

République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
Université « Dr. Tahar Moulay » de Saïda
FACULTE DES SCIENCES
DEPARTEMENT DE BIOLOGIE



Mémoire Élaboré en vue de l'obtention du diplôme de
Master
Spécialité : Biotechnologie Végétale

Présenté par

Nadri Setti
Abdelhadi Yamina

--- ○○○○ ---

Sur le thème intitulé

Effet du Polyéthylène Glycol(PEG) sur le pouvoir germinatif des graines de
« *Stipa tenacissima* »

--- ○○○○ ---

Soutenu le : 21 /06/ 2017

Devant la commission du jury, composée par :

Mme. BENABDESSEM Y.	Maître assistante –A -	U de Saïda	Présidente
Mr. AMMAM A.	Maître assistant –A -	U de Saïda	Examineur
Mr. HACHEM K.	Maître de conférences -A-	U de Saïda	Encadreur

Année académique 2016/ 2017

Remerciements

*Avant tout nous remercions **Allah** le tout puissant, de nous guidées toutes ces années d'études et nous avoir données la volonté, la patience et le courage pour terminer notre travail.*

*Nous voudrions remercier du fond du cœur notre encadreur, responsable de l'équipe de la spécialité Biotechnologie Mr **Hachem Kadda**, qui nous a encadrées au quotidien.*

Il fut toujours présent, en particulier lorsque nous sommes confrontées au doute, nous lui sommes reconnaissantes pour sa grande disponibilité, son ouverture d'esprit, son dynamisme et son optimisme, ainsi que pour ses multiples et précieux conseils scientifiques,

Professionnels ou tout simplement humains.

*Et Mr **zouidi mohamed** pour son assistance tout au long de ce travail*

Nous tenons à remercier également les membres de jury :

Mme BENABEDSSLEM maitre assistante à l'université de Saida pour avoir bien voulu présidée le jury.

*Mr **Ammam** maitre assistant à l'université de Saida*

Pour accepté d'examiner et juger ce modeste travail.

*Nous tenons particulièrement à remercier : Mr **HMED***

Ingénieurs de laboratoire pour son aide.

Toute ma gratitude à mes collègues de promotion ainsi qu'à d'autres étudiants.

Dédicace

À cœur vaillant rien d'impossible, a conscience tranquille tout est Accessible.

Je dédie ce travail

À

Mes chères parents, pour tous leurs sacrifices, leur amour, leur tendresse, leur soutien et
Leurs prières tout au long de mes études,

À

Mes chères sœurs : RADJOUA Et NAIMA
Pour leurs encouragements permanents, et leur soutien moral.

À

Mes chères frères : ABD EL KADER Et ABD EL MOUMEN
Pour leur appui et leur encouragement.

À

Ma Belle-sœur : HANANE

À

Mon petit neveu : MOHAMED CHARAF EDDINE

À

Ma très chère binôme : ABDELHADI YAMINA

Je dédie ce mémoire particulièrement à mes très chères amies et à toute ma famille pour leur
Soutien tout au long de mon parcours universitaire,
Que ce travail soit l'accomplissement de vos vœux tant allégués, et le fruit de votre soutien
infaillible,

Merci d'être toujours là pour moi.

SETTI

Dédicace

A L'aide de Dieu, j'ai pu réaliser ce Modeste travaille que je dédis

A ma très cher Maman, LAH –YERHAMH et à Mon très cher Papa. Pour sacrifies, son soutien moral, son tendeuse, son encouragements tout au long de mes étude et durant ce mémoire, il m'a offert tout pour ce qu'il a fait pour moi, j'espère qu'ils sont fiers de moi, que dieu garde mon père pour moi

Et en particulier a Mon encadreur Mr HACHEM KADDA

Particulièrement de mes professeur et mes cousins, mes frère : Mohamed, Saïd, et sœurs Houria, Mokhtaria

Ses petite fils : Mohammed, Imad, Anes.

A Mes Cher amis : Fatima, Cherine, Setti, Amel, Kheira qui mont accompagné dans les réalisations de ce travail.

Mrs : Zouidi Mohamed Pour ton soutien et ta compréhension.

Ainsi a toutes personnes qui m'ont encouragé et soutenu durant mo parcours scolaires et académiques et surtout mon adorable a très chère binôme

Et enfin a tous mes professeurs

Yamina

TABLE DES MATIERES

Liste des figures	
Liste des abréviations	
Liste des Annexes	
Introduction	
générale.....	01
Chapitre I :Généralité sur la steppe a Alfa	
I- Généralité sur la steppe algérienne	03
I.1- Définition.....	03
I.2-La steppe algérienne.....	03
I.3- Superficie et localisation.....	04
I.4- Importance de la steppe.....	05
I.5- Les formations steppiques en Algérie.....	05
I.5.1- Les steppes à Alfa (<i>Stipa tenacissima</i>).....	05
I.5.2- Les steppes à Armoise blanche (<i>Artemisia herba alba</i>)	06
I.5.3- Les steppes à Sparte (<i>Lygeumspartum</i>)	06
I.5.4- Les steppes à Remt (<i>Arthrophytumscoparium</i>).....	06
II.Présentation de l'Alfa.....	07
II.1- Historique	07
II.2- Répartition géographique.....	07
II.3- Description Botanique	08
II.3.1- Classification	09
II.3.2- Partie aérienne	09
II.3.2-1- La tige	09
II.3.2-2- Les feuilles	10
II.3.2-3- les fleurs	10
II.3.2-4- Les fruits.....	11
II.3.3- Partie souterraine	11
II.3.3.1- Le rhizome	11
II.3.3.2- Les racines.....	11
II.4-Caractère Biologique	12
II.4-1-Phase de végétation	12
II.4.2- Phases de reproduction	13
II.4.2.1- Reproduction par semis.....	13
II.4.2.2-Reproduction par bourgeons dormants	13
II.4.2-3- Reproduction par extension et fragmentation des souches.....	13

II.5- Ecologie de l'espèce	14
II.5.1- Climat	14
II.5.2- Facteurs édaphiques	14
II.6- Intérêts de l'espèce	14
II.6.1- Intérêt Écologie.....	15
II.6.2- Intérêt économique	15
II.6.3- Intérêt fourragère.....	15

Chapitre II : germination et stresshydrique

I.1- Définition des semences.....	16
I.2- La Germination	16
I.3- Condition de germination	17
I.3.1- Facteurs externes	17
I.3.1.1- L'Eau.....	17
I.3.1.2- L'oxygène.....	17
I.3.1.3- La température.....	17
I.3.2- Facteurs internes	17
I.3.2.1- La dormance	17
I.3.2.2- Inhibition tégumentaire	18
II.4- Physiologie de la germination	19
II- Le stress hydrique.....	20
II.1- Effets et stratégies d'adaptation.....	20
II.2- Effet du stress hydrique sur la germination.....	21
II.3- L'imperméabilité à l'eau dans les téguments.....	21

Chapitre III : Matériels et Méthodes

I. Matériels et Méthodes	23
I.1- Matériel végétale	23
I.2- Présentation de la région de récolte des graines.....	23
I.3- Caractérisation climatique de la zone.....	25
I.4- Caractéristiques édaphique	25
I.5- Récolte des grains.....	25
II- Matériel d'expérimentation	26
II.1- Méthodologie.....	27
II.1.1- Préparation des solutions PEG d'imbibition.....	27

II.1.2- Préparation des graines.....	27
II.1.3-Lancement de la germination	27
III- Paramètres mesurés.....	29
III.1- Vitesse de germination pour lot	29
III.2- Moyenne journalière de germination(MDG).....	29
III.3- Test statistique	29

Chapitre VI : Résultats et Discussion

I-Résultats et discussion.....	30
I.1- Début de la germination.....	30
I.2-Taux de germination.....	30
I.3- Nombre Journalière des graines germées.....	32
I.4- Moyenne journalière de germination.....	33
I.5- Vitesse de germination pour lot	34
I.6- Tests statistiques.....	35
Conclusion générale.....	37

Références bibliographiques

Annexes

Liste des Figures

Figure 01. Localisation de la zone steppique (ORDF, 1990).

Figure 02 : Répartition géographique de l'alfa. (Ozenda, 1954).

Figure 03: Morphologie de l'alfa avec indication des parties principales.(Hellal ,1991).

Figure. 04 : Courbe théorique de la germination. (Bensaadi, 2011).

Figure 05 : Variation du taux de germination de *stipa tenacissima* en fonction de l'intensité de stress hydrique.

Figure 06 : Nombre des graines germées par jour.

Figure 07 : Le pourcentage de la germination.

Figure 08 : Le nombre des graines germées dans la boîte .

Figure 09 : Les graines de *Stipa tenacissima* préparée dans les boîtes de pétri lancé le 13/03/2017.

Figure 10 : Le début de la germination des graines de *Stipa tenacissima* imbibé par l'eau distillée (prise le 17/03/2017).

Figure 11 : Variation du taux de germination de *Stipa tenacissima* en fonction de l'intensité de stress hydrique.

Figure 12 : Le pourcentage de germination stress.

Figure 13 : Nombre journalier des graines germées.

Figure 14 : Moyenne journalière de germination.

Figure 15 : Effet des différentes pressions osmotiques sur le taux de germination des graines de *Stipa tenacissima*. Les plots représentent la moyenne \pm Ecart type (n=5 répétitions).

Figure 16 : Effet des différentes pressions osmotiques sur le nombre journalier des graines germées de *Stipa tenacissima*. Les plots représentent la moyenne \pm Ecart type (n=5 répétitions).

Liste des abréviations

mm : millimètre

Km : kilomètre

% : pourcentage

M.E.A.T : (Ministère de l'Équipement et de l'Aménagement du Territoire, 1992).

Ha : hectare

UF: unité fourrageur

MS: matière sèche

Kg : kilogramme

°C : degré Celsius

cm : centimètre

T : température

PEG : polyéthylène glycol

Ψ_h : potentiel hydrique (en bar)

T : température d'incubation en °C

C : concentration

TG : taux de germination

Nmbr : nombre

Introduction

Introduction générale :

La steppe algérienne présente une entité géographique bien différenciée, en raison de la rigidité de son climat, de son hydrologie, de la nature du sol, de sa végétation, de l'occupation des terres et du mode de vie de ses habitants. Cette zone steppique occupe en Algérie une position centrale dans le sens Nord-Sud avec une superficie environ 20 millions d'hectare ce qui représente 8,5% du territoire national (**Cosson ,1853 ; Djebaili , 1948; Hadouche,2009**)

Parmi les éléments dominant des steppes algériennes l'Alfa (*Stipa tenacissima L*) une espèce endémique de la méditerranée occidentale, adaptée à la sécheresse **Nedjraoui (1990)** constituait un des éléments dominant des steppes algériennes ou elle occupait une superficie de 5 millions d'hectares au siècle dernier **Charrier (1873)**. Plus l'intérêt économique et fourragère de l'alfa, elle contribue à la protection du sol, favorise l'infiltration de l'eau et constitue une réserve des graines et un abri pour une flore et une faune spécifique (**Chergui et Horri, 2006**).

En Algérie, la situation actuelle de la steppe en général et de l'alfa en particulier est alarmante car elle connaît un processus de dégradation essentiellement dû à plusieurs facteurs, comme le surpâturage, le défrichement anarchique, le non-respect des opérations de mise en défens, l'inexistence d'une politique d'aménagement, de mise en valeur et de protection appropriée susceptible de protéger les parcours à alfa (**Aidoud & Touffet, 1996 ; Rognon, 1996 ; Benabadji & Bouazza, 2000**). Ces facteurs, conjugués aux problèmes de régénération naturelle (**Mehdadi et al., 2000, 2004 ; Hellal et al., 2004, 2007**) et de la sécheresse qui sévit dans notre pays, agissent en synergie et aboutissent à la disparition du couvert végétal et l'érosion des sols sur une vaste région steppique, mettant en évidence une désertification qui s'affirme et ne cesse de progresser (**Quézel, 2000**).

Actuellement, du fait de leur difficulté à se régénérer, ces steppes régressent rapidement et cette diminution rapide de la couverture végétale entraîne une accélération de la désertification (**Aidoud et Touffet, 1996 ; Le Floc'h E 1991**). Cette perte de la capacité de régénération naturelle des steppes à alfa est la conséquence de pratiques humaines irrationnelles (défrichement abusif, surpâturage, surcollecte de l'alfa) (**Aidoud et Touffet, 1996 , Bouabdellah,1992**), sous un bioclimat contraignant (période annuelle sèche allant jusqu'à 9 mois dans le Sud oranais ; pluviométrie faible et irrégulière (**Benabadji et Bouazza ,2000**), d'où des conditions souvent défavorables à la germination et à l'installation de l'ensemble des espèces de cette formation végétale (**Neffati et al, 1996**).

La germination est un phénomène physiologique caractérisée sur le plan morphologique par la percée des téguments par la radicule n'est en fait qu'un processus de croissance des cellules méristématiques radiculaires, où la turgescence constitue l'élément moteur de son déclenchement (**Schiefelbein et al., 1997**).

Selon les observations de **Trabut (1889)** et **Boudy (1950)** la germination des caryopses de *Stipa tenacissima* L est rare, en conditions naturelles, dans les régions où se développe cette plante.

Le déficit hydrique est le principal facteur environnemental, responsable des faibles rendements et leurs irrégularités chez les espèces steppiques. Différents travaux démontrent que le déficit hydrique constitue le principal stress qui réduit significativement le déroulement optimal de la germination. L'abaissement du potentiel du milieu de germination traduit une réduction prononcée de la prise d'eau par les graines en germination.

Le comportement germinatif de graines de *Stipa tenacissima* et l'adaptation de cette variété récoltée de zone steppique de Maàmoura wilaya de Saida vis-à-vis la sécheresse fait l'objectif de ce présent travail qui consiste à une analyse de leur comportement soumis à un stress hydrique par PEG 6000 (poly éthylène glycole).

Ce travail s'articule en quatre parties :

- La première porte sur un aperçu général sur la steppe et l'Alfa.
- Le second caserne la germination et le stress hydrique
- Une troisième partie est consacrée à la présentation de la zone de récolte des graines d'Alfa, et la méthodologie adoptée dans la germination des graines d'Alfa sous le stress osmotique.
- Dans le quatrième chapitre on exposera les principaux résultats et discussion que nous avons obtenus.

Chapitre I

Généralité Sur La steppe à Alfa

I. Généralité sur la steppe algérienne

I.1. Définition

La steppe est une formation végétale primaire ou secondaire basse ou ouverte dans sa physionomie typique inféodée surtout dans les étages bioclimatiques arides et désertiques. Selon **Le Houerou (1995)** le terme steppe évoque essentiellement d'immenses étendues plus ou moins arides, à relief peu accusé, couvertes d'une végétation basse et clairsemée ; dépourvues d'arbres.

D'après **Bouzenoune (1984)** le mot steppe voit son origine en Russie et désigne des formations herbacées ouvertes ou dominées par les graminées xérophiiles. Il a été étendu aux formations basses des zones arides où les éléments du couvert végétal, graminées cespitueuses et chamephytes sont dominants. La Steppe est une formation végétale basse climatique ou néo climacique, discontinue, formée d'espèces pérennes érigées et annuelles dépourvues d'arbres et où le sol nu apparaît dans des proportions variables (**Le Houerou, 1967**).

I.2. La steppe Algérienne

Les Hautes Plaines steppiques algériennes sont des régions à vocation essentiellement pastorale. Elles connaissent aujourd'hui une forte tendance à la dégradation qui se traduit par la réduction du potentiel biologique et la rupture des équilibres écologiques et socioéconomiques. Les nombreuses études phytoécologiques et pastorales entreprises dans ces régions ont permis d'évaluer et de cartographier les ressources naturelles disponibles. Des études diachroniques ont été réalisées dans le but de quantifier l'intensité de leur dégradation et de définir les facteurs qui en sont responsables.

Le nom « steppe » est attribué à des formations de graminées développées sous un climat continental relativement sec et froid, ce qui entraîne :

- Une faible densité de végétation.
- L'existence de deux (02) périodes critiques, l'une due à sécheresse de l'été et l'autre due au froid de l'hiver. (**Ozenda, 1982**).

Le critère pour la délimitation est difficile, le critère le plus couramment utilisé est la pluviométrie. La steppe Algérienne est limitée par les isohyètes 100 mm et 400 mm.

Le nom de la steppe recouvre les réalités profondément différentes et sert aussi bien à désigner les paysages végétaux des régions ukrainiennes que ceux des plateaux africains ou asiatiques proches de la Méditerranée (Algérie, Turquie).

La steppe est généralement formée de graminées, l'alfa (*stipa*) et de plantes à rhizomes qui se développent rapidement dès que les conditions sont favorables.

I.3. Superficie et localisation

Les steppes algériennes, situées entre l'Atlas Tellien au Nord et l'Atlas Saharien au Sud, couvrent une superficie globale de 20 millions d'hectares (**Djebaili, 1990**), répartie administrativement à travers 12 wilayas : Biskra, Khenchela, El Bayadh, Djelfa, Naâma, Tiaret, Tébessa, Laghouat, Saïda, M'sila, Tlemcen, et Batna. Totalisant 354 communes, formant un ruban de 1000 Km de long sur une largeur de 300 Km à l'ouest et au centre, réduit à moins de 150 Km à l'Est (**Halem, 1997**).

La zone steppique occupe en Algérie une position centrale dans le sens Nord-Sud. Elle joue à la fois un rôle économique par la pratique de l'élevage ovin et la production d'alfa et un rôle de zone tampon entre le Tell agricole au Nord, et le désert du Sahara au Sud. Les parcours steppiques couvrent 20 millions d'hectares, soit 8,4% de la superficie du pays et cette partie du territoire abrite 25% de la population algérienne. Au Nord, se trouve la zone Tellienne où sont concentrés 66% de la population sur à peine 4% du territoire. Au Sud, 9% de la population sont éparpillés sur une vaste zone saharienne qui couvre 87 % du territoire (Ministère de l'Équipement et de l'Aménagement du Territoire, 1992). Cette répartition inégale de la population entraîne de sérieux problèmes d'aménagement du territoire. La politique actuelle de peupler cet espace ne fera qu'accentuer le phénomène de désertisation entraîne l'exode en sens inverse aggravant l'accroissement anarchique des établissements humains et accentuant les risques de dégradation de l'environnement d'un espace déjà fragilisé et dessertisse. La végétation joue un rôle fondamental dans la structure et le fonctionnement de l'écosystème dont elle constitue une expression du potentiel biologique. Cependant, le couvert végétal naturel y est soumis à un double stress édapho-climatique d'une part et anthropogène d'autre part. Décideurs et chercheurs n'ont cessé d'insister sur la gravité et l'aggravation constante des phénomènes de dégradation des parcours steppiques et sur l'urgence à adopter les solutions adéquates afin d'y remédier, (**Aidoud, 1983; Nedjraoui, 1990**).

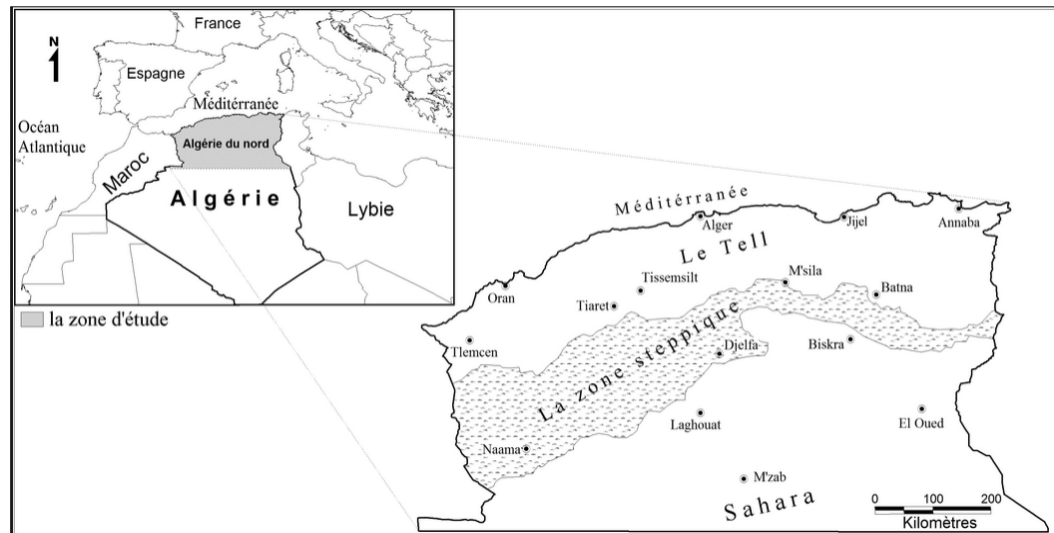


Figure 01. Localisation de la zone steppique (ORDF, 1990)

I.4. Importance de la steppe

Les steppes algériennes sont très sensibles au processus de désertification. En effet, les différents facteurs de dégradation se conjuguent pour créer un déséquilibre écologique social et biologique. Les indicateurs de la désertification, qui concernent en fait les attributs vitaux de l'écosystème au sens d'**Aronson et al. (1995)**, sont la détérioration des caractères du sol, la diminution des réserves hydriques et de la fertilité du sol, allant souvent jusqu'à sa stérilisation, et la régression de la productivité végétale. Ces indicateurs d'impact induisent une modification des systèmes de production inhérente à une intensification des besoins et par là même une mauvaise gestion des parcours donnant lieu à une surexploitation des ressources naturelles disponibles.

I.5. Les formations steppiennes en Algérie

Les steppes algériennes sont dominées par 4 grands types de formations végétales:

I.5.1. Les steppes à Alfa (*Stipa tenacissima*)

Les steppes à alfa assurent la transition entre les groupements forestiers et les groupements steppiennes. Les surfaces occupées par l'alfa étaient de 5 millions d'hectares au début du siècle, elles sont réduites à moins de 2 millions d'hectares à ce jour. (4 millions d'ha en 1975) présentent une forte amplitude écologique (**Achour, 1983 ; Kadi-Hanifi, 1998**).

La productivité pastorale moyenne de ce type de steppe varie de 60 à 150 UF/ha selon le recouvrement et le cortège floristique (**Nedjraoui, 1981**).

I.5.2. Les steppes à Armoise blanche (*Artemisia herba alba*)

Recouvrent 3 millions d'hectares (en aire potentielle) 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 (**Aidoud, 1983, 1989**) avec une production annuelle totale de 1 000 kg MS/ha, La production annuelle consommable est de 500 kg MS/ha, soit une productivité pastorale moyenne de 150 à 200 UF/ha. L'armoise ayant une valeur fourragère importante de 0,45 à 0,70 UF/kg MS (**Nedjraoui, 1981**), les steppes à armoise blanche sont souvent considérées comme les meilleurs parcours, 1 à 3 ha/mouton. Ces parcours sont utilisés pendant toute l'année et en particulier en mauvaises saisons, en été ou en hiver, où ils constituent des réserves importantes. L'armoise est une espèce bien adaptée à la sécheresse et à la pression animale, en particulier ovine. Le type de faciès dégradé correspond à celui de *Peganum harmala* dans les zones de campement et autour des points d'eau.

I.5.3. Les steppes à Sparte (*Lygeum spartum*)

Les steppes à sparte couvrent 2 millions d'hectares. Elles sont rarement homogènes et occupent 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* présente qu'un faible intérêt pastoral (0,3 à 0,4 UF/kg MS). Les steppes à *Lygeum spartum* sont peu productives avec une production moyenne annuelle variant de 300 à 500 kg MS/ha, mais elles constituent cependant des parcours d'assez bonne qualité (**Nedjraoui, 2001**)

I.5.4. Les steppes à Remth (*Arthrophytum scoparium*)

Forment des parcours qui présentent un intérêt assez faible sur le plan pastoral. La valeur énergétique du remth est de 0,2 UF/kg MS. La production moyenne annuelle varie de 40 et 80 kg MS/ha et la productivité pastorale est comprise entre 25 et 50 UF/ha/an avec une charge pastorale de 10 à 12 ha/mouton.

Selon **Aidoud et Lounis (1997)**, la communauté steppique à *Stipa tenacissima*, à *Lygeum spartum* et à *Artemisia herba-alba*, constitue les principales formations végétales ayant marqué, durant plus d'un siècle, le paysage végétal des hautes plaines. Celles ci

constituent un ensemble or topographie homogène, enserré entre les reliefs de l'Atlas Tellien et de l'Atlas Saharien.

II. Présentation de l'Alfa

II.1. Historique

La connaissance approfondie de *Stipa tenacissima* L. a préoccupé depuis longtemps plusieurs chercheurs. Son étude, sa biologie et son écologie ont attiré l'attention de **Trabut (dès 1889)**, **Khelil (1991)**. *Stipa tenacissima* L a été décrite par de nombreux auteurs **Trabut (1889)**.**Metro (1947)**, **Killan (1948)**. **Boudy (1950)**, **Lacoste (1955)**, **Pouget (1980)** **Ac'hour (1983)**, **Abdekrim (1988)**. **Djebaili (1988)**, **Nedjraoui(1990)** ; **Aidoud-Lounis (1997)**. En raison de l'importance de cette plante clans le maintien de l'équilibre de l'écosystème et de son intérêt économique. Nous jugeons nécessaire de rappeler les principales caractéristiques de l'espèce.

L'alfa de l'arabe Halfa (**Trabut, 1989 in Bessam, 2008**), Stipe tenace ou Sparte est une plante herbacée vivace de la famille des Poacées, sous-famille des Poideae, tribu des Stipeae. Son nom scientifique est *Stipa tenacissima*. Cette espèce est originaire de l'ouest du bassin méditerranéen : Afrique du Nord, du Maroc à la Libye, et Europe du Sud (Espagne, Italie).

II.2. Répartition géographique

L'alfa (*Stipa tenacissima* L.) est une herbe vivace typiquement méditerranéenne 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'Èbre jusqu'à celle de l'Indus (**Le Houérou, 1990**). Par ailleurs, c'est l'une des espèces xérophiles qui caractérise le mieux les milieux arides méditerranéens à l'exclusion des secteurs désertiques. Sa terre d'élection est l'Afrique du Nord, et tout particulièrement les hauts plateaux du Maroc et de l'Algérie. Mais cette espèce est présente en Espagne orientale et méridionale, au Portugal méridional, aux Baléares, et elle s'étend vers l'est jusqu'en Égypte. Au sud et à l'est, la limite naturelle de l'Alfa est déterminée par la sécheresse; en bordure du Sahara, elle est fréquemment localisée sur les bords des oueds temporaires. Au nord et à l'ouest, en revanche, c'est l'humidité croissante du climat qui l'élimine de la flore.

En Algérie, l'alfa est abondant 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 Setif, les Bibans, Boutaleb et Maadi. Elle couvre également une partie importante des versants de montagnes du massif des Aurès. (**Ozenda ,1954 ; Boudy, 1948**).

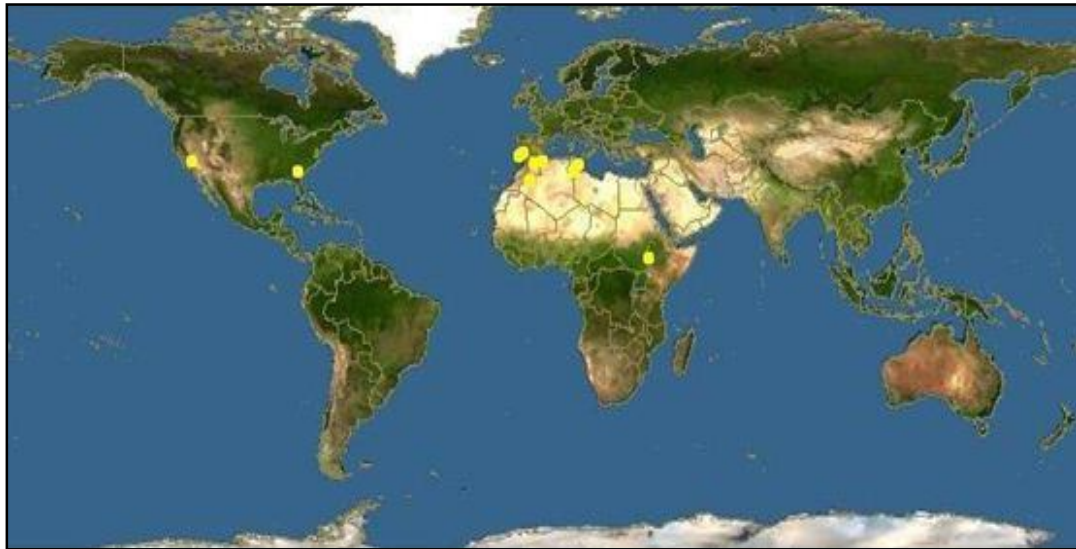


Figure 02 : Répartition géographique de l'alfa. (**Ozenda, 1954**)

da,1954)

II.3. Description Botanique

L'alfa est une plante pérenne comprenant une partie souterraine, capitale pour la régénération, et une partie aérienne, celle qui est récoltée et atteint 1 mètre de hauteur. 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 tombe de 1000 à 2000 touffes (**Boudy, 1952**).

Le rhizome représente des souches compactes homogènes qui deviennent circulaire par le dépérissement des rameaux anciens du centre. Le rhizome forme des entres nœuds et porte des racines très ramifiées. Au niveau des entres nœuds se développent les feuilles et on trouve des bourgeons dormants et des ébauches de racines à adventives futures. La longueur des limbes varie de 25 à 120 cm, les longueurs moyennes varient de 40 à 60 cm. Le limbe est pendant la période végétative étalé rubané et de couleur vert-foncée mais sous l'effet de la sécheresse la teinte verte devient blanchâtre. Les feuilles d'alfa persistent et durant au moins 2 ans (**Benstiti, 1974**). De 25 à 30 cm de hauteur, la fleur est protégée par deux glanes d'égale longueur au printemps d'inflorescence jeune et tendre et très appréciée pour le bétail.

II.3.1. Classification

L'espèce *Stipa tenacissima* L. est classée selon **Maire (1953)** ; **Quézelet Santa (1962)** comme suit :

Classification Botanique :

Règne: *Plantae*

Division: *Magnoliophyta*

Classe: *Liliopsida*

Ordre: *Poales*

Famille: *Poaceae*

Genre: *Stipa*

Espèce: *Stipa tenacissima*

Nom français : l'Alfa

Nom Arabe : Halfa

II.3.2. Partie aérienne

La partie aérienne de *Stipa tenacissima* L est constituée par des rameaux portant des graines 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**)



Figure 03: Touffe de *Stipa tenacissima* L.

II.3.2.1- 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 (**Bourahla et Guittonneau, 1978 ; Mehdadi,1992 ; Mehdadiet al,2000**).

II.3.2.2- Les feuilles

La feuille de *Stipa tenacissima L.* est longue et grêle, souvent unciforme, 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 L* sont persistantes durant au moins deux à trois ans, elles se divisent en deux parties : la gaine et le limbe réunis par une articulation.

II.3.2-3- les fleurs

L'inflorescence de l'alfa est une panicule compacte et 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**) l'épillet est fixé sur un pédoncule par un entre-noeud 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.

- Un verticille de trois étamines dont les filets s'allongent fortement quand le pollen approche de la maturité, les passant ainsi entre les deux glumelles et font prendre à l'extérieur de l'épillet ?
- Une fleur unique portée par un rachis
- Celui-ci est articulé et se détache facilement à maturité.

II.3.2-4- Les fruits

C'est un caryopse appelé graine qui mesure 5 à 6 mm de longueur (**Benstiti, 1974**) linéaire, allongé avec un hile formant le sillon longitudinal. Sa partie supérieure est brune et porte souvent les stigmates desséchés.

Le fruit est un caryopse, habituellement mais improprement appelé graine, mesure à maturité **5 à 8 mm** de longueur sur **1 mm** de largeur. Au sommet subsistent les deux pédoncules stigmatiques à la base, l'emprunte embryonnaire prolonge par un sillon linéaire sur toute la longueur de ce caryopse (**Teggar, 1995**).

II.3.3- Partie souterraine

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

II.3.3.1-Le 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 un rameau aérien. Sur la face inférieure d'un entre-nœud sur deux partent vers les bas des racines adventives disposées le plus souvent par deux ou par trois. 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, 1889**).

II.3.3.2-Les racines

L'alfa présente une biomasse racinaire très importante, supérieure à sa biomasse aérienne (**Pouget, 1980**), le système racinaire de l'alfa est rameux et touffu (**Zeriahene, 1987**) il est constitué par des racines adventives, **2mm** de diamètre environ, présentant de nombreuses ramifications et des 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 (**Zeriahene 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 **80% et 50%** de la biomasse totale (Floret et al, 1978).

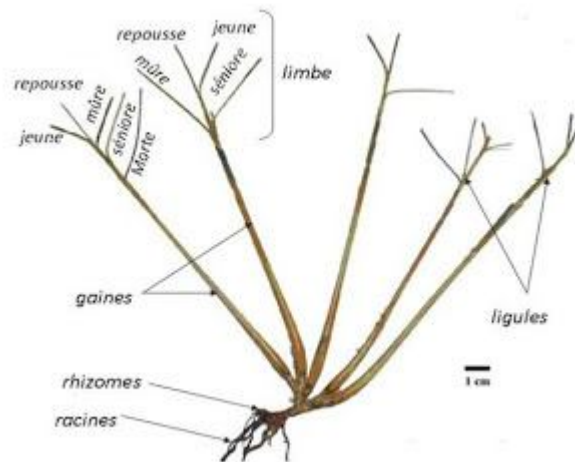


Figure 04 : Morphologie de l'alfa avec indication des parties principales. (Hellal, 1991)

II.4-Caractère Biologique

II.4.1- 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 murs. 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 en voie de développement au centre des innovations s'allongent et le travail d'assimilation continue.

L'alfa présente deux périodes de vie ralentie, une période de repos hivernal du au froid qui diminue l'assimilation dès que la température descend en dessous de 3 à 5°C (Lacoste, 1955).

II.4-2 Phases de reproduction

L'alfa (*Stipa tenacissima*) peut se reproduire selon trois façons différentes, par semis, par bourgeons dormants, ou par extension et fragmentation des souches. (**Bourahla et Guittneau, 1978**).

II.4-2-1- Reproduction par semis

L'épillet mure, transporté par le vent et les insectes, peut au hasard de ses déplacements se localiser dans une petite plante légumineuse (*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 et la floraison de l'alfa sur les steppes est assez courante pour peu que les précipitations soient suffisantes (**Djebaili, 1984**).

II.4.2.2- Reproduction par bourgeons dormants

Lorsque les vieilles touffes sont épuisées, les bourgeons axillaires se réveillent au printemps, donnent naissance à de petites touffes dont les feuilles restent courtes pendant trois ans ou plus. Cette rénovation des touffes à partir des bourgeons dormants est le principal mode de reconstitution des nappes alfatières détruites par abus de cueillette (**Mehdadi Z, 1992**).

II.4-2-3- Reproduction par extension et fragmentation des souches

L'encombrement important des touffes par les feuilles mortes dont l'ensemble constitue le fatras, favorise la floraison, crée à l'intérieur d'elle un milieu asphyxique perturbant leur développement et accélère le dépérissement des rameaux anciens du centre entraînant ainsi la fragmentation des touffes, phénomène considéré comme l'un des mécanismes de régénération naturelle de l'alfa par voie végétative (**Bourahla et Guittonneau, 1978 ; Ghrab, 1981**).

II.5. Ecologie de l'espèce

En Afrique du Nord il est connu que les steppes à alfa assurent la transition entre les groupements forestiers et les groupements steppiques à sparte et à armoise blanche. Elles sont très répandues dans les hautes plaines steppiques avec une grande amplitude écologique.

II .5.1.Climat

L'Alfa résiste à des températures de -16°C . Il présente une vie latente qui est observée au-dessous de $+15^{\circ}\text{C}$ pour atteindre une vie optimale entre 16 et 25°C . La température a donc moins d'effet sur l'évolution de l'Alfa (**Boucharef, 1996 in Benchriket Lakhdari, 2002**).

La limite inférieure pour le développement de l'Alfa 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. L'Alfa supporte bien un enneigement prolongé (**Khelil1995 in Benchriket Lakhdari, 2002**). 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 Houerou, 1997**)

II.5.2.Facteurs édaphiques

Stipa tenacissima L. ne montre pas d'exigences édaphiques 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**). Elle se trouve dans les stations à sol généralement peu profonds (10 à 15 cm).

Les eaux stagnantes limitent l'extension de l'Alfa ainsi que l'argile quand il dépasse 12 à 15 % des éléments de sol, ce qui empêche le développement d'alfa, si le drainage est mal assuré (**Marion, 1952**).L'Alfa se développe sur des sols squelettiques secs à texture limono-sableuse.

II.6. Intérêts de l'espèce

Cette espèce occupe en Algérie une place importante, aux plans social, économique, culturel et industriel (**Boudjada, 2009**). Elle est aussi un facteur essentiel de l'équilibre pastoral.

Les steppes à alfa assurent la transition entre les groupements forestiers et les groupements steppiques. Les surfaces occupées par l'alfa étaient de 5 millions d'hectares au début du siècle, elles sont réduites à moins de 2 millions d'hectares à ce jour. L'importante dégradation des nappes alfatières est due à leur exploitation intensive car l'alfa constitue la matière première de la pâte à papier et est utilisé par le secteur artisanal traditionnel pour la vannerie (**Nedjraoui, 1990 ; Kadi-Hanifi, 1998**). Les terres improductives qui représentent

80% du territoire algérien sont localisées essentiellement dans les régions sahariennes où dominant ergs, regs et hamadas.

II.6.1. Intérêt Écologie

L'alfa est un élément essentiel de l'équilibre pastoral, il présente un intérêt écologique considérable sur le plan de lutte contre l'érosion éolienne et par conséquent la désertification. D'après **Aidoud, (1996)** l'alfa contribue à la protection du sol, favorise l'infiltration de l'eau et constitue une réserve des graines et un abri pour une flore et une faune spécifique (**Chergui et Horri, 2006**).

II.6.2. Intérêt économique

Cette graminée pérenne présente un intérêt économique certain puisqu'elle entre dans la fabrication de la pâte à papier vu sa richesse notamment en cellulose (**Harche, 1978**) ; elle est utilisée en vannerie et sert de fourrage pour les troupeaux en période de disette . Par ailleurs, la feuille d'alfa possède des acides gras insaturés, notamment l'acide oléique et l'acide linoléique, pouvant être valorisés dans le domaine diététique.

II.6.3. Intérêt fourragère

Les bétails peuvent se nourrir de l'alfa à l'état vert (automne, printemps). Ils broutent les jeunes pousses mais ils refusent les feuilles lignifiées, en période de disette on peut servir l'alfa comme aliment de support ou comme produit de remplacement de paille, ou pour la confection de produits d'alimentation mixte (**Kihale et Harche, 1989**) sur le plan nutritif 1,75 kg représente la valeur de 1 kg d'orge.

Chapitre II

Germination et stress hydrique

I. Généralité sur le stress hydrique

I.1. Définition des semences

La semence désigne un organe, ou un fragment de végétal, capable de produire un nouvel individu (**Vallée et al., 1999**). Les semences sont alors des spores, des fruits ou des fragments de fruit, des organes végétatifs (bulbes, tubercules...), des graines. La graine représente l'étape finale de l'évolution de l'ovule fécondé. Elle est constituée d'une amande enveloppée dans les téguments. L'élément essentiel de l'amande est l'embryon, généralement unique, noyé ou non dans un tissu nutritif, l'albumen ou l'endosperme (**Côme, 1970**). En effet, la graine, c'est la forme sous laquelle sont détachés et dispersés les jeunes embryons issus des phénomènes sexuels intra ovulaires (**Augier et al., 1982**).

I.2. La Germination

La germination se définit comme « le phénomène par lequel l'embryon croît en utilisant les réserves de la graine ». D'après **Rollin, (2014)**, on considère que la fin de ce processus est atteint lorsque la plantule est autotrophe, c'est-à-dire lorsqu'elle est capable de se suffire à elle-même en puisant l'eau et les sels minéraux du sol et le gaz carbonique de l'air. Cette définition de la germination qui convient aux horticulteurs et agriculteurs, n'est pas partagée par les physiologistes qui considèrent que la germination débute avec l'imbibition de la graine et cesse dès que la radicule a percé les téguments (**Evenari, 1957 in Heller, 2000**). Ils justifient ce point de vue par le fait d'une part, que certains facteurs (physiques ou chimiques) stimulent la germination alors qu'ils inhibent la croissance de la radicule et d'autre part, pendant la germination, les embryons peuvent être déshydratés et réhydratés sans dommage, ce qui n'est pas le cas si la croissance de la radicule a commencé (**Rollin, 2014**).

Dans une graine, une spore, les manifestations vitales sont très réduites : la respiration, le dégagement de chaleur sont infimes, les échanges nutritifs sont nuls, il n'y a ni croissance ni synthèses. Ces organismes ne sont pourtant pas morts et peuvent, si certaines conditions sont remplies, reprendre une vie active. En effet **Jaizoz (2009)**, définit la vie latente comme une forme de résistance aux conditions défavorables et notamment aux mauvaises saisons. L'entrée en vie latente peut résulter d'un déterminisme interne ou de l'insuffisance de facteurs externes comme une température excessive ou déficit hydrique etc... Le retour à la vie active exige des conditions extérieures favorables, ce qui signifie que les diverses composantes du milieu présentent des valeurs appropriées, autrement dit pas d'inhibiteurs extérieur (**Jaizoz, 2009 ; Soltner, 2007**).

I.3-Condition de germination

L'induction de la germination n'est possible que si certaines conditions sont respectées.

I.3.1- Facteurs externes

La germination ne peut avoir lieu que si l'eau, la température et l'oxygène sont assurées.

I.3.1.1- L'Eau

L'eau est évidemment indispensable et doit être disponible dans le milieu extérieure en quantité suffisante (**Heller et al., 2004**). L'eau dissout l'oxygène et lui permet d'attendre l'embryon (**Chaux et Foury, 1994**). L'absorption de l'eau par la semence s'effectue par osmose, au travers du tégument qui lui-même plus au moins cellulosique en retient des quantités importantes (**Bensaadi, 2011**).

I.3.1.2- L'oxygène

Seul l'oxygène dissous dans l'eau d'imbibition est utilisé par l'embryon pour ces besoins métaboliques. Ce gaz étant très peu soluble dans l'eau. La germination engage de nombreuses oxydations ; les semences germent dans l'eau courante seulement (**Bensaadi N, 2011**).

I.3.1.3- La température

Il existe pour chaque plante et chaque phase de végétation des températures minima, optima et maxima (**Bensaadi, 2011**). Quand la température s'élève, la vitesse de germination croît (**Gate et Giban, 2003**).

I.3.2- Facteurs internes

La germination ne commence qu'après la levée de dormance de la graine. La dormance d'une graine empêche la germination de cette dernière même si les conditions extérieures réunissent des facteurs qui lui sont favorables.

I.3.2.1- La dormance

Il est fréquent que des semences, placées dans de bonnes conditions de germination, ne germent pas. On parle communément de dormance. **Lang et al. (1987)** répertorient 54 types de dormance, basés sur la variation des facteurs qui déterminent ces dormances, et proposent 3 classes principales subdivisées en plus de 15 sous-classes. Néanmoins, les mécanismes complexes qui agissent sont encore mal connus et **Hilhorst et Karssen (1992)** estiment qu'il est prématuré de distinguer autant de formes de dormances.

➤ **Dormance embryonnaire :**

Lorsque les semences de certaines espèces sont mises dans des conditions favorables à leur germination, on constate qu'elles ne germent pas. Cependant quand on leur applique un prétraitement approprié (scarification par exemple), la germination se produit. De telles semences sont dites en état de dormance.

La dormance peut être définie comme étant l'incapacité d'une semence viable à germer, lorsque les conditions du milieu sont favorables à sa germination.

Les dormances dues aux facteurs externes tels que la lumière, la température ou l'eau, et les dormances endogènes conditionnées par la constitution interne de la semence. Toute/fois, les influences de ces deux types de facteurs peuvent dépendre l'une de l'autre et sont parfois difficilement séparables.

Certains auteurs (**Evenari, 1961 ; Come, 1967**) préfèrent n'attribuer le terme de "dormance" ou "dormance réelle" qu'à l'élément actif de la semence, c'est à dire à l'embryon. De ce point de vue, la dormance est propre à l'embryon et subsiste lorsqu'on enlève les enveloppes de la semence. Dans le cas de cette dormance réelle ou dormance embryonnaire, on distingue : la dormance primaire et la dormance secondaire.

Selon **Bunning (1947)** distingue deux types de dormances :

- a- La dormance primaire :** Elle peut apparaître avant ou pendant la maturation morphologique de la semence. La post - maturation qui correspond à la maturation physiologique de la semence, permet à celle - ci d'acquérir l'aptitude à la germination.
- b- La dormance secondaire :** est souvent attribuée à des substances inhibitrices (blastokolines) contenues dans les tissus extérieurs à l'embryon.

I.3.2.2-Inhibition tégumentaire :

Toute semence non dormante (dormance embryonnaire) qui ne germe pas lorsque les conditions du milieu sont favorables est inhibée, et l'inhibition est dite tégumentaire. celle-ci relève des téguments. Toutefois, la distinction entre dormance embryonnaire et inhibition tégumentaire s'agit de petites semences. L'inhibition tégumentaire peut être due à une imperméabilité à l'eau ou à l'oxygène, à des substances inhibitrices (phénols, aldéhydes ..) , à une résistance des téguments à l'expansion de l'embryon. En conclusion, ce que nous pouvons retenir c'est que les premiers auteurs, en cherchant à comprendre pourquoi les semences ne germent pas immédiatement lorsqu'elles sont mises dans les conditions favorables, pourquoi

celles qui germent ne le font pas en même temps ... découvrirent que les semences sont des organes vivants qui exigent certaines conditions pour germer. En effet, en plus des facteurs externes tels l'eau, la température, l'oxygène, la lumière, la semence pour germer a besoin que certains facteurs qui lui sont propres (dormance et inhibition) disparaissent. Bien que les causes des phénomènes de dormance embryonnaire et d'inhibition tégumentaire ne soient pas parfaitement connues de nos jours compte-tenu de leur complexité, il existe cependant de nombreux moyens permettant de les lever. Ces moyens, variables selon les espèces, les types et les degrés de dormance et d'inhibition, sont connus sous le nom de prétraitement.

I.4-Physiologie de la germination :

La germination des graines comprend trois principales phases :

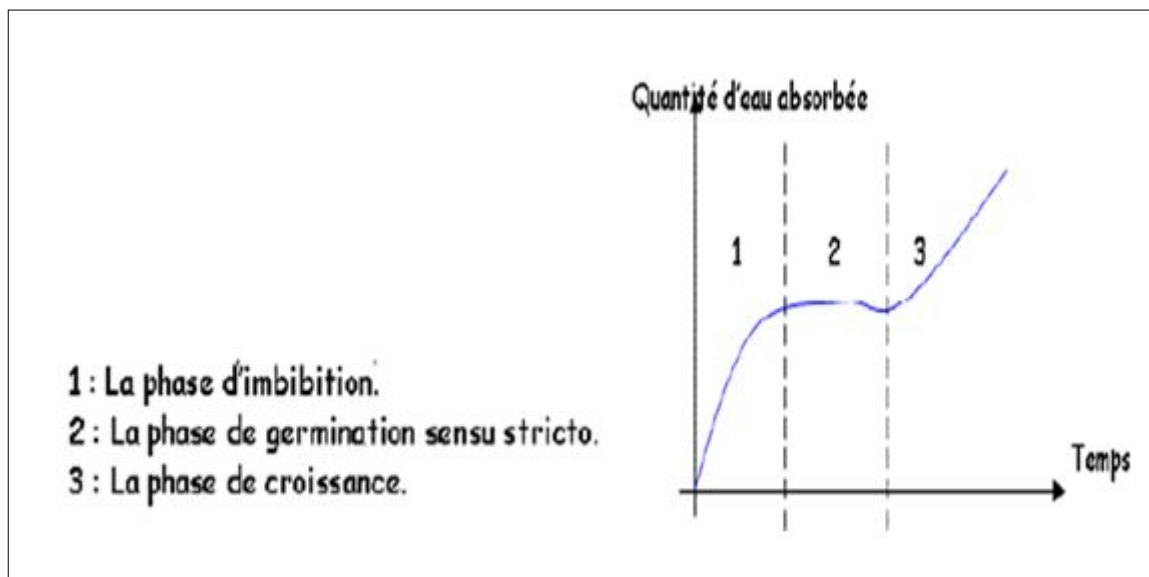


Figure 05 : Courbe théorique de la germination. (Bensaadi, 2011)

➤ Phase 1 :

Ou phase d'imbibition, correspond à une forte hydratation des tissus, accompagnée d'une élévation de l'intensité respiratoire (Heller et al., 2004). Elle implique un mouvement d'eau dans le sens de potentiel hydrique décroissant (Hopkins, 2003).

➤ Phase 2 :

Encore appelée phase de germination sensu stricto, est caractérisé par une stabilisation de l'hydratation et de l'activité respiratoire à un niveau élevé (Hopkins, 2003). Durant cette phase, la graine peut être réversiblement hydratée et réhydratée sans dommage apparemment pour sa viabilité (Heller et al., 2004).

Elle est caractérisée par une diminution de l'entrée d'eau, l'hydratation des tissus et des enzymes est totale. La consommation en oxygène est stable. Durant cette phase, il y a reprise de la respiration et des activités métaboliques. La présence d'eau et d'oxygène permet l'activation des processus respiratoires et mitotiques. L'eau rend mobiles et actives les phytohormones hydrosolubles en stock dans la graine.

La phase de germination au sens stricto se termine avec la percée du tégument par la radicule, rendue possible grâce à l'allongement des cellules.

➤ **Phase 3 :**

Elle se caractérise par une reprise de l'absorption d'eau et une élévation de la consommation d'oxygène puis très rapidement, on assiste à une reprise des divisions et grandissement cellulaire (**Hopkins, 2003**). À ce stade, la déshydratation des tissus cause la mort de la semence, la germination est terminée lorsque la radicule émerge les téguments de la graine.

II. Le stress hydrique

II.1-Effets et stratégies d'adaptation

Le stress hydrique a été défini comme une baisse ou un excès de la disponibilité de l'eau, traduisant par une réduction de la croissance de la plante et/ou de sa reproduction par rapport au potentiel du génotype. La contrainte hydrique est le facteur ou l'ensemble de facteurs ayant pour conséquence le stress. D'autres auteurs limitent la définition du stress aux seules conditions correspondant à une hydratation suboptimale des tissus (**Lamaze et al., 1994**). L'installation d'une sécheresse se manifeste par la combinaison d'une part, de la restriction de la disponibilité en eau du sol et d'autre part, de l'augmentation de la demande évaporatrice. (**Kiani, 2007**).

Le manque d'eau peut se manifester aussi bien dans le sol que dans l'atmosphère (**Scoric, 1990**). Généralement, la sécheresse du sol est lente (**Larcher, 1995**), mais la diminution de l'humidité de l'air peut parfois être rapide (**Yokota et al., 2006**). D'un point de vue physique, le stress hydrique résulte d'un abaissement du potentiel hydrique dans l'air et/ou dans le sol en dessous d'une certaine valeur, dépendant du génotype, du phénotype et des caractéristiques du milieu (type de sol, température, vent) (**Lamaze et al., 1994**).

Le manque d'eau ou déficit hydrique représente le stress abiotique le plus sévère auquel la culture du blé dur fait face dans les conditions de productions des zones arides et semi-arides (**Chennafi et al., 2006**).

Les effets physiques, chimiques et physiologiques du stress hydrique dépendent du degré et du temps des conditions de sécheresse en relation avec le stade de développement de la plante (**Hamon, 2007**). D'autre part, la réponse de la plante à la sécheresse dépend de l'espèce, le génotype, la durée et la sévérité de la perte d'eau (**Yokota et al., 2006**).

II.2- Effet du stress hydrique sur la germination

En absence d'humidité suffisante, la graine même si elle est correctement placée dans le sol, elle n'évolue pas, retardant ainsi, la levée de la culture et en cas de persistance de sécheresse la situation peut se traduire par une absence de levée (**Feliachi et al., 2001**). La sécheresse est l'un de principaux facteurs environnementaux qui affecte grandement la germination des espèces cultivées et réduit leur survie au cours des stades précoces de développement.

Au cours de cette phase, c'est le métabolisme des carbohydrates qui se trouve fortement affecté (**Ingram et al., 1996**), à travers la perturbation du fonctionnement enzymatique impliqué dans ce processus. Il a été démontré que le glyceraldéhyde-3-déshydrogénase cytotologique est fortement induite par le déficit hydrique ce qui est l'origine d'un changement de l'acuité de la glycolyse (**Velasco et al., 1994**).

De nombreux gènes contrôlant le métabolisme des sucres simples sont régulés en amont par les variations de l'hydratation cellulaire. Quoique l'hydrolyse de l'amidon et la libération des sucres réducteurs énergétiques constituent une étape incontournable dans le déroulement de la germination, mais indirectement la disponibilité des carbohydrates pendant cette phase assure un rôle de protection contre le déficit hydrique. Ils constituent les principaux osmolytes impliqués dans l'ajustement osmotique, assurent une protection des macromolécules essentiellement membranaires (**Bray et al., 1989**).

II.3- L'imperméabilité à l'eau dans les téguments

Il existe des semences qui ne peuvent pas germer parce que leurs enveloppes ne laissent absolument pas passer l'eau.

En milieu humide, ces semences ne gonflent pas, restent sèches et résistent à l'écrasement. C'est pourquoi elles sont appelées semences dures.

Les semences deviennent dures pendant la phase de déshydratation, enfin de maturation. **Nokes (1986)** cité par **Si Fodil (2009)**, estime d'ailleurs que, pour éviter des traitements ultérieurs destinés à augmenter le taux de germination, il faut récolter très tôt les semences qui

n'ont pas encore de téguments durs, Mais **Vora (1989)** cité par **Si Fodil (2009)**, pense que les graines deviendraient plus dures avec le temps.

Les travaux de **Hyde (1954)** mettent en évidence le rôle du hile dans la déshydratation des semences dures : en fin de maturation, lorsque que le tégument est devenu imperméable, la vapeur d'eau s'échappe par le hile qui reste ouvert et fonctionne comme une valve ; en atmosphère sèche, le hile s'ouvre en moins d'une minute et la graine peut perdre de l'eau (**Côme, 1982**). En atmosphère humide, la fermeture est aussi rapide et empêche la réhydratation.

Chapitre III

Matériels et méthodes

I-Matériels et Méthodes

I.1- Matériel végétale

Il s'agit des grains d'alfa (*Stipa tenacissima*) à maturité complète, récoltées le mois de Juin 2016 de la zone nommée « Oudina », commune de Maàmoura Wilaya de Saida.

I.2- Présentation de la région de récolte des graines

La commune de Mâamora est localisée au Sud-est de la wilaya de Saïda, elle s'étend sur une superficie de 127 100 hectares (1/5 de la surface de la wilaya), dépend de la daïra d'El Hassasna qui est l'une des plus importantes daïra de la wilaya du point de vue potentialités agricoles et forestières. Elle est considérée comme une zone à vocation agropastorale (D.P.A.T, 2011).

La commune de Mâamora est limitée par :

- Au Nord: par la commune de Tircine.
- Au Nord-est: wilaya de Tiaret (Rosfa et Medna).
- Au Est: par la commune de Ain Skhouana.
- Au Sud : par la wilaya de El Bayadh (Rogassa et ElKhéïther).
- Au Sud-ouest: commune de Sidi Ahmed.
- Au Ouest: par la commune de Hassasna.

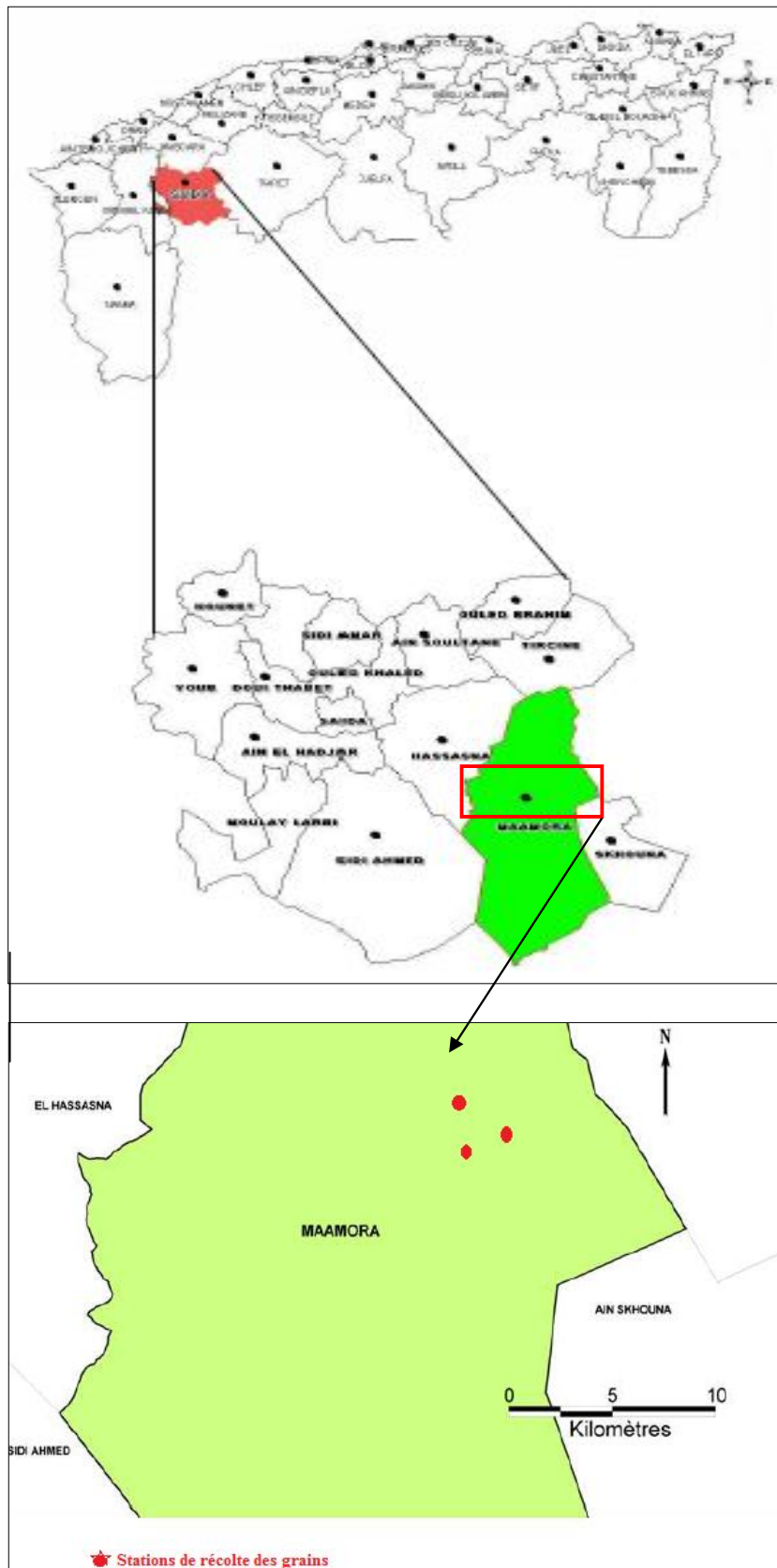


Figure 06 : localisation des stations de récolte de l'alfa

I.3-Caractérisation climatique de la zone

Le type de climat dans notre région d'étude est méditerranéen appartenant à l'étage bioclimatique semi-aride, avec des précipitations irrégulières et faibles (entre 353mm/an). On y distingue deux périodes contrastées, une période humide et froide, l'autre sèche et chaude. Les précipitations estivales sont souvent des pluies torrentielles et les températures présentent des amplitudes importantes. Les mois de Janvier et Février sont les mois les plus froids durant toute l'année (3°C) et le mois de Juillet et Août sont les mois les plus chauds (36°C).

Le vent est de direction dominante Nord avec une présence du vent chaud (sirocco) pendant la période estivale qui peut accélérer le phénomène de l'érosion éolienne dans la zone.

I.4-Caractéristiques édaphiques

Les sols qui se trouvent au niveau de cette zone sont différenciés. Cette différenciation est en relation avec la topographie de la région, et de la couverture végétale d'une part et les caractéristiques texturales et structurales des sols d'autre part.

La région de récolte de grains est localisée sur un sol imperméable ou on trouve des sols bruns rouges à horizon humifère, plus ou moins rends uniforme avec une profondeur de 80 cm, et une texture moyenne à lourde.

Dans sa partie sud on remarque la dominance des sols bruns rouge méditerranéens sous formations steppiques. Ce sont des sols peu évolués de texture grossière sableuse à Sablo - argileuse, particulièrement riches en silice, la matière organique est faible à très faible quantité, elle est associée à des sols d'origine alluviale (limons et sables) déposés dans les larges des lits d'oueds, la profondeur de ces sols dépassent rarement les 20cm.

A cette faible profondeur s'ajoute comme facteur limitant, une dalle de calcaire assez épaisse (carapace calcaire pléistocène). **(B.N.E.D.E.R, 1992).**

I.5-Récolte des grains

La récolte des épis de *Stipa tenacissima* est faite le mois de Juin. Elle se fait dans un peuplement mûr lorsque les épillets sont mûrs sont de couleur jaune foncé puis les épillets sont mis dans un sachet en plastique et déposé à la lumière naturelle pour permettre la libération des caryopses.

II. Matériels d'expérimentation

Durant nos essais de germination et le suivie de l'expérience nous avons utilisé le matériel suivant :

- Boîtes de Pétri en plastique stériles
- Bêchers en verre stériles
- Flacons en verre stérile
- Etuve d'incubation T : 20C°
- Balance de précision
- Papiers filtre stériles
- Pincés
- Pipettes en verre stériles
- Appareil photo Numérique
- Passoire
- les seringues
- marqueur

Les réactifs :

- Eau distillée stérile
- Eau de javel (12°)
- Le polyéthylène glycol (PEG 6000(Poudre))



Figure 07 : Préparation de matériels

II-Méthodologie

II.1- Préparation des solutions PEG d'imbibition

Le PEG est un polymère non ionique hydrosoluble non perméable pour les cellules. Il est utilisé pour induire un déficit hydrique car il réduit la disponibilité en eau sans causer de dommage physique aux plantes (**Romo et al., 2001**).

Des solutions de PEG 6000 de concentrations croissantes et induisant des potentiels hydriques également croissants (conformément à l'équation établie par [Michel et Kaufmann \(1973\)](#)) ont été utilisées pour induire les différents niveaux de stress hydrique testés.

L'équation reliant les différents paramètres est la suivante avec :

Ψ_h : potentiel hydrique (en bar) ;

T : température d'incubation en °C ;

C : concentration de PEG6000 (g.l-1) :

$$\Psi_H = - (1,18 \times 10^{-2}) C - (1,18 \times 10^{-4}) C^2 + (2,67 \times 10^{-4}) CT + (8,39 \times 10^{-7}) C^2 T$$

Les valeurs du potentiel hydrique testées sont (0, -0,05, -0,25, -0,50, -1 et -2 bars).

II .2-Préparation des graines

Avant de lancer les expériences de germination les graines de *Stipa tenacissima*

- La désinfection des graines par l'eau de javel pendant 5 min ;
- Le rinçage des graines par l'eau plusieurs fois
- le trempage des graine dans l'eau distillée pendant 24heures



Figure 08 : Les graines de *Stipa tenacissima*

II.3- Lancement de la germination

Les graines ont été placées dans des boîtes de pétri sur une couche mince de papier filtre stérile.

- Chaque en boîte des graines contient 20 avec cinq répétition (100 graines) pour chaque concertation de PEG ou potentiels hydrique.
- Mettre les boîtes de Pétri préparées dans l'étuve à une température 20°C
- L'observation et l'imbibition se fait chaque 48h durant 30 jours.



Figure 09 : Les graines de *Stipa tenacissima* L .préparée dans les boîtes de Pétri lancé le 13/03/2017

III. Paramètres mesurés

III.1-Le taux de germination pour lot (TG%)

Ce paramètre constitue le meilleur moyen d'identification de la concentration des PEG qui présente la limite physiologique de germination des graines. Il est exprimé par le rapport nombre de graines germées sur nombre total de graines.

Selon la formule suivante (**Agrobio Périgord 2013**)

$$TG = \frac{\text{nbre de graines germées}}{\text{le nbre total de graines}} * 100$$

III.2- Vitesse de germination pour lot

Vitesse de germination: elle permet d'exprimer l'énergie de germination responsable de l'épuisement des réserves de la graine. La vitesse de germination est estimée par le temps moyen (T50) qui correspond à la germination de 50% du lot de graines (**Lang, 1965**)

C'est le temps moyen à la germination de 50 % des graines, elle est exprimée par :

$$T50 = T1 + (.5 - G1/G2 - G1) * (T2 - T1)$$

G1 :% cumulé des graines germées dont la valeur est plus proche de 50% (inférieur).

G2 :% cumulé des graines germées dont la valeur est plus proche de 50% (supérieur).

4.3. Moyenne journalière de germination(MDG)

Moyenne journalière de germination (MDG= Mean Daily Germination): selon **Osborne et Nercer ;1993** MDG=Pourcentage de germination final/nombre de jours à la germination finale.

III.3. Test statistique

L'analyse de variance (ANOVA) à un facteur est utilisée pour tester la différence entre les différents pourcentages de germination entre les différentes concentrations en PEG.

Chapitre VI

Résultats et discussion

I-Résultats et discussion

I.1. Début de la germination

Après la fin de la durée de la germination qui s'étaler sur 30 jours, la première germination des graines à été observée dans les boîtes Pétri qui sont imbibé par l'eau distillée (témoin) après 4 jours de lancement de l'expérience comme elle montre la figure en dessous.

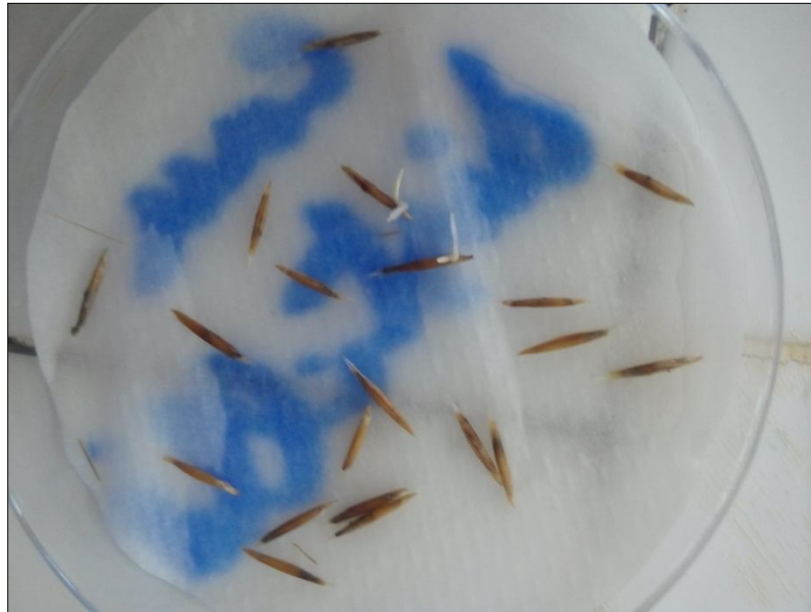


Figure 10 : Le début de la germination des graines de *Stipa tenacissima* imbibé par l'eau distillée (prise le 17/03/2017)

I.2. Taux de germination

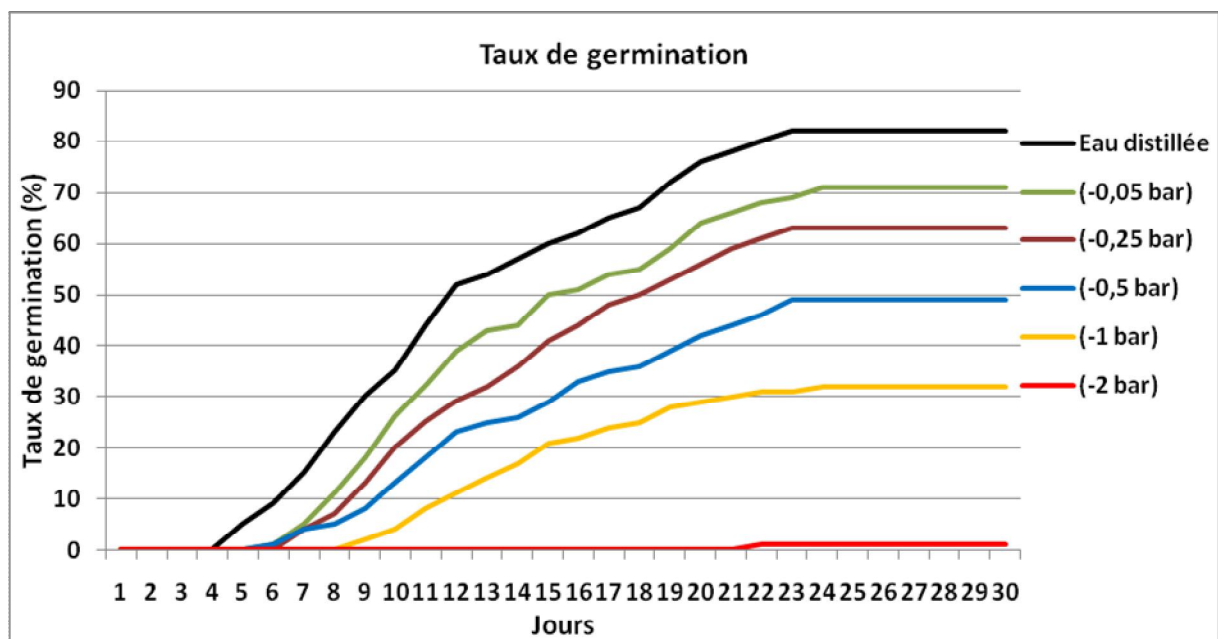


Figure 11 : Variation du taux de germination de *Stipa tenacissima* en fonction de l'intensité de stress hydrique.

Comme elle montre la figure en dessus La cinétique de la germination des graines sous l'effet des concentrations croissantes de PEG 6000 montre l'existence de trois phases :

La première phase de latence, dû à l'imbibition des graines, une deuxième phase exponentielle ou l'on assiste à une accélération de la germination et enfin une troisième phase caractérisée par un palier indiquant un arrêt de germination.

Pour le témoin (eau distillée) la phase de latence est courte et ne dure que 4 jours et après on constate le déclenchement de la germination indiquant la phase exponentielle qui dure 18 jours (5-23 jours) représentée par une croissance remarquable en allant de 0% jusqu'à le pourcentage maximal de 82% suivi par une stabilisation de ce pourcentage jusqu'à la fin de 30 jours.

Pour le stress osmotique le plus élevé dans notre expérience (- 2bars), la phase de latence est plus longue et qui dure 21 jours et après on remarque le déclenchement de la germination faible (1%), suivie par une stabilisation de ce pourcentage.

Généralement la plus part des études d'impact de stress hydrique sur la germination ont montré que le taux de germination diminue considérablement avec l'augmentation du stress hydrique osmotique du substrat.

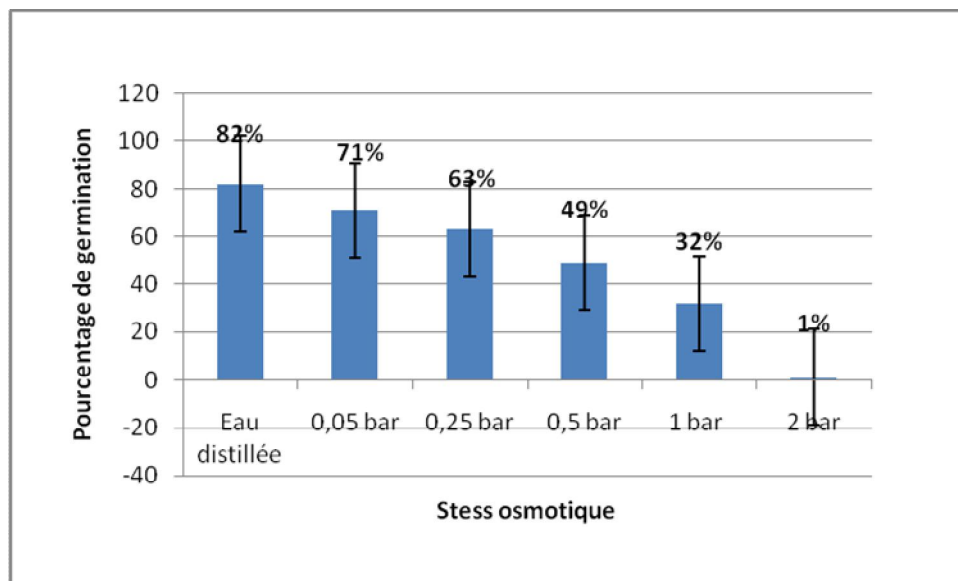


Figure 12 : Le pourcentage de germination en fonction du stress osmotique

La faculté germinative moyenne du traitement témoin (0 bar) est de 82 %. Selon les essais réalisés au niveau de notre laboratoire, le taux moyen de germination pour l'alfa est de 59,66 % en raison de la fragilité des graines et de l'existence de graines parasitées et vides, et aussi de leur faible pouvoir de conservation. Toutefois la faculté germinative peut atteindre 70% pour des lots de bonne qualité.

En général le taux de germination diminue considérablement avec l'augmentation du stress hydrique du substrat.

D'après les résultats obtenus dans cette étude, le taux de germination diminue en moyenne de 1 % à -2 bars, de 32 % à -1 bar et de 71 % à -0,05 bar par rapport au traitement témoin (0 bar), D'après **Ghobtane et al., 2011** l'alfa dans la zone semi aride peut résister la pression à une moyenne inférieure à des valeurs moyennes de -2,42 bars.

L'effet négatif du stress hydrique sur la germination a été signalé par de nombreux auteurs pour diverses espèces végétales (**Amara et al., 2013; Rios-Rojas et al., 2014, Zhou et al., 2015**). Pour cette espèce, l'eau du sol a des effets plus compliqués sur la germination car l'eau est le facteur initial pour l'imbibition des semences et la germination; Il est directement et indirectement impliqué dans les stades métaboliques de germination subséquents (**Cavalcante et de Pérez, 1995**) en particulier dans l'environnement aride et semi-aride.

Nos résultats rejoignent ceux de (**Krichen et al ,2014**) sont positivement affectées par le potentiel hydrique et que les graines germent mieux en l'absence de stress.

I.3. Nombre journalier des graines germées

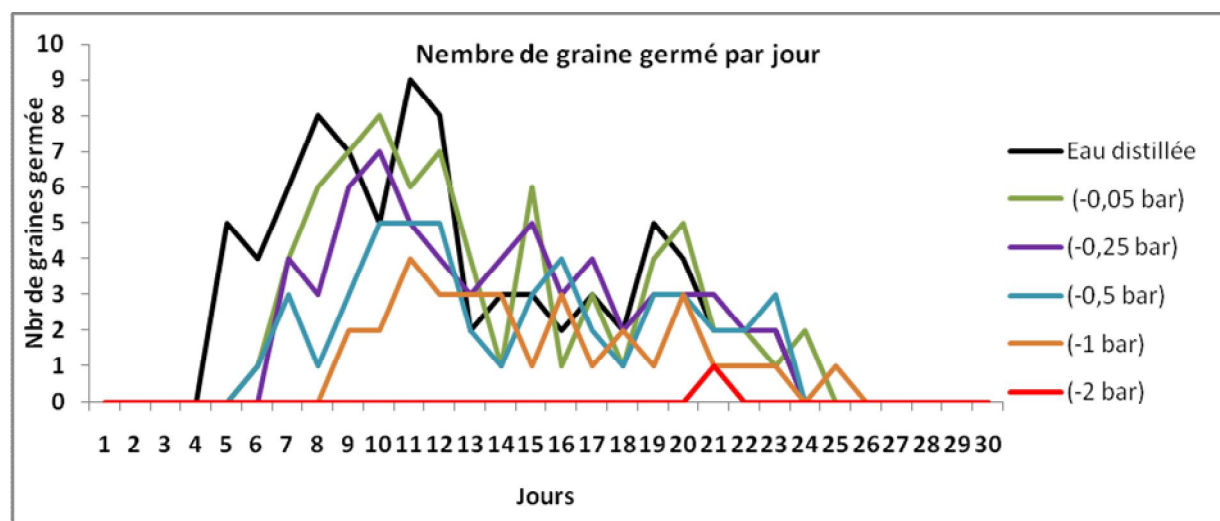
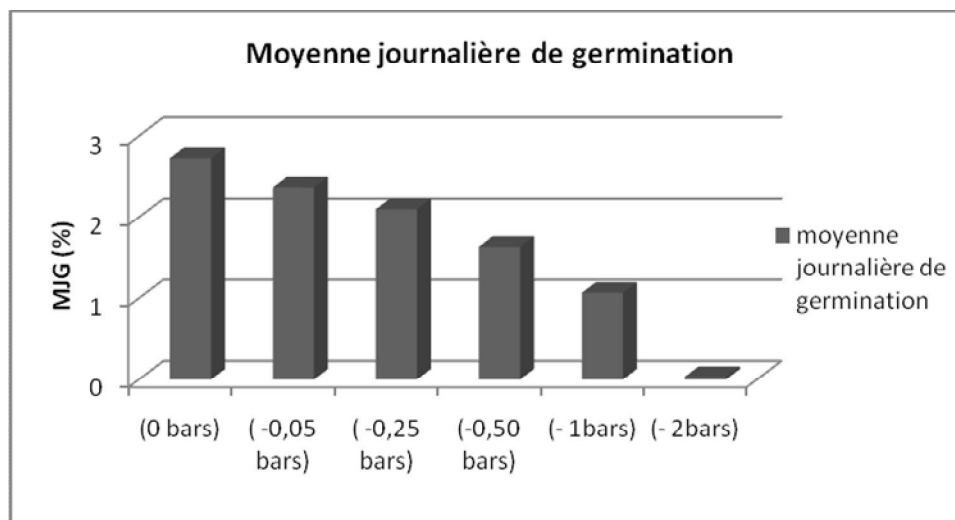


Figure 13 : Nombre journalière des graines germées

L'étude du pouvoir germinatif en fonction du temps montre l'action du PEG sur le temps de germination. Les graines d'alfa ont germées à des temps de latence qui varient entre 5 jours pour le témoin et 8 jours pour le milieu de concentration (-1 bars) puis une graine germée le 21^{ème} jour dans le milieu le plus concentré en PEG avec une pression osmotique de (- 2bars). Le maximum de germination est atteint entre 7 et 14 jours pour les concentrations.

En absence d'humidité suffisante, la graine même si elle est correctement placée dans le sol, elle n'évolue pas, retardant ainsi, la levée de la culture et en cas de persistance desécheresse la situation peut se traduire par une absence de levée (**Feliachi et al., 2001**). La sécheresse est l'un de principaux facteurs environnementaux qui affecte grandement la germination des espèces cultivées et réduit leur survie au cours des stades précoces de développement.

I.4- Moyenne journalière de germination



Figure

14 :Moyenne journalière de germination

D'après l'histogramme on remarque que la moyenne journalière de germination pour l'Alfa ça diffère d'une concentration à une autre, cette moyenne a enregistré une valeur maximale de 2,73% pour les graines traitées par l'eau distillée puis elle commence à diminuer avec l'augmentation de la concentration en PEG pour atteindre 0,03% pour le stress osmotique le plus élevé (- 2 bars).

D'après **Czabator (1962)** La germination totale est exprimée sous la forme de la germination journalière moyenne.

Le retard de la germination des graines ainsi que la diminution de la moyenne de germination journalière de l'ensemble des génotypes avec l'augmentation du stress hydrique est expliquée par le temps nécessaire à la graine de mettre en place des mécanismes lui permettant d'ajuster sa pression osmotique interne (**Bliss et al, 1986**).

I.5- Vitesse de germination pour lot

- Pour le témoin (pression osmotique 0 bars)

$$T50 = T1 + (0.5 - G1/G2 - G1) * (T2 - T1)$$

$$T50 = 11 + (0.5 - 161/213 - 161) * (12 - 11)$$

$$T_{50} = 11 + (-160.5/52) * (1)$$

$$T_{50} = 7.91 \text{ jours}$$

- **Pour le lot de la pression osmotique (-0,05 bars)**

$$T_{50} = T_1 + (0.5 - G_1/G_2 - G_1) * (T_2 - T_1)$$

$$T_{50} = 14 + (0.5 - 219/320 - 219) * (16 - 14)$$

$$T_{50} = 14 + (-218.5/101) * (2)$$

$$T_{50} = 9.67 \text{ jours}$$

- **Pour le lot de la pression osmotique (-0,25 bars)**

$$T_{50} = T_1 + (0.5 - G_1/G_2 - G_1) * (T_2 - T_1)$$

$$T_{50} = 17 + (0.5 - 299/402 - 299) * (19 - 17)$$

$$T_{50} = 17 + (-2.89) * (2)$$

$$T_{50} = 11.20 \text{ jours}$$

Donc la vitesse de la germination ou le temps moyen à la germination de 50 % des graines est comme suit : 7 jours pour les graines avec une pression osmotique (0 bars) (imbibée par l'eau distillée) et 9 jours pour la germination des graines avec la pression osmotique de -0,05 bars et 11 jours pour les graines avec une pression osmotique de (-0,25 bars)

D'après **Rollin in Universalis 2017**, La vitesse de germination peut également être prise pour critère. Elle peut être quantifiée soit par le temps nécessaire pour obtenir la germination de 50 p. 100 des semences, soit par la valeur de la pente de la courbe représentant le pourcentage de germination en fonction du temps.

I.6-Tests statistiques

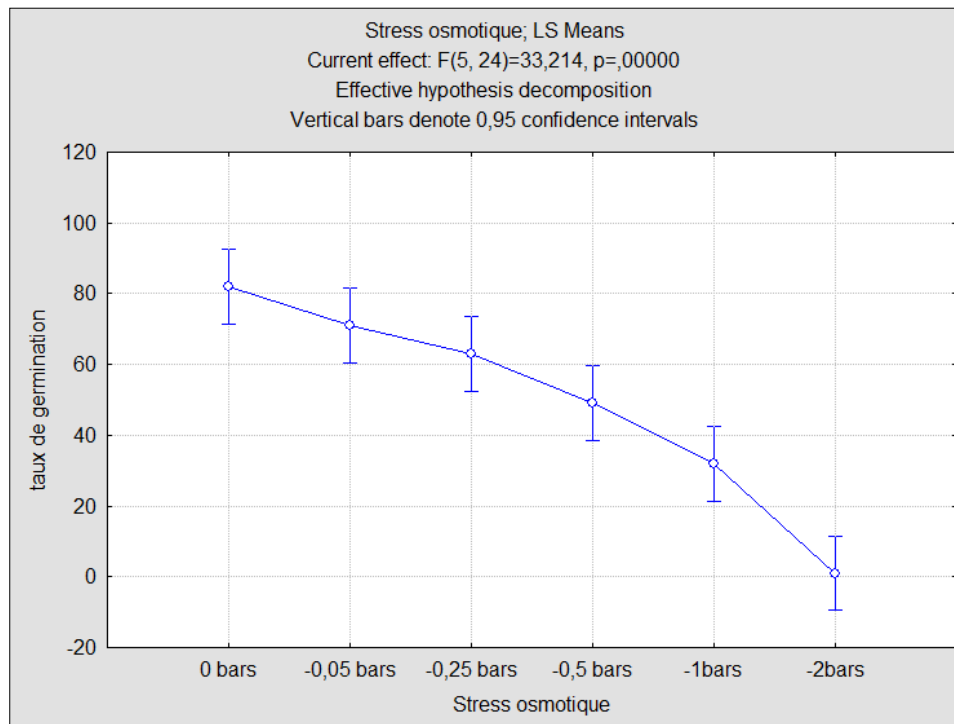


Figure 15 : Effet des différentes pressions osmotiques sur le taux de germination des graines de *Stipa tenacissima*. Les plots représentent la moyenne \pm Ecart type (n=5 répétitions).

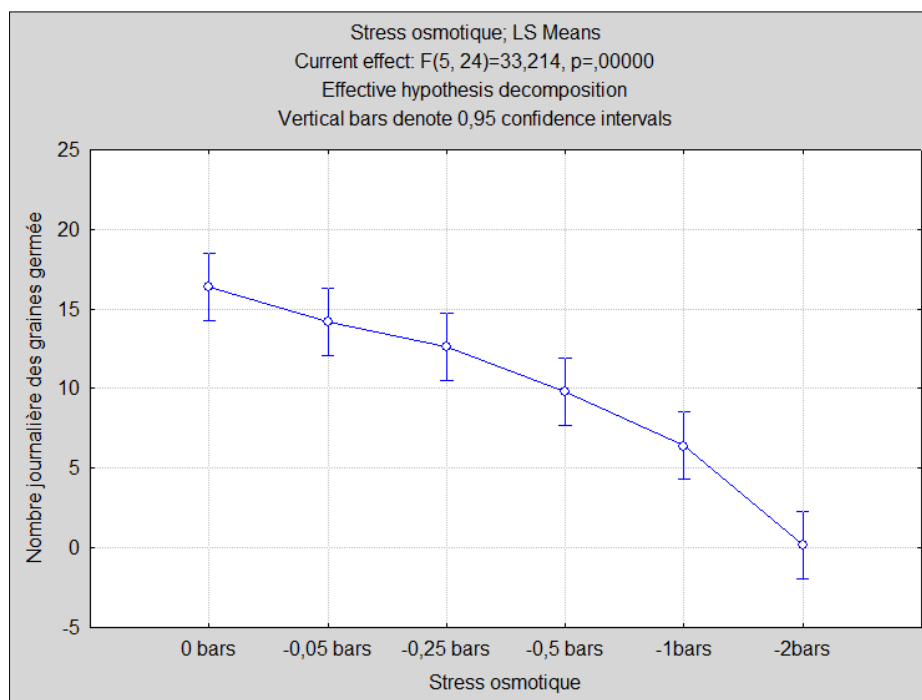


Figure 16 : Effet des différentes pressions osmotiques sur le nombre journalier des graines germées de *Stipa tenacissima*. Les plots représentent la moyenne \pm Ecart type (n=5 répétitions).

Statistiquement les résultats précédents; sont confirmée par l'analyse de la variance montre qu'il existe un effet hautement significatif.

($P < 0.001$) des différentes concentrations en glycol (PEG 6000) sur le taux de germination et sur le nombre journalier des graines germées.

En effet plus les concentrations de polyéthylène glycol (PEG 6000) du milieu augmentent plus le pouvoir germinatif diminuent.

Les graines d'Alfa sont modérément tolérantes au stress hydrique. Ce résultat confirme les rapports précédents sur la germination d'autres espèces *Stipa*, y compris celles de **Bonvissuto et Busso (2007)**, qui ont signalé qu'une diminution de la capacité de germination dans la graine de *Stipa neaei* s'est produite à (- 0,59 bar) et celles de **Chaieb et al. (1992)** et **Neffati et Akrimi (1997)** qui ont constaté que *Stipa lagascae* a toléré des potentiels d'eau qui ont atteint (- 0,7 bar), puis a été inhibé à (- 1,6 bar). De plus, **Hu et al. (2013)** a souligné que la capacité de germination de *Stipa bungeana* est affectée par le stress hydrique.

Conclusion

Conclusion générale

Dans un pays méditerranéen comme l'Algérie, où les périodes humides sont moins fréquentes et moins longues que les périodes sèches, et les écosystèmes fragilisés surtout dans sa partie aride et semi-aride, bien connaître nos ressources végétales et essayer de les maîtriser reste le moyen irréfutable de les conserver et les transformer en de véritables étendues productives.

La steppe algérienne est généralement formée de graminées dominée par l'Alfa (*stipa*) et de plantes à rhizomes qui se développent rapidement dès que les conditions sont favorables, où déplantés buissonnantes et épineuses capables de s'adapter aux conditions les plus extrêmes.

Cette particularité dans cette zone a des implications importantes sur la physiologie de la germination des plantes, car les conditions d'été secs limitent la disponibilité de l'eau facteur initial d'imbibition et de germination des semences qui constitue l'une des étapes les plus sensibles aux effets engendrés par ces stress. Le travail présenté traite les impacts du déficit hydrique exprimés par l'abaissement du potentiel hydrique du milieu sur les principales phases de la germination.

Le travail effectué dans cette étude très importante pour connaître le pouvoir germinatif des graines d'alfa, à différentes concentrations de PEG 6000 (0-2bars) appliqués avec un témoin au stade germinatif des graines d'alfa (*stipa tenacissima*) à différentes concentrations de PEG6000, de (0 à,-2 bars) sous une température contrôlée (20°C).

D'après les résultats obtenus, on peut dire que l'alfa est fragile face à la sécheresse et elle ne tolère pas une grande concentration de PEG .et on estime que le degré de tolérance de cette espèce face à la contrainte hydrique est de (1 % à -2 bars).

Ces expériences, sous le stress hydrique, ont révélé que la germination de *Stipa tenacissima* est affectée par la disponibilité de l'eau avec une limite d'environ (-2 bars) sous laquelle la germination est inhibée. Par conséquent, une germination peut se produire lorsque des conditions d'humidité appropriées sont présentes. Sans aucun doute, les projections futures du changement climatique auront une incidence sur la dynamique de population de cette espèce en influençant la germination des graines et, par conséquent, leur potentiel de régénération naturelle.

.Recommandation

Pour assurer une solution à la dégradation des écosystèmes en zone saharienne il faut appliquer un programme de réhabilitation des parcours et de reboisement offrant une solution de reforestation durable dans les zones sahariennes, mais il y a plusieurs contraintes dans ce territoire à savoir les conditions de milieu, et aussi le choix de l'espèce introduite dans ce programme.

- En change de facteurs environnementaux au niveau des laboratoires pour connaître mieux le pouvoir germinative de cette espèce face aux conditions du milieu parfois défavorable.
- La dégradation de la nappe alfatière causée par Les labours, la cueillette, est déjà signalée au siècle dernier (**Trabut, 1889**).
- Des efforts multiples ont été fournis par Le HCDS en vue de régénérer ou protéger la steppe. Malheureusement, le constat d'aujourd'hui sur l'État de la steppe à alfa est alarmant montrant La nécessité d'accentuer Les efforts à tous les niveaux en vue de sa régénération et sa protection.
- La régénération et la reconstitution de la végétation steppique des steppes d'alfa sont possibles, entre autre par la pratique de l'épandage du fatras (nécro masse et litière) récupéré des touffes non exploitées, sur les espaces dénudés.

Références bibliographiques

Référence bibliographiques

- **A, Aronson J, Akrimi N, Le Floc'h E**,eds. L'homme peut-il refaire ce qu'il a défait. Montrouge : John LibbeyEurotext, 1995.
- **Abd El kasim. H .(1984)** - Approche phytoécologique et phytosociologique de
- **Abdelkrim H., 1984.** Approche phytoécotogique et phytosociotogique de quelques nappes alfatières de la région de DjeLfa et Tebessa.Thèse Magister, Inst. Nat. Agron., Alger, 120 p.
- **Abdelkrim H., 1988 :** les formations steppiques à alfa (*stipa tenacissima* L) : Autoécologie, syntaxonomie et importance pastorale. Coll. Phytosoc., XVI « Phytosociologie et pastoralisme. Paris 1988,P 446-456. Stuttgart.
- **AbdessattarGhobtane, Mustapha Ksontini et AzaiezOuled Belgacem 2011 :** Etude écophysiological saisonnière de l'alfa (*Stipa tenacissima*. L) de trois nappes alfatières de la région de Kasserine (Tunisie) Revue des Régions Arides n° 25 (1/2011) pp:77-95
- **Achour H., 1983.** etude phytoécologique des formations à alfa (*Stipa tenacissima*L) du sud oranai. Wilaya de Saida. Thèse 3°cycle. USTHB Alger.216p.
- **AgroBio Périgord 2013 :** Faires ses test de germination, Fiche TechniqueAvec le concours financier de l'Europe, du Conseil Régional d'Aquitaine et d'Aquitaine Active septembre 2013.4P.
- **Aidoud A ., 1983.** Contribution à l'étude des écosystèmes steppiques du sud oranais. Thèse 3° cycle ; USTHB. Alger ; 253p
- **Aidoud A ., 1989.** Contribution à l'étude des écosystèmes pâturés des hautes plaines Algéro-oranaises (Algérie) : fonctionnement, évaluation et évolution des ressources végétales. Thèse de doctorat es sciences ; USTHB.Alger ; 240p
- **Aidoud A, Touffet J.1996 :** La régression de l'alfa (*Stipa tenacissima* L.), graminée pérenne, un indicateur de désertification des steppes algériennes. Sécheresse1996 ; 7 : 187-93.
- **Aidoud.(1996)** - La régression de l'alfa (*Stipa tenacissima*) graminée pérenne, un indicateur de désertification des steppes algériennes, Vol 7, p 187-193.
- **Aidoud-Lounis F., 1997.** Le complexe alfa-armoïse-sparte (*Stipa tenacissima* L., *Artemisia herba-alba* Asso, *Lygeumspartum* L.) des steppes arides d'Algérie : structure et dynamique des communautés végétales. Thèse de doctorat, université d'Aix-Marseille, Marseille, 1997.
- **Amara, I., M. Capellades, M.D. Ludevid, M. Pages and A. Goday, 2013.** Enhanced water stress tolerance of transgenic maize plants over-expressing LEA Rab28 gene. J. Plant Physiol., 170: 864-873.
- **Aronson J ; Floret C ; Le Floc'h E ; Ovalle C &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
- **Augier J., Rubat Du Merac M. L. 1982.** Cours de botanique, Monocotylédones. Lechevalier, Paris, 325 P

- **Bensaadi N. 2011.** Effet du stress salin sur l'activité des α -amylases et la remobilisation des réserves des graines d'haricot (*Phaseolus vulgaris*L.) en germination. Mémoire de magistère. Université d'Oran.
- **Bliss R.D., Platt-Aloria K.A. & Thomson W.W., 1986,** Osmotic sensitivity in relation to sensitivity in germination barley seeds. *Plant Cell and Env.* 9,721-725
- **[Bonvissuto and Busso, 2007](#):** Germination of grasses and shrubs under various water stress and temperature conditions *Phyton, International Journal of Experimental Botany*, 76 (2007), pp. 117–129
- **Bouazza M., Benabadji N., Loisel R. et Metge G., 2004.** EVOLUTION DE LA végétation stepique
- **Boudjada, , 2009-** Contribution à l'étude de la variabilité géographique chez l'alfa (*Stipa tenacissima*L.). *Revue de l'Institut national de la Recherche Agronomique* n° 23-2009 : 7-23.
- **Boudjada, S. Harfouche, A. Chettah, W., 2009-** Contribution à l'étude de la variabilité géographique chez l'alfa (*Stipa tenacissima*L.). *Revue de l'Institut national de la Recherche Agronomique* n° 23-2009 : 7-23.
- **Boudy P. (1950)** - Économie forestière nord-africaine. Monographie de l'alfa et traitement de l'alfa, Fasc 2, Livre III. Paris : Larousse., 2, (II), 777 - 818.
- **Boudy P; 1952** - Guides du forestier en Afrique du Nord. Ed. la maison rustique, Paris.
- **Boudy, 1948** Economie forestier Nord Africaine .4Vol .Loras EdParis T1 :Milieu physique et humaine .Ed .Laros, Paris ,688p
- **Bourahla, A. & Guittonneau, G. (1978)-** Nouvelles possibilités de régénération des nappes alfatières en liaison avec la lutte contre la désertification. *Bulletin de l'Institut d'Ecologie Appliquée d'Orléans*, 1 : 19-40.
- **Bouzenoune E. (1984)** : Etude phyto-géographique et phyto-sociologique des groupements végétaux du sud oranais (wilaya de Saïda), thèse 3^e cycle, LS.N, Univ. Sei, Tech. H. Boumediene, Alger, 225 p. et annexes.
- **Celles J.P. (1970)** - Biologie de la faune alfatière dans les régions steppiques de Tlemcen, thèse magister 3 sciences agronomique, INA, Alger ; 11-22 p.
- **Celles J.P.(1975)-** Contribution à l'étude de la végétation des confins Saharo-Constantinois (Algérie) ; thèse Doct. 3^{ème} cycle, Univ Nice, 364 p.
- **Chaussat R., 1999.** Productions végétales : croissance et développement des plantes. Ed., Paris: 1-6p.
- **Chaux et Foury. 1994.** Maitrise des facteurs de production, qualité et traitement des semences, mise en culture par semis en place in *Production légumière*. Tec et Doc. Lavoisier. Pp 277-431-445.
- **Chergui . M et Horri . M .(2006)** - Contribution à l'étude du polymorphisme morphologique de l'alfa (*Stipa tenacissima* L.) sur six stations steppiques, mémoire de fin étude en vue de l'obtention du diplôme d'étude supérieur en biologie, Univ Ibn khaldoun, Tiaret, 3-4, 12-18p.
- **Côme D. 1968.** Problèmes de terminologie posés par la germination et ses obstacles. *Bulletin Société Française Physiologie Végétale*. 14(1) : 3-9.

- **Come D. et Françoise C., 2006** : Dictionnaire de la biologie des semences et des plantules ; Lavoisier, 2006.p73.
- **Côme D.**, 1967, L'inhibition de germination des graines de Pommier (*Pirus malus* L.) non dormantes. Rôle possible des phénols tégumentaires, Ann. Sci. Nat. Bot., VIII, pp 371-478.
- **Côme D.**, 1970, « Les obstacles à la germination », Collection Monographie de physiologie végétale, Masson et Cie, Paris. 162p
- **Côme D.**, 1982, Germination (Chapitre 2), dans Croissance et développement - Physiologie Végétale II, Mazliak P., Collection Méthodes, Herman, Paris, pp 129-225.
- **Côme D.**, 1993, *Apports de la recherche à l'amélioration de la qualité germinative des semences*, C.R. Acad. Agric. Fr., 79, n°2.
- **Côme D.,1975** .ROL DE L'EAU ,l'oxigéne,et de la température dans la germination .Paris, p27-44
- **Cosson E.** Rapport sur un voyage botanique en Algérie, d'Oran au Chott-El-Chergui. Extr Ann Sci Nat 1853 ; 3e sér : 1-60.
- **Dallel M., 2012** : Evaluation du potentiel textile des fibres d'Alfa (*Stipa tenacissima* L.) : caractérisation physico-chimique de la fibre au fil. Université de Haute Alsace - Mulhouse, thèse de doctorat.
- **DjebailiS .(1984)** - recherches phytosociologique et écologique sur la végétation des hautes plaines steppiques et de l'atlas sahariens Algériens, Ed OPV ; Alger, 171. 17
- **Djebaili S. 1984** Steppe algérienne, phytosociologie et écologie. Alger : Office des publications universitaires (OPU), 1984.
- **Djebaili S.,1990** : Syntaxonomie des groupements pré forestiers et steppiques de l'Algérie aride. Ecol. Médit. Vol 16 : pp. 231-244.
- **Djebaili.(1978)** -Recherches phyto-sociologiques et phyto-écologiques sur la végétation des Hautes Plaines steppiques et de l'Atlas saharien algériens. Thèse de Doctorat, Univ. Sci. et Tech. du Languedoc, Montpellier, 220 p + annexes
- **Djebaili.(1988)** : Connaissance sur l'alfa (*Stipa tenacissima*). Biocénoses n°3 : 43-52.
- **Evenari M ,1957**)Lesproblemes physiologique de la germination.Soc .FRANCE PHISIOLOGIE VEGETALE .VOL3
- **Evenari M.**, 1961, A survey of the work done in seed physiology by the department of botany, Hebrew University, Jerusalem (Israël), Proc. Int. Seed Test. Ass., 26, 4, pp 597-658.
- **Feliachi K, Amroune R etKhaldoune. 2001.** Impact de la sécheresse sur la production des céréales cultivées dans le nord de l'Algérie: céréaliculture N0 35.ED. ITGC. Algérie
- **Florect. &Pontanierr., 1978.** -Etude des relations climat-sol-végétation de quelques formations végétales naturelles du Sud tunisien (Production-bilan hydrique des sols). Inst. Rég. Arides Médenine, Dir. Ress. Eau et Sols Tunis, Centre Etudes phytosociologiques et écologiques, Montpellier et Office Rech. Sc. Tech. Outre-Mer, Paris, 96 p.
- **Florect., LE Floc'eh., Pontanire.R&Romanfe. , 1978.** – Modèle écologique régional en vue de la planification et de l'aménagement agro-pastoral des régions arides.

Application à la région de Zougrata. Inst. Rég. Arides Médenine, Dir. Ress. Eau et Sols Tunis, Centre Etudes phytosociologiques et écologiques, Montpellier, Office Rech. Sc. Techn. Outre-Mer, Paris, 74 p.

- **Gate P et Giban M. 2003.** Stades du blé. Ed. Paris, ITCF. 68p.
- **Ghrab, S., 1981.** Étude de la variabilité éco-phénologique de l'alfa en Tunisie centrale: application en vue de la sauvegarde et de l'aménagement des nappes alfatières. Thèse doctorat. Univ. droit, écon. et sciences Aix-Marseille, Faculté sciences et techniques Saint Jérôme, p. 135.
- **Gounot M., 1969** -Méthodes d'étude quantitative de la végétation. Ed. Mas., Paris. 314 p.
- **Guinochet M. ; 1973** - Phytosociologie. Ed. Masson. Paris. 227 p.
- **Haddouche I 2009 :** la télédétection et la dynamique des pesages en milieu aride et semi-aride :cas de la région de Naàma. Thèse de doctorat en biologie. Faculté des science université Abou bekrbelkaid Tlemcen, 253p.
- **HALEM M.,1997:** La steppe Algérienne : causes de la désertification et propositions pour un développement durable. Thèse de magistère. UNIV Sidi Bel. Abes. 180 p.
- **Harche M. 1978.** Contribution à l'étude de l'alfa d'Algérie : germination, croissance des feuilles et différenciation des fibres. Thèse 3^ocycle. UnivSci Tech Lille,
- **Heler R., Esnault R. et Lance C. 2000.** Physiologie végétale et développement, Ed. Dunod, Paris. 366p.
- **Hellal B., 1991** Influence de paillage sur la composition floristique de la steppe à Alfa et du Fatras sur la biomasse foliaire de l'Alfa Th. Magister en biologie. EcolVég. Dep. Bio. Fac. Sci. Univ. AbouBakrBelkaidTlemcen.
- **Heller R .et al. ,1995.** Physiologie Végétale,Développement Tome2 , Edition Masson ,Paris , 315P .
- **Heller R, Esnault R 2004.** Physiologie végétale II, développement. Ed., Dunod, Paris. 64-240p.
- **Hilhorst H.W.M., Karssen C.M., 1992,** Seed dormancy and germination : the role of abscisic acid and gibberellins and the importance of hormone mutants, Plant Growth Regulation, 11, pp 225-238.
- **Hopkins W. G. 2003.** Physiologie végétale traduction de la 2^{ème} Edition américaine par Serge R. Révision scientifique de Charle M. Edition Deboek. Université Bruxelles. 66-81, 237-309, 362-514p.
- **Hu, Z.Q. Zhou, T.S. Li, Y.P. Wu, Y.R. Wang 2013** Environmental factors controlling seed germination and seedling recruitment of *Stipabungeana* on the Loess Plateau of northwestern China Ecological Research, 28 (2013), pp. 801–809
- **Jaizoz. 2009.** Dormance Des Plantes. [https:// www.scribd.com/jaizoz](https://www.scribd.com/jaizoz).
- **Kadi. H. Hanifi Et Achour. (1998)** L'alfa en Algérie : syntaxonomie, relation milieu-végétation, dynamique et perspectives d'avenir. Thèse Doctorat d'état, Univ. H.Boumédiène, Alger. 228p.
- **Kadik ET AL 1984 .(2006)** - Contribution à l'étude du polymorphisme morphologique de l'alfa (*Stipa tenacissima L.*) sur six stations steppiques, mémoire de

fin étude en vue de l'obtention du diplôme d'étude supérieur en biologie, Univ Ibn khaldoun, Tiaret, 3-4, 12-18p.

- **Khelil .M.A.**, 1991 : Biologie des population de l'entomofaune des steppes à alfa dans la region steppique de tlemcen (Algerie) et impact sur la production de la plante-hôte :Application à deux insectes *Mylabrisoleae et MylabriscalidaPall*(Coléoptères, Meloidae). TheseDoct Bio, Univ Abou BakrBelKaid Tlemcen, 13P.
- **Khelil M.A. (1984)**-Biologie de la faune alfatière dans les régions steppiquest de Tlemcen, thèse magister 3 sciences agronomique, INA, Alger ; 11-22 p.
- **Khelil M.A.(1995)**-Le peuplement entomologique des steppes a alfa « stipa tenacissima » .ed OPU ,Ben-Aknon, alger. Pp.11-12.
- **Kihale N et HarcheM .(1989)**-Contribution al'étude des composés de la feuilles de l'Alfa(stipa tenacissima L .). BullEcolTerr ; 4 ,62- 6 .
- **Komarov .(1970) in Rachida(2008)**- Caractérisations édaphiques des formations Alfatières dans la commune de Maâmora Wilaya de Saida .
- **Labbe M .,2004**.CES Etonnantes graines germées .Auvers sur Oise : labbé .
- **Lacoste L., 1955** : Répartition et condition climatique des nappes alfatière Bulletin de la société d'histoire naturelle de Toulouse, 90 (3/4),362-368.
- **Lacoste. (1955)** -Répartition et conditions climatiques des nappes alfatières. Bull.sochist;Toulouse,90,(3-4) :362_ 368.
- **Lang A., 1965**, Effects of some internal and external conditions on seed germination. Handb. der Pflanzenphysiol.15, 2, 848-893.
- **Lang A.G., Early J.D., Martin G.C., Darnell R.L.**, 1987, Endo-, para-, and ecodormancy ; physiological terminology and classification for dormancy research, Hort. Sci., 22, pp 371-377.
- **Le Floc'h E.1991**: Invasive plants of the mediterranean. Groves RH, di Castri F, édts. Biogeography of Mediterranean invasions. Dordrecht (Pays-Bas) ; New York : Kluwer Academic Publishers ; Cambridge University Press, 1991 : 67-80.
- **Le Houerou , 1967**. Problèmes et potentialités des zones arides de l'Afrique du Nord. Opt. Méd. N°26 :17-35.
- **Le Houérou, H.N., 1990**- Recherches éoclimatiques 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.
- **M. Chaieb, C. Floret, E. Le Floc'h, R. Pontanier 1992** Life history strategies and water resource allocation in five pasture species of Tunisian arid zoneArid Soil Research and Rehabilitation, 6 (1992), pp. 1–10
- **M. Neffati, N. Akrimi 1997** : Etude des caractéristiques germinatives des semences de quelques légumineuses spontanées de la Tunisie steppique Revue des Régions Arides NS (1997), pp. 272–287
- **Maire R, 1953** : Carte phytoécologique de l'Algérie et de la Tunisie. Alger ; Baconnier, 1926

- **Marion J .(1952)** -Objectifs et premières leçons de l'expérimentation alfatière notamment au Maroc, ANN. Rech. Forest, Maroc, SRF, Rabat, 60-140 p.
- **Mazliak P. 1982.** Croissance et développement. Physiologie végétale. Tome 2. Ed : Hermenn. Paris ; 465p.
- **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 Abbés.
- **Mehdadi Z., Z. Benaouda, I. Bouchaour, S. Moulessehou, M. Joseph & A. Delcourt, 2000.-** Étude du comportement du méristème végétatif de l'alfa (*Stipa tenacissima* L.). Approches cytologique et histologique. J. Soc. Biol., 194, 195-204.
- **Metro, A. 1947 :** l'Alfa du Maroc . Revue des eaux et forêts .7.401.413.
- **Meyer et al 2004.**BOTANIQUE ,BIOLOGIE ET PHISIOLOGIE Végétale, Edition Malonie ,
- **Michel, B.E. and M.R. Kaufmann, 1973.** The osmotic potential of polyethylene glycol 6000. Plant Physiol., 51: 914-916.
- **Monjauze A ,Faurel L et Schoteus G. (1955)-** Note préliminaire sur un itinéraire botanique dans la steppe et le Sahara septentrional algérois, Bull. Soc. Hist. Nat. Afr. Nord, (46.5-6), 206-230 p.
- **Moulay A et Benabedeli K., 2011 :** considération sur la dynamique de la steppe à Alfa dans le sud-ouest oranais. Journées scientifiques de l'INRF, Ain Skhoua, 7p.
- **Nedjraoui D. (1990)** - Adaptation de l'alfa (*Stipa tenacissima*L.) aux conditions stationnelles. Thèse Doct. USTHB, Alger, 256 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^o cycle, USTHB, Alger, 156p.
- **Nedjraoui D., (2001)** - Profil fourrager; URBT BP 295 Alger Gare, Alger 16000, Algérie
- **Neffati M, Behaeghe T, Akrimi N, Le Floc'h E.1996 :** Viabilité des semences de quelques espèces pastorales steppiques tunisiennes en rapport avec les conditions de leur conservation. Ecologia mediterranea 1996 ; XXII : 39-50.
- **O.R.D .F(Office National des Travaux Forestiers)., 1990.** Carte de localisation de la zone steppique
- **Osborne J.M., Fox J.E.D. & Mercer S., 1993,** Germination response under elevated salinities of six semi-arid blue bush species (Western Australia). In: Lieth H. & Al Masoom A.(Eds), Towards the Rational Use of High Salinity Plants, Vol. 1, pp. 323-338. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers. 521 pp.
- **Ozenda P ,1954.** observation sur la végétation d'une région semi-aride :les-hauts plateaux du sud-algérois .Bu !!Soc .Hist .Nat .AFR.Nord
- **Ozenda P., 1982.** Les végétaux de la biosphère. Ed : Doin 431p.
- **Pouget. (1980)** - Les relations sol –végétation dans les steppe sud algéroises document N° 116 ORSTOM , paris thésedct , Univ Aix_ Marseille.
- **Quezelet Santa. (1962)** - Nouvelle flore de l'Algérie et des régions désertiques méridionales. Paris, C . N .R.S , 2 tommes,1170p.

- **Rios-Rojas, L., F. Tapia and L.A. Gurovich, 2014.** Electrophysiological assessment of water stress in fruit-bearing woody plants. *J. Plant Physiol.*, 171: 799-806.
- **Rodin ET AL. (1970)-** Etude géobotanique des pâturages du secteur Sud- Ouest du département de Médéa, première partie, édition « Naoura », Leningrad.
- **Rollin P. 2014.** « GERMINATION », © EncyclopædiaUniversalis France.
- **ROLLIN, « GERMINATION »**, *EncyclopædiaUniversalis* [en ligne], consulté le 3 juin 2017. URL : <http://www.universalis.fr/encyclopedie/germination/>
- **Soltner D. 2007.** Les bases de la production végétale tome III, la plante. Ed. Collection sciences et technique agricole Paris, 304p.
- **Teggar .(1995)** - Caractérisations édaphiques des formations Alfatières dans la commune de Maâmora Wilaya de Saida .
- **Tixier . (1976)** -La nappe alfatière dans les régions de AinDeheb et d'Aflou, projet alfa, rapport n° 3, Inst., Nat., Agr., El Harach, 8-21 p.
- **TrabutL .(1889)-**Etude sur l'alfa (*Stipa tenacissima L.*), Ed. Adolphe Jourdan, 65 p.
- **Vallee C., Bilodeau G., Cegep J.D.L. 1999.** Les techniques de culture en multicellulaires. Institut Québécois du développement de l'horticulture ornementale. Technology and Engineering. 394P.
- **Zeriahene(1987)** :contribution à l'étude du système racinaire de l'alfa en relation avec l'adaptation au xérophytisme thèse master université ;Oran.113p.
- **Zhou, S., Y.Y. Han, Y. Chen, X. Kong and W. Wang, 2015.** The involvement of expansins in response to water stress during leaf development in wheat. *J. Plant Physiol.*, 183: 64-74.

Les annexes

jour	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
Eau distillée	0	0	0	0	5	9	15	23	30	35	44	52	54	57	60	62	65	67	72	76	78	80	82	82	82	82	82	82	82	82

Annexe 02 : Cumule de taux de la germination

Annexe 03 : tableau de concentration en PEG et la pression osmotique équivalent a 20°C

Concentration (g/l)	Pression Osmotique (bar)
0	0
6,977	-0,05
27,14	-0,25
25,14	-0,5
72,48	-1
112,23	-2

Résumé

La steppe à Alfa (*Stipa tenacissima* L) est l'un des écosystèmes les plus représentatifs de la méditerranée aride exposées aux conditions climatiques très contraignantes, et fortes action anthropiques qui ont subi une grave dégradation qui empêche la capacité de *Stipa tenacissima* à se régénérer. Le stress hydrique est l'un des stress environnementaux les plus importants, il affecte la régénération et la productivité des écosystèmes. C'est un problème sérieux dans beaucoup d'environnements arides et semi-arides, où les précipitations changent d'année en année et où les plantes sont soumises à des périodes plus ou moins longues de déficit hydrique.

Le présent sujet traite contrainte d'eau induite par les solutions de polyéthylène Glycol (PEG) 6000 (0 à -2 bars) sous une température contrôlée (20C°) et pendant une période de 30 jours, sur le comportement de germination des graines de *Stipa tenacissima* récolté de la zone de Maâmoura..Cinq niveaux de potentiel osmotique provoqués par des solutions de PEG 6000 avec un témoin ont été adoptés dans les milieux de germination des graines de *Stipa tenacissima*.

Les résultats obtenus montrent que l'augmentation du potentiel osmotique réduit significativement la germination des graines. En effet, plus la concentration du milieu en PEG augmente plus le pouvoir germinatif diminue.

Mots clés : Steppe, Germination, Stresse hydrique, *Stipa tenacissima*, PEG.

Abstract

The steppe at Alfa (*Stipa tenacissima* L) is one of the most representative ecosystems of the arid Mediterranean exposed to severe climatic conditions and strong anthropogenic actions which have undergone severe degradation which prevents the ability of *Stipa tenacissima* to regenerate. Water stress is one of the most important environmental stresses, it affects the regeneration and productivity of ecosystems. This is a serious problem in many arid and semi-arid environments where precipitation changes from year to year and where plants are subjected to varying periods of water deficit. The present subject deals with water stress induced by polyethylene solutions Glycol (PEG) 6000 (0 to -2 bars) under controlled temperature (20C °) and for a period of 30 days, on the germination behavior of the harvested *Stipa tenacissima* seeds of the Maâmoura zone. Five levels of osmotic potential caused by solutions of PEG 6000 with a control were adopted in the germination media of the seeds of *Stipa tenacissima*.

The results obtained show that the increase in osmotic potential significantly reduces seed germination. Indeed, the lower the concentration of the PEG medium, the lower the germinative power.

Key words: Steppe, Germination, Water stress, *Stipa tenacissima*, PEG.

ملخص

تعتبر سهوب من أكثر النظم البيئية في منطقة البحر المتوسط التي تتعرض إلى ظروف المناخية صعبة و التدهور بفعل نشاطات السكان المحليين والتي حالت دون القدرة على تجديد هذه الثروة النباتية. الإجهاد المائي هي واحدة من الإجهاد البيئي الأكثر أهمية، فإنه يؤثر على التجدد والنظام البيئي للإنتاجية. وهذه مشكلة خطيرة في العديد من المناطق الجافة وشبه الجافة، حيث بتغير هطول الأمطار من سنة إلى أخرى والنباتات التي تتعرض لفترات أطول في نقص الماء

اهتمت هذه الدراسة بتأثير نقص الماء باستعمال تراكيز متزايدة لمادة PEG 6000 و الذي يحدث ضغط متزايد على البذرة يحول نحو قدرتها على امتصاص الماء تحت درجة حرارة مراقبة (20 درجة مئوية) ولمدة 30 يوما على سلوك إنتاش بذور الحلفاء من منطقة المعمورة ولاية سعيدة. خمسة مستويات من محلول PEG بالإضافة الى الماء المقطر اعتمدت في سقي بذور الحلفاء.

وأظهرت النتائج أن نقص الماء ينتج عليه تأثير مباشر على انتاش البذور حيث كلما قلت نسبة الجفاف زادت نسبة الانتاش و تجديد هذه الثروة النباتية

الكلمات المفتاحية: الحلفاء، السهوب، الإنتاش، ندرة المياه، PEG