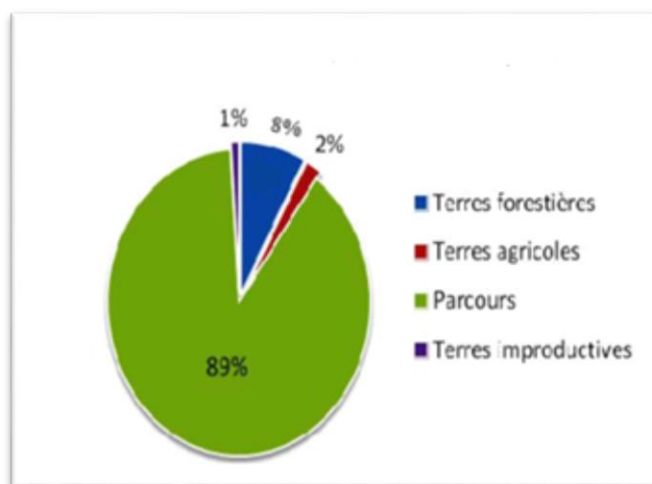


Figure 10 : Occupations des terres de la région de Laghouat **Source : D.P.A.T 2013**

II.2. 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 (IAP, 1972 et Hannachi, 1981in Amrani, 2021), ces domaines sont :

-L'Atlas Saharien au nord, formé par les monts des Amours et les monts des Ouled Nail; Ksour et les Aures.

-La plate-forme 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.3. 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 ; Djébaili, 1984 ; Aidoud-Lounis, 1984).

II.4. 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. 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. (Amrani. 2021)

II.5. Etude climatique et bioclimatique de la région de Laghouat

Le climat joue un rôle important dans le suivi écologique des écosystèmes. Dans ce contexte, diverses études ont démontré que la variation des paramètres climatiques déterminent les variations de la phytomasse, la production primaire, la richesse floristique, la phénologie des espèces, l'occupation du sol (Djebaili, 1978 ; Aidoud, 1983-1989 ; Benrbiha, 1984 ; Le Houérou, 2005 ; Aidoud et *al.* 2006 ; Hirche et *al.* 2010 ; Nedjraoui et Hirche 2016).

Les données pluviométriques entre 1996 et 2016 de la wilaya de Laghouat montre que le mois le plus pluvieux est Septembre (25, 63 mm) et le mois le plus sec est Janvier (5,46 mm) et juillet. La pluviométrie entre la période de 1996 jusqu'à 2016 donne une moyenne annuelle de 151,21 mm par an. L'humidité enregistrée est 46,21%. L'étude des températures

moyennes mensuelles de la région, révèle que le mois le plus chaud est celui de juillet avec une température moyenne maximale du mois le plus chaud atteint 36,08°C, Par contre, au mois de janvier la température moyenne minimale du mois le plus froid atteint (1,96°C). Les variations annuelles de la vitesse du vent dans la zone d'étude sont comprises entre 2,2 m/s et 5,6 m/s ; la région de Laghouat est classée dans l'étage bioclimatique saharien à hiver frais, où une seule période sèche s'étale sur toute l'année (Fig. 11). (Mallem et al.2017).

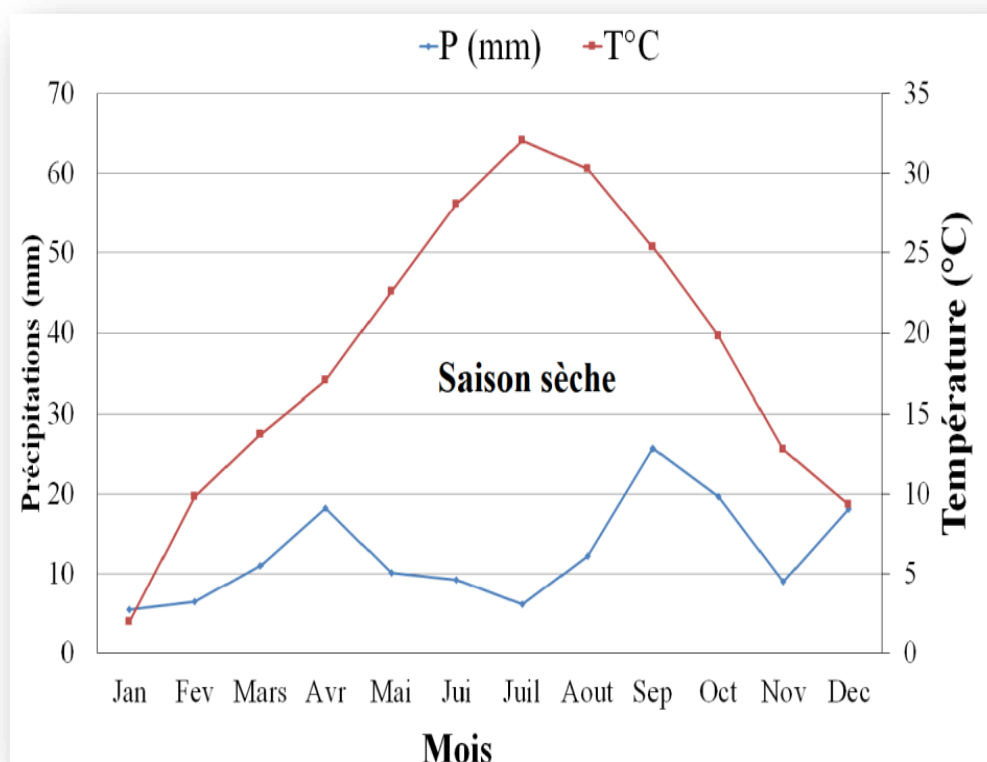


Figure 11: Diagramme ombrothermique de Bagnouls et Gaussen de la période (1996-2016) de la région de Laghouat.

II.2. Sites d'étude

Le choix des sites a été basé sur les critères : bioclimat (aride), reliefs (plaine), et de l'état des nappes alfatières.

Notre étude a été faite sur deux stations :

Station 1 El Houaita : La région d'El Houaita est située à environ 40 km au sud-ouest de la ville de Laghouat, sur les bordures sud du djebel Mehales et le plain oued M'ssaad. Elle est caractérisée par des altitudes moyennes qui ne dépassent pas 900 m (Figure 12)



Figure 12: Vue du site d'échantillonnage d'El Houaita (originale 2021)

Station 2 Sidi Makhlouf : La région de Sidi Makhlouf est située à environ 40 km au nord de la ville de Laghouat. Elle est caractérisée par des altitudes qui dépassent 900 m (Figure 13)



Figure 13: Vue du site d'échantillonnage de Sidi Makhlouf (originale 2021)

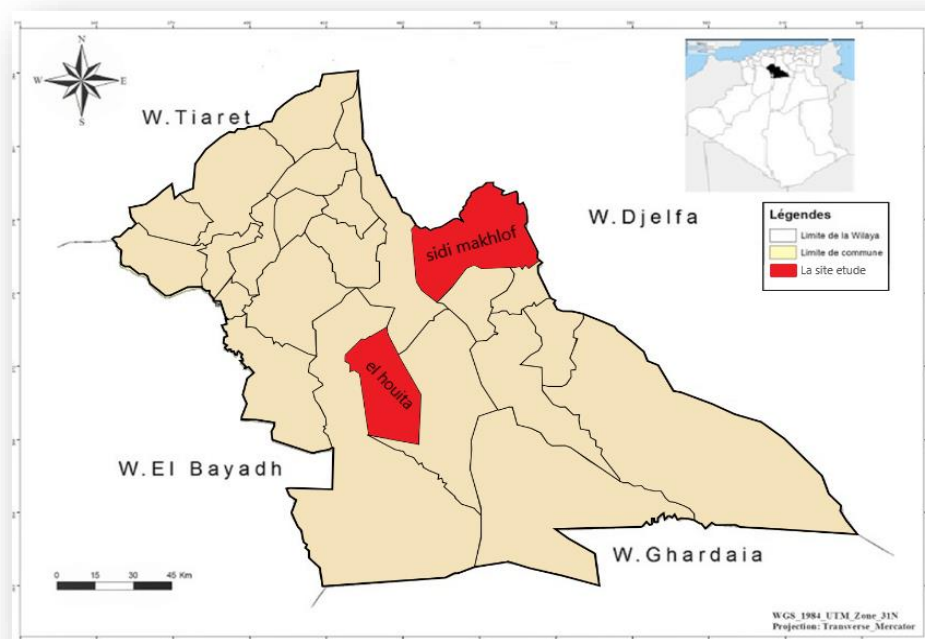


Figure 14 : Carte de localisation des sites étude

II.3. Méthodologie de travail

Notre travail a porté à la détermination des caractéristiques morphologiques des touffes d'alfa et les caractéristiques morphologiques des limbes des feuilles d'Alfa. Pour ce faire, le présent travail a été réalisé au niveau du laboratoire de l'université de Laghouat, les échantillons de feuilles d'Alfa sont soumis à des traitements par séchage et chimiques afin de déterminer le taux de siccité (teneur en matière sèche) et la teneur en cellulose.

II.3.1. Matériel végétal:

Le matériel végétal utilisé pour mener ce travail est les touffes et les feuilles d'Alfa (*Stipa tenacissima L.*), provient de deux sites.

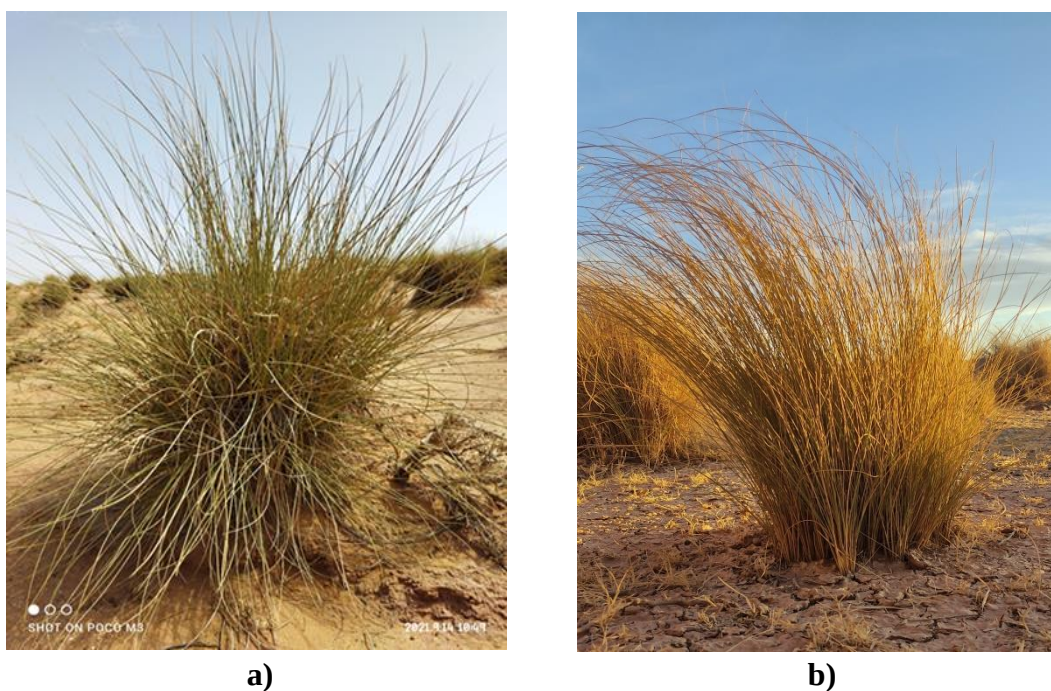


Figure 15: touffe d'Alfa de **a)** Sidi Makhlouf **b)** El Houaita (original 2021)

II.3.2. L'échantillonnage

Un échantillonnage reste l'opération qui prélève un certain nombre d'éléments que l'on peut observer ou traiter Dagnelie (1970). C'est la seule méthode permettant les études des phénomènes à grande étendue tels que la végétation, le sol et éventuellement leurs relations.

Selon Gounot(1969) et Daget(1989), pour toutes études écologiques fondées sur des relevés de terrain, l'échantillonnage est la première phase du travail et toute la suite en dépend. Et comme le tapis végétal n'est jamais étudié d'une manière continue, son étude se fait grâce à un échantillonnage permettant de répartir les échantillons de façon à ce qu'ils donnent une image valable de l'ensemble de la végétation.

II.3.3. Détermination des caractéristiques morphologiques de l'Alfa

L'analyse morphologique des touffes d'Alfa au niveau des sites choisis de la région de Laghouat a été effectuée aux cours de la période du mois de mai 2021.

Notre étude englobe deux parties ; la première est consacrée à la détermination des caractéristiques morphologiques des touffes d'Alfa.

La seconde est à la détermination des caractéristiques morphologique des limbes des feuilles d'alfa en relation avec la qualité dans les nappes alfatières (en mai 2021).

II.3.3.1. Etude morphologique des touffes d'Alfa

II.3.3.1.1. Densité des touffes d'Alfa:

La densité est définie comme étant le nombre d'individus par unité de surface. Exprimée en touffes par m² ou par ha.

Ce paramètre est utile dans l'étude de la dynamique de la végétation, en fait la densité de la végétation est un indicateur très intéressant dans la croissance des populations puisqu'il est lié au nombre des touffes présentes dans la nappe : En fait, la progression d'un individu ou sa disparition nous indique le pourcentage et la fréquence de présence d'une espèce donnée dans un lieu bien défini.

D'où la notion de l'évolution : l'évolution progressive ou régressive témoigne bien une régénération ou une disparition des individus.

Pour la mesure de **la densité**, on procède à un comptage de chaque individu présent à l'intérieur du quadrat choisi : le quadrat est une placette qui correspond à une superficie de 100 m².

On a délimite aléatoirement 5 placettes distantes de quelques centaines de mètres dont la superficie est de 100 m² dans les deux stations et on fait le comptage des touffes existantes sur le terrain de la nappe puis on fait la moyenne pour avoir la densité moyenne des touffes de chaque placette.

II.3.3.1.2. Phytomasse des touffes d'Alfa :

Dans les deux stations, les placettes délimitées pour la mesure de la densité sont utilisées pour l'évaluation de la phytomasse spécifique de l'Alfa :

La méthode consiste en la récolte manuelle selon la méthode semi destructive de toutes les touffes d'Alfa choisies (trois échantillons sont délimités de chaque placette). Le pesage des touffes est effectué le jour même de la récolte afin de déterminer approximativement le poids moyen de la phytomasse par touffe d'Alfa.

Pour une meilleure évaluation, les résultats sont exprimés en biomasse moyenne par touffe d'alfa (gramme/touffe d'Alfa).

II.3.3.1.3. Paramètres morphologiques de l'Alfa

La hauteur et le diamètre sont considérés parmi les facteurs morphologiques qui peuvent prédire la performance des plants d'alfa et les diverses provenances des feuilles d'Alfa.

Ces deux paramètres sont mesurés pour évaluer la vigueur des touffes d'Alfa.

- Hauteur : La hauteur a été mesurée, à partir du sol jusqu'à la pointe des feuilles, la mesure est effectuée à l'aide d'une règle plate exprimée en **(cm)**.
- Diamètre : Le diamètre a été mesuré à la base de la touffe, en prenant la moyenne du petit et gros diamètre de la touffe si la touffe est uniforme et la moyenne des diamètres perpendiculaires si la touffe est presque circulaire exprimée en **(cm)**. Les mesures ont été faites sur 10 touffes au hasard.

II.3.3.2. Etude morphologique des limbes des feuilles d'Alfa :

La mesure de la longueur des limbes, partie exploitable de l'Alfa, et ses épaisseurs s'avère une étape primordiale qui nous aide à caractériser les nappes alfatières en se basant sur l'étude de l'évolution régressive et progressive des touffes d'Alfa.

Parmi les placettes choisies on a sélectionné 3 touffes dont on prend une dizaine de limbes pour la mesure de la longueur à l'aide d'une règle plate graduée exprimée en (m). Quand à l'épaisseur, on prend les mêmes limbes et on le mesure en utilisant le pied à coulisse qui donne avec précision **l'épaisseur** exprimée en **(mm)**, en considérant toujours la moyenne pour les deux paramètres.

II.3.3.3. Etude biochimique de l'Alfa:

La recherche d'un produit tel que l'Alfa, écologiquement important et économiquement rentable est un objectif privilégié soit par les écologistes aussi par les utilisateurs de ce produit en industrie.

Cette étude, pour la valorisation de ce produit, s'est intéressée à des paramètres intéressants tels que, les valeurs du taux de siccité et la teneur en cellulose qui déterminent la qualité des limbes d'alfa dans la papeterie.

Le prélèvement des feuilles d'alfa s'effectue au niveau de chaque site pendant la période active de la plante, sur des touffes typiques représentatives (touffe grande, moyenne et petite touffe).

II.3.3.3.1. Taux de siccité :

La siccité d'un végétal correspond à sa teneur en matière sèche et le taux de siccité représente le pourcentage de cette matière sèche par rapport au poids total du végétal vert.

Nous avons prélevé des échantillons de limbes d'Alfa

- les feuilles de l'Alfa frais est pesée, ce qui nous donne un poids **P1**
- On soumet les feuilles à une température de 80 °C jusqu'à l'obtention d'un poids constant ce qui nous donne un poids **P2**.
- Le taux de siccité (S) est le rapport, en pourcent, des deux valeurs pondérales

$$S (\%) = (P2/P1)*100$$

II.3.3.3.2. Taux de cellulose

Le taux de cellulose est la proportion de matière cellulosique, contenue dans les fibres cellulosiques des feuilles d'Alfa, par rapport à l'ensemble des constituants du végétal.

Pour déterminer ce taux on procède de la manière suivante :

La teneur en cellulose et le taux de siccité des feuilles d'Alfa sont deux critères importants dont il faut tenir compte lors de l'utilisation de ce végétal ; l'Alfa, qui se caractérise par avoir un taux élevé de cellulose et de siccité relativement important meilleurs critères de sélection de la pâte.

Il existe plusieurs façons de séparer la cellulose des autres composants non cellulosiques, nous avons donc choisi de séparer avec de l'acide HCl (Chambon F. 2011)

Nous avons prélevé 1 gramme de chaque échantillon de l'usine Alfa, que nous avons séché au préalable afin de mettre 1 gramme dans Earlanmeier (taille 50 ml). Ensuite, nous avons ajouté 10 ml d'acide HCl puis nous l'avons recouvert et mis sur le mélangeur pour deux heures (figure 16) à venir après cette étape de filtration à l'aide de l'entonnoir et du papier filtre Nous filtrons le mélange obtenu

Après le processus de filtration, nous avons obtenu un précipité ou une pâte, que nous avons placé dans un plateau en verre de Petri afin de le mettre en étuve à sécher à une température de 105 ° pendant une durée de 12 heures. Après séchage, nous avons pesé le sédiment ou la pâte obtenue pour tous les échantillons, pour ensuite calculer le taux de cellulose est le rapport en pourcent de la différence des deux poids (p1-p2) sur le poids initial (p1)

$$T (\%) = [(p1-p2) / p1] \times 100$$



Figure 16: Analyse de la cellulose (attaque des feuilles d'Alfa par HCl) originale
2021

II.4. Analyse statistique :

L'analyse statistique a concerné les paramètres mesurés, les moyennes, l'écart type. Les analyses de variances (ANOVA) ont permis de comparer entre les caractéristiques des touffes et des feuilles d'alfa des deux sites. Les tests statistiques sont obtenus par l'utilisation d'Excel 2007.

CHAPITRE III : RÉSULTATS ET DISCUSSION

CHAPITRE III : RÉSULTATS ET DISCUSSION

1. Etude morphologique de la touffe l'Alfa

1.1. La hauteur

Les résultats enregistrés de la hauteur des touffes d'Alfa sont présentés par la figure 17.

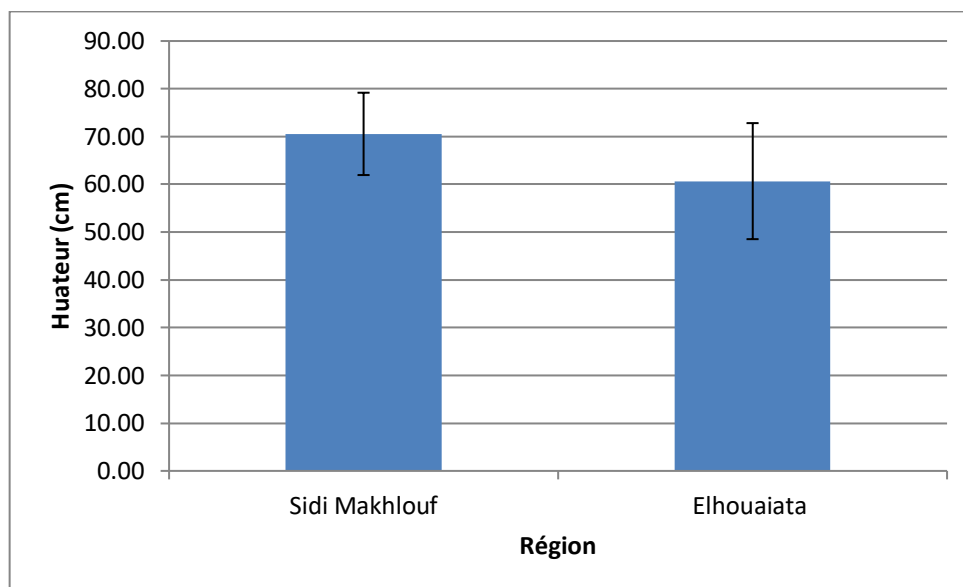


Figure 17: Hauteur des touffes de *Stipa tenacissima* dans les deux régions.

Les touffes de Sidi Makhoul enregistrent une hauteur moyenne de $70,56 \pm 8,62$ cm qui varie entre 55 et 85 cm et les touffes d'Elhouaiata ont une hauteur moyenne de $60,67 \pm 12,15$ cm qui varie entre 34 et 78 cm.

L'analyse statistique ne montre pas une différence significative entre les populations de touffe.

1.2. Le diamètre

Les valeurs obtenues du grand et petit diamètre des touffes d'Alfa sont montrées par les figures 18 et 19.

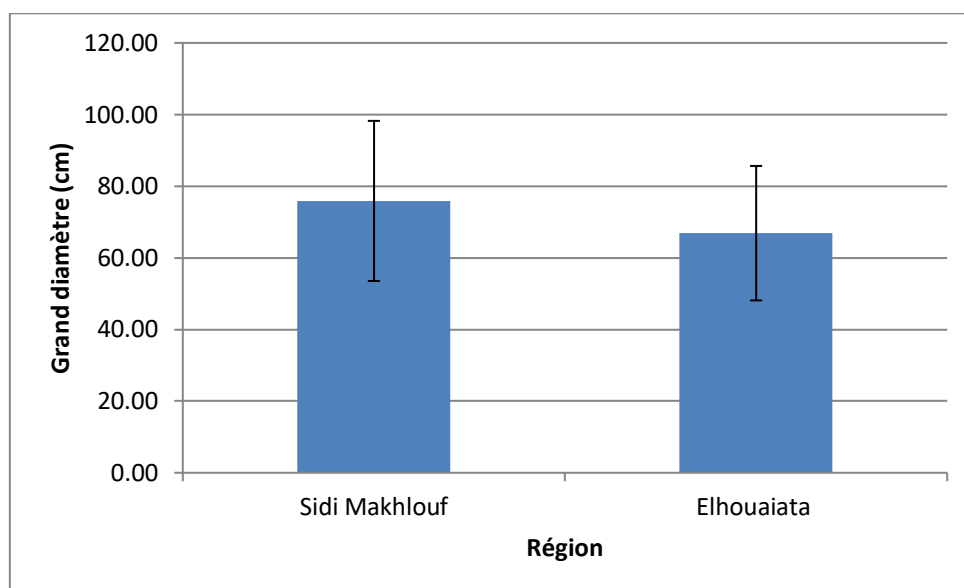


Figure 18: Grand diamètre des touffes de *Stipa tenacissima* dans les deux régions.

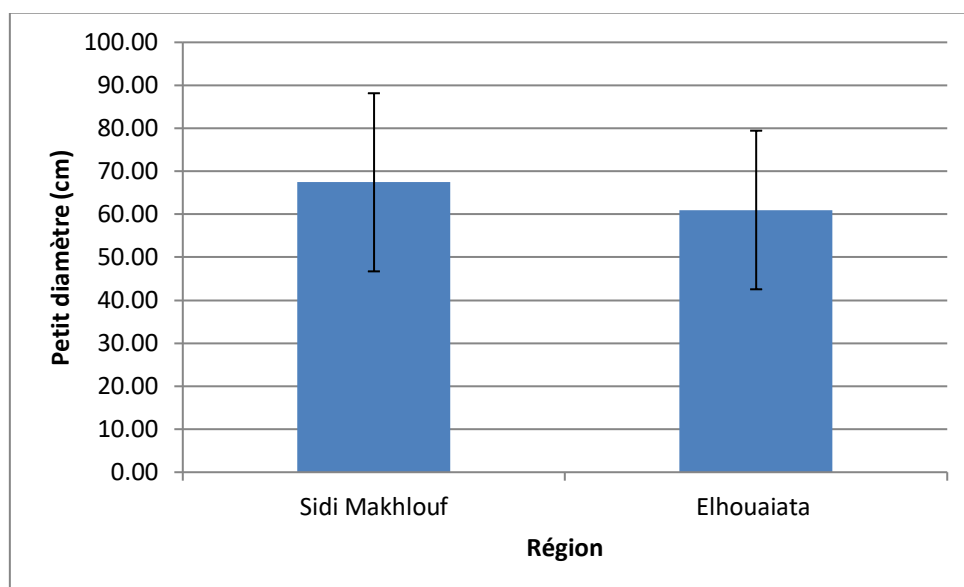


Figure 19: Petit diamètre des touffes de *Stipa tenacissima* dans les deux régions.

Selon les résultats obtenus, la moyenne du grand diamètre des touffes de Sidi Makhlouf est de 75,89 cm $\pm$ 22,35 avec des valeurs varie de 39 et 110 cm. Les touffes d'Elhouaiata ont des valeurs moyennes de 66,89cm $\pm$ 18,77 qui varie entre 36 et 97 cm.

Quant à la moyenne de petit diamètre des touffes de Sidi Makhlouf est de 67,44cm $\pm$ 20,72 qui varie entre 31 et 107 cm Les touffes d'Elhouaiata enregistrent une moyenne de petit diamètre de 61.00cm $\pm$ 18.44 qui varie entre 32 et 90 cm.

L'analyse statistique ne montre pas une différence significative entre le diamètre des touffes.

1.3. La phytomasse de l'Alfa

La figure 20 présente la phytomasse de touffe d'Alfa par gramme.

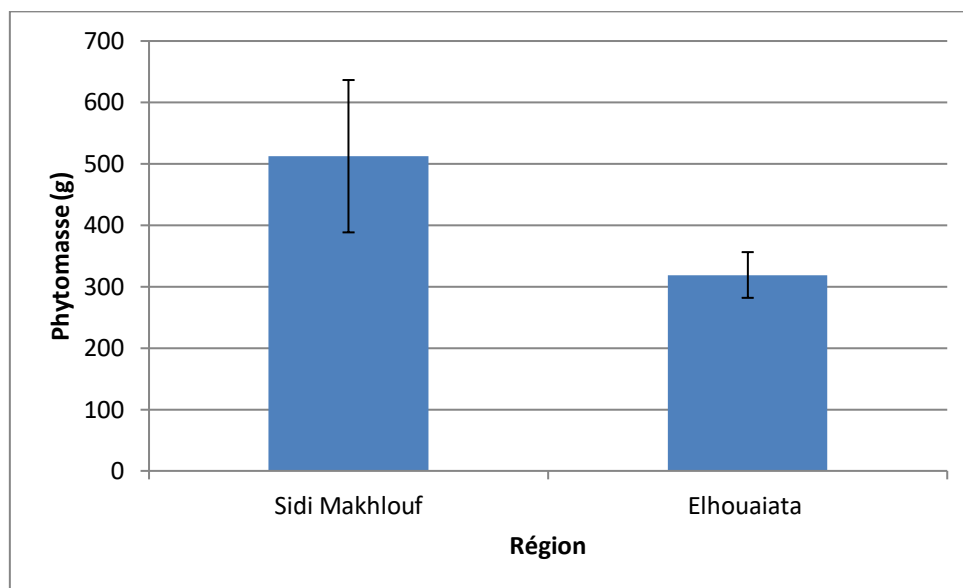


Figure 20 : La phytomasse en fonction de la région d'Alfa.

La phytomasse totale par la touffe d'alfa est d'une moyenne de 512 ± 124 g/ touffe dans la région de Sidi Makhoulf, elle varie entre 320 et 820 g/ touffe. Dans la région d'Elhouaiata elle est d'une moyenne de $319 \pm 37,23$ g/ touffe, elle varie entre 252 et 388 g/ touffe.

Il existe une différence statistiquement significative entre la phytomasse totale des touffes des deux régions ($F=19.37$, $P=0.002$). Celle de Sidi Makhoulf est plus importante que celle d'Elhouaiat.

1.4. La densité des touffes d'Alfa

La densité des touffes d'Alfa est de l'ordre d'une moyenne de 2140 ± 248 touffe/ha, et de 1080 ± 344 touffes par hectare pour le site de Sidi Makhoulf et d'Elhouaiata (figure 21).

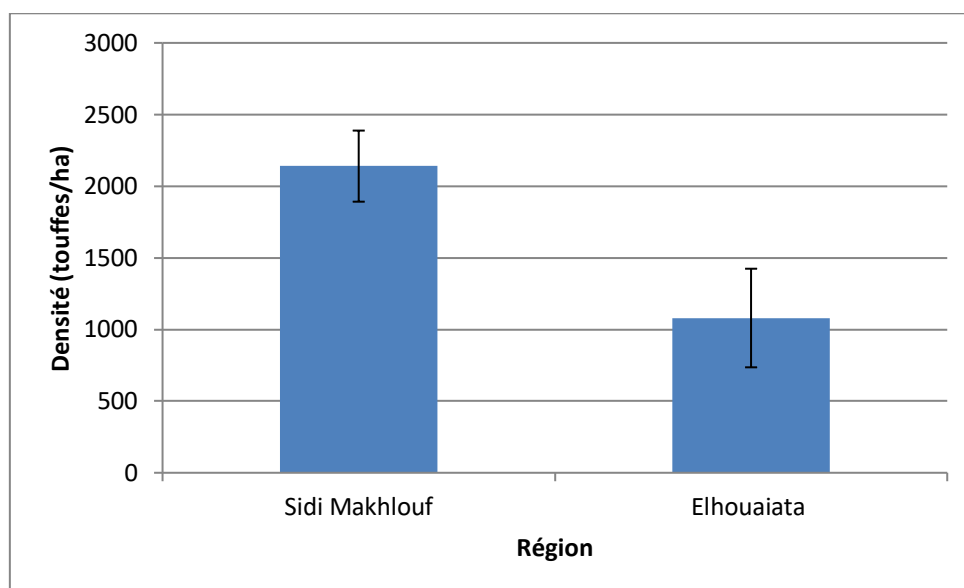


Figure 21 : La densité de l'alfa suivant différentes région.

La densité moyenne dans la région de Sidi Makhlouf varie de 1700 et 2600 touffe/h et dans la région d'Elhouaiata, elle varie entre 600 et 1600 touffe/h.

Il existe une différence statistiquement significative entre la densité des touffes d'Alfa des deux régions ($F=5.62$, $P=0.01$). C'est la région de Sidi Makhlouf qui est plus dense en touffe d'alfa que la région d'Elhouaiata.

2. Etude morphologique des limbes

2.1. La longueur

La longueur moyenne des feuilles de l'Alfa provient de Sidi Makhlouf est de $52,37 \pm 5,37$ cm, avec des valeurs qui vont de 41,56 à 62,69 cm. Alors que les feuilles proviennent d'Elhouaiata, ont une longueur moyenne de $44,92 \pm 5,17$ cm, elle varie de 43,25 à 58,12 cm (Figure 22).

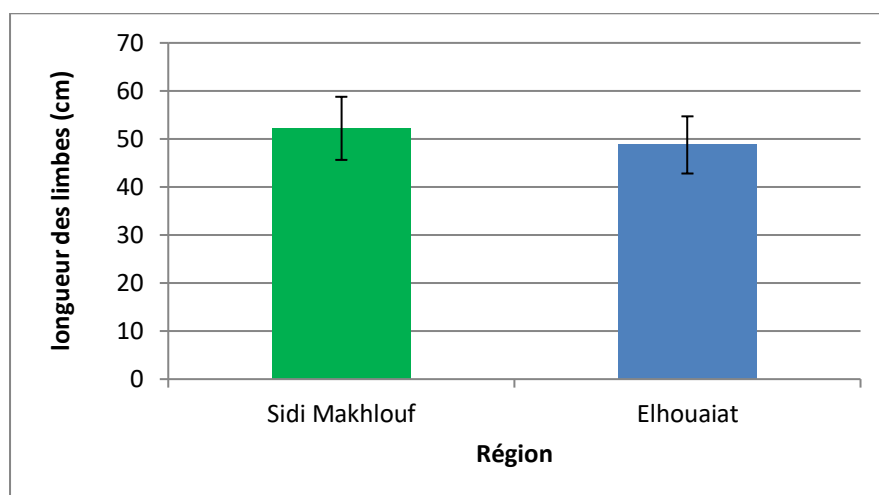


Figure 22 : Longueur des feuilles de *Stipa tenacissima* dans les deux régions.

La longueur des limbes foliaires des individus de l'Alfa collectés de deux provenances semble extrêmement variable ($F= 7,541$; $P\leq 0,002$), celle de Sidi Makhoulf est plus longue.

2.2. L'épaisseur des feuilles

L'épaisseur de limbe des feuilles d'Alfa est d'une moyenne de $0,97 \pm 0.1$ mm, qui varie entre 0,76 à 1,2 mm pour la région d'Elhouaiata. Cependant, l'épaisseur moyenne de limbe est de $1,38 \pm 0.14$ mm pour la région de Sidi Makhoulf qui varie entre 1,22 à 1,66 mm (figure 23).

Il existe une différence statistiquement significative de l'épaisseur des feuilles: ($F= 20,800$; $P\leq 0,0001$), le limbe des feuilles de Sidi Makhoulf est plus épaisse que celle d'Elhouaiat.

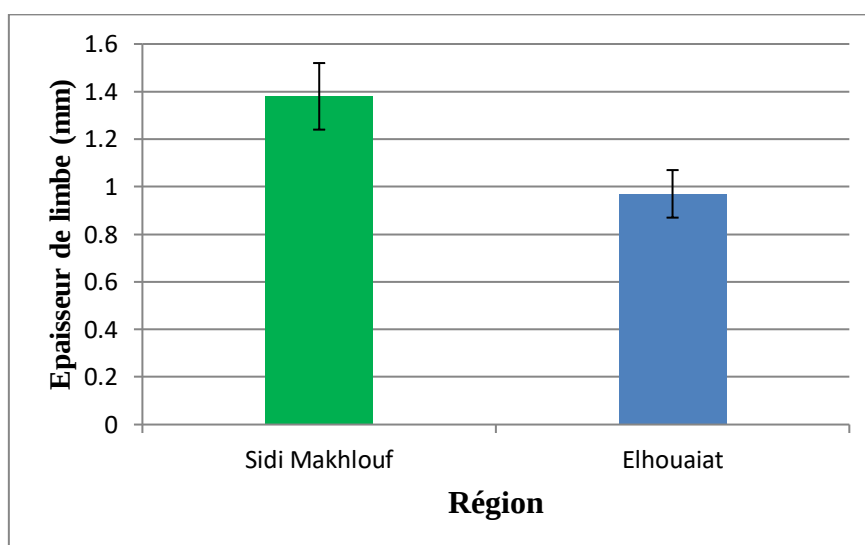


Figure 23 : Epaisseur de limbe des feuilles de *Stipa tenacissima* dans les deux régions.

3. Etude biochimique les feuilles d'Alfa

3.1. Taux de siccité

Les résultats obtenus montrent que le taux de siccité des feuilles d'Alfa de la région de Sidi Makhlouf est d'une moyenne de $74\% \pm 3,37$ et une moyenne $78\% \pm 4,82$ pour la région d'Elhouaiata. La valeur la plus élevée a été observée pour les feuilles provient d'Elhouaiata (figure 24).

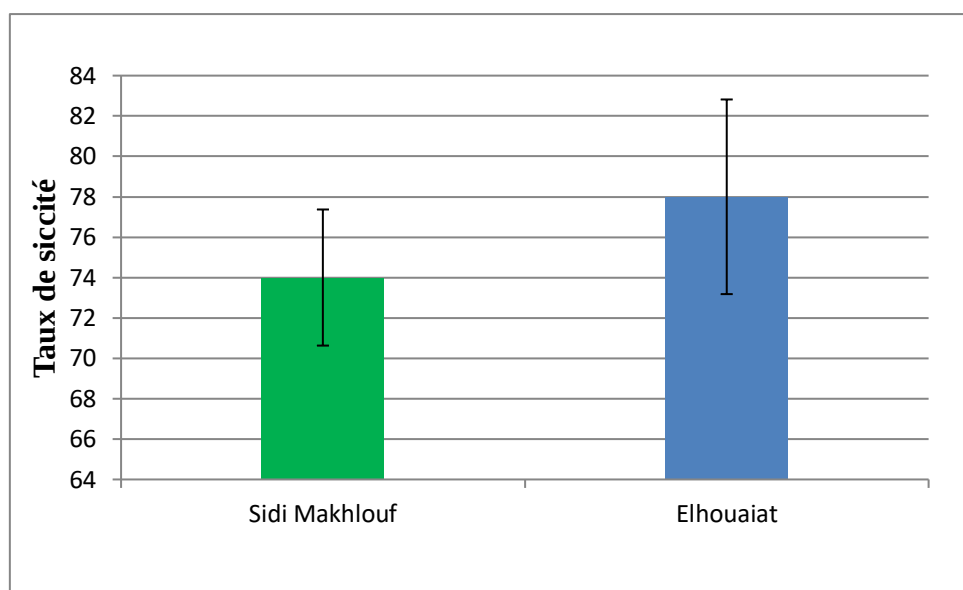


Figure 24 : le taux de siccité des feuilles de *Stipa tenacissima* dans les deux régions.

L'analyse statistique ne montre pas de différence significative pour le taux de siccité des feuilles d'alfa pour les deux régions.

3.2. Taux de cellulose

Les résultats obtenus montrent que la teneur en cellulose dans les feuilles d'Alfa est d'une moyenne de $52,66\% \pm 6,66$ et $48,77\% \pm 9,35$ respectivement pour la région de Sidi Makhlouf et d'Elhouaiata (Figure 25).

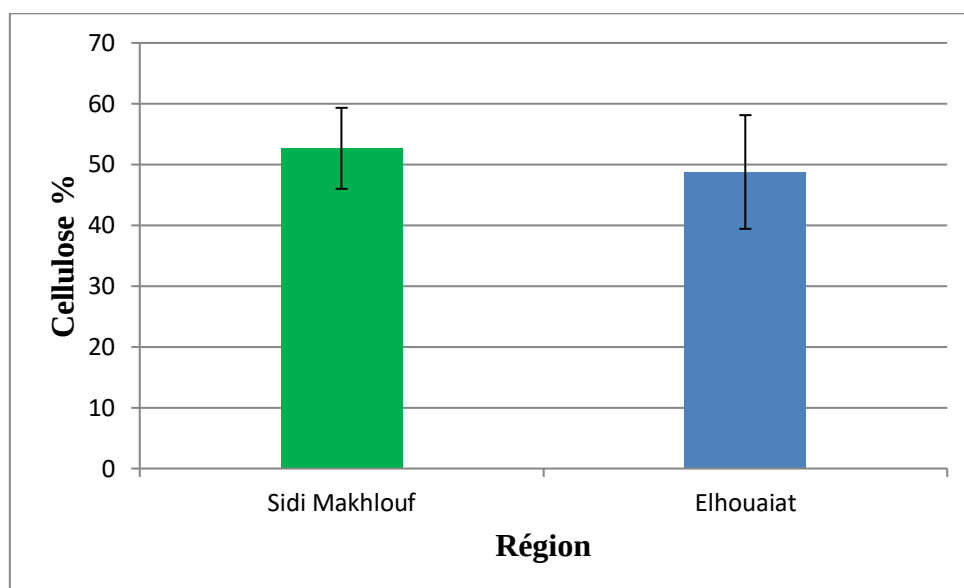


Figure 25 : Teneur en cellulose des feuilles de *Stipa tenacissima* dans les deux régions.

L'analyse statistique montre qu'il n'y a pas de différence significative de la teneur en cellulose dans les feuilles pour les deux régions.

Les résultats de la hauteur des touffes montrent que la hauteur la plus importante est obtenue dans la région de Sidi Makhoulf (70,56 cm), et à degré moindre pour la région d'Elhouaiata (60,67 cm).

Les résultats du diamètre moyen des touffes montrent que le diamètre le plus important est obtenu dans la région Sidi Makhoulf (75,89 cm et 67,44cm), alors que des valeurs moins sont atteint dans la région Elhouaiata (66,89cm et 61.00cm), c'est pour le grand et le petit diamètre. En effet, la croissance des touffes d'Alfa en hauteur et en diamètre est tributaire de plusieurs facteurs d'une part des facteurs intrinsèques lié à la plante xérophyte elle-même « *Stipa tenacissima* » : ses caractéristiques physico-chimiques et son adaptation au climat sévère et des facteurs extrinsèques liés au climat et principalement la température, l'humidité et la luminosité (Ghrab, 1981). Elle est ainsi variable d'une région à une autre et entre les saisons (Kheriji, 2005). Cette variation inter-régionale de la hauteur correspond à une diversité écologique des nappes alfatières et une variation de la fertilité du sol ainsi que la variation de la répartition des pluies (Errebei, 2004 et Kheriji, 2005). Selon Harfouche (2003) la sévérité des conditions écologiques peut masquer, dans une certaine mesure, les effets génétiques, notamment dans le cas des caractères de vigueur.

Le diamètre de la touffe d'Alfa s'avère un paramètre important qui nous renseigne sur la vigueur des touffes des différentes nappes alfatières. Cette variation inter-régionale de ce paramètre est basée sur la relation Homme-Sol et plante (Alfa) : action anthropozoïques (arrachage), fertilité du sol et exigences de la plante avec son état végétatif.

La densité des touffes d'Alfa la plus élevée est enregistrée dans la région de Sidi Makhlouf avec 2140 touffes / ha, tandis que dans la région d'Elhouiata n'enregistre que 1080 touffes / ha. La variation de la densité de touffe peut être expliquée par la diversité des facteurs anthropozoogènes, des données climatiques et édaphiques : l'action du sol et sa nature sur le développement des nappes alfatières puisque l'apparition de l'alfa suit plutôt les substratums de nature calcaire ou gréseuse : il ne pousse pas dans les terrains argileux ou gypseux. Boudy (1950) affirme que cette espèce pousse sur le sable et le calcaire.

En fait, les sols steppiques sont des sols sableux et pauvres en matière organique, en azote, en phosphore et en potassium (Rejeb, 1977). D'autre part l'alfa peut se développer sur marne et sur croûtes gypseuses et évite les sols salés et les sols hydromorphes (Rejeb, 1977), donc la distribution des touffes d'alfa est tributaire de la fertilité des sols.

Cela explique la forte densité dans la région de Sidi Makhlouf car le sol a l'air sablonneux.

Pour la phytomasse, les résultats ont été enregistrés comme la valeur la plus élevée dans la région de Sidi Makhlouf, estimée à 512 g/ touffe, tandis que dans la région d'Elhouaita, nous avons enregistré 319 g/ touffe. Les valeurs relativement faibles de la phytomasse de l'Alfa dans la région d'étude ont été constatées par plusieurs auteurs travaillant dans les régions présahariennes : Le Houerou et al. (1979) dans le Hodna trouve une phytomasse de l'Alfa de 1500 kg/MS/ha pour une tranche de pluviosité comprise entre 150 et 200 mm. Floret et Pontanier (1982) en Tunisie présaharienne donnent une valeur de 2200 kg/MS/ha. Aidoud et al. (1982) ont estimé que la phytomasse de l'Alfa dans le Sud Oranais (lorsque la pluviosité est inférieure à 200 mm) est comprise entre 500 et 2200 kg/MS/ha.

Le stade de dégradation atteint par la formation steppique à *Stipa tenacissima* se traduit par une diminution importante de la biomasse et de la productivité moyenne annuelle. (Le Houérou, 1996 ; Nedjraoui, 1983 ; Benaredj, 2010 ; Amrani, 2021).

La croissance de la partie aérienne des touffes d'Alfa est variable dans les deux régions à partir desquelles les échantillons ont été prélevés. Cette différence pourrait être dû à l'effet de la densité approuvé par Westboy (1980), Shmida et Burguess (1980) qui ont montré que la forte densité peut favoriser la compétition intra spécifique, se traduisant par une faible croissance des individus dans un milieu où le niveau trophique est faible et aussi avec l'amélioration des conditions climatiques et au cours des saisons les limbes s'allongent davantage avec un taux d'accroissement de plus en plus élevé (Ghrab, 1981).

En ce qui concerne la longueur et de largeur des feuilles, nos résultats ont montré que les échantillons de Sidi Makhlouf sont les plus élevés en longueur et en largeur moyennes. L'interprétation de cette différence est due à plusieurs facteurs, la faible fertilité du sol réduit la croissance de l'appareil végétatif surtout les feuilles (Taiz et Zeiger, 1998). La pauvreté des sols est intimement liée à la diminution des taux de la photosynthèse nette dans le système foliaire (Sage et Pearcy, 1987). Les petites feuilles et les faibles taux photosynthétiques réduisent le taux de croissance des plantes (Heller et *al.*, 2000). Le résultat sera l'obtention des plantes plus petites qui font moins de graines (Sultan et Bazzaz, 1993).

Le taux de cellulose que nos résultats montrent est plus élevé dans les échantillons de sidi Makhlouf (52.66 %) que dans les échantillons d'Elhouaita (48.77 %).

Les teneurs moyennes en cellulose varient entre 52.66 et 48.77 % se rapprochant ainsi de celles des monocotylédones qui présentent généralement des teneurs moyennes avoisinant 45% (Joseleau, 1980). Les travaux de Reis (1976) sur les cellules de l'hypocotyle de *Phaseolus aureus* Roxb., de Bourelly (1978) sur les fibres de *Hibiscus cannabinus* L. et de Khelladi (1994) sur les feuilles de *Lygeum spartum* L. montrent que le pourcentage de la cellulose est plus important dans les tissus adultes comparés aux tissus jeunes.

Quant au taux de siccité des feuilles d'Alfa, nos résultats ont montré que dans les échantillons d'Elhouaita il est de 78%, ce qui est supérieur à celui des échantillons de Sidi Makhlouf qui est de 74%. Cette teneur est nettement inférieure à celle publiée par Zirmi et Kadi (2016), soit 93,1 % pour la même espèce provenant de la région de Bou-Sâada et Djelfa.

Les mesures indirectes de la taille de la plante incluent des caractères fortement corrélés avec la taille comme le nombre de branches ou de talles, le nombre de feuilles et leur diamètre, la surface foliaire totale, et la hauteur de la plante. Ces mesures indirectes peuvent englober des changements potentiellement adaptatifs qui sont mise en relation en réponse à

l'environnement par Dudley et Schmitt (1996). Il s'agit des variations locales observées à l'intérieur d'un même écosystème pour un même groupe d'organismes. Dans le cas le plus simple, les variations observées s'expliquent par les variations d'un facteur de l'environnement. La variation entre les populations dans leurs réponses à l'environnement a été trouvée par plusieurs chercheurs (Schmitt et Wulff, 1993).

Chez les Poacées, la longueur des entre-noeuds, le nombre de talles et la hauteur des plantes, la date de floraison, la largeur de la feuille et l'angle d'insertion sont liés beaucoup plus à l'altitude et à l'éclairement (Smith, 1995). La topographie irrégulière fractionne les espèces en petites populations locales, favorisant l'apparition de nouveaux phénotypes aboutissant aux processus de spéciation par dérive génétique (Ghalambor et al. 2007).

Les traits mesurés révèlent une diversité de *S. tenacissima* entre les diverses provenances. Ces différences peuvent être expliquées en termes d'adaptabilité ou de plasticité phénotypique (Scheiner, 1993). Cette variabilité expliquée par une plasticité phénotypique qui permet à *S. tenacissima* de s'accommoder des conditions caractérisant chaque biotope (Ozenda, 1982).

Peu d'études cryosystématiques ont été effectuées sur l'Alfa, elles confirment l'existence de plusieurs populations, Maire en 1932 (in Kadi Hanifi, 1998), a décrit deux variétés d'alfa, *typica* et *villosiuscula*. Labadie (1979) a conclu que dans la région de Djelfa *S. tenacissima* présente un nombre de $2n = 24$ chromosomes, cependant Bensetteti (1985) retient comme nombre de chromosomes égal à $2n = 12$. Plus tard, Tazairt (1992) a montré l'existence d'une variabilité chromosomique chez l'Alfa (Ras El maa, $2n = 12$; M'Zara, $2n = 18$ et Tadmit $2n = 24$).

CONCLUSION

CONCLUSION

Stipa tenacissima présente un intérêt indéniable quoiqu'elle est soumise à une régression alarmante au sens de son aire de répartition ce qui impose l'urgence d'asseoir une démarche conceptuelle en vue de la conservation de sa biodiversité et le maintien de son équilibre écologique.

Nous avons menées une étude, qui consiste à déterminer les caractéristiques morphologiques et biochimiques de *Stipa tenacissima*, nos résultats ont montré une divergence dans les échantillons prélevés dans les deux zones : Sidi Makhlouf et Elhouaiata, La densité des touffes d'Alfa est plus importante chez la population de Sidi Makhlouf (2140 touffe/ ha) et à un degré moindre à celle d'Elhouaiata (1080 touffe/ ha).

La hauteur de la touffe l'Alfa est maximale chez les populations de Sidi Makhlouf (70.56cm), elle est à un degré moindre chez les populations d'Elhouaiata (60.67 cm)

Les valeurs du diamètre de la touffe d'Alfa sont importantes pour la population de Sidi Makhlouf (grand diamètre 75.89 cm et petit diamètre 67.44cm), à un degré moindre chez les populations d'Elhouaiata (grand diamètre 66.89 cm et petit diamètre 61.00cm)

La biomasse totale par touffe d'Alfa est plus élevée chez la population de Sidi Makhlouf (512 g), à un degré moindre chez la population d'Elhouaiata (319g)

La longueur des limbes est maximale chez la population de Sidi Makhlouf (52,37 cm) et à un degré moindre chez les populations d'Elhouaiata (44,92 cm)

L'épaisseur maximum des limbes est atteinte chez la population de Sidi Makhlouf (1.38mm), à un degré moindre chez les populations d'Elhouaiata (0.97mm)

Le Taux de siccité des feuilles d'Alfa, nos résultats ont montré que chez les populations d'Elhouaita il est de 78%, ce qui est supérieur à celui chez les populations de Sidi Makhlouf qui est de 74%

Le taux de cellulose que nos résultats montrent est plus élevé chez les populations de sidi Makhlouf 52.66 % Alors qu'il était chez les populations d'Elhouaiata 48.77 %

Pour mieux comprendre les réactions morphologiques de *Stipa tenacissima* aux conditions du milieu dans la région de Laghouat, il serait intéressant d'élargir les variables mesurées à celles des inflorescences et des fleurs, de tester la productivité des graines et leur pouvoir germinatif et vérifier la relation entre la variabilité morphologique et la garniture chromosomique.

REFERENCES

BIBLIOGRAPHIQUES

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Abdelguerfi A., 2003** Evaluation des besoins en matière de renforcement des capacités nécessaire à l'évaluation et la réduction des risques menaçant les éléments de la diversité biologique en Algérie. Rapport de synthèse. Projet PNUD.MATE. Tome V,p93.
- Aidoud A., 1983.** Contribution à l'étude des écosystèmes steppiques du Sud-Oranais : phytomasse, productivité primaire et applications pastorales. Thèse Doctorat 3ème Cycle, USTHB, Alger, 256 p. + Ann.
- Aidoud, A., 1989.** Contribution à l'étude des écosystèmes pâturés (hautes plaines Algéro-oranaises). Thèse. Doct. Etat. Univ. H. Boumediene, Alger, 240 p.
- 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 3ème Cycle, Univ. Sci. Technol., H. Boumediene, Alger, 253 p.
- Aidoud-Lounis, F. 1997.** Le complexe alfa-armoise-sparte (*Stipa tenacissima* L., *Artemisia herba-alba* Asso, *Lygeum spartum* L.) des steppes arides d'Algérie : structure et dynamique des communautés végétales. Thèse de Doctorat, Université d'Aix- Marseille, Marseille, 263 p.
- Aidoud A., Le Floc'h. Et Le Houerou H.N., 2006** - Article scientifique Science et changements planétaires. Sécheresse. Volume 17. Numéro 1. pp 19-30. Janvier- Juin 2006.
- Amrani.O. 2021.** Etude floristique et nutritive, spatiotemporelles, des principales plantes vivaces des parcours steppiques, naturels et aménagés, de la région de Laghouat. Thèse. Doct. Etat. Univ Ouargla p6-7.
- Aronson, J., Floret, C., Le Floc'h, E., Ovalle, C. and Pontanier R., 1995.** Restauration et réhabilitation des écosystèmes dégradés en zones arides et semi-arides. Le vocabulaire et les concepts. In : Pontanier, R. M'hiri A., Aronson, J., Akrimi N. & Le Floc'h, E. (eds), L'homme peut-il refaire ce qu'il a défait ? pp. 11-29. J. Libbey Eurotext.
- Bekhtaoui, H. et Djoudi, Z., 1990.** Etude Biochimique des polysaccharides et des lignines des tissus foliaires de l'alfa (*Stipa tenacissima* L), prélève dans 3 stations AIN Benkhelil , Misserghin, Saida, Mémoire DES, p2 - p 15. (Université d'Oran).
- Benadaïda, K., 1999.** Contribution à l'étude écobio-chimique de l'alfa (*stipa Temacissima* L.) et de sparte (*Lygeum spartum* L.) Mémoire d'Ing écologie, Université de Sidi Bel Abbas. p 3 – p12.
- Ben Brahim S., and Ben Cheikh R., 2007.** « Influence of fibre orientation and volume fraction on the tensile properties of unidirectional Alfa-polyester composite », Composites Science and Technology, Volume 67, Issue 1 (2007).
- Benrbiha A., 1984.** Contribution à l'étude de l'aménagement pastoral dans les zones steppiques : Cas de la Coopérative Pastorale d'Ain Oussera (W. Djelfa). INA., Alger, 160 p. + Ann.
- Bensid T., 1990.** Structure spatiales et interférences entre individus dans deux populations d'Alfa et d'armoise vivant dans les hautes plaines. Th. Magister en biologie. Ecol. Vég. Dép. Bio. Fac. Sci. Univ. Abou Bakr Belkaïd Tlemcen.140 p + annexes.
- Boudy, P., 1950.** Economie forestière nord-africaine. Monographie de l'alfa et traitement

de l'alfa. Fasc 2, tome III. Ed Larose, Paris.

Boudy P., 1952. Guide du forestier en Afrique du Nord. Éd. Librairie Agricole, Paris; 505 p.

Bourahla, A. et Guittoneau, G.G., 1978. Nouvelles possibilités de régénération des nappes alfatières en liaison avec la lutte contre la désertification. *Bull. Ins. Ecol. Appl. Orléans*, 1 : 19-40 p.

Boussaid M., 2013 : Diversité des populations naturelles de *Stipa tenacissima* L en Algérie: Approches Phénotypique, Caryologique et Moléculaire. Thèse doctorat. Université des Sciences et de la Technologie d'Oran Mohamed Boudiaf. 146p.

Bull. Inst. Ecol. Appt. Orléans (1) pp. 19 - 40.

Chambon F. 2011. Transformation de la cellulose par catalyse hétérogène. Autre. Université Claude Bernard - Lyon I, 2011. Français. ffNNT : 2011LYO10157

Celles, J.C., 1975. Contribution à l'étude de la végétation des confins saharo-constantinois (Algérie). Thèse Doct Etat, Univ Nice, 364 pp

Crete, P., 1965. Précis de botanique, systématique des angiospermes, T,H, Ed, Paris p

Dallel M. , 2012. Evaluation du potentiel textile des fibres d'Alfa (*Stipa Tenacissima* L):caractérisation physico-chimique de la fibre au fil .thèse doctorat en génie des Procédés, P5-Université de Haute Alsace, France.

255.

Djebaïli, S., 1978. Recherches phytosociologiques et phytoécologiques sur la végétation des hautes plaines steppiques de l'Atlas Saharien. Thèse. Doct. Univ. Sci. Tech. Languedoc. Montpellier, 229 p.

Djebaïli S., 1984 - Steppe Algérienne, phytosociologie et écologie O.P.U. Alger 127P.

Djebaïli S., 1988. Connaissances sur l'alfa (*Stipa tenacissima*). Biocénoses n° 3 : 43-52. Steppe algérienne, phytosociologie et écologie. Office des publications universitaires (OPU), Alger, 182 p

Dudley, S.A., and J. Schmitt. 1996. Testing the adaptive plasticity hypothesis: density dependent selection on manipulated stem length in *Impatiens capensis*. *American Naturalist* 147:445–465.

Dutil P., Pourrat Y., Dodeman V.L., 1991._ Stratégie d'implantation d'un système d'espèces adaptées aux conditions d'aridité du pourtour méditerranéen. Montrouge (France). Ed. John Libbey Eurotext. 1991, 65-73 + Journées scientifiques du réseau "Biotechnologies végétales", Tunis (Tunisie). 4-9 Déc.

Emberger J., 1960. Esquisse géologique de la partie orientale des monts d'Ouled Nails. Publication du service de la carte géologique de l'Algérie. Bulletin 27. Nouvelle série. 399p.

Errebei L 2004 Contribution à la typologie des nappes alfatières dans la région de Kasserine et essais de multiplication. Projet de fin d'études. Institut National Agronomique de Tunisie. 67 p.

Floret C, Pontanier R 1982 L'aridité en Tunisie présaharienne : Climat, sol, végétation et aménagement. Travaux et documents de l'O.R.S.T.O.M, n° 150. Paris. 544 p.

Ghennou S., 2014. Contribution à une étude dynamique de *Stipa tenacissima* L. dans le sud- ouest de la région de Tlemcen. Mémoire Mag. Univ. Abou Bekr Belkaid, Tlemcen. 178p.

- Gimenez G.G.1954.** « Aportaciones a la química del esparto español ». Anales de l'Universidad de Murcia. Vol 13, N° 1. Curso 55
- Guignard J L.1977.** Abrégé de botanique .a l'usage des étudiants en pharmacie .Masson, Paris New York Bercelone Milan.3 me edition.p99
- H.C.D.S. 2001.** Problématique des zones steppiques et perspectives de développement Rap. Synth, 10 p.
- 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
- Harche, M., 1978.** Contribution a l'étude de l'alfa (*Stipa tenacissima* L.) d'Algérie: Germination, croissance des feuilles et différenciation des fibres. Thèse 3eme cycle, Univ Sci Tech, Lille, 87 pp
- Harche, M., 1985.** Différenciation et structure pariétale des fibres de l'alfa (*Stipa tenacissima* L.). These Doct, Univ P et M Curie, Paris, 88 pp.
- Harfouche A., 2003.** Retrospective early test for adult vigor of Pinus pinaster families grown under two water regimes. Implication for early selection. (in press Annals of Forest science).
- Hellal B., 1991.** Influence du paillage sur la composition floristique de la steppe à Alfa et du Fatras sur la biomasse foliaire de l'Alfa Th. Magister en biologie. Ecol. Vég. Dép. Bio. Fac. Sci. Univ. Abou Bakr Belkaïd Tlemcen.
- Hirche A. 2010.** Contribution à l'évaluation de l'apport de la télédétection spatiale dans la dynamique des écosystèmes en zones arides : cas du Sud- oranais. Thèse de Doctorat es Sciences, USTHB, Alger, 220 p.
- 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.
- 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.
- Kadi Hanifi H.1998.** L'alfa en Algérie : Syntaxonomie, relation milieu – végétation, Dynamique et perspectives d'avenir. Doc. Bio. Végé. Eco. Univ. H. Boumediene, Alger, 265 p
- Kadik B., 1986.** Les méthodes de régénération de l'alfa. Séminaire sur l'alfa en Algérie.
- Khelil A., 1984.** Bio écologie de la faune alfatière dans la région steppique de Tlemcen. Thèse de Magister. INA. Alger ; 73p.
- Khelil .M.A. 1991.** Biologie des populations de l'entomofaune des steppes à Alfa « *Stipa tenacissima* .L dans la région steppique de Tlemcen (Algérie) et impact sur la production de la plante-hôte : Application à deux insectes Mylabris oleae Cast et Mylabris calida Pall. (Coléoptères,Meloidae). These Doct Bio, Univ Abou Bakr Belkaïd Tlemcen. , 13P
- Khelil, M.A., 1995.** Le peuplement entomologique des steppes a` alfa (*Stipa tenacissima* L.) Office des Publications Universitaires, Alger, 42 pp
- Kheriji M 2005.** Etude écophysiological et analyse cellulosique de l'alfa de différentes stations de la nappe alfatière de Kasserine. Diplôme d'études approfondies de physiologie. Fac. Sci. Tunis. 72p.
- Labadie, J. P., 1979.** Étude caryosystématique de quelques espèces de la flore d'Algerie.

Nat. Monsp. Bot. 32:1-11.

Le Houérou, H.N., 1969. La végétation de la Tunisie steppique. *Ann Inst Natl Rech Agron Tunis* 42(5):624

Le Houerou H.N. 1990. Recherches écoclimatiques et biogéographiques sur les zones arides de l'Afrique du Nord. Thèse de Doctorat d'État, Université Paul Valéry, Montpellier, 2 tomes (184 p. et 189 p.) + annexes (182 p.).

Le Houérou, H.N., 1995. Bioclimatologie et Biogéographie des steppes arides du Nord de l'Afrique. Diversité biologique, développement durable et désertisation, *Options méditerranéennes, sér. B : recherches et études* : 1-396p.

Le Houérou, H.N., 1998. A probabilistic approach to assessing arid rangelands' productivity, carrying capacity and stocking rates. *IFAD series: technical reports*, 159-172.

Le Houérou, H.N., 2000. Utilisation of fodder trees and shrubs in the arid and semi-arid zones of West Asia and North Africa. *Arid Soil Research and Rehabilitation*. 14: 101-135.

Le Houérou H.N., 2001. Biogeography of the arid steppe land north of the Sahara. *J. Arid. Environ.*, vol. 48:103–128.

Le Houerou, H.N., Haywood M. et Claudin D., 1975. Etude phytoécologique du Hodna. *F.A.O, Rome*, 154 p.

Le Houerou H.N ; Claudin J ; Et Pouget M ; 1977 – Etude bioclimatique des steppes Algériennes avec une carte bioclimatique au 1/1000.000. *Bull. Soc.Hist. Afr.Nord* pp : 36-40.

Maire, R., 1953. Flore de l'Afrique du Nord. Tome 2, (Gramineae). Le Chevallier édit., Paris, 374 p.

Mallem.H .2017. Étude floristique des parcours steppiques des régions arides : effet de surpâturage, de l'ensablement et des labours (cas de la zone de Mokrane wilaya de Laghouat) 336 p.

Malos, C., Meziani, A., 1978. Les recherches expérimentales sur l'alfa (*Stipa tenacissima* L.): mesure de la production et les effets du sarclage sur cette production. *Projet Alfa*, Rapp. n° 64, 20 p.

Mehdadi Z.1992- Contribution à l'étude de la régénération naturelle de l'Alfa (*Stipa tenacissima* et comportement du méristème végétatif. Th. Magister en biologie. . université de Sidi Bel Abbès.

Mehdadi Z. 2000, Evolution saisonnière de la composition foliaire de *Stipa tenacissima* L. en lipides totaux et en acides gras. *Séch*, 17 : 493-8.

Monjauze A., 1968. Répartition et écologie de *Pistacia atlantica* en Algérie, *Bulletin de la Société d'histoire naturelle d'Afrique du Nord*. Tome 56- 2. 128 p.

Moulay, A., Benabdeli, K., 2011. Considérations sur la dynamique de la steppe à alfa dans le sud-ouest oranais. *Journées scientifiques de l'INRF, Ain Sekhouana*, 7 p.

Nedjraoui, D., 1981. Teneurs en éléments biogènes et valeurs énergétiques dans trois principaux faciès de végétation dans les Hautes Plaines steppique de la wilaya de Saida. Thèse Doct. 3^e cycle, USTHB, Alger, 156p.

Nedjraoui D., 1990. Adaptation de l'Alfa (*Stipa tenacissima*) aux conditions stationnelles. Contribution à l'étude de fonctionnement de l'écosystème steppique. Th. Doct , Univ.

Sci.Tech. H. Boumediène Alger. 256p.

O.S.S., 2009 –Indicateurs écologique du Roselt/Oss ;désertification et biodiversité des écosystèmes circum saharien .OSS Ed ,collection synthèse n° 4 ,Tunis.54P.

Paiva, M.C., Ammar, I., Campos, A.R., Ben Cheikh, R., Cunha, A.M., 2007. Alfa fibers: mechanical, morphological and interfacial characterization, *Composites Science and Technology*, 67, 1132-1138

Pouget, Mr. 1980. The relations soil-vegetation in the of Algiers southern steppes.Thesis of doctorate of state .ORSTOM. Paris, 555p.

Quezel, P. et Santa, S., 1962. Nouvelle flore de l'Algérie et des régions désertiques méridionales. Tome 1. CNRS (ed) Paris

Quézel, P., Barbéro, M., Bonin., G., and Loisel, R., 1990. Recent plant invasions in the circum-Mediterranean region. *In* : Di Castri, F., Hansen, A.J. and Debusche, M.(eds), Biological Invasions in Europe and the Mediterranean Basin, pp. 51- 60. *Kluwer Academic Publishers, Dordrecht*.

Ramendo, J., 1975. Projet Alfa: Rapport n° 1, IV: Qu'est-ce que l'alfa ? Ann. Inst. Nat.

Regagba, Z., Tadjeddine, N., Verdú, AMC., 2010. Ecosystèmes steppiques (cas de Brézina – ElBayadh) : caractérisation et proposition d'une fiche de travail sur terrain. Séminaire International « La Préservation et la Mise en Valeur de l'Ecosystème Steppique». Université de M'SILA. F.S.S.I - Département d'Agronomie. 14, 15 et 16 de Mars de 2010. M'Sila.

Rejeb MN 1977. Contribution à l'étude écophysiological de l'alfa (*Stipa tenacissima* L.). D.E.A. Biol. Physiol. Vég. Fac. Sci. Tunis, 36 p.

Salemkour, N., 2013. Effets de la mise en repos sur les caracteristiques floristiques et pastorale des parcours steppiques de la region de laghouat (algerie) Journal Algérien des Régions Arides p 105

Scheiner, S.M., 1993. Genetics and evolution of phenotypic plasticity. *Annual Review of Ecology and Systematics* 24:35–68.

Schmitt, J., and Wulff, R. D., 1993. Light spectral quality, phytochrome and plant competition. *Trends in Ecology and Evolution* 8: 47–51.

Smith, H., 1995. Physiological and ecological function within thephytochrome family. *Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology* 46:289–315.

Tadjeddine, A., 1986. Rapport sur le projet de synthèse du xyloitol à partir du xylose extrait de l'alfa. *Comm. Sémin. Nat. sur L'Alfa*, El Bayadh (Algérie), 5 p. Thèse.Doc.Univ.de droit économ et des Sci.Aix Marseille. 135P.

Thomas.D.S.G. 1995. Désertification: cause and processes,*In* :Encyclopaedia of environmental biology,Vol.1 ,ed.W.A.Nierenberg,San Diego, Academic press,463-473.

Tazairt K., 1992. Etude de la variabilité morphologique, caryologique et électrophorétique de l'alfa (*Stipa tenacissima* L.) dans 3 régions d'Algérie selon un gradient longitudinal. Résultats préliminaires d'un essai de révision de la systématique de l'alfa. Thèse Magist, Univ. H . Boumediene, Alger, 130p + ann .

Trabut, L., 1889. Etude sur l'alfa (*Stipa tenacissima* L.). Ed. Adolphe Jourdan, Alger 65 pp.

Tricart J., 1969. Le modèle des régions sèches. Sedes, Paris, 472 p.

U.R.B.T. (Unité de Recherche sur les Ressources Biologiques Terrestres) 1974-1978.

Etude phytoécologique et pastorale des hautes plaines steppiques de la wilaya de Saïda (9 millions d'hectares). *Rapport de synthèse et documents cartographiques* (7 cartes par thème au 1/200.000^è).

Vázquez F.M. and Barkworth M.E., 2004. Resurrection and emendation of *Macrochloa* (Gramineae: Stipeae). *Botanical Journal of the Linnean Society*, vol. 144: 483- 495.

Vermeulen B., 2008. « Réalisation de prothèses orthopédiques en fibres naturelles : Des matériaux composites de fibres de verre substitués par des composites de fibres d'Alfa », *Le Journal de l'Ecole Nationale Supérieure des Arts et Industries Textiles*, Fil d'Ariane N°:24 (Mai 2008).

Westoby, M., Walker, B. and Noy-Meir I., 1989. Opportunistic management for rangelands not at equilibrium. *J. Range. Manage.* :17 : 235-239.

Zeriahène, N., 1987. Étude du système racinaire de l'alfa en relation avec l'adaptation au xérophytisme. Thèse de magister, Institut des sciences de la nature, Oran. p 150.

Le site de la Société Nationale de Cellulose et de Papier Alfa
<http://www.sncpa.com.tn>.