



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 : DAOUDI Fatima

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

FILIERE : SCIENCES AGRONOMIQUES

OPTION : PROTECTION DES VEGETAUX

Thème

Impact de la nature de milieu sur la germination de *Stipa tenacissima*.

Jury de soutenance :

Nom et Prénom	Grade	qualité
Mr. Makkoudi .M		Président
Mr.Hattab.M		Examineur
M.Houyou.Z		Rapporteur
M.Mallem.H		

Promotion : juin - 2019

Remerciements

Je remercie avant tout الله tout puissant, de m'avoir guidé tous ma vie et les années d'étude et sa bénédiction.

Mes remerciements vont d'abord à mon promoteur Madame Houyou Zohra.

Je suis très reconnaissant pour son aide considérable, ses conseils et surtout pour sa gentillesse et sa disponibilité.

Je dois également exprimer ma gratitude à mon CO-encadreur madame Mallem Hamida, pour ses conseils qui m'ont été d'une importance capitale, et pour son soutien, ses orientations pertinentes pour ce travail.

Je remercie Monsieur Makoudi Mourad, qui m'a fait l'honneur de présider le jury.

J'adresse aussi mes sincères remerciements à Monsieur Hattab Mourad, pour avoir accepté d'examiner ce travail et de participer au jury.

Je ne saurai oublier d'exprimer toutes ma sympathie à l'ensemble du personnel du département d'Agronomie.

Dédicaces

Rendons grâce à Dieu, clément et miséricordieux, pour son aide et sa bénédiction.

Je dédie ce travail

A mes parents qui m'ont soutenu tout le long de mes études.

A Mes frères et surtout Abdelkader.

A mes sœurs.

A toute ma famille.

A tous mes amis

A toute ma promotion.

A tous mes enseignants.

A tous ceux qui m'aiment et que j'aime aussi.

Sommaire

Remerciements

Dédicaces

Résumé

Liste des figures

Liste des photographies

Liste des abréviations

Introduction..... 01

Chapitre I: synthèse bibliographique

I- L'alfa (*Stipa tenacissima* L. (1889)).....03

I-1-Origin du terme alfa.....03

I-2-Présentation générale de *Stipa tenacissima*.....03

I-3-Classification.....03

I-3-1-Classification classique.....03

I-3-2-Classification APG.....04

I-4-Répartition géographique.....04

I-5-Caractéristiques du genre.....05

I-6-Caractéristique de *Stipa tenacissima*.....05

I-7-Caractères biologique de *Stipa*.....06

I-7-1-La Partie souterraine.....06

I-7-1-1-Le rhizome.....06

I-7-1-2-La racine.....06

I-7-2-La Partie aérienne.....07

I-7-2-1-La tige.....07

I-7-2-2-Le chaume.....07

I-7-2-3-La feuille.....08

I-7-2-4-La gaine.....08

I-7-2-5-La ligule.....08

I-7-2-6-Le limbe.....09

I-8-Cycle biologique de *Stipa tenacissima*.....10

I-8-1-La floraison.....10

I-8-2-Phase de végétation.....10

I-8-3-Phase de reproduction.....11

I-8-3-1-Reproduction par semis.....	11
I-8-3-2-Reproduction par bourgeons dormants.....	12
I-8-3-3-Reproduction par extension et fragmentation des souches.....	12
I-9-Ecologie de <i>Stipa tenacissima</i>	12
I-9-1- Exigences climatiques de <i>Stipa tenacissima</i>	12
I-9-2- Exigences édaphique de <i>Stipa tenacissima</i>	13
II- La récolte de l'Alfa.....	14
III-Domaines d'applications.....	15
III-1-Les tiges de l'Alfa.....	15
III-2-Les fibres de l'Alfa.....	15
IV -Intérêt écologique et enjeu socio-économique.....	16
IV-1-Intérêt écologique.....	17
IV -2- Enjeu socio-économique.....	17
IIV -Bios écologies de la faune alfatière.....	17

Chapitre II : Matériels et méthodes

1-Le matériel végétal.....	19
2-Protocole expérimental.....	19
3-Les paramètres mesurés.....	20
3-1-Cinétique du test de germination	20
3-2-Taux de germination.....	21
3-3-La durée médiane de germination.....	21
3-4-Moyenne journalière de germination.....	21
3-5-Longueur des racines et longueur des glumelles.....	21
3-6-La vitesse de croissance.....	22
3-7-Indice de vigueur.....	22
4-Analyse statistique des données.....	22

Chapitre III : Résultat et discussion

I-Résultats.....	23
I-1-Cinétique du test de germination.....	23
I-2-La durée médiane de germination.....	24
I-3-Germination journalière moyenne.....	25
I-4-Longueur des racines et longueur des glumelles.....	26
I-5-La vitesse de croissance.....	29
I-6-Indice de vigueur.....	30

I-7-Analyse en composante principale (ACP).....	31
II-Discussions.....	32
Conclusion.....	36
Références bibliographiques.....	37
Annexes.....	42

الملخص :

تهدف الدراسة المقدمة في هذه الرسالة إلى تحديد الوسط الذي تنبت فيه بذور الحلفاء بشكل أفضل. لهذا خلال 25 يوم، تابعنا معدل الإنبات ومتوسط مدة الإنبات؛ المعدل اليومي للإنبات؛ طول الجذور وطول السيقان؛ معدل النمو؛ ومؤشر القوة، ل 70 بذرة من نبات الحلفاء بعد زرعها في أربع وسائط (NaCl , CaCO_3 , CaSO_4 , H_2O) مع تراكيز مختلفة ($T_2 = 75 \text{ mM/l}$ ؛ $T_1 = 150 \text{ mM/l}$).

أظهرت النتائج اختلافات كبيرة للمعلومات المقاسة ($P < 0.05$). نلاحظ معدل إنبات قدره 85 % مع (H_2O , $T_1\text{CaSO}_4$)؛ 72 % مع ($T_1\text{CaCO}_3$)؛ 12 % مع ($T_2\text{NaCl}$) كما لاحظنا طول ساق 123 mm مع ($T_2\text{CaSO}_4$)؛ 88 mm مع ($T_2\text{CaCO}_3$)؛ 17 mm مع ($T_1\text{NaCl}$) وطول الجذور 99 mm مع ($T_1\text{CaSO}_4$)؛ 64 mm مع ($T_2\text{CaCO}_3$). أظهر تحليل A C P أن إنبات بذور الحلفاء أفضل في وسط الجبس ($T_2\text{CaSO}_4$) وأيضاً في النمو، ثم الوسط الذي يحتوي على الحجر الجيري ($T_2\text{CaCO}_3$) و وسط الجبس ($T_1\text{CaSO}_4$)، لكن الوسط الذي يحتوي على الملح له علاقة ضعيفة مع المعلومات المقاسة.

الكلمات المفتاحية : الحلفاء , الجبس , الحجر الجيري, كلوريد الصوديوم , الإنبات.

Résumé:

L'étude présentée dans ce mémoire vise à déterminer le milieu dans lequel les graines de *Stipa tenacissima* germent le mieux. Pour cela durant 25 jours, nous avons suivi le Taux de germination ; la durée médiane de germination ; la moyenne journalière de germination ; la longueur des racines et celle des glumelles ; la vitesse de croissance ; l'Indice de vigueur pour 70 graines de la plante semées dans quatre milieux (Eau distillée, CaSO_4 , CaCO_3 et NaCl), à concentrations différents ($T_1 = 150 \text{ mM/l}$; $T_2 = 75 \text{ mM/l}$).

Les résultats ont montré des différences significatifs pour l'ensemble des paramètres mesurés ($P < 0,05$), nous observons un Taux de Germination de 85% avec ($T_1\text{CaSO}_4$; T_0) ; 72% avec ($T_2\text{CaCO}_3$) ; 12% avec ($T_2\text{NaCl}$), la longueur des glumelles 123 mm avec ($T_2\text{CaSO}_4$) ; 88 mm avec ($T_2\text{CaCO}_3$) ; 17 mm avec ($T_1\text{NaCl}$) et longueur des racelles 99 mm avec ($T_2\text{CaSO}_4$) ; 64 mm avec ($T_2\text{CaCO}_3$). L'Analyse en Composante Principale a démontré que la germination des graines de la plante est meilleure dans le milieu gypseux $T_2\text{CaSO}_4$ et aussi bien que sa croissance, ensuite le $T_2\text{CaCO}_3$ et $T_1\text{CaSO}_4$, mais le milieu de NaCl présente une corrélation médiocre.

Mots-clés: *Stipa tenacissima*, CaCO_3 , NaCl , CaSO_4 , germination.

Summary:

The study presented in this work aims to determine the medium in which the seeds of *Stipa tenacissima* germinate best. For this during 25 days, we followed germination rate; The median duration of germination; Daily average of germination; Root length and lemmas length; Growth rate; Strength index and finally statistical analysis, for 70 seeds of the plant sown in four different medium (H₂O, CaSO₄, CaCO₃, NaCl) at concentrations (T₁=150mM/l and T₂= 75mM/l). The results showed significant differences for the measured parameters (P <0.05). We observe a germination rate of 85% with (T₁CaSO₄; T₀); 72% with (T₂CaCO₃); 12% with (T₂NaCl). Lemmas length were 123 mm with (T₂CaSO₄); 88 mm with (T₂CaCO₃); 17 mm with (T₁NaCl). The rootlets length were 99 mm with (T₂CaSO₄); 64 mm with (T₂CaCO₃). Principal Component Analysis demonstrated that germination of the seeds of *Stipa tenacissima* is better in the T₂CaSO₄ gypsum medium where its growth showed also good results, then T₂CaCO₃ and T₁CaSO₄. But the NaCl medium has a poor correlation with the measured parameters.

Keywords: *Stipa tenacissima*, CaCO₃, NaCl, CaSO₄, germination.

Liste des figures

N°	Titre	Page
Figure 01	Illustrations de la plante d'Alfa à l'état brut.	05
Figure 02	Schémas de chaume chez les Poacées.	07
Figure 03	la feuille des monocotylédones.	08
Figure 04	Schéma de la gaine et ligule chez les Poacées.	09
Figure 05	Morphologie de <i>Stipa tenacissima</i> avec indication des parties principales.	10
Figure 06	Schématisation d'un processus de Circination.	12
Figure 07	Les différentes étapes de la récolte de l'alfa.	14
Figure 08	Des exemples d'artisanat alfatière.	15
Figure 09	Illustrations de la pâte d'alfa commercialisée par la SNCPA.	16
Figure 10	La biocénose de l'alfa.	18
Figure 11	Cinétique et taux de germination des graines de <i>Stipa tenacissima</i> dans différents milieux et à concentrations variables.	24
Figure 12	Variation de la durée médiane de germination des graines de <i>Stipa tenacissima</i> .	25
Figure 13	Variation de la germination journalière moyenne des graines de <i>Stipa tenacissima</i> .	26
Figure 14	Longueur des glumelles de <i>Stipa tenacissima</i> germant dans différents milieux et à concentrations variables.	27
Figure 15	Longueur des racelles de <i>Stipa tenacissima</i> dans différents milieux et à concentrations variables.	28
Figure 16	Vitesse de croissance des glumelles et la vitesse de croissance des racelles de <i>Stipa tenacissima</i> germant dans différents milieux et à concentrations variables.	30
Figure 17	Indice de vigueur des graines de <i>Stipa tenacissima</i> germant dans différents milieux et à concentrations variables.	31
Figure 18	Analyse en composant principale.	32

Liste des photographies

N°	Titre	Page
Photo 01	Représentation des semences de <i>Stipa tenacissima</i> .	19
Photo 02	Représentation des tests utilisés pour la germination des semences de <i>Stipa tenacissima</i> .	20
Photo 03	Représentation de l'essai.	43
Photo 04	Méthode de mesure de la longueur des glumelles et la longueur des radicelles.	43

Liste des abréviations

CaSO₄ : Sulfate de calcium.

CaCO₃ : Carbonate de calcium.

NaCl : Chlorure de sodium.

TG : Taux de germination.

DMG : Durée médiane de germination.

MDG : Moyenne journalière de germination.

LG : Longueur des glumelles.

LR : Longueur des racelles.

VC : Vitesse de croissance.

IV : Indice de vigueur.

ANOVA : Analyse de la variance.

A C P : Analyse en composante principale.

P : probabilité .

La germination des graines est une phase importante et vulnérable dans le cycle de vie des végétaux, elle détermine l'établissement des semis et la croissance des plantes. La germination des graines est régulée par l'interaction des conditions environnementales et l'état de préparation physiologique (Steckel et al, 2004). Chaque espèce végétale a une gamme spécifique d'exigences environnementales nécessaires à la germination (Baskin et Baskin, 1998). Le succès de la propagation naturelle dépend principalement de la réponse des graines aux facteurs environnementaux externes. En plus, le succès de la germination peut refléter la taille de la population, la distribution et l'abondance des plantes (Rojas-Arechiga et al, 1998; Ramirez-Padilla et Valverde, 2005). En effet, les conditions environnementales de la zone d'occupation des espèces peuvent essentiellement déterminer les caractéristiques des semences et leurs réponses à la germination. Plusieurs facteurs environnementaux tels que la température, la nature chimique du sol, la lumière et l'humidité du sol influent simultanément la germination (El-Keblawy et Al-Rawai, 2006).

La nature du sol est le facteur le plus répandu limitant la distribution et la productivité des plantes (Qin et al, 2010). La tolérance édaphique pendant la germination est critique pour la mise en place de la culture de plantes dans les sols des régions arides (Khan et Gulzar, 2003). Par exemple une augmentation de la salinité induit une diminution du pourcentage de graines germées (Meot-Duros et Magné, 2008).

Face à leur difficulté à se régénérer, les steppes à *Stipa tenacissima* régressent rapidement et le sol se dénude accélérant le processus de la désertification. La fragilité éco-physiologique et physiologique (absence de fructification des graines et de régénération) de la formation à *Stipa tenacissima* est un problème majeur et d'actualité des régions arides et semi arides de l'Afrique du nord. Les steppes à alfa 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 (Aidoud, 2006). La dégradation que subissent en permanence les formations steppiques s'est traduite par une perte remarquable de biomasse verte de l'alfa qui est passée en moyenne de 1750 à 61 moins de 100 kg/MS/ha (Aidoud&Touffet, 1999). Ces chiffres sont confortés par l'inventaire du CNTS en 1989 qui souligne que plus de 50% des nappes alfatières des zones aride et semi-aride ont disparu. Les régions Algériennes steppiques sont caractérisées par une mosaïque de sols de natures chimiques différentes parmi laquelle il est à distinguer : les sols calcaires, les sols gypseux et d'autres de nature saline (Le Houérou 1995).

Dans ce contexte notre travail de mémoire a été entrepris et dont l'objectif est de déterminer la nature chimique du sol qui serait le plus favorable à la germination des graines de *Stipa*

tenacissima. Pour atteindre cet objectif un test de germination des graines de la plante est réalisé dans des milieux différents : Calcaire, gypseux et salin.

Le mémoire est structuré en trois chapitres :

Dans un premier chapitre sont présentées des revues bibliographiques sur le *Stipa tenacissima*.

Dans un deuxième chapitre sont présentant la méthodologie de ce travail.

Le troisième chapitre, expose les résultats obtenus avec leur discussion, Enfin, nous finissons avec une conclusion et perspectives.

Chapitre I : Synthèse bibliographique

I- L'alfa (*Stipa tenacissima* L. (1889))

I-1-Origine du terme alfa

L'alfa est un mot d'origine arabe (halfa). L'alfa plante vivace appartient à la famille des graminées vivace, tribu des stipées (Trabut, 1889) le nom vulgaire est l'alfa, elle peut être confondue avec le sparte (*Lygeum spartum*) en raison de leur ressemblance végétative (Quezel et Santa, 1962). Mais actuellement le mot a pris un sens plus précis et ne désigne qu'une seule espèce de plante *Stipa tenacissima*.

Le genre *Stipa* se compose de 300-400 espèces dans le monde entier avec environ 90100 espèces distribuées dans le vieux monde (Freitag, 1985; Barkworth et Everett, 1987). L'anomalie dans le nombre d'espèces de *Stipa* est due aux problèmes taxonomiques existant dans ce genre (Vázquez, 1997). Le genre *Stipa* possède des espèces annuelles et vivaces, habituellement présentes dans des régions arides et sèches ; cependant, quelques espèces avec des caractéristiques morphologiques primitives se développent dans des régions de semi-aride (Freitag, 1985).

I-2-Présentation générale de *Stipa tenacissima*.

L'Alfa est une herbe vivace typiquement méditerranéenne, elle pousse en touffes d'environ 1m à 1,20 m de haut formant ainsi de vastes nappes. Elle pousse spontanément notamment dans les milieux arides et semi arides (Giménez, 1954)

I-3-Classification

I-3-1 Classification classique

L'espèce *Stipa tenacissima*. est classée selon Quézel et Santa (1962) comme suit:

Embranchement: Angiospermes

Classe: Monocotylédones

Ordre: Glumiliflorales

Famille: Graminées

Sous-famille: Agrostidées

Tribu: Stipées

Genre: *Stipa*

Espèce: *Stipa tenacissima*.

I-3-2-Classification APG (Guignard et Dupont, 2004)

Règne: plantes

Embranchement: angiospermes

Classe: monocotes

Sous-classe: Commélinidés

Ordre: Poales

Famille: Poaceés

Sous-famille: Poïdées.

Tribu: Stipées

Genre: Stipa

Espèce: *Stipa tenacissima*

I-4-Répartition géographique

L'alfa est endémique de la région Ouest de méditerranée, appartenant à la sous-région écologico-floristique ibéro-maghrébine, qui fait partie intégrante de la région méditerranéo-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 (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 dernière 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; Djebaili, 1984).

Selon Ozenda (1982), En Algérie, l'alfa est abondante dans la région oranaise, depuis le littoral jusqu'aux monts des Ksours, sur les hauts plateaux de la région de Ksar Chellala, Djelfa, autour de Boussada, jusqu'aux montagnes d'Ouled Nail et autour de Laghouat. A l'est, elle se répartit surtout dans les régions ouest et sud de Sétif, les Bibans, Boutaleb et Maadi. Elle couvre également une partie importante des versants de montagnes du massif des Aurès.



Figure 01 : Illustrations de la plante d'Alfa à l'état brut. source : Dallel,(2012)

I-5-Caractéristiques du genre

Le genre *Stipa* L. caractérisé par un lemme prolongée par une très longue arête qui est coudée en son milieu, tordue en spirale et généralement poilue au-dessous du coude, glabre et arquée en fouet au-dessus. Ce genre, bien représenté dans le sud de l'Europe, atteint à peine la bordure nord du Sahara, au pied de l'Atlas saharien (Ozenda, 1991).

Stipa L: caractérisé par une panicule plus ou moins lâche. Epillets indépendants, comportant une fleur fertile. Lemme pourvue d'un calus allongé et souvent velu, portant au sommet une arête simple, genouillée, plus ou moins tortillée et, le plus souvent, très longue. Feuilles étroites et enroulées (Quezel et Santa, 1962).

I-6-Caractéristique de *Stipa tenacissima*

1 - Lemme membraneuse, bifide; plante très robuste, en touffes denses, à feuilles longues et coriaces; inflorescence longue (30 cm), très fournie; plante vivace; floraison de mai à juin. Plante des régions semi-arides des Hauts-Plateaux, qui pénètre dans l'extrême Nord Saharien, en Afrique du Nord et en Espagne (Ozenda, 1991).

2 - Lemme nettement bifide au sommet, à arête de 6 cm, genouillée, velue et tortille au-dessous du genou. Chaumes pouvant atteindre 1,50 m, en touffes d'abord compactes puis évidées au centre. Feuilles junciformes par temps sec, aiguës et piquantes, se laissant arracher (différence avec *Lygeum Spartum*). Panicule étroite, allongée, atteignant 35 cm. Clairières des forêts, steppes abondant sur tous les Hauts Plateaux et l'Atlas saharien; manque sur le littoral constantinois et algérois, très abondant en Oranie (Quezel et Santa ,1962).

I-7-Caractères biologiques de *Stipa*

Stipa tenacissima, plante herbacée, vivace, se présente sous l'aspect d'une touffe à peu près circulaire dont le diamètre varie fortement selon la qualité de la nappe, celle-ci dépend d'interactions multiples avec les conditions climatiques et édaphiques qu'elle rencontre. *Stipa tenacissima* est composé de deux parties : souterraine et aérienne, la première est formée d'un rhizome (capital pour la régénération) et la seconde de feuilles composées de limbes atteignant parfois 1,50 m de long. Il forme des touffes circulaires s'évidant graduellement au centre, au nombre de 3000 à 5000 en moyenne à l'hectare dans un peuplement normal, dans un peuplement dégradé, le nombre diminue de 1000 à 2000 touffes (Boudy, 1952).

I-7-1-La Partie souterraine

La partie souterraine de la touffe de *Stipa tenacissima* est constituée par l'ensemble des rhizomes caractérisés par des nœuds et des entre-nœuds, des racines et des radicelles touffues et très denses. (Zeriahe, 1987) descendant à des profondeurs variables (jusqu'à 50cm dans le sol) suivant la nature de la roche-mère et la profondeur du sol.

I-7-1-1-Le rhizome

On peut parler aussi de pseudo-rhizome (Bensid, 1990). C'est une tige qui devient rampante et peut se fixer au sol par les racines adventives, Le rhizome est ramifié avec rejets, les rejets se terminent avec les jeunes pousses feuilletés. Sur le plan anatomique, l'épiderme du rhizome comprend des cellules à parois fortement épaisses et irrégulières, Il est caractérisé par des entre-nœuds très courts et par des ramifications importantes.

Sur leur face supérieure, les entre-nœuds présentent des bourgeons qui donnent soit un nouvel entre-nœud soit un rameau aérien. Sur les rhizomes âgés, quelques pousses terminales donnent naissance à des chaumes florifères (Ghrab, 1981 in Ghennou, 2014).

I-7-1-2-La racine

La quasi-totalité du système racinaire de *Stipa tenacissima* se localise dans l'horizon superficiel à une profondeur allant jusqu'au niveau de la croûte calcaire qui fait un obstacle aux racines, mais quelques racines périphériques s'étalent vers l'extérieur.

La racine présente une coiffe à son extrémité ; au-dessus de la coiffe on a les poils radicaux, abondants, longs, à surface hérissée. Elle présente une biomasse racinaire très importante, supérieure à sa biomasse aérienne (Pouget, 1980) et (Hellal, 1991).

I-7-2-La Partie aérienne

La partie aérienne de *Stipa tenacissima*, c'est-à-dire sa feuille, 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 (Bensid, 1990).

D'après Ghrab (1981) in Ghennou, 2014, *Stipa tenacissima* est une poacée vivace, xérophile ; elle varie de 20 à 150cm de hauteur et de 10 à 180cm de diamètre. La partie aérienne de la touffe comprend les feuilles, portant des gaines imbriquées les unes dans les autres, surmontées de limbes qui peuvent atteindre 100cm à maturité, et par des chaumes inflorescences portant à leur sommet les panicules en période de floraison.

I-7-2-1-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 (Mehdadi, 2000).

I-7-2-2-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.

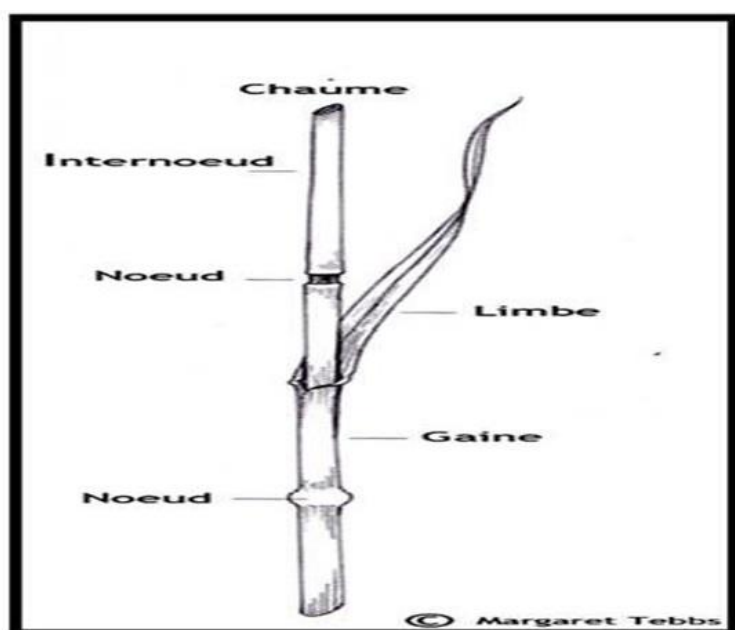


Figure 02 : Schémas de chaume chez les poacées. Source : Guignard, (1977).

I-7-2-3-La feuille

La feuille de *Stipa tenacissima* est longue et grêle, constituée par un limbe dont la face inférieure porte de fortes nervures, l'une et l'autre sont recouvertes d'une cire isolante qui permet à la plante de résister à la sécheresse (Metro, 1947). La longueur de la feuille est de 50 à 60 centimètres (Dallel, 2012).

Les feuilles de *Stipa tenacissima* sont persistantes, durant au moins deux à trois ans, elles se divisent en deux parties : la gaine et le limbe réunis par une articulation.

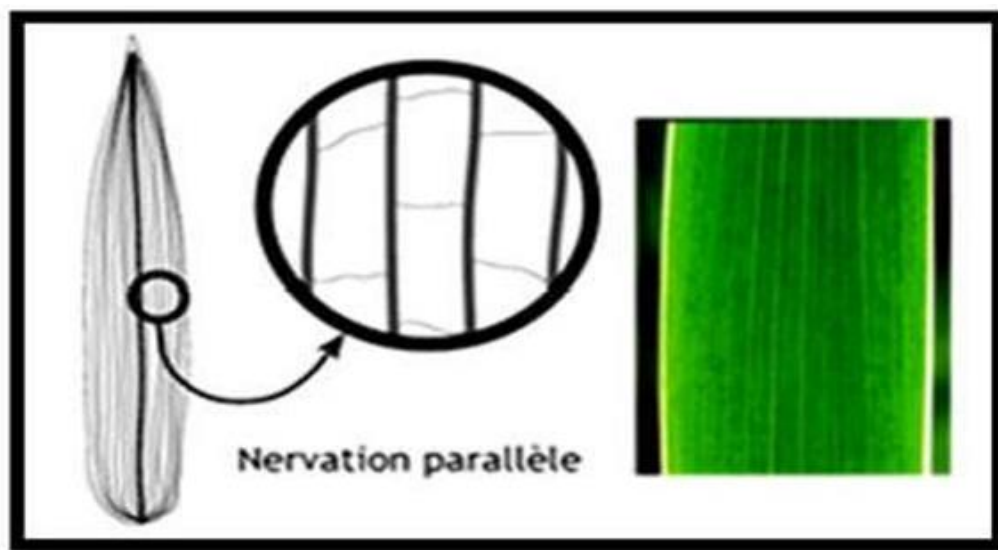


Figure 03 : La feuille des monocotylédones. Source : Guignard, (1977).

I-7-2-4-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).

I-7-2-5-La ligule

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

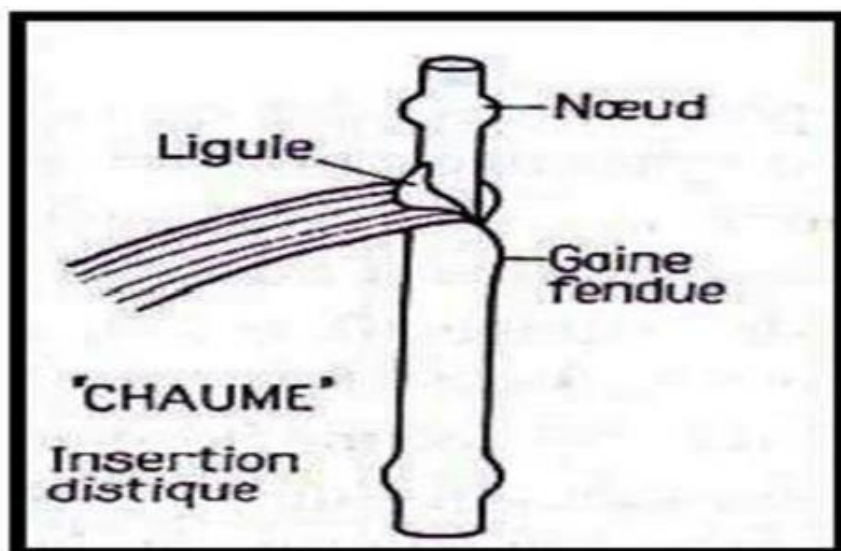


Figure 04 : Schéma de la gaine et ligule chez les poacées. Source : Guignard, (1977).

I-7-2-6-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 Ghennou, 2014), 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.

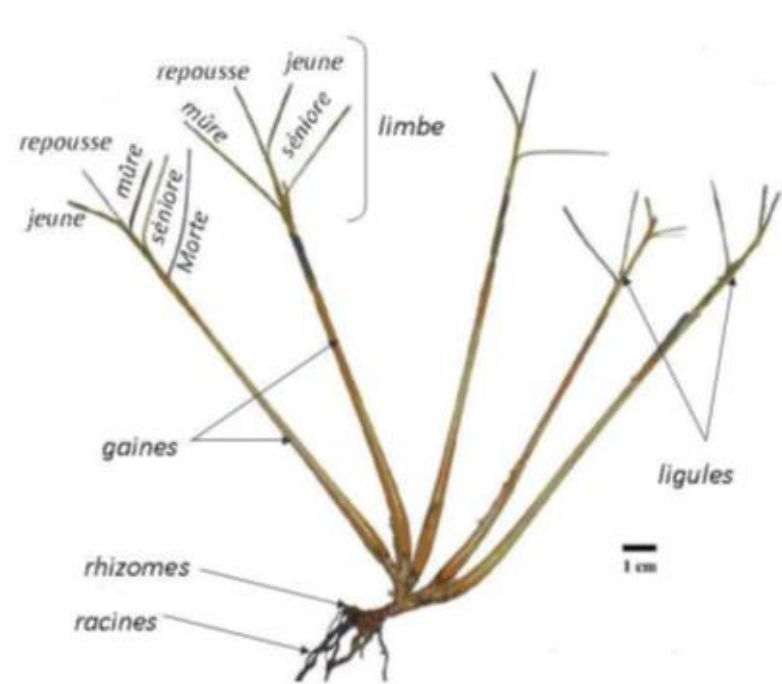


Figure 05 : Morphologie de *Stipa tenacissima* avec indication des parties principales. Source : Dallel, (2012).

I-8 Cycle biologique de *Stipa tenacissima*

I-8-1-La floraison

La fleur est protégée par deux glumes d'égale longueur. La glumelle supérieure au sommet et la glumelle inférieure est plus fine. Généralement, les fleurs apparaissent vers la fin avril, début mai, La fleur unique est articulée et se détache facilement à la maturité.

La floraison a lieu à partir de la fin du printemps et durant tout l'été. Cette espèce est hermaphrodite (présentant les 2 sexes sur la même fleur). La pollinisation se fait de manière entomogame c'est-à-dire que le pollen est porté par des insectes, et la dissémination des graines se fait par anémochorie (le mode de dispersion des graines des végétaux se faisant grâce au vent) (Nedjraoui, 1990).

I-8-2-Phase de végétation

Les formations steppiques et ceux de *Stipa tenacissima* sont considérés comme étant l'un des meilleurs remparts face à l'avancée du désert (Moulay et Benabdeli, 2011). Elles entrent dans la catégorie des végétaux verts. Ses 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 z, 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.

I-8-3-Phase de reproduction

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

I-8-3-1-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 du sol, 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 leurs 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 situationnelles).

- 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 (1979), 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 et al. 1961, In Olmi 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.

I-8-3-2-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 pour donner naissance à des feuilles courtes et des racines adventives. Cette rénovation des touffes à partir des bourgeons dormants est le principal mode de reproduction des nappes alfatières, détruites par l'abus de cueillette (Boudy, 1950).

I-8-3-3-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 (Djebaili, 1984). 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 fragment à son tour.

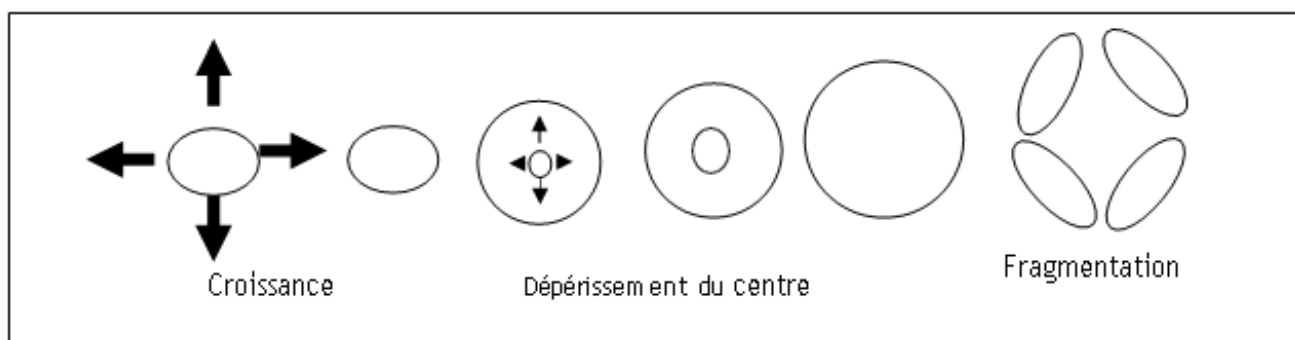


Figure 06 : Schématisation d'un processus de circination. Source : Corinne, (1992).

I-9-Ecologie de *Stipa tenacissima*

I-9-1-Exigences climatiques de *Stipa tenacissima*

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

Elle possède une amplitude écologique très vaste qui lui permet de s'étendre depuis les dunes littorales jusqu'à des altitudes de 2400 m, elle est xérophile. *Stipa tenacissima* est beaucoup plus rare dans les étages subhumides et surtout humides, dans lesquels on ne la rencontre qu'à la faveur de conditions édaphiques et méso-climatiques favorables.

Stipa tenacissima 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* dominantes se rencontrent dans les zones là où les précipitations annuelles varient entre 450 et 1300 mm (Djebaili, 1984), *Stipa tenacissima* est abondante entre 200 et 400 mm de tranche pluviométrique, mais peut vivre là où cette tranche s'abaisse à 150 mm (Boudy, 1952).

La limite inférieure pour le développement de *Stipa tenacissima* est de 150 mm d'eau par ans. L'optimum se situe entre 200 et 400 mm. La limite supérieure est d'environ 500 mm. *Stipa tenacissima* 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* augmentent l'épaisseur du sol (Khelil, 1991).

I-9-2-Exigences édaphiques de *Stipa tenacissima*

La gamme des sols recouverts par l'alfa est importante et ils présentent des caractères Intermédiaires entre ceux des forêts, ceux des steppes arborées et des autres steppes (Killian, 1950 in Abdelkrim et Benstitti, 1988).

Stipa tenacissima se développe sur des sols le plus souvent à substrat calcaire(Maghreb) ou marno-calcaire (Espagne) et en général bien drainés. Trois types de *Stipa tenacissima* sont distingués selon le site occupé : *Stipa tenacissima* de glaciaire à très faible pente $<2\text{m}$:

Stipa tenacissima ensablé dont la taille peut dépasser $1,50$ m lorsque l'ensablement est limité à la touffe ; et *Stipa tenacissima* de montagne (Ozenda, 1982).

Selon Kaabech (1990), *Stipa tenacissima* se développe sur des sols squelettiques secs à texture limono-sableuse. *Stipa tenacissima* fuit les sols lourds où l'argile dépasse 12 à 15% des éléments, si le drainage est mal assuré (Marion, 1956).

Stipa tenacissima fuit aussi Les eaux stagnantes, peu d'argile recouverte de pierrailles calcaires sur un substrat sableux, et avec pH compris entre 7 à $8,5$. Les terrains salés ne conviennent pas à *Stipa tenacissima* L (Khelil, 1991).

Stipa tenacissima ne montre pas d'exigence édaphique mais vient sur les sols calcaires et pierreux, elle fuit les dépressions inondées, les sols argileux et salés dans son aire de prédilection (Abdelkrim, 1984).

Les steppes de *Stipa tenacissima* se trouvent dans de nombreux types de conditions édaphiques. Elles se développent sur des sols marneux, calcaires ou gypseux, et généralement sur des sols peu profonds (Jordi et al, 2012).

Selon Pouget (1980) le groupement à *Stipa tenacissima* caractérise les sols régosoliques et régosols de la série du Miopliocène (argiles sableuses rouges) et les affleurements du Crétacé Inférieur continental avec un taux de calcaire élevé (30 à 60 %).

II- La récolte de l'Alfa

L'Alfa se récolte après la maturation des graines, c'est-à-dire, à partir de juillet-août. La récolte commence par l'enlèvement des feuilles uniquement à la main, par arrachage, suivant la pratique adoptée depuis toujours, soit en enroulant les feuilles autour d'un bâton court, soit en se garnissant la main d'une tige de métal. Le javeleur saisit une poignée d'Alfa, l'enroule autour d'une tige métallique pour assurer sa prise et tire brusquement. Avec son pied il retient les racines pour les empêcher d'être arrachées en même temps que les feuilles. Celles-ci sont liées en petites balles avec une tresse d'Alfa. Puis ces petites balles sont pressées pour constituer les grosses balles qui seront envoyées au centre de collecte. Ensuite, l'Alfa pesée sera stockée dans ces centres avant d'être transférée à l'usine, pour en extraire la pâte à papier en particulier (Figure 07). Aujourd'hui, il serait possible de mécaniser la récolte d'alfa, cependant, la voie de la mécanisation n'a pas été suivie, car d'un côté, la récolte manuelle fournit un revenu à quelques milliers de cueilleurs, et d'autre part, comme c'est une activité saisonnière, cela ne serait pas économiquement rentable, en plus de la difficulté d'accès et la topographie particulière des nappes alfatières.

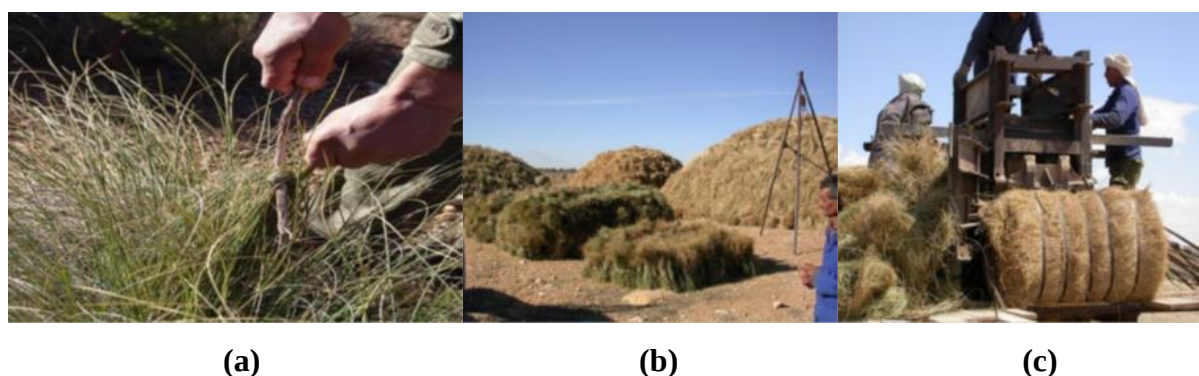


Figure 07 : Les différentes étapes de la récolte de l'Alfa (a) l'arrachement, (b) la collecte et (c) la mise en balle. Source : Dallel, (2012).

III-Domains d'applications

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

III-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.

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 (Anonyme ,2002).



Figure 08 :Des exemples d'artisanat Alfatière (des paniers, des paillassons, des espadrilles...).

Source : Dallel, (2012).

III-2-Les fibres de l'Alfa

La pâte à papier A la fin du 19ème 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 09)(<http://www.sncpa.com.tn>). 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 emboitures dans le domaine orthopédique par exemple (non-woven.blogspot.fr).

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 (Ben brahim, 2007 ; 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.



Figure 09: Illustrations de la pâte d'Alfa commercialisée par la SNCPA .Source : Dallel, (2012).

IV-Intérêt écologique et enjeu socio-économique

Cette espèce aux vertus écologiques, économiques et sociales occupe une place très importante dans les pays producteurs et notamment chez les populations qui vivent aux alentours de ces exploitations.

IV-1-Intérêt écologique

L'Alfa joue un rôle fondamental dans la protection et le maintien de l'intégrité écologique de tout l'écosystème. En effet, elle joue un rôle important dans la lutte contre le phénomène de désertification, 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. Elle permet aussi d'éviter l'érosion éolienne durant les périodes sèches grâce à son aptitude de persister durant les périodes de sécheresse en maintenant une activité physiologique au ralenti. Elle lutte également contre l'érosion pluviale, les touffes d'Alfa constituent des barrages qui freinent le ruissellement.

De plus, cette plante ne nécessite pas une grande quantité d'eau pour survivre, elle est présente dans des aires où les précipitations annuelles se situent entre 50 et 150 mm). Elle utilise ainsi chaque goutte d'eau mise à sa disposition.

Finalement, l'Alfa pousse spontanément sans avoir recours aux pesticides ni insecticides ni engrais, en tout respect et harmonie avec son environnement.

IV-2-Enjeu socio-économique

Cette graminée pérenne présente un intérêt économique certain puisqu'elle entre dans des utilisations à des fins industrielles, cités précédemment, comme la pâte à papier, l'artisanat et les composites biodégradables. Le chiffre d'affaires annuel de la SNCPA est de 30 Millions d'Euros. Actuellement, dans les régions Alfatières marocaines, quelques 41.521 foyers d'éleveurs vivent plus ou moins directement des produits de l'Alfa, et environ 5000 en Tunisie (Ben briq, 1992).

IIV-Bio écologie de la faune alfatière

Cet ensemble faunistique peut être arbitrairement classé en quatre groupes principaux correspondant aux diverses strates végétatives de la plante.

- Les épis attirent un certain nombre d'Insectes qui viennent consommer le pollen et les organes floraux comme les Coléoptères, ou Sucrer la sève de la plante Thysanoptères, ou encore emporter les graines comme certaines espèces de fourmis (Khelil, 1999).
- Le feuillage est consommé par diverses espèces d'orthoptères.
- La touffe d'alfa forme au niveau du sol une protection contre la chaleur et la sécheresse, ce qui attire une faune excessivement variée. On y trouve à la fois des prédateurs polyphages tels que les lézards, les scorpions, et les insectes comme les Coléoptères.
- Le système racinaire de l'alfa abrite une faune constituée de larves phytophages venant s'alimenter ou se cacher pendant le jour (Khelil, 1999).A ces consommateurs primaires sont

associés des consommateurs secondaires et tertiaires. A partir de la touffe d'alfa, nous avons pu construire un certain nombre de chaînes trophiques pouvant parfois s'interpénétrer entre elles (Khelil, 1999). En effet, un même insecte peut occuper une strate végétative et une place dans la chaîne trophique, différente selon son stade de développement. Si un certain nombre de résultats positifs ont été dégagés au cours de cette étude, il serait intéressant de pouvoir préciser ultérieurement le cycle évolutif de certaines espèces phytophages, les fluctuations de leurs populations sous l'action des parasites et prédateur pour ainsi mettre en évidence les espèces nuisibles à l'alfa, celles qui ralentissent la croissance de la plante, et celles qui empêchent sa fructification et sa dissémination (Khelil, 1999).

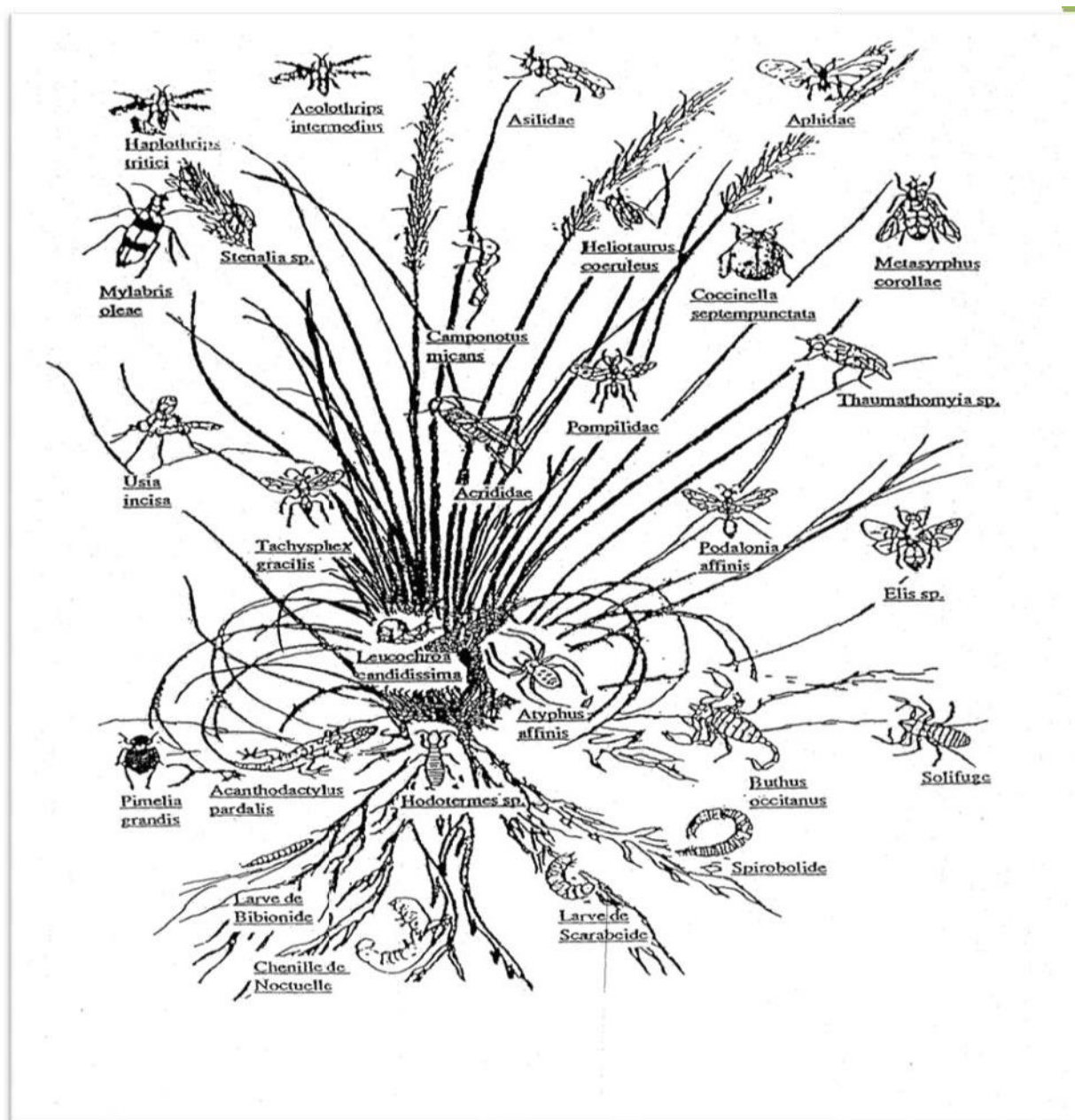


Figure 10: La biocénose de l'alfa. Source : Khelil , (1999).

Chapitre II : Matériels et méthodes

1-Le matériel végétal

Les semences de *Stipa tenacissima* (Figure 1) ont été collectées durant le mois de Mai 2017 dans les parcours de la commune de Houita (Wilaya de Laghouat). Elles ont été conservées dans des boîtes métalliques à 4°C jusqu'au démarrage de l'essai.



Photo 01 : Représentation des semences de *Stipa tenacissima* (Cliché Daoudi F, Mars 2019).

2-Protocole expérimental

Afin de déterminer le milieu adapté à la germination des graines de *Stipa tenacissima* des tests de germination ont été effectués sous différentes concentrations de chlorures de sodium (NaCl) et de carbonate de calcium (CaCO_3) et de sulfate de calcium (CaSO_4). Les graines d'alfa sont d'abord désinfectées à l'éthanol à 60 % pendant 10 minutes, puis lavées trois fois et soigneusement avec de l'eau distillée; elles sont ensuite mises à germer dans des boîtes à pétri tapissées de papier filtre et couvertes de papier millimétré à raison d'environ (70 graine par boîte). Dans un cas, nous avons ajouté de l'eau distillée (témoin = T0), dans les autres cas, nous avons ajouté des solutions CaCO_3 à 75 mmol/l; CaCO_3 à 150 mmol/l ; CaSO_4 à 150 mmol/l.

mol/l ; CaSO_4 à 75 m mol/l ; NaCl à 150 m mol/l ; NaCl à 75 m mol/l, avec trois (3) répétitions pour chacune. La durée du test est de vingt-cinq (25) jours.

Pour autant nous avons quatre milieux (Eau distillée, CaSO_4 , CaCO_3 et NaCl) et deux traitements T1 (150 m mol/l) et T2 (75 m mol/l) respectivement pour les milieux (CaSO_4 , CaCO_3 et NaCl).

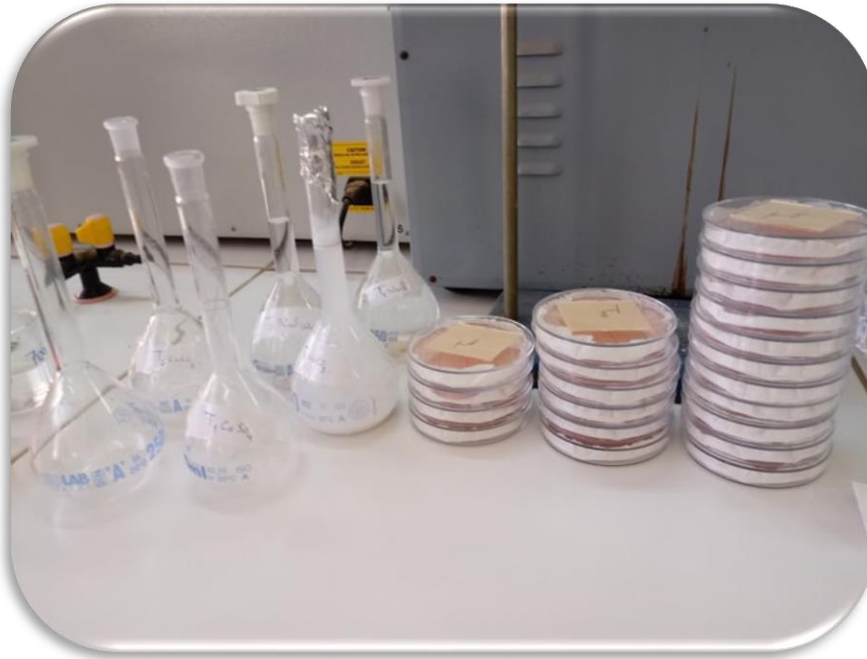


Photo 02 : Représentation des éléments utilisés pour le test de germination des semences de *Stipa tenacissima* (Cliché Daoudi F, Mars 2019).

Les boîtes sont placées dans un incubateur réglé à une température de 25°C et aussi (12 heures Obscurité / 12 heures Lumière). La germination est repérée par la sortie de la radicule hors des téguments de la graine dont la longueur est d'au moins de 2 mm.

3-Les paramètres mesurés

Les paramètres mesurés au cours de ce travail sont :

3-1-Cinétique du test de germination

Pour mieux appréhender la signification physiologique du comportement de germination et de croissance de l'alfa (Hajlaoui et Denden, 2007) ; nous avons mesuré le taux de germination, les longueurs des radicules et des glumelles pendant toute la durée du test (25 jours).

3-2-Taux de germination

Il est exprimé par le rapport nombre de graines germées sur nombre total de graines (Côme, 1970).

3-3-La durée médiane de germination

Elle permet d'exprimer l'énergie de germination responsable de l'épuisement des réserves de la graine (Scott et Jones, 1984). Elle peut s'exprimer aussi par le temps moyen de germination (T50) (le temps au bout duquel on atteint 50% des graines germées)(Côme ,1970).

$$\text{Durée médiane (T50)} = T1 + (0.5 - G1 / G2 - G1) \times (T2 - T1)$$

Avec :

G1 = pourcentage cumulé des graines germées dont la valeur est la plus proche de 50% par valeur inférieure.

G2 = pourcentage cumulé des graines germées dont la valeur est la plus proche de 50% par valeur supérieure.

T1 : le nombre de jour correspondant au pourcentage cumulé des graines germées dont la valeur est la plus proche de 50% par valeur inférieure.

T2 : le nombre de jour correspondant au pourcentage cumulé des graines germées dont la valeur est la plus proche de 50% par valeur supérieure.

3-4-Moyenne journalière de germination (MDG= Mean Daily Germination)

MDG est représenté par le rapport entre le pourcentage de germination final et le nombre de jours à la germination finale (Osborne et Mercer, 1993).

$$\text{MDG} = \text{Pourcentage de germination final} / \text{Nombre de jours à la germination finale.}$$

3-5-Longueur des radicules et longueur des glumelles

La longueur de la radicule primaire et celle de la glumelle ont été mesurées à l'aide de projection sur le papier millimétré qui tapisse les boîtes de pétri, ceci pour évaluer la croissance de la plante vis-à-vis du milieu préféré (Hajlaoui et Denden, 2007).

3-6-La vitesse de croissance

Elle permet d'exprimer le rapport entre la longueur des glumelles ou des radicelles / le temps finale de croissance.

3-7-Indice de vigueur (IV)

C'est un indicateur très important pour voir de quel milieu le stipa a été plus résistante.

$$IV = (LR+LG) \times TG$$

Avec :

IV : Indice de vigueur

LR : La longueur moyenne des radicelles

LG : La longueur moyenne des glumelles

TG : Le taux de germination.

4-Analyse statistique des données

Pour l'ensemble du test, une analyse de la variance est effectuée par le test de Tukey à 5% à l'aide de Minitab 2018, les moyennes sont comparées selon la méthode de Newman et Keuls, chaque moyenne est affectée d'une lettre, les moyennes suivies d'une même lettre ne sont pas significativement différentes. Aussi à la fin du test, une analyse en composante principale (ACP) est réalisée dans XL-Stat.

Chapitre III : Résultats et Discussions

I-Résultats

I-1-Cinétique du test de germination

La figure 11 présente l'évolution de la germination des semences de *Stipa tenacissima* en fonction de temps pour l'ensemble des traitements.

Les courbes permettent de distinguer trois (3) phases :

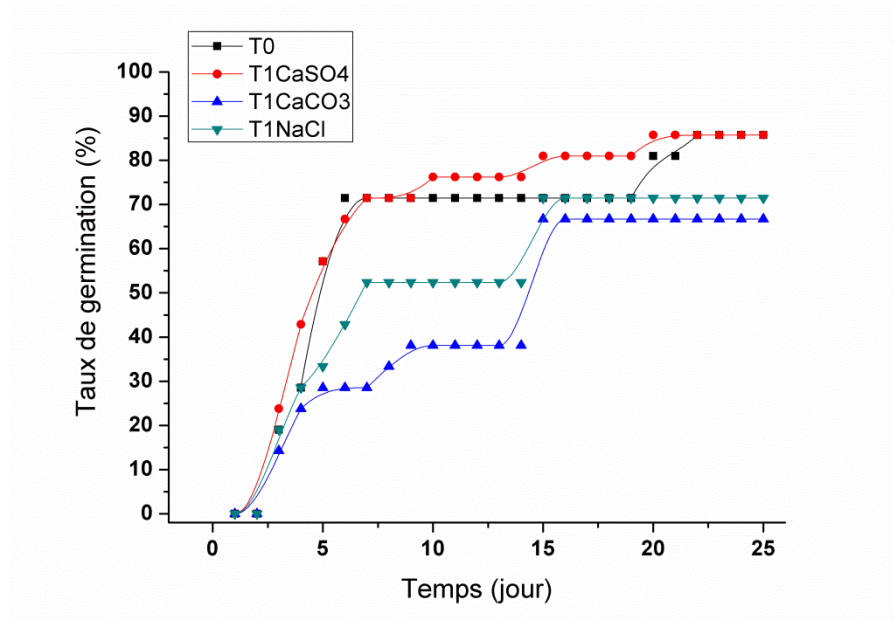
Une phase de latence durant les trois premiers jours du test au cours de laquelle le taux de germination reste nul pour toutes les concentrations et dans les différents milieux.

Une phase sensiblement linéaire entre le 3^{ème} et le 5^{ème} jour du test, correspondant à une augmentation rapide du taux de germination et qui évolue proportionnellement au temps, cette phase est plus accentuée dans le milieu de CaSO_4 pour les deux traitements T1 et T2 et aussi dans le milieu CaCO_3 pour le traitement T2. Tandis que pour le milieu de NaCl avec les deux traitements et le milieu CaCO_3 à la concentration de 150 m mol/l (T1), le taux de germination est moins accentué.

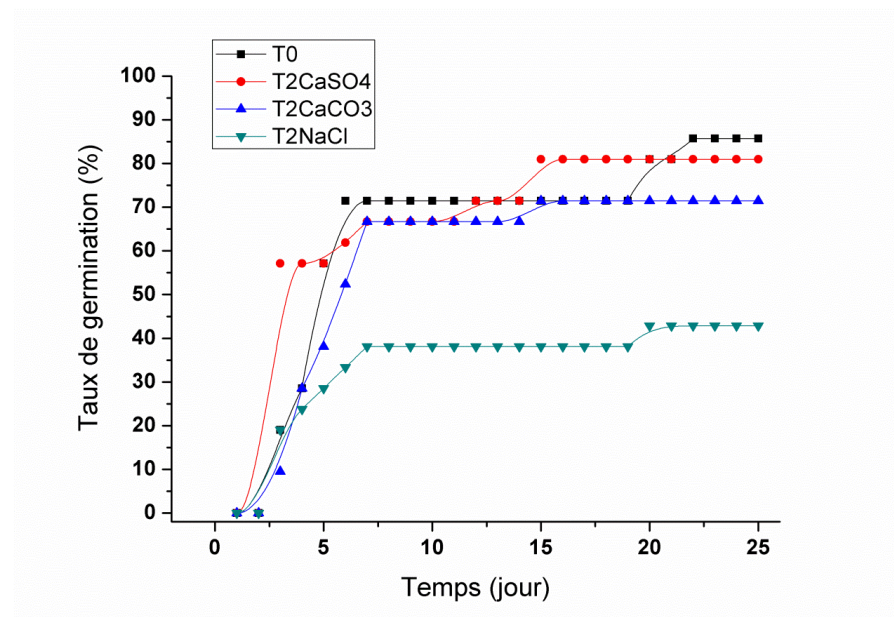
Une troisième phase correspondant à un palier représentant le pourcentage finale de germination et traduisant la capacité germinative dans chaque milieu et pour chaque traitement.

Par voie de comparaison entre les milieux ; il paraît que le nombre des graines germées en fonction de temps dans le milieu de CaSO_4 à 150 m mol/l (T1), et dans l'eau distillé semble être les plus élevées.

A partir de l'analyse de la variance du taux de germination effectuée pour le 25^{ème} jour, on observe un " $p = 0,02$ " qui est inférieur à 0,05 (niveau de significativité), donc on peut confirmer l'existence de différence hautement significative entre les traitements, selon le test Newman-Keuls on observe classement en 3 groupes statistiques. Les T1 CaSO_4 et T2 CaSO_4 sont significativement les meilleurs.



(a)



(b)

Figure 11 : Cinétique et taux de germination des graines de *Stipa tenacissima* dans différents milieux et à concentrations variables.

(a) : Les graines germant dans les milieux à concentration de 150m mol/l (T1).

(b) : Les graines germant dans les milieux à concentration de 75 m mol/l (T2).

I-2-La durée médiane de germination

La figure 12 présente, la variation de la durée moyenne de germination selon les différents traitements, elle montre que dans le milieu de CaCO_3 l'augmentation de la concentration

engendre une augmentation du temps moyen T50 de germination. Les traitements T2CaCO₃ et T1NaCl, ont un temps moyen de germination peu important comparativement au témoin, par contre pour le traitement T2 de NaCl jusqu'au 25^{ème} jour nous ne comptons aucune durée moyenne de germination cela implique que jusqu'à ce temps le taux de germination inférieure à 50 %, aussi la figure 12 indique que la durée moyenne de germination est meilleure dans le milieu de CaSO₄.

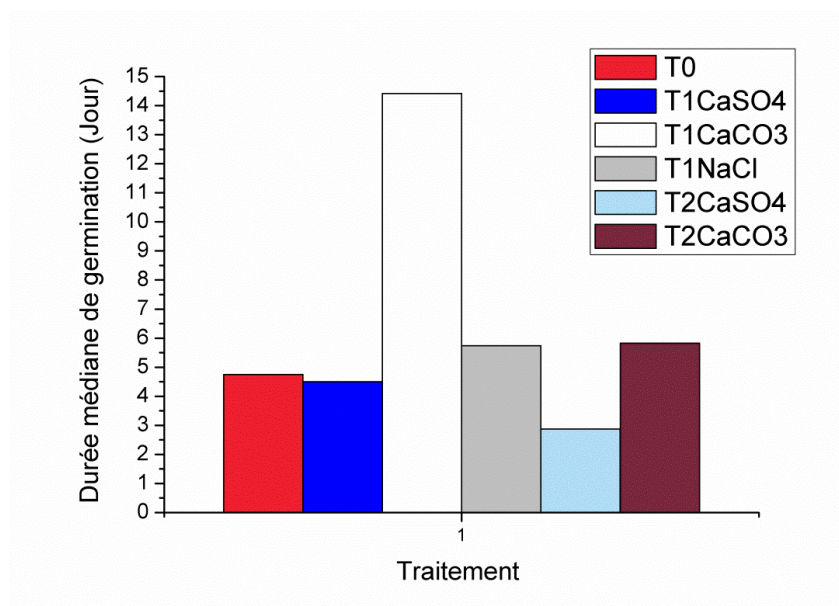


Figure 12 : Variation de la durée médiane de germination des graines de *Stipa tenacissima* dans différents milieux.

I-3-Germination journalière moyenne

La figure 13 montre que la germination journalière moyenne est la plus élevée pour le traitement T2 de CaSO₄ comparativement aux autres traitements, tel que le milieu de CaCO₃ et le T1CaSO₄ et aussi le T1NaCl, la germination journalière moyenne est proche à celle observée pour le témoin.

L'analyse de la variance et du test Newman-Keuls effectuée le 25^{ème} jour du test pour le paramètre «Germination journalière moyenne», on observe des « p » qui sont inférieurs à 0,005 à partir des quels on peut confirmer qu'il existe une différence hautement significative pour le paramètre Germination journalière moyenne chez *Stipa tenacissima* qui germe dans différents milieux et à concentrations variables formant ainsi chacun 3 groupes statistiques :

T2CaSO₄ (Groupe A) et T1CaSO₄, T2CaCO₃, T0 (Groupe AB) et T1CaCO₃, T1NaCl, T2NaCl (Groupe B).

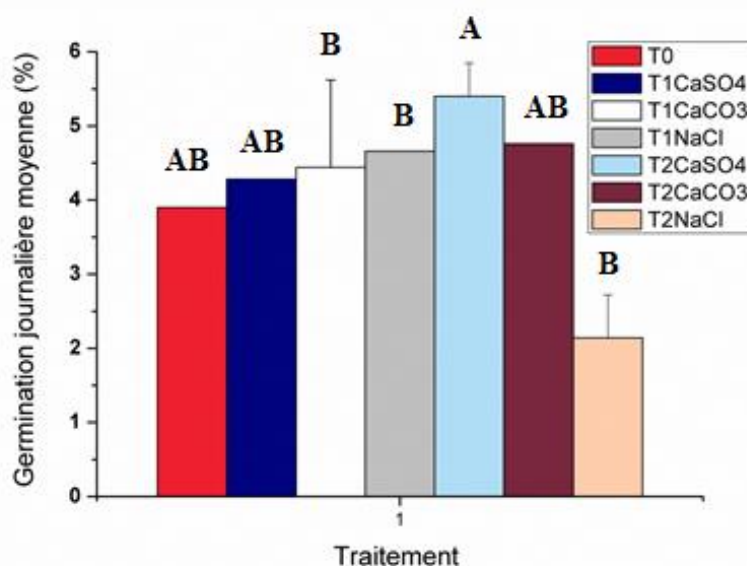
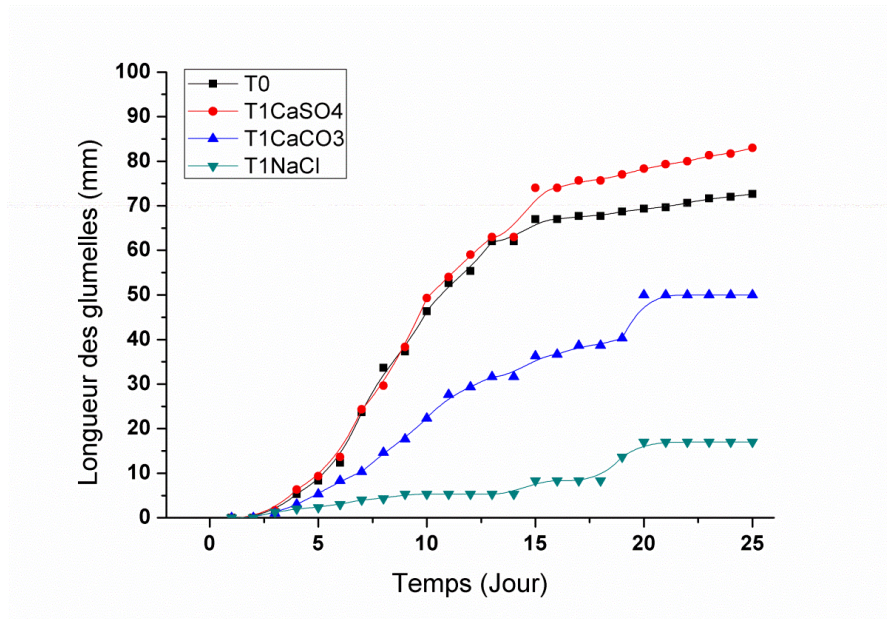


Figure13 : Variation de la germination journalière moyenne des graines de *Stipa tenacissima*.

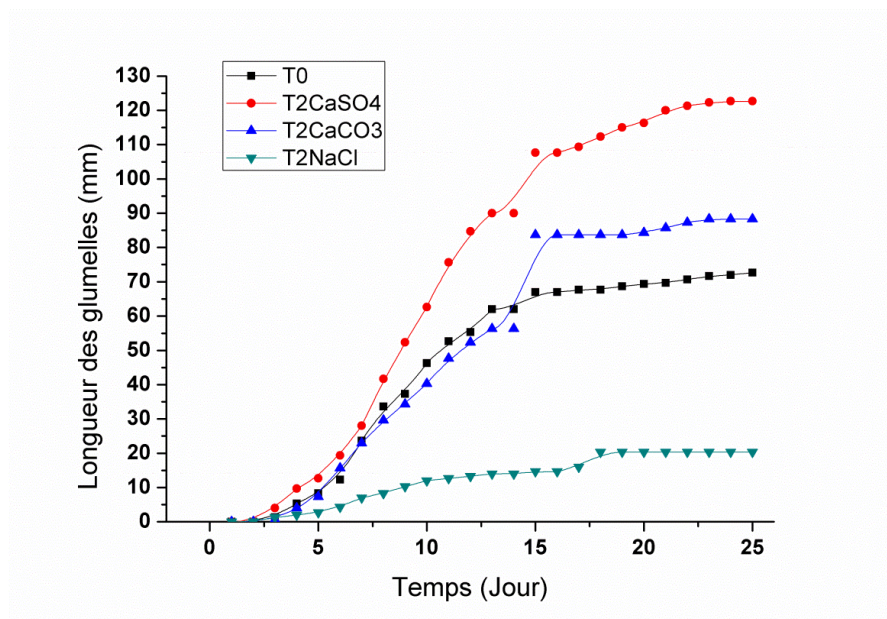
I-4-Longueur des glumelles et longueur des racinelles

Les figures 14 et 15 représentent les variations de la longueur des glumelles et celle des racinelles chez *Stipa tenacissima* qui germe dans différents milieux et à concentration variables. On observe que dans le milieu de CaCO₃ l'augmentation de concentration provoque la diminution des longueurs des glumelles et celle des racinelles comparativement au témoin. Aussi nous remarquons que la croissance de la plante est légèrement affectée dans le milieu de NaCl, contrairement dans le milieu CaSO₄, la longueur des glumelles et la longueur des racinelles sont les plus élevées.

A partir de l'analyse de la variance et du test Newman-Keuls effectuée le 25^{ème} jour du test pour les deux paramètres « la longueur des racinelles » et « la longueur des glumelles », on observe des « p » qui sont inférieurs à 0,005 à partir des quels on peut confirmer qu'il existe une différence hautement significative pour les paramètres longueur des glumelles et longueur des racinelles chez *Stipa tenacissima* qui germe dans différents milieux et à concentrations variables formant ainsi chacun 3 groupes statistiques : T2CaSO₄ (Groupe A) et T1CaSO₄, T2CaCO₃, T0 (Groupe AB) et T1CaCO₃, T1NaCl, T2NaCl (Group B).



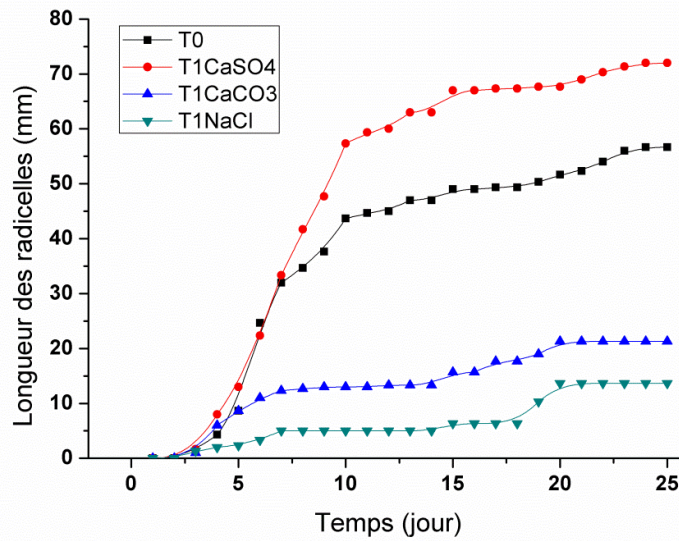
(a)



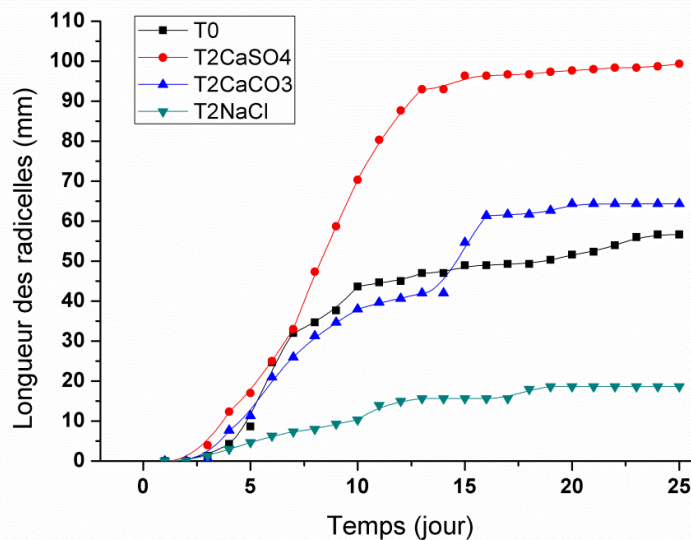
(b)

Figure 14 : Longueur des glumelles de *Stipa tenacissima* germant dans différents milieux et à concentrations variables.

- (a) : Les graines de *Stipa tenacissima* germant dans des milieux à concentration de 150 m mol/l (T1).
- (b) : Les graines de *Stipa tenacissima* germant dans des milieux à concentration de 75 m mol/l(T1).



(a)



(b)

Figure 15 : Longueur des racines de *Stipa tenacissima* germant dans différents milieux et à concentrations variables.

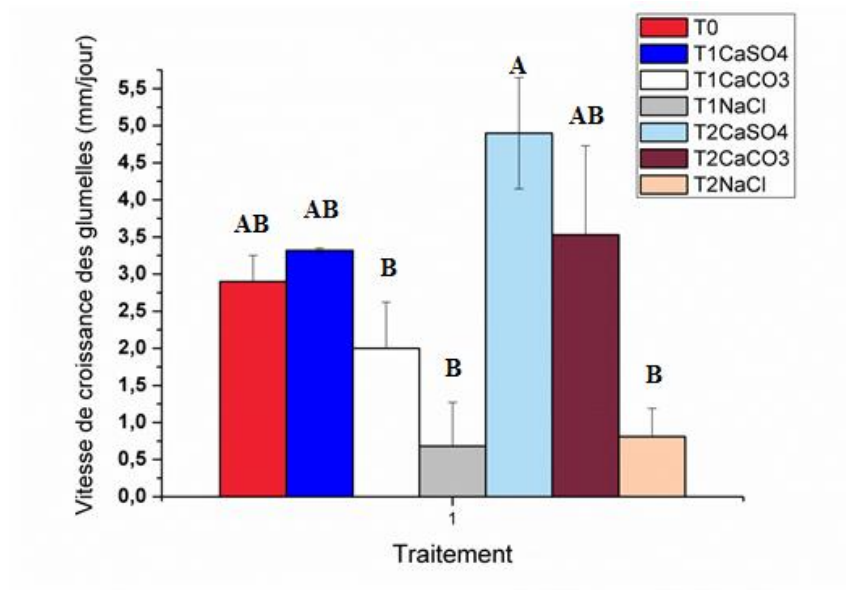
(a) : Les graines de *Stipa tenacissima* germant dans des milieux à concentration de 150m mol/l (T1).

(b) : Les graines de *Stipa tenacissima* germant dans des milieux à concentration de 75 m mol/l (T2).

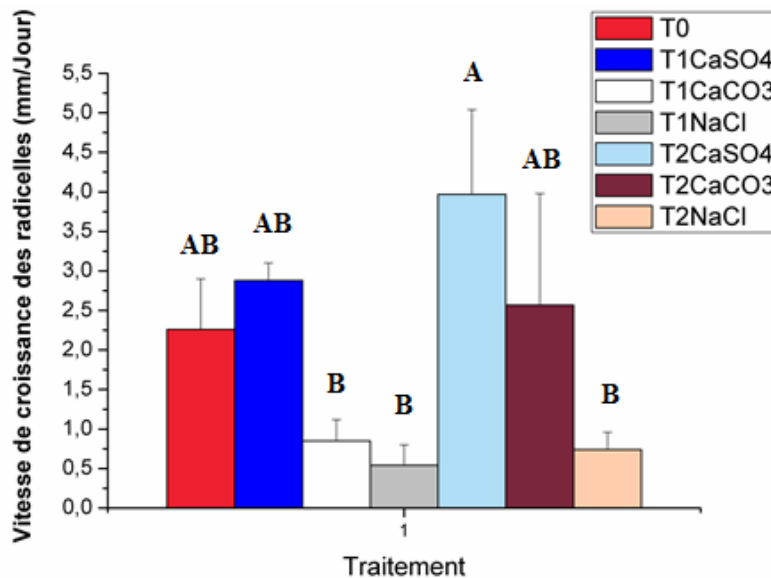
I-5-La vitesse de croissance

La figure 16 représente la vitesse de croissance des glumelles (a) et celle des racelles (b) durant le test. Cette figure indique que *Stipa tenacissima* croit le mieux dans les milieux qui contiennent le CaSO_4 , contrairement dans les milieux qui contiennent le NaCl , la vitesse de croissance est la plus faible comparativement à ceux de l'eau distillé et le milieu de CaCO_3 . La figure 16 indique aussi que l'augmentation de concentration dans le CaCO_3 engendre une diminution de la croissance de *Stipa tenacissima*.

L'analyse de la variance et du test Newman-Keuls effectuée le 25^{ème} jour du test pour les deux paramètres « vitesse de croissance des racelles » et «vitesse de croissance des glumelles », on observe des « p » qui sont inférieurs à 0,005 à partir des quels on peut confirmer qu'il existe une différence hautement significative pour les paramètres vitesse de croissance des racelles et vitesse de croissance des glumelles chez *Stipa tenacissima* qui germe dans différents milieux et à concentrations variables formant ainsi chacun 3 groupes statistiques : T2CaSO_4 (Groupe A) et T1CaSO_4 , T2CaCO_3 , T0 (Groupe AB) et T1CaCO_3 , T1NaCl , T2NaCl (Groupe B).



(a)



(b)

Figure 16 : Vitesse de croissance des glumelles (a) et la vitesse de croissance des racicules (b) de *Stipa tenacissima* germant dans différents milieux et à concentrations variables.

I-6-Indice de vigueur

La figure 17 montre que *Stipa tenacissima* résiste le plus dans les milieux de CaSO_4 . Relativement dans les milieux de CaCO_3 et celui de l'eau distillé sa tolérance semble être moins importante, le diagramme de la figure 17 indique aussi que *Stipa tenacissima* pourrait être stressé dans le milieu de NaCl vu la faiblesse des indices de vigueur observés pour ces milieux.

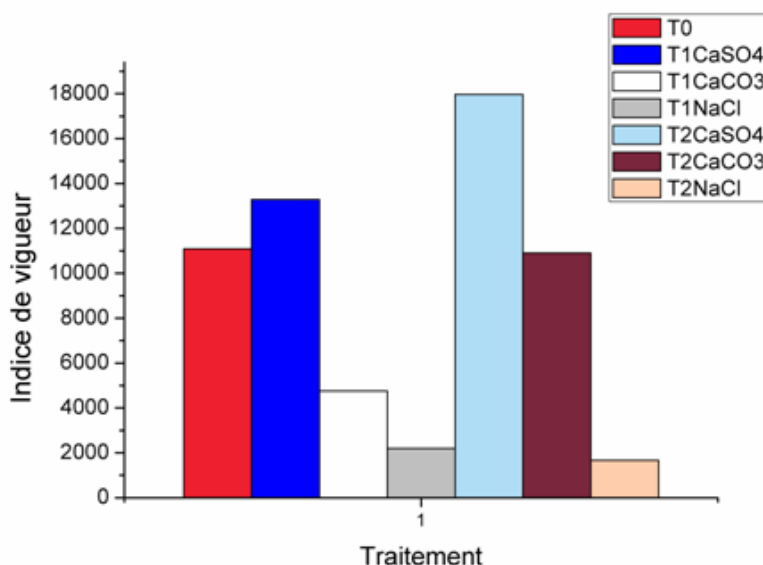


Figure 17 : Indice de vigueur des graines de *Stipa tenacissima* germant dans différents milieux et à concentrations variables.

I-7-Analyse en composante principale (ACP)

L'analyse en composante principale (ACP), permet de visualiser les corrélations entre les traitements et les paramètres mesurés. A travers la (figure18), nous observons que le traitement T2CaSO₄, est le plus liée aux paramètres mesurés cela se présente par 68% avec le taux de germination et 57% avec la durée médiane de germination ; 52% avec la germination moyenne journalière ; 92% avec la longueur des glumelles ; 91% avec la longueur des racelles ; 92% avec la vitesse de croissance des glumelles ; 91 % avec la vitesse de croissance des racelles et 95% avec l'indice de vigueur. Ensuite nous observons que les milieux T1CaSO₄ et T2CaCO₃ semblent avoir une similarité de comportement, ces traitements sont moyennement corrélés aux paramètres mesurés ; comparativement au témoin qui se place en dessous de ces deux derniers milieux. Alors que pour les traitements T2NaCl et T1NaCl nous observons aucune corrélation avec les paramètres mesurés.

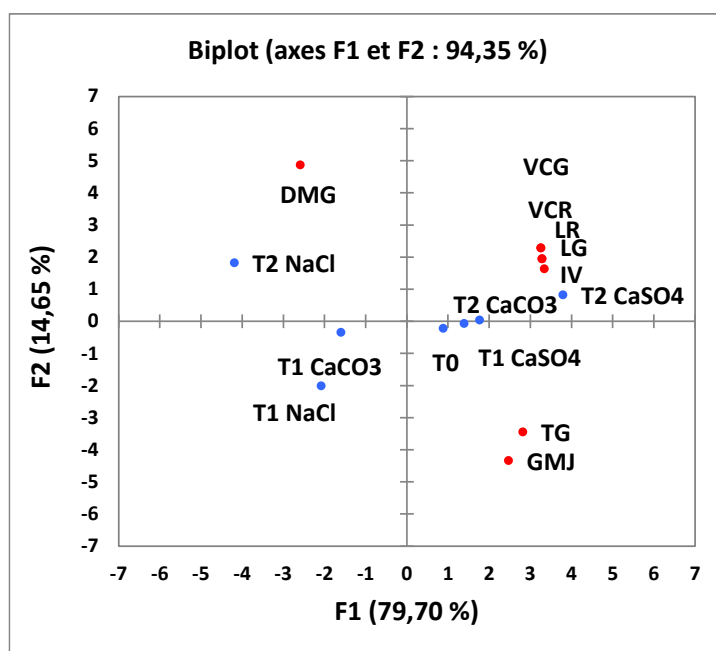


Figure 18: Analyse en composant principale.

II-Discussions

L'étude de la germination des graines de *Stipa tenacissima* a montré qu'elles présentent des comportements germinatifs variés vis-à-vis des traitements utilisés. L'effet du traitement de sulfate de calcium (CaSO_4) est positif sur le taux et la durée médiane ainsi que sur la moyenne journalière et également sur la croissance des glumelles et celle des radicelles. Le test de résistance a montré que les graines germent le mieux dans (CaSO_4) comparativement aux autres traitements. Donc on peut déduire que le stipa semble être bien adaptée au milieu gypseux. Les steppes de *Stipa tenacissima* se trouvent dans de nombreux types de conditions édaphiques. Elles se développent sur des sols marneux ou gypseux, et généralement sur des sols peu profonds (Jordi et al, 2012). Mais l'efficacité du gypse pour élever la croissance de *Stipa tenacissima* avait été démontrée par plusieurs auteurs (Jordi et al, 2012) ; (Rejeb, 1977). Dans les sols alcalins, le Ca^{2+} est le cation dominant. Ainsi, le pourcentage de germination affecté par les sels de Ca^{2+} présentent donc un intérêt particulier (Ryan et al, 1975).

Pour Les graines de *Jatropha curcas*, sous stress de Ca^{2+} , pH élevé de l'environnement est un facteur principal qui affecte la croissance des racines et le développement au cours du cycle de vie d'une plante (Liu et Guo, 2011). Comme l'a souligné Hepler (2005), le Ca^{2+}

inhibe la croissance des glumelles et aussi croissance des racines. Dans cette étude, l'augmentation de la concentration de calcium dans le milieu gypseux n'a aucun effet sur le développement des racines et des glumelles. Les données obtenues dans ce test avec *Stipa tenacissima* indique que l'excès de Ca^{2+} ne provoque pas une perturbation dans la croissance de *Stipa tenacissima* et donc on peut considérer que le calcium joue un rôle très important dans la germination et la croissance de la plante ou d'une autre manière, on peut suggérer que ce calcium agit comme un fertilisant minérale, provoque les améliorations de germination et de croissance de plante observés sur la plante.

Dans le traitement de CaCO_3 on a distingué que l'excès de calcaire peut perturber la cinétique de germination de *Stipa tenacissima* tel que la diminution de taux de germination et l'augmentation de la durée moyenne de germination aussi on a vu que l'excès de calcaire a due provoquer une réduction dans la longueur des radicelles.

Stipa tenacissima est une plante qui se développe sur des sols le plus souvent à substrat calcaire ou marne-calcaire et en général bien drainés (Ozenda, 1962).

Stipa tenacissima fuit aussi les eaux stagnantes, ou peu d'argile recouverte de pierrailles calcaires sur un substrat sableux, et avec pH compris entre 7 à 8,5 (Khelil, 1991).

Stipa tenacissima ne montre pas d'exigence édaphique mais vient sur les sols calcaires et pierreux, elle fuit les dépressions inondées, les sols argileux et salés dans son aire de prédilection (Abdelkrim, 1984), ce qui explique sa non tolérance au NaCl observés durant notre test de germination.

L'impact de l'excès de calcaire sur la germination et la croissance de *Stipa tenacissima* n'est mentionné par aucune littérature scientifique. Cette situation rend délicates la compréhension et l'explication de nos résultat.

Selon (Wortmann et al, 2009) le manque de calcium durant la germination et l'émergence provoque une réduction dans la croissance des racines.

Avec le résultat liés à l'excès de Ca^{2+} dans le milieu gypseux, il faut particulièrement souligner que l'augmentation de carbonate de calcium a provoqué une diminution précoce de l'absorption de calcium au cours de la phase de la germination, donc provoquant un retard à la germination des graines de la plante ; mais ne provoque ni dormance ni tue les graines (Von Willert, 2003) .

La germination et l'émergence des plantules en condition de stress salin sont révélatrices d'un potentiel génétique de tolérance à la salinité, au moins à ce stade de développement de la plante.

L'étude effectuée au laboratoire montre un effet variable du NaCl sur le taux de germination et sur l'émergence des plantules de *Stipa tenacissima*, confirment aussi d'autres travaux (Hasnaoui, 2012 et Mallek-Mallej, 1998 in Ben naceur et al, 2001 ; Garcia-Legaz, 1993 in Ben naceur et al, 2001) qui ont montré un effet similaire du NaCl sur la croissance de nombreuses espèces végétales.

Ungar (1996) , Belkhodja (2004) , notent que la réaction des plantes à la salinité est très différentes ,selon que l'on s'intéresse à la phase de la germination ou un autre stade, compte tenu de l'importance de la phase de germination dans le déroulement des stades ultérieurs du développement de toute espèce végétale notamment en zone aride (Lachiheb et al, 2004), elle devient un facteur déterminant pour la réussite de la croissance des plantes dans les milieux salés.

Le retard de la germination des graines de *Stipa tenacissima* s'explique par le temps nécessaire aux graines pour déclencher les mécanismes leur permettant d'ajuster leur pression osmotique (Bliss R, 1986).

Asloun (1990), note que la croissance des plantes diminue essentiellement en fonction de la concentration en NaCl.

La plupart des auteurs suggèrent que la réduction de la croissance, est imputable en grande partie à la pression osmotique. Pour Atmane rochdi et al (2005).

La réduction de la croissance des plantes sous les conditions salines est plus liée à l'absorption de niveaux anormaux de sels plutôt qu'à l'absorption réduite en eau.

Asloun (1990), signale que les plantes absorbent des ions des solutions salines à des degrés divers, ce qui entraîne une accumulation particulière d'ions ou une diminution d'absorption d'éléments nutritifs essentiels.

L'accumulation des ions Na^+ dans la plante limite l'absorption des cations indispensables tels que Ca^{+2} . Il y'aurait une compétition entre Na^+ et Ca^{+2} pour les mêmes sites de fixation Apoplasmales (Haouala et al, 2007).

Le déséquilibre nutritionnel est une cause possible des réductions de croissance en présence de sels lorsque des ions essentiels comme Na^+ , Ca^{+2} ou SO^{2-} qui deviennent limitant (Soltani, 1988). La présence de Cl^- inhibe l'absorption d'autres molécules importantes pour la croissance des plantes (Smith, 1973).

A travers nos résultats concernant la germination et l'émergence de *Stipa tenacissima* on peut dire que *Stipa* ne développe pas dans le sol salin. Cette même idée est confirmée par (Hasnaoui, 2008), l'alfa ne supporte pas les sols salins.

Confirmée aussi par Abdelkrim (1984) qui a signalé que *Stipa tenacissima* fuit les dépressions inondées, les sols argileux et salés dans son aire de prédilection.

A travers cette étude nous pouvons conclure que les graines de *Stipa tenacissima* présentent une germination favorable dans le milieu gypseux ; notamment nos résultats ont démontré que :

- ✓ Le taux germination est très faible en milieu salin, le NaCl pourrait bloquer les flux d'eau entrant dans les graines de la plante ; le milieu gypseux par contre serait le meilleur alors que dans le milieu calcaire la plante a présenté un taux de germination moyen.
- ✓ La durée médiane de germination et la germination moyenne journalière sont les mieux dans le milieu gypseux.
- ✓ La longueur des glumelles et celles des racicelles ainsi que leur vitesse de croissance sont réduites dans le milieu salin par contre dans le milieu gypseux elles sont plus accentuées.
- ✓ La plante est la plus vigoureuse dans le milieu gypseux, cependant dans le milieu calcaire et dans le milieu salin elle a présenté une très faible résistance.

L'A C P a confirmé que *Stipa tenacissima* est une plante qui germe bien dans le milieu gypseux; aussi bien que dans le milieu calcaire à concentrations moyennes. Mais contrairement dans milieu salin les graines *Stipa tenacissima* ont manifesté une inhibition de leur germination.

Ces résultats ouvrent de nombreuses perspectives intéressantes de recherches en physiologie mais également en écologie.

Il serait en effet intéressant de :

- ❖ Réaliser d'autres concentrations de ces solution pour voir l'effet de l'excès de concentration sur la germination;
- ❖ Reprendre ces expérimentations en testant l'impact d'autres milieux sur la germination des graines de *Stipa tenacissima*;
- ❖ Compléter ces résultats par des dosages de protéines, sucres et chlorophylle afin de mieux appréhender les effets de la nature de milieu sur le métabolisme de la plante ;
- ❖ Tester d'autres indicateurs comme la température et le pH sur la germination des graines de *Stipa tenacissima*.

Références bibliographiques

- Abdelkrim H, 1984 - Approche- phytosociologique et écologique de quelques nappes alfatières des régions de Djelfa et Tebessa. Magis. SC. Agro. I.N.A. Alger 130p + annexes.
- Aidoud A et al, 2006 - Les steppes arides du nord de l'Afrique. Sécheresse vol. 17, n° 1-2, 2006. PP. 19 – 30.
- Aidoud, A, H Slimani, L F Aidoud, J Touffet, 1999- Edaphic changes along a gradient of intensity of pasture in a steppe of Algeria. Ecologia.Mediterranea 25 (2): 163-171.
- Anonyme, 2002. L'alfa : Importance écologique et socio-économique », Portail de l'agriculture marocaine, Terre et Vie, N°61-62, (Novembre 2002). 59p .Masson Editeur. 284 p.
- Asloum H, 1990 "Elaborations d'un système de production maraîchère (Tomate, *Lycopersicum esculentum*.) En culture hors sol pour les régions Sahariennes, utilisation de substrats sableux et d'eaux saumâtres" thèse, doc, Université de Nice, pp. 59, 63-64.
- Atmane rochdi, J ; Lemsellek, A ; Bousarhal Adbellatif Rachidai, 2005. "Evaluation sous serre de tolérance à la salinité de quelque porte. Greffes d'agrumes : Citrus auratutium et deux hybrides de poncius trifolata (Poncius X citrus sinesnsis et poncirus X Mandarinier sunkiBiotechnol. Agro Soc. Environ. 9(1) 65-73.
- Barkworth M.E. and Everett J, 1987. Evolution in the Stipeae: identification and relationships of its monophyletictaxa. In: Sodestrom TR, Hilu KW, Campbell CS, Barkworth ME (eds) Grass systematics and evolution. Smithsonian InstitutionPress, Washington, pp251–264.
- Baskin J.M; Baskin C.C, 1998. Seeds: Ecology, Biogeography, and Evolution of Dormancy and Germination. Academic Press, San Diego, CA, USA.
- Belkhodja, M ; Bidai. Y, 2004 "Réponse des graines d'*Atriplex halimus* L. à la salinité au stade de germination "sécheresse 15 (4) pp 31-05.
- Ben naceur, M ; Rahmoune, C; Sdiri, H; Meddahi, ML; Selmi, M; 2001 "Effet du stress salin sur la germination, la croissance et la production en grains de quelques variétés maghrébines de blé". Sécheresse.V12, N3, pp167-74.
- Benabdeli, K, 2000 - Evaluation of the impact of the novel modes of breedings and the steppe environment. Commune of Short-nap cloth El My (SidiBelAbbès, Algeria). Options
- Ben Brahim S and R.BenCheikh, 2007« Influence of fiber orientation and volume fraction on the tensile properties of unidirectional Alfa-polyester composite », Composites Science and Technology, Volume 67, Issue 1 (2007).
- Ben Brik T, 1992. « Tunisie : menaces sur l'alfa et son papier d'or » Article disponible sur <http://www.syfia.info> (Avril 1992).
- Benguerai A, 2010 - Evolution du phénomène de la désertification dans le sud oranais. Thèse de doctorat en sciences, université de Tlemcen, département agro-foresterie, 148p.
- Ben Hassen. M, 1995 « Elaboration de non tissés à base de fibres d'alfa » disponible sur : non-woven.blogspot.fr. (aout 1995).
- 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 BakrBelkaïd Tlemcen.140 p + annexes.
- Bliss R.D., Platt-Aloria K.A. & Thomson W.W, 1986b, Osmoticsensitivity in relation to sensitivity in germination barleyseeds. Plant Cell and Env.9,721-725.

- BoudyP, 1950 - Economie forestière Nord-Africaine. Paris, Larose 2, (II), 777 – 818.
- Boudy, P, 1950. Economie forestière nord-africaine. Monographie de l'alfa et traitement de l'alfa.Fasc2, tome III.EdLarose,Paris.
- BoudyP, 1952 - Guide du forestier en Afrique du Nord. Éd. Librairie Agricole, Paris ; 505 p.
- Bouguessa Z et Djaballah S, 2016-Étude floristique et faunistique sous un micro écosystème « *Stipa tenacissima*. » dans la station de Bir El Ater wilaya de Tébessa.Mém.master.Univ.Tebessa.
- Bourahlaa et Guirronneaug, 1978 - Nouvel 1 les possibilités de Régénération des nappes alfatières en Liaison avec la lutte contre la désertification. Bull. Inst. Ecol. Appt. Orléans (1) pp. 19 - 40.
- Côme D, 1970, Les obstacles à la germination. Masson et Cie.162 pp.
- Dallel M, 2012 - Evaluation du potentiel textile des fibres d'Alfa (*Stipa tenacissima*.): Caractérisation physico-chimique de la fibre au fil - Thèse doctorat Génie des Procédés Laboratoire de Physique et Mécanique Textiles (LPMT) Université de Haute Alsace.
- Djebaili S, 1984 - Steppe algérienne phytosociologie et écologie. OPU., Alger, 178p.
- El Zerey W, 2010 - Analyse spatio-temporelle du phénomène de la désertification dans larégion steppique algérienne. Thèse doct.univ. djillali liabes. SBA.algérie.
- El-KeblawyA, Al-Rawai A., 2006. Effects of seed maturation time and dry storage on light and temperature requirements during germination in invasive Prosopisjuliflora. Flora 201, 135–143.-
- Freitag, H, 1985. The genus Stipa in Southwest and South Asia. Notes Royal Bot Gard Edinb33:341–408.
- Ghennou S, 2014 - Contribution à uneétude dynamique de *Stipatenacissima* dans le Sud-Ouest de la région de Tlemcen. Thèse Mag en écologie, UABBA, Tlemcen, 162+ annexes.
- Ghrab B, 1981- Etude de la variabilité écophénologique de l'Alfa en Tunisie centrale. Thèse.Doc.Univ.de droit économ et des Sci.Aix Marseille. 135P.
- Gimenez G, 1954 - « Aportaciones a la químicadelesparto español ». Anales de l'Universi dad de Murcia. Vol 13, N° 1.Curso 55.
- Guignard J-L et Dupont F. 2004 - Botanique : systématiques moléculaire, 13ème édition.
- H.C.D.S. (Haut Commissariat au Développement de la Steppe), 2001 - Problématique des zones steppiques et perspectives de développement Rap. Synth. 10 p.
- Hajlaoui H, Denden M. et Bouslama M., Tropicultura, 25 (3), (2007), 168-173.
- Halitim A, 1988 - Sols des régions arides d'Algérie, O.P.U Alger.
- Haouala F., Ferjani H., Ben El Hadj S., 2007. Effet de la salinité sur la répartition des cations (Na⁺, K⁺ et Ca²⁺) et du chlore (Cl⁻) dans les parties aériennes et les racines du ray-grass anglais et du chiendent. Biotechnol. Agron. Soc. Environ., 11 (3), 235-244.
- Harche, M, 1978. Contribution a l'étude de l'alfa (*Stipa tenacissima*.) d'Algérie: Germination, croissance des feuilles et différenciation des fibres. Thèse 3eme cycle, UnivSciTech, Lille,87pp.
- Hasnaoui O, 2008 - Contribution à l'étude de la Chamaeropaie de la région de Tlemcen : Aspects écologiques et cartographie. These. Doct. Univ. Abou Bakr Bel kaid .Tlemcen :180 p.
- 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.

- Hepler P, 2005. Calcium: a central regulator of plant growth and development. *Plant Cell* 17: 2142–2155.
- Intensity of pasture in a steppe of Algeria. *Ecologia.Mediterranea* 25 (2): 163-171.
- Jordi C et al, 2012 - Les bases de la restauration écologique des steppes d'alfa centre de coopération pour la méditerranée de l'UICN.
- Kaabeche M, 1990.- Les Groupements Végétaux de la Région de Bou-Saada. Contribution à la Syn systématique des Groupements steppiques du Maghreb. Thèse de Doctorat d'Université. 2 Vol., Université de Paris-Sud, Centre d'Orsay, France.
- Khan M.A., Gulzar S, 2003. Germination responses of *Sporobolus ioclados*: a saline desert grass. *Journal of Arid Environments* 53: 387–394.
- Khelil M A, 1999- Bio ecologie de la faune alfatière dans la région steppique de Tlemcen (Algerie). I.N.E.S. Biologie. Tlemcen.
- Khelil M.A, 1991 - Biologie des populations de l'entomofaune des steppes à alfa « *Stipa tenacissima* .dans la région steppique de Tlemcen (Algérie) et impact sur la production de la plante-hôte : Application à deux insectes Mylabrisoleae Cast et Mylabris calida Pall .(Coléoptères, Meloidae). These Doct Bio , Univ Abou Bakr Belkaïd Tlemcen. , 13P.
- Lachiheb, K ; Neffati, M ; zid, E, 2004 " Aptitude germinative de certaines graminées halophyte spontanées de la tunisien méridionale de l'Afrique. Sécheresse, vol. 6, n° 2, p. 167-182.
- Laumont P. & Bergibier A, 1953 - L'alfa et l'expérimentation alfatière en Algérie. Extr Bull
- Le Houerou H.N, 1995 - Considérations biogéographiques sur les steppes arides du nord de
- Le Houérou, 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.).
- Liu J, and Guo Y, 2011. The alkaline tolerance in *Arabidopsis* requires stabilizing microfilament partially through inactivation of PKS5 kinase. *Journal of Genetics & Genomics* 38: 307–313.
- 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, 20p. Méditerranéennes* 39 (1): 129-141.
- Marion J, 1956 - Remarques sur le classement et la mise en valeur des nappes alfatières. *Ann Rech Forest (Maroc)* ; 4 (fasc 1) : 107-27.
- Mehdadi Z, 2000 - Evolution saisonnière de la composition foliaire de *Stipa tenacissima*. en lipides totaux et en acides gras. *Séch*, 17 : 493-8.
- Meot-Duros L ; Magné C, 2008. Effect of salinity and chemical factors on seed germination of the halophyte (*Crithmum maritimum* L.). *Plant Soil* 313: 83–87.
- Metro A , 1947 - L'Alfa du Maroc. *Revue des eaux et forêts* .7.401.413.
- Moulaya et Benabdelik., 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, 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.
- Olimid, V ; Meziani, A, 1978. Contribution à l'étude physiologique de l'espèce *Stipa tenacissima*. Rapport polycopié. *Projet Alfa, n° 6, 58p.*

- Osborne J.M., Fox J.E.D. et Mercer S., Lieth H. & Al Masoom A.(Eds), Towards the Rational Use of High Salinity Plants, 1, (1993), 323-338. Dordrecht: KluwerAcademicPublishers. 521 pp.
- Ozenda P, 1982 - Les végétaux dans la biosphère. Doin. Paris. 430 p.
- Ozenda P, 1991 - Flore et végétation du Sahara. Paris, édition du Centre National de la recherche scientifique (CNRS), 662 p.
- Pouget M, 1980 - Les relations soles végétation dans les steppes sud Algéroises, Travaux et document n°116.Paris. O.R.S.T.O.M, 555 p
- Quezel, P. et Santa, S, 1962. Nouvelle flore de l'Algérie et des régions désertiques méridionales. Tome1.CNRS (ed)Paris.
- Ramendo, J, 1975. Projet Alfa: Rapport n° 1, IV: Qu'est-ce que l'alfa ? Ann. Inst. Nat. Agron.,ElHarrach,Alger,21-24.
- Rejeb Mn ,1977 Contribution à l'étude écophysiological de l'alfa (*Stipa tenacissima*). D.E.A. Biol. Physiol. Vég. Fac. Sci. Tunis, 36 p.
- Rojas-Arechiga M, Vazquez-Yanes C., Orozco-Segovia A. 1998. Seed response to temperature of Mexican cacti species from two life forms: An ecophysiological interpretation. Plant Ecol., 135: 207-214.
- Ryan J, Miyamoto S, and Stroehlein JL, 1975. Salt and specific ion effects on germination of four grass. Journal of Range Management 28: 61–64.
- Scott S.J, Jones R.A. et Williams W.A., Crop science, 24(6), 1984, 1192-1199.Soc Agriculteurs d'Algérie 1953(551): 1-20.
- Smith FA, (1973). The internal control of nitrate uptakeintoexcisedbarleyrootswithdifferingsalt contents. New Phytol. 72, p. 769–782.
- SteckelL.E , Sprague C, Stoller E.W., Wax L, 2004. Temperature effects on germination of nine Amaranthus species. Weed Sci. 52: 217-221.
- Thomas J.O, Mather A.C., 1979 - Manure and iron effects on sorghumgrowth on iron - deficient soil.Agron. J., 71 : 792-794.
- Trabut, L , 1889.Etudesurl'alfa(*Stipatenacissima*).Ed.AdolpheJourdan,Alger65pp.
- Ungar, IA, 1991. Effect of salinity on seed germination, growth and ion accumulation of *Atriplexpatula* (Chenopodiaceae), Ann J.Bot.1996.
- Vázquez, F.M , 1997. Two new species and combinations of *Stipa* L. (Graminae from northwestAfrica).BotJLinnSoc124:201–209.
- VermeulenB, 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).
- Von Willert JJ, Stehouwer RC. 2003. Compost CaCO₃, and gypsum effects on Ca and Al transport in acid mine poil. Soil Sci. Soc. Am. J., 67: 778-786.
- Wortmann CS, Dobermann AR, Ferguson GW, Horgert CA, Shapiro DD, Tarkalson V, Walters I. 2009. High – yielding corn response to applied phosphorus; potassium and sulfur in Nebraska. Agron. J., 101(3): 546-555.
- Zeriahenen., 1987 - Etude du système racinaire de l'Alfa (*Stipa tenacissima*) en relation avec l'adaptation ou xérophytisme .Thèse .Magister. Univ. Oran. 113p.

Sites Internet consultés

- 1)- file:///F:/Manuscrit2.docx%23_Toc340507954.
- 2) -Le site de la Société Nationale de Cellulose et de Papier Alfa <http://www.sncpa.com.tn>.

Annexes

Annexe 1



Photo 3 : Représentation de l'essai (Cliché Daoudi F, Mars 2019).

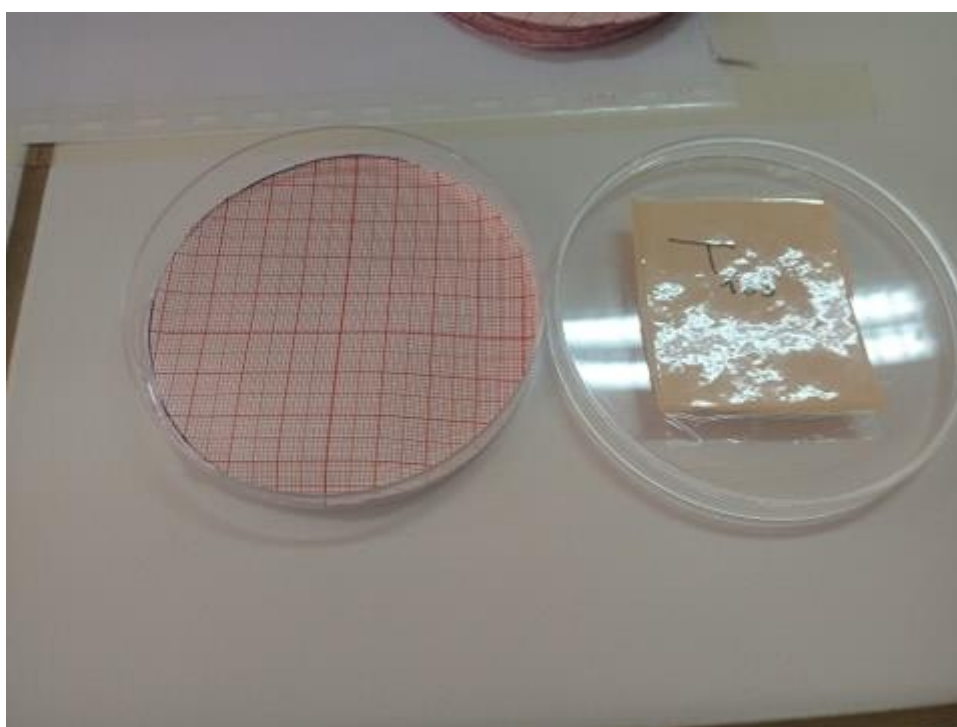


Photo 4 : Méthode de mesure de la longueur des glumelles et de la longueur des radicelles (Cliché Daoudi F, Mars 2019).

Annexe 2

Glossaire

ACP : (Analyse en composante principale) Méthodes statistique essentiellement descriptive son objectif est de présenter, sous une forme graphique, le maximum de l'information contenue dans un tableau de données.

Anova : est un modèle statistique utilisé pour comparer les moyennes d'échantillons.

Germination: Phénomène caractérisant le passage d'une graine d'un état de vie ralentie à un état de croissance.

Salinité : Qualité de ce qui contient d'un liquide en matières salines.

Le gypse : est une espèce minérale composée de sulfate dihydraté de calcium de formule $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$.

Le calcaire : Substance minérale caractérisée par une composition chimique dans laquelle prédomine le carbonate de calcium (CaCO_3).

La radicelle : est une petite partie des racines. Elles sont extrêmement importantes car elles assurent une grande partie de l'absorption des sels minéraux et de l'eau.

La glumelle : est une pièce axillant les fleurs chez les Poacées. Plus intérieurement dans une glume, la glumelle (ou glumette) porte la fleur sur son aisselle.