



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



Université Dr. Moulay Taher Saida

Faculté des Sciences

Département De Biologie

## MEMOIRE EN VUE DE L'OBTENTION DU DIPLOME DE MASTER EN BIOLOGIE

Option : **Biotechnologie végétal.**

Présenté par :

M<sup>elle</sup> KHLEF Sarah et M<sup>elle</sup> CHERIFI Khaoula

Sur le thème intitulé :

### **Synthèse des études sur la germination de l'alfa (*Stipa tenacissima*) sous l'effet de divers facteurs abiotiques**

Soutenu le : **13- 09 - 2021**

Devant la commission de jury, composée de :

Mr. SAIDA Abdelmoumen MCB président

M . CHAALANE Fatiha MCA examinatrice

Mr. HENNI Mustapha MCB encadreur

Année universitaire 2020 /2021

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

قال الله تعالى:

{يَرْفَعِ اللَّهُ الَّذِينَ آمَنُوا مِنْكُمْ وَالَّذِينَ أُوتُوا الْعِلْمَ دَرَجَاتٍ}

صدق الله العظيم

## *Remerciements*

---

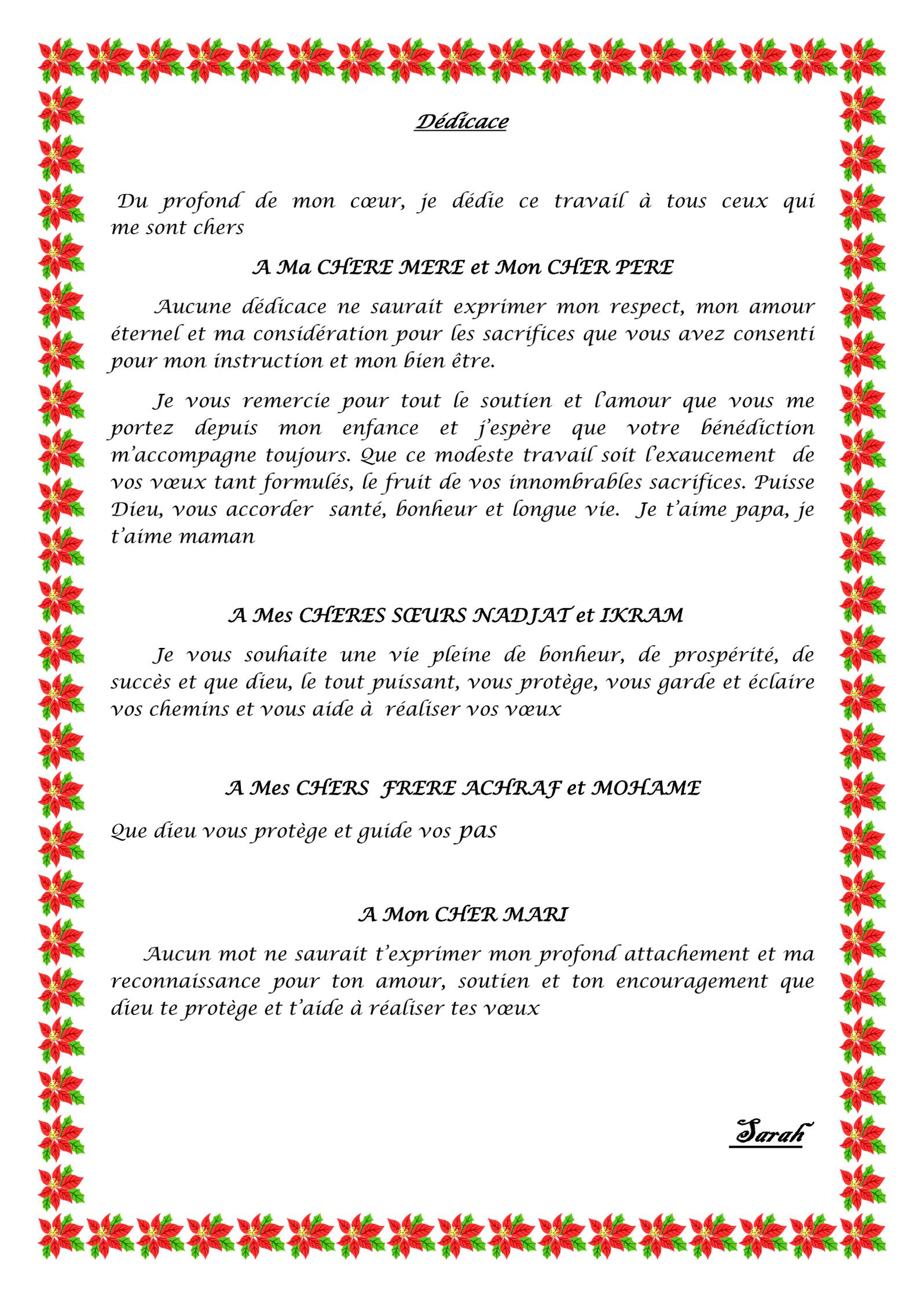
Merci à Dieu qui nous a donné le courage, la volonté et la patience pour pouvoir réaliser ce travail.

Nous tenons tous d'abord à remercier notre encadreur de mémoire **Dr. HENNI M**, qui nous a offert l'opportunité de pouvoir entamer cette étude.

Nos remerciements vont également aux membres du jury, qui nous ont honoré d'avoir acceptés d'examiner et d'évaluer ce modeste travail :

Au président : **Dr SAIDI .A** , au l'examineur : **Dr CHAALANE. F**

Le plus grand remerciement revient **AMINA M, RACHIDA** et **MESSAOUDI Z** qui nous ont été d'une aide qu'on ne peut décrire.



*Dédicace*

*Du profond de mon cœur, je dédie ce travail à tous ceux qui me sont chers*

***A Ma CHÈRE MÈRE et Mon CHÈRE PÈRE***

*Aucune dédicace ne saurait exprimer mon respect, mon amour éternel et ma considération pour les sacrifices que vous avez consenti pour mon instruction et mon bien être.*

*Je vous remercie pour tout le soutien et l'amour que vous me portez depuis mon enfance et j'espère que votre bénédiction m'accompagne toujours. Que ce modeste travail soit l'exaucement de vos vœux tant formulés, le fruit de vos innombrables sacrifices. Puisse Dieu, vous accorder santé, bonheur et longue vie. Je t'aime papa, je t'aime maman*

***A Mes CHÈRES SŒURS NADJAT et IKRAM***

*Je vous souhaite une vie pleine de bonheur, de prospérité, de succès et que dieu, le tout puissant, vous protège, vous garde et éclaire vos chemins et vous aide à réaliser vos vœux*

***A Mes CHÈRES FRÈRE ACHRAF et MOHAME***

*Que dieu vous protège et guide vos pas*

***A Mon CHÈRE MARI***

*Aucun mot ne saurait t'exprimer mon profond attachement et ma reconnaissance pour ton amour, soutien et ton encouragement que dieu te protège et t'aide à réaliser tes vœux*

*Sarah*



## Dédicace

*Avec l'expression de ma reconnaissance, je dédie ce modeste travail à ceux qui quels que soient les termes embrasses, je n'arriverais jamais à leurs exprimer mon amour sincère.*

*A l'homme mon précieux offre du dieu, qui doit ma vie, ma réussite et tout mon respect mon chère père*

*A la femme qui a souffert sans me laisser souffrir qui n'a jamais dit non mes exigences et qui n'a épargné aucun effort pour me rendre heureuse mon adorable mère*

*A ma chère sœur Meriem et Fatima et mon fiancé, qui n'ont pas cessés de me conseiller, encourager et soutenir tous au long de mes études. Que dieu les protèges et leurs offre la chance et le bonheur.*

*A mes adorables petites sœurs Asmaa et Assia qui sont toujours commet procurer la joie et le bonheur pour tout la famille*

*A toute ma famille mes amis qui j'ai connu jusqu'à maintenant. Merci pour leur encouragement.*

*Sans oublier mon binôme Sara pour leur soutien morale, sa patience et sa compréhension tout au long de ce projet*

*khaoula*

## Résumé

L'objectif de ce travail est de réaliser une synthèse d'études sur la germination des caryopses d'Alfa (*Stipa.tenacissima*) vis-à-vis les facteurs abiotiques qui influencent les aptitudes germinatives de cette espèce.

Cette synthèse révèle que les caryopses les plus âgés sont tout aussi viables que les moins anciennes en enregistrant de meilleures capacités de germination (>70%) et un temps de latence plus court (3jours) à une température optimale de 20°C associé à un prétraitement au froid pendant 24h à 72h, et à une scarification mécanique des téguments séminaux (Lemma et paléa) . D'autre part, le stress hydrique et salin agissent défavorablement sur la germination des caryopses, et des concentrations élevés (une pression osmotique de -0,8 MPa et une teneur en NaCl de 10g/l) sont inhibitrices à la germination de cette espèce.

**Mot clé:** Germination; Alfa; Scarification; Stress hydrique, Stress salin.

## *Abstract*

The objective of this work is to carry out a synthesis of studies on the germination of caryopsis of Alfa (*Stipa.tenacissima*) vis-à-vis the abiotic factors that influence the germination abilities of this species. This synthesis reveals that the oldest caryopses are just as viable as the oldest ones by recording better germination capacities (> 70%) and a shorter latency time (3 days) at an optimum temperature of 20 ° C associated with a cold pretreatment for 24 to 72 hours, and mechanical scarification of the seminal teguments (Lemma and palea), On the other hand, water and salt stress have an unfavorable effect on the germination of caryopses, and high concentrations (an osmotic pressure of -0.8 MPa and an NaCl content of 10g / l) are inhibitory to the germination of this species.

**Keyword:** Germination; Alfa; Scarification; Water stress, Salt stress

## ملخص

الهدف من هذا العمل هو إجراء توليفة من الدراسات حول إنباتيدور الحلفاء مقابل العوامل اللاأحيائية التي تؤثر على قدرات الإنبات لهذا النوع و يكشف هذا التوليف أن أقدم أنواع الكاريوب قابلة للحياة تمامًا مثل الأقدم من خلال تسجيل قدرات إنبات أفضل (< 70٪) ووقت استجابة أقصر 3 أيام عند درجة حرارة مثالية تبلغ 20 درجة مئوية مرتبطة بمعالجة باردة لمدة 24 إلى 72 ساعة ، و خدش ميكانيكي للكتل المنوية تمامًا مثل الأقدم من خلال تسجيل قدرات إنبات أفضل (< 70٪) ووقت استجابة أقصر 3 أيام عند درجة حرارة مثالية تبلغ 20 درجة مئوية مرتبطة بمعالجة باردة لمدة 24 إلى 72 ساعة ، و خدش ميكانيكي للكتل المنوية (Lemma and palea)

يكشف هذا التوليف أن أقدم أنواع الكاريوب قابلة للحياة تمامًا مثل الأقدم من خلال تسجيل قدرات إنبات أفضل (< 70٪) ووقت استجابة أقصر (3 أيام) عند درجة حرارة مثالية تبلغ 20 درجة مئوية مرتبطة بمعالجة لمدة 24 إلى 72 ساعة ، و خدش ميكانيكي للكتل المنوية و من ناحية أخرى ، فإن إجهاد الماء والملح لهما تأثير غير مواتٍ على إنبات نبات الكاريوب ، والتركيزات العالية (ضغط تناضحي قدره -0.8 ميجا باسكال ومحتوى كلوريد الصوديوم يبلغ 10 جم / لتر) يثبطان إنبات هذا النوع.

الكلمات المفتاحية : الإنبات - الحلفاء - التشريط - الضغط الملحي - الضغط المائي

**Liste des figures :**

<b>Figure</b>	<b>Les titres</b>	<b>Pages</b>
<b>01</b>	Localisation et délimitation de la région steppique algérienne	11
<b>02</b>	Carte de répartition des steppes d'alfa en Algérie en 1950	16
<b>03</b>	L'espèce <i>Stipa tenacissima</i>	19
<b>04</b>	Steppe à <i>Stipa tenacissima</i> sous différentes conditions climatiques et édaphiques	21
<b>05</b>	Traces des touffes de <i>Stipa tenacissima</i> (Messaad-Djelfa)	22
<b>06</b>	Steppes à <i>Stipa tenacissima</i> dégradés	22
<b>07</b>	Le fruit de <i>Stipa tenacissima</i> .	24
<b>08</b>	Taux de germination et temps de latence en fonction de l'âge des caryopse d'alfa	29
<b>09</b>	Taux de germination final et médiane des caryopses d'alfa en fonction de la lumière	31
<b>10</b>	Taux de germination des caryopses d'alfa en fonction de la durée de stratification au froid (4°C).	32
<b>11</b>	Taux de germination des caryopses d'alfa en fonction de la durée de stratification au froid (5°C).	33
<b>12</b>	Cinétique de germination des caryopses d'alfa de cinq populations différentes en Tunisie en fonction de la température d'incubation.	34
<b>13</b>	Variations du taux de germination médiane (1/T50) des caryopses d'alfa de cinq populations différentes en Tunisie.	35
<b>14</b>	Taux de germination en fonction des concentrations en NaCl.	36
<b>15</b>	Taux de germination en fonction des concentrations en NaCl	37

**Liste des tableaux**

Tableaux	Titres	Pages
01	Provenance et année de récolte des caryopses d'alfa.	24
02	Nombre de graines, de répétitions et de jours de germination dans chaque étude	25
03	Température et durée du prétraitement au froid des caryopses d'alfa.	27

**Liste des abréviations :**

**Ans** : l'année

**ATP**: l'adénosine triphosphate

**cm**: centimètre

**CO<sub>2</sub>** : Dioxyde de carbone

**°C** : Degré Celsius

**g**: Gramme

**GRg** : germination rate

**h**: heure

**H<sub>2</sub>O** : l'eau

**H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>** : acide sulfurique

**Kg**: Kilogramme

**Km**: Kilomètre

**L** : litre

**m**: mètre

**mm** : millimètre

**MPA** : potentiel hydrique

**MS** : Matière sèche

**NaCl** : Chlorure de sodium

**O<sub>2</sub>** : oxygène

**P** : potentiel

**PEG** : Polyéthylène glycol

**pH** : potentiel d'Hydrogène

**P1,P2,P3,P4,P5** : population (1,2,3,4,5)

**T** : le taux

**UF** : Unité fourragère

## Table des matières

- Résumé	
- Abstract	
- Index des tableaux	
- Index des figures	
- Abréviations	
- Introduction général.....	01

### **Chapire I : Synthèse bibliographique sur la germination**

1 Définition de la germination .....	02
<b>2 Conditions de la germination .....</b>	<b>02</b>
2.1 Condition interne .....	02
I.2.2 Condition externe .....	03
I.2.3 Inhibition de germination .....	04
a) Inhibition tégumentaire .....	04
b) Inhibition chimique .....	04
<b>3 Les différentes phases de la germination .....</b>	<b>04</b>
<b>4 Les processus de la germination .....</b>	<b>05</b>
<b>5 Types de germination .....</b>	<b>05</b>
<b>6 Les facteurs de la germination .....</b>	<b>06</b>
6.1 Facteur avant récolte .....	06
6.2 Facteur de récolte .....	06
6.3 Facteur après récolte .....	06
6.4 Facteur de la germination .....	07
<b>7 Différent obstacles de la germination .....</b>	<b>07</b>
7.1 Dormance embryonnaire .....	07
7.2 Inhibition tégumentaire .....	08
7.3 Inhibition chimique .....	08
<b>8 Technique utilisé dans la levée des inhibition de la germination .....</b>	<b>08</b>
8.1 Naturellement .....	08
8.2 Artificiellement.....	08

a) Stractification.....	08
b) Froid .....	08
c) Lixiviation .....	09
d) Traitement oxydant .....	09
e) Scarification .....	09

## **Chapitre 2 : Présentation de l'espèce (alfa) et son milieu en Algérie**

<b>1 le milieu steppique algérien.....</b>	<b>10</b>
1.1 Délimitation géographique .....	10
1.2 Caractéristique climatique .....	11
1.3 Caractéristique édaphique .....	12
1.4 Typologie et végétation de la steppe algérienne .....	13
a) Steppe a alfa .....	13
b) Steppe a sparte.....	13
<b>2 Etat de connaissance sur l'espèce <i>Stipa tenacissima</i> .....</b>	<b>14</b>
2.1 Nomenclature et position systématique .....	14
2.2 Origine et répartition .....	14
2.3 Ecologie de l'espèce .....	15
2.4 Facteur édaphique .....	16
2.5 Biologie de l'espèce.....	17
a) Morphologie .....	17
b) phénologie.....	18
<b>3 Importance et usages .....</b>	<b>19</b>

## **Chapitre 3 : matériel et méthode.**

<b>I. Matériel .....</b>	<b>23</b>
I.1 Matériel utilisé .....	23
I.2 Produit utilisé.....	23
I.3 Matériel et provenance .....	23
<b>II. Méthode .....</b>	<b>25</b>
II.1 Préparation des grains .....	25

II.2 Conditions de la germination .....	25
<b>III. Tests et facteurs abiotique étudiés.....</b>	<b>26</b>
III.1 Test longévité .....	26
III.2 Test de dormance .....	26
III.3 Effet du trempage a l'eau distillé .....	26
III.4 Effet de la lumière naturelle .....	26
III.5 Effet de prétraitement au froid .....	26
III.6 Effet de scarification manuelle .....	26
III.7 Effet de la température .....	27
III.8 Effet de stress hydrique .....	28
III.9 Effet de stress salin .....	28
<b>IV Paramètre mesurés .....</b>	<b>28</b>
IV.1 Taux de germination .....	28
IV.2 Cinétique de la germination .....	28
<b>Chapitre 04 : Résultats et discussion</b>	
<b>I. Résultats.....</b>	<b>29</b>
I.1 Test de longévité .....	29
I.2 test de dormance .....	30
I.3 Effet de trempage a l'eau distillée.....	30
I.4 Effet de la lumière naturelle.....	30
I.5 Effet de prétraitement au froid .....	31
I.6 Effet de scarification manuelle.....	33
I.7 Effet de la température.....	34
I.8 Effet de stress hydrique .....	35
I.9 Effet de stress salin .....	36
<b>II. Discussion .....</b>	<b>38</b>
<b>Conclusion .....</b>	<b>41</b>
<b>Références bibliographique.....</b>	<b>41</b>

# **Introduction**

## Introduction

---

L'alfa (*Stipa tenacissima*. L.) est une poacée vivace, typique de l'écosystème steppique, constituant une ressource majeure pour l'industrie papetière (Harche, 1978). Son système racinaire développé et son rhizome très ramifié assurent la fixation des sols et donc la lutte contre la désertification (Zeriahène, 1987).

La qualité des acides gras et la quantité importante des fibres pariétales, Notamment la cellulose et les hémicelluloses, caractérisant les feuilles de l'alfa sont à mettre en relation avec ses potentialités économiques dans la mesure où ces constituants peuvent être valorisés comme coproduits dans le domaine biotechnologique et médical (Harche, 1978 ; Mehdadi et al., 2006,2008).

En Algérie, la surface couverte par l'alfa était évaluée à quatre millions d'hectares (Boudy, 1950). Actuellement, du fait de leur difficulté à se régénérer (Hellal et al., 2004,2007), ces steppes régressent continuellement, ce qui se traduit par une déperdition continue du couvert végétal et par conséquent une faible diversité végétale (Latreche, 2004). Cette régression est due à l'allongement de la période sèche parfois jusqu'à neuf mois (Benabadj; Bouaza, 2000 ; Quézel, 2000), à la pression anthropique croissante, au surpâturage excessif (Aidoud amp; Touffet, 1996) et aux difficultés de régénération naturelle que connaît cette espèce, notamment par semis.

En effet, la dormance et le problème d'inhibition tégumentaire affectant les caryopses de cette poacée sont parmi les raisons qui font que, dans les conditions naturelles, leur germination est difficile voire absente (Harche, 1978 ; Mehdadi et al., 2004). De nombreuses études fragmentaires ( Harche, 1978, Bessam et al., 2010 ) ont été consacrés aux problèmes de germination des caryopses d'alfa vis-à-vis des divers facteurs du milieu notamment les facteurs abiotiques (Température, froids, stress hydrique et salin ...etc.).

L'objectif de ce travail est de réunir ces études pour dégager un récapitulatif sur les principaux résultats obtenus et établir une synthèse détaillée sur les facteurs du milieu déterminants qui interviennent dans les variations des aptitudes germinatives de cette espèce.

**Chapitre 1 :**  
**synthèse**  
**bibliographique sur**  
**la germination**

### **1) Définition :**

#### **1.1) la germination :**

La germination est définie comme la somme des événements qui conduisent la graine sèche à germer, elle commence par la prise d'eau et se termine par l'allongement de l'axe embryonnaire (HOPKINS, 2003).

La germination est une période transitoire au cours de laquelle la graine qu'était à l'état de vie latente, manifeste une reprise des phénomènes de multiplication et d'allongement cellulaire (DEYSSON, 1967).

En effet, la germination est une série de réactions métaboliques dans la graine imbibée et qui culminent à l'émergence de la plantule. La germination au sens strict du terme est caractérisée par le passage d'une semence de l'état de vie ralentie à un stade qui amène l'embryon au seuil d'une croissance active et certaine (BINET et BRUNEL, 1968).

### **2) Conditions de la germination :**

#### **2.1) Conditions internes :**

Avant la germination, la graine doit répondre à de nombreuses conditions internes qui sont :

- La maturité c'est-à-dire que toutes les parties qui la constituent soient complètement différenciées morphologiquement (Heller et al., 2000).
- La deuxième condition est la disponibilité de l'amidon, des protéines, des lipides et des nutriments pour l'embryon de la graine à travers ; activité des enzymes et des voies spécifiques (Miransari et Smith, 2009)
- La troisième condition est la longévité des semences, autrement dit, la durée pendant laquelle les semences restent vivantes et gardent leur pouvoir germinatif. Cette dernière condition varie considérablement en fonction des espèces (Heller et al., 2000).

La dormance des graines tout comme la germination sont des processus importants qui affectent le développement des plantes. Ces processus sont influencés par divers facteurs, y compris les hormones végétales. Les bactéries du sol, peuvent également affecter de manière significative la germination des graines (Miransari et Smith, 2014).

## **Chapitre 1 : Synthèse bibliographique sur la germination**

---

Quoique les mécanismes exacts de la dormance physiologique de l'embryon et des processus qui peuvent y mettre un terme aient fait l'objet de nombreuses études, leurs causes profondes sont encore mal connues (Krugman et col., 1974). Il semble cependant que les hormones promotrices de croissance, dont la gibbérelline est un exemple bien connu, et les hormones inhibitrices de croissance agissent conjointement sur le maintien ou l'interruption de la dormance.

Sous les climats tempérés, l'équilibre entre inhibiteurs et promoteurs de croissance est modifié par la combinaison ;une température basse et d'une forte humidité, maintenues sur une période de temps qui varie d'une essence à autre.

Cette combinaison se rencontre naturellement pendant hiver, la saison la moins propice à la croissance. Elle induit alors des changements biochimiques dans l'embryon, qui conduisent à la suspension de la dormance, au réveil du métabolisme et de la croissance embryonnaire et enfin à la germination.

### **2.2) Conditions externes :**

- L'eau est nécessaire pour l'hydratation des tissus et pour la croissance des organes (Gimeno, 2009). Elle pénètre par capillarité dans les enveloppes puis est remise en solution dans les réserves de la graine, pour être utilisée par l'embryon, et provoque le gonflement des cellules et leur division (Soltner, 2007 ; Meyer et al., 2004).

- La germination exige obligatoirement de l'oxygène (Soltner, 2007). D'après Meyer et al.,(2004), l'oxygène est contrôlé par les enveloppes qui constituent une barrière, mais en même temps une réserve.

- La lumière est considérée comme un facteur indirect de la germination. Les besoins en lumière pour cette dernière sont variables selon l'espèce (Vallée et al., 1999 ; Lafon et al.,1990).

- La température est fondamentale dans la germination. Elle agit sur la vitesse de consommation d'O<sub>2</sub> par l'embryon et sur les réactions d'oxydation des composés phénoliques (Mazlik, 1982). Bien que beaucoup de graines peuvent germer dans une gamme de température assez large, dans de nombreux cas, le minimum est de 0 à 5°C, le maximum de 45 à 48 °C et l'optimum de 25 à 30°C (Raven et al., 2003)

### **2.3) Inhibitions de germination :**

On appelle inhibition de germination tout phénomène qui s'oppose à la germination d'un embryon non dormant (CÔME, 1975) ; il existe deux types d'inhibition :

#### **A) Inhibitions tégumentaires :**

Une inhibition tégumentaire se caractérise par le fait que la germination devient possible après la suppression des enveloppes séminales. Très souvent, il n'est pas nécessaire d'enlever complètement les enveloppes, une scarification plus ou moins importante suffit. Toutes les inhibitions tégumentaires agissent au niveau de l'embryon, en le plaçant dans des conditions défavorables à sa germination (CÔME, 1975).

#### **B) Inhibitions chimiques :**

Des substances très diverses sont capables d'inhiber totalement ou de retarder la germination. Le rôle physiologique exact de ces substances sont mal connus et parfois très discutés. On a vraisemblablement exagéré leur importance dans les conditions naturelles (CÔME, 1975).

### **3) Les différentes phases de la germination :**

- La phase I, ou phase d'imbibition, assez brève selon les semences (de 6 à 12h), caractérisée par une forte hydratation des tissus, accompagnée d'une élévation de l'intensité respiratoire.

- La phase II, ou phase de germination stricto sensu. Au cours de cette phase il y'a une stabilisation de l'hydratation et de la respiration à un niveau élevé, Cette phase, est relativement brève aussi de 12 à 48 heures. Elle s'achève avec l'émergence de la radicule hors des téguments séminaux. Durant cette phase, la graine peut être réversiblement déshydratée et réhydratée sans dommage apparent pour sa viabilité.

- La phase III, est caractérisée par une reprise de l'absorption d'eau et une augmentation de la consommation d'oxygène, elle correspond à un processus de croissance de la radicule puis la tigelle.

## **Chapitre 1 : Synthèse bibliographique sur la germination**

---

### **4) Le processus de la germination :**

La germination est un processus complexe de sorte que tous les caractères morphologiques et physiologiques sont à considérer pour mieux comprendre son déroulement, L'induction de la germination n'est possible que si certaines conditions d'environnement sont réunies (chaleur, air, humidité) et si l'embryon n'est pas en état de dormance. Aussi, elle commence par l'imbibition des tissus de la graine caractérisée par une absorption d'eau du milieu extérieur. Cette absorption d'eau favorise l'hydrolyse et la dégradation des tissus de réserves contenant les carbohydrates , lipides, protéines en des formes simples assimilables (acide pyruvique, acides aminés, acides gras) qui seront transportées plus tard jusqu'aux points de croissance de l'embryon. A la suite de cette dégradation des colloïdes des tissus, la graine se gonfle et le tégument se rompt le plus souvent au niveau du micropyle favorisant ainsi l'émergence des points de croissance. L'intensité respiratoire et l'activité enzymatique augmentent en fonction de la teneur en eau de la graine. Ainsi, au niveau des mitochondries (sièges de la respiration cellulaire), sont oxydés les produits simples, mobiles et assimilables en gaz carbonique (Co<sub>2</sub>), en eau (H<sub>2</sub>O) et en énergie sous forme d'adénosine triphosphate (ATP) ce processus favorise les réactions nécessaires à la germination, aux mitoses et à l'élongation cellulaire (GUYOT, 1978).

Lorsque la semence germe, l'embryon augmente de volume, se dégage des enveloppes et vit d'abord en parasite sur les réserves accumulées dans la semence. L'embryon a bien germé lorsqu'il montre sa capacité à assurer le développement de ses parties (radicule et gemmule) hors des limites de la semence qui le contient. Tous ces organes croissent en nombre, en dimension et en poids (frais ou sec) de façon irréversible. La croissance est donc avant tout un changement quantitatif, on passe ainsi insensiblement d'un embryon hétérotrophe à une jeune plante autotrophe (BINET et BRUNEL, 1968).

### **5) Types de germination :**

Les plantules peuvent être regroupées en trois (3) types de germination, basés essentiellement sur la position prise par les cotylédons après la germination (RAKOUTH cité par SOME, 1991), Ce sont:

## Chapitre 1 : Synthèse bibliographique sur la germination

---

- La germination épigée ou phanérocotylaire
- La germination semi-hypogée
- La germination hypogée ou cryptocotylaire

Certains auteurs cependant, comme DE LA MENSBRUGE (1966) distinguent deux types fondamentaux qui sont les germinations épigée et hypogée, assimilant la germination semi-hypogée à une germination épigée.

### 6) Facteur de la germination :

L'ensemble des facteurs qui interviennent au moment de la germination mais aussi tout au long de la vie d'une semence, depuis sa création sur la plante mère jusqu'à sa reprise d'activité, exercent une influence sur le comportement de cette semence lorsqu'elle est mise à germer. Ainsi, la qualité germinative d'une semence est fonction de son génome mais aussi de multiples facteurs que Côme (1993) regroupe en quatre catégories: les facteurs avant la récolte, les facteurs de la récolte, les facteurs après la récolte et les facteurs de la germination (Côme1993).

L'espèce, la variété, la taille ou le poids des semences sont quelques-uns des **facteurs génétiques** qui peuvent avoir une influence sur la qualité germinative des semences. Par exemple, Chaussat et Chapon (1981) mettent en évidence une relation directe entre le poids de la graine et sa vitesse de germination pour différentes espèces du genre *Triticum*.

**6.1) Les facteurs avant récolte**, correspondent, entre autres au climat (température, pluie et lumière) ; à la position des semences sur la plante mère ; à l'âge de la plante mère.

**6.2) Les facteurs de la récolte**, c'est certainement le stade de maturité des semences au moment de leur récolte qui intervient principalement dans la germination ; la date de récolte est donc importante.

**6.3) Les facteurs après récolte**, tous les traitements auxquels les semences sont soumises après leur récolte peuvent avoir une incidence sur leurs propriétés germinatives (Côme, 1993).

## **Chapitre 1 : Synthèse bibliographique sur la germination**

---

Par exemple, le séchage, le nettoyage et le triage peuvent intervenir. Pour de nombreuses espèces (céréales, tournesol), il est clairement établi que la durée et les conditions de conservation des semences jouent un grand rôle (Baskin & Baskin 1998). L'âge des semences peut aussi modifier les conditions nécessaires à leur germination, notamment les conditions thermiques (Barton, 1936).

### **6.4) Les facteurs de la germination :**

C'est à dire ceux qui interviennent au moment de la germination, sont nombreux. Les plus couramment étudiés sont la température, l'oxygène et la lumière. En fait, c'est l'influence combinée de ces différents facteurs qui rend possible ou non la germination. Ainsi, la présence d'eau est obligatoire, mais pas suffisante car il faut aussi que la température soit convenable et que l'embryon soit correctement oxygéné. Les inhibiteurs de germination, le substrat (profondeur du semis et granulométrie) et les conditions des tests au laboratoire (pH du milieu, densité de semences) sont aussi des facteurs qui peuvent influencer la qualité germinative des semences

### **7) Différents obstacles de la germination :**

Ce sont tous les phénomènes qui empêchent la germination d'un embryon non dormant (ce qui donne naissance à la nouvelle plante et constitue la partie vivante ; la partie active de la semence) placé dans des conditions convenables (**MAZLIAK, 1982**). L'inaptitude à la germination de certaines graines peut être d'origine tégumentaire, embryonnaire ou due à des substances chimiques associées aux graines, ou dormance complexe (**BENSAID, 1985**). Des graines qui ne germent pas, quelles que soient les conditions de milieu, sont des graines dites « dormantes », et leur dormance peut concerner soit les téguments, on parle alors plutôt d'inhibitions tégumentaires, soit l'embryon, on parle alors de dormance au sens strict, soit les deux à la fois (**SOLTNER, 2001**).

#### **7.1) Dormance embryonnaire :**

Dans ce cas, les inaptitudes à la germination résident dans l'embryon et constituent les véritables dormances. L'embryon peut être dormant au moment de la récolte des semences on appelle « dormance primaire ». Dans d'autre cas, l'embryon est capable de germer mais il perd cette aptitude sous l'influence de divers facteurs défavorables à la germination on parle alors de « dormance secondaire » (**CHERFAOUI, 1987**).

### **7.2) Inhibitions tégumentaires :**

Les téguments des graines inhibent la germination avec des degrés divers, elles provoquent l'imperméabilité à l'eau et l'oxygène (**BINET et BO 1968**). La membrane dure et épaisse retarde l'absorption d'eau, par l'effet de leur cellules mortes ; et la présence d'une couche imperméable (mucilages), et par l'effet d'une couche à cellules jointive, qui elles provoquent la diminution de la porosité donc la diminution de la perméabilité (**CHAUSSAT et al, 1975**).

D'après **BEADLE(1952)**, les graines enfermées dans les valves fructifères ont donné un pourcentage de germination faible. Cependant avec les graines nues (sans enveloppes) l'imbibition en eau est rapide, et le pourcentage de germination est élevé (**CHERFAOUI, 1987**).

### **7.3) Inhibitions chimiques :**

Les inhibitions chimiques sont certainement plus rares dans les conditions naturelles, leurs nature exacte reste généralement inconnue, car elles n'ont pas souvent été isolées (**MAZLIAK, 1982**). La plante sécrète des substances chimiques qui s'opposent à la germination telle que : acide abscissique, acide caféique, ammoniac, éthylène...etc. (**DOMINIQUE, 2007**).

## **8) Techniques utilisées dans la levée des inhibiteurs de la germination :**

La levée de dormance se fait naturellement ou artificiellement.

**8.1) Naturellement** : par l'altération des enveloppes sous l'effet des alternances de sécheresse et d'humidité, de gel et de réchauffement (**DOMINIQUE, 2007**).

**8.2) Artificiellement** : par des différentes méthodes, on peut citer :

**a) Stratification** : ce traitement utilisé empiriquement depuis longtemps consiste à placer les semences au froid dans un milieu humide (terre, sable, tourbe) en période déterminée selon l'espèce (**JEAM et al, 1998**).

**b) Froid** : c'est une technique qui consiste à placer les semences au froid à des températures basses mais positives (**MAZLIAK, 1998**). La quantité de froid nécessaire pour obtenir un tel résultat, c'est-à-dire la température à appliquer et la durée du traitement dépend évidemment de l'espèce ou de la variété considéré (**MAZLIAK, 1998**).

C) **Lixiviation** : par le trempage ou le lavage à l'eau, pour éliminer les inhibiteurs hydrosolubles (JEAM et al, 1998).

D) **Traitements oxydants** : on a souvent préconisé l'emploi d'eau oxygénée pour améliorer la germination on pensant qu'elle fournit de l'oxygène à l'embryon (MAZLIAK, 1982).

E) **Scarification** : il suffit souvent de blesser plus ou moins profondément les enveloppes pour faciliter la germination. Peut-être effectuée par des différentes méthodes, par de façon **mécanique** (coupe, pique, décortication, battage des enveloppes...) ; (CHERFFAOUI, 1987), ou par voie **chimique** (immersion des semences dans l'acide sulfurique concentrée (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>), ou par lyophilisation dans l'azote liquide...) ; (JEAM et al, 1998).

**Chapitre 2 :**

**Présentation**

**de l'espèce (alfa) et**

**son milieu en Algérie.**

### **1. Le milieu steppique algérien :**

#### **1.1. Délimitation géographique :**

Le terme « steppe » évoque d'immenses étendues arides couvertes d'une végétation basse et clairsemée. Pour le phytogéographe, il s'agit de formations végétales basses et ouvertes, dominées par des espèces pérennes particulièrement des xérophytes en touffes, dépourvues d'arbres, où le sol nu apparaît dans des proportions variables (Le Houerou, 1969; Aidoud, 1998).

La Steppe algérienne constitue une vaste région limitée au Nord par l'isohyète 400 mm qui coïncide avec l'extension des cultures céréalières en sec et au Sud, par l'isohyète 100 mm qui représente la limite méridionale de l'extension de l'alfa (*Stipa tenacissima*) (Le Houerou et al., 1977; Djebaili, 1984), elle évoque toujours de grandes étendues, couvertes d'une végétation basse et clairsemée (Le Houerou, 1995). Formant un ruban de 1000 km de long sur 300 km de large, réduite à moins de 150 km à l'Est, d'une superficie estimée à environ 20 millions d'hectares (Djebaili, 1978 ; Pouget, 1980).

Elle se localise (fig. 01) entre deux chaînes de montagnes en l'occurrence, l'Atlas tellien au Nord et l'Atlas saharien au Sud, répartie administrativement à travers 08 wilayas steppiques et 11 wilayas agro-pastorales totalisant 354 communes (Nedjimi et Homida, 2006).



**Figure 01** : Localisation et délimitation de la région steppique algérienne (Nedjraoui, 2004)

### **1.2. Caractéristiques climatiques**

Les zones steppiques algériennes ont un climat méditerranéen caractérisé essentiellement par des faibles précipitations présentant une grande variabilité intermensuelle et interannuelle ; des régimes thermiques relativement homogènes mais très contrastés, de type continental (Le Houerou et al., 1977). Selon Djebaili (1984), nous pouvons distinguer deux périodes :

La première, pluvieuse, s'étale de Septembre à Mai avec un premier maximum en Octobre et un deuxième en Avril.

La seconde, sèche, coïncide avec la saison la plus chaude, Elle présente un premier maximum de sécheresse en Juillet. Le deuxième maximum de sécheresse se situe en Août.

Les étages bioclimatiques s'étalent du semi-aride inférieur frais au per aride supérieur frais, ce zonage bioclimatique est actuellement en cours de révision par les chercheurs qui se penchent sur l'impact des changements climatiques et celui du processus de désertification sur ces limites (Nedjraoui et Bedrani, 2008).

La pluviosité moyenne annuelle est en général faible (Le Houerou et al., 1977) D'après les données analysées par Seltzer (1946) les Hautes Plaines sud-oranaises, sud-algéroises et sud-constantinoises reçoivent entre 200 et 400 mm en moyenne par an. Cette pluviosité

## **Chapitre 2 : Présentation de l'espèce (alfa) et son milieu en Algérie**

---

s'abaisse sensiblement dans la région du Chott el Hodna dont la partie centrale reçoit moins de 200 mm, Elle diminue encore sur le piedmont Sud de l'Atlas saharien (environ 150 mm) décroissant rapidement dès que l'on s'éloigne de la flexure sud-Atlasique vers le Sud, Seuls les massifs montagneux reçoivent de, quantités d'eau plus importantes, de l'ordre de 400-500 mm dans l'Atlas saharien et pouvant atteindre plus de 600 mm dans les Monts du Hodna et les Aurès-Belezma.

La répartition saisonnière est marquée par la prédominance des pluies d'automne et de printemps avec un minimum pluviométrique assez net en février. Durant la période chaude, une certaine quantité d'eau, en fait assez faible, mais d'autant plus importante que l'on va vers l'Est, est apportée par les orages dont la fréquence est maximale durant cette saison (Le Houerou et al., 1977) . L'Algérie steppique connaît un régime thermique contrasté, de type continental.

L'amplitude thermique annuelle y est partout comprise entre 20 et 22° C, avec une distance sensiblement constante de la mer, le régime thermique de la région est aussi fortement influencé par l'altitude (Le Houerou et al., 1977)

Les régions comprises entre les deux Atlas et les Atlas eux-mêmes, connaissent Les températures hivernales les plus basses d'Algérie, du fait de leur altitude relativement élevée.

La moyenne des minima de mois le plus froid varie de - 2° C à + 6° C, et celle des maxima du mois le plus chaud est comprise entre les isothermes 34° C et 37° C. L'amplitude thermique moyenne (M-m) varie peu et reste sensiblement égale à 34,6°C (Le Houerou et al., 1977). Une autre caractéristique du climat steppique est le vent violent. En effet, celui d'hiver occasionne des dégâts ; celui d'été venant du Sahara (sirocco) est le plus catastrophique. C'est un vent chaud qui souffle de 20 à 30 jours par an et a des effets pervers sur la végétation (Nedjimi et Guit, 2012).

### **1.3. Caractéristiques édaphiques :**

Les sols steppiques sont squelettiques : pauvres et fragiles, prédominance des Sols minces, de couleurs grises à cause de la rareté de l'humus et de leur très faible profondeur (Pouget, 1980 ; Achour-Kadi Hanifi et Loisel, 1997), ils sont caractérisés par la présence d'accumulation calcaire, la faible teneur en matière organique et une forte sensibilité à l'érosion et à la dégradation (Djebaili et al. 1983 in Nedjraoui, 2004).

Servent de cadre pour la présentation des principaux types de sols :

- Les sols formés sur le substratum géologique.
- Les sols à accumulation calcaire des glacis et terrasses quaternaires.
- Les sols des formations alluviales récentes et actuelles.
- Les sols des dayas.
- Les sols des formations éoliennes.

De trois ensembles de sols dominés par des caractéristiques particulières qui déterminent des classes (ou sous-classes) spécifiques :

- Les sols gypseux.
- Les sols halomorphes.
- Les sols hydromorphes.

### **1.4. Typologie et végétation de la steppe algérienne :**

Un grands types de steppe sont distingués (Djebaili, 1984; Le Houérou, 1995; Aidoud, 1998; Nedjraoui, 2004 et Aidoud et al., 2006). Deux steppes dominées par des poacées (graminées) pérennes dont les principales sont :

**A)** Les steppes à alfa (*Stipa tenacissima*) pures ou mixtes avec d'autres plantes pérennes ou vivaces. Sans les épis et sans les plantes annuelles, qui y confère une valeur fourragère, les parcours à dominance d'Alfa sont considérés comme médiocres, car les feuilles de cette plante riches en cellulose ont une valeur énergétique faible.

**B)** Les steppes à sparte (*Lygeum spartum*) qui ne présente qu'un faible intérêt pastoral. La productivité relativement élevée, des espèces annuelles et petites vivaces confèrent à ces types de parcours une production pastorale importante.

### **2. Etat de connaissance sur l'espèce *Stipa tenacissima* :**

#### **2.1. Nomenclature et position systématique :**

L'espèce *Stipa tenacissima* L., le nom vulgaire est l'alfa un mot d'origine arabe (halfa). Elle appartient à la famille des Poacées, sous-famille des Pooideae, tribu des Stipeae (Trabut, 1889), composé de 400 à 600 espèces réparties en 21 genres ; anomalie dans le nombre d'espèces de *Stipa* est due aux problèmes taxonomiques existant dans ce genre (Vázquez, 1997).

D'après des données morphologiques et anatomiques, elle est différente des autres Stipeae (Vázquez et Barkworth, 2004), mais considéré comme leur sœur selon des travaux basés sur des données moléculaires (Romaschenko et al., 2010 et Jacobs et al., 2007).

L'espèce *Stipa tenacissima* L. est classée dans la systématique suivante, d'après (Maire, 1953; Quezel et Santa, 1962) :

- Embranchement : Spermaphytes
- Sous-embranchement : Angiospermes
- Classe : Monocotylédones
- Ordre : Glumiflorales
- Famille : Poaceae
- Sous famille : Pooideae (Agrostidées)
- Tribu : Stipeae (Stipées)
- Sous tribu : Stipinae
- Genre : *Stipa*
- Espèce : *Stipa tenacissima* L.

#### **2.2. Origine et répartition :**

L'alfa est endémique de la région Ouest de la méditerranée, appartenant à la sous-région écologico-floristique ibéro-maghrébine, qui fait partie intégrante de la région méditerranéosteppe s'étendent de la moyenne vallée de l'Ebre jusqu'à celle de l'Indus (Le Houerou, 1990 in Ghennou, 2004).

Elle se développe dans différents habitats en Algérie, Italie, Maroc, Portugal, Espagne, Baléares, Lybie et Tunisie (Djebaili, 1988; Le Houerou, 2001 et Vázquez et Barkworth, 2004).

En Algérie, les steppes dominées par l'alfa occupent de vastes espaces de la région steppique, elle est estimée à 2 million d'hectares, selon une dernière estimation du Haut-Commissariat de Développement des Steppes (HCDS, 2001).

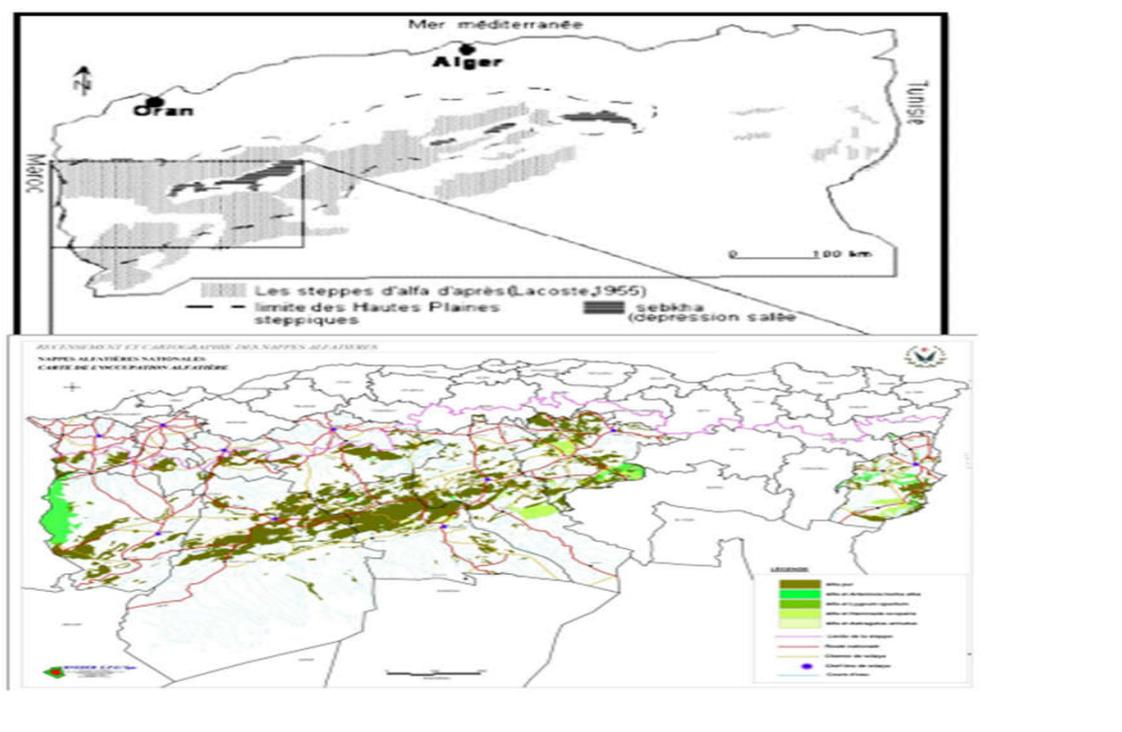
Elle comprend une grande partie des Hautes-Plateaux steppiques et une partie de l'Atlas Tellien au Nord et une partie de l'Atlas Saharien au Sud, limitées au Nord par l'isohyète 400 mm qui coïncide avec l'extension des cultures céréalières en sec et au Sud, par l'isohyète 100 mm qui représente la limite méridionale de l'extension de l'alfa (Le Houerou et al., 1977; Djebaili, 1984).

### **2.3. Ecologie de l'espèce :**

L'Alfa (*Stipa tenacissima* L.) supporte une pluviosité variée, elle pousse entre Les isohyètes 100 et 500 m (Le Houerou, 1969), mais installe de préférence dans les régions de pluviosité comprises entre 200 et 400 mm par an (Trabut, 1889; Boudy, 1952), elle peut vivre où cette tranche s'abaisse à 150mm (Boudy, 1952).

Les steppes à alfa dominant se rencontrent dans les zones là où les Précipitation annuelles varient entre 100 et 450 mm dans les bioclimats arides et semi-arides (Djebaili, 1984).

L'alfa résiste à  $-15\text{ }^{\circ}\text{C}$ , au-dessous de  $1\text{ à }3\text{ }^{\circ}\text{C}$ , la plante se met en état de vie latente, l'optimum de développement pour elle se situe entre  $19\text{ à }25\text{ }^{\circ}\text{C}$  de température moyenne annuelle (Benstiti, 1974 in Arour, 2001). Harche (1985) note que son activité photosynthétique optimale se déroule à des températures comprises entre  $15\text{ et }25\text{ }^{\circ}\text{C}$ ; Vis-à-vis de la température ;alfa présente une grande résistance en supportant des très fortes et brèves chaleurs ( $+40\text{ }^{\circ}\text{C}$ ) d'été, mais Lacoste (1955) in Slimani (2012), a montré qu'une moyenne estivale supérieure à  $25\text{ }^{\circ}\text{C}$  durant 4 mois serait néfaste pour le développement de la plante. Dans ces conditions l'alfa rentre dans la phase de dormance estivale.



**Figure 02** : Carte de répartition des steppes d'alfa en Algérie en 1950 (d'après Lacoste, 1955 in Slimani, 2012) et en 2000 (d'après HCDS, 2001)

### 2.4. Facteurs édaphiques :

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

L'alfa ne montre pas d'exigences édaphiques, mais elle fuit les sols lourds ou argileux où l'argile dépasse 12 à 15% des éléments, si le drainage est mal assuré (Marion, 1956 in Harche, 1978), les dépressions inondées (Trabut, 1889; Abdelkrim, 1984), et les sols salés (Abdelkrim, 1984). Elle se trouve dans les stations à sols généralement peu profonds (10-15cm) (Djebaili, 1978; Aidoud-Lounis, 1997).

Selon Kaabèche (1990), elle se développe sur des sols squelettiques secs à texture limono-sableuse. Un sol léger formé de silice, peu d'argile recouverte de pierrailles calcaires sur un substrat sableux, de pH compris entre 7 à 8,5 convient la plupart au développement de la plante (Trabut, 1889).

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

L'alfa se développe le plus souvent sur des sols à substrat calcaire en Maghreb, ou marnocalcaire en Espagne, bien drainés en général. Trois types d'alfa sont distingués selon le site occupé (Ozenda, 1982) :

L'alfa de glacis à très faible pente (2%) ; L'alfa ensablé dont la taille peut dépasser 1.50m lorsque l'ensablement est limité à la touffe ; Et l'alfa de montagne.

### **2.5. Biologie de l'espèce :**

#### **A) Morphologie:**

Quezel et Santa (1962) et Ozenda (1977) décrivent *Stipa tenacissima* comme suite:

C'est une plante herbacée, vivace, très robuste qui se présente sous l'aspect d'une touffe dense à grande taille, atteignant ou dépassant 1m, à peu près circulaire, d'abord compactes puis évidées au centre, dont le diamètre varie fortement selon l'âge de la touffe et les conditions climatiques et edaphiques.

Elle est composée de deux parties; une souterraine très importante pour la régénération, formée d'un rhizome à entre-nœuds très courts, portant des racines adventives, s'enfonçant profondément dans le sol, le rhizome est très ramifié et ses rejets se terminent par les jeunes pousses ; et une aérienne est constituée de rameaux portant des gaines imbriquées les unes dans les autres, surmontées de feuilles longues et coriaces, étroites et enroulées, junci-formes par temps sec, aiguës et piquantes, se laissant arracher. La face inférieure des limbes est unie et luisante, la face supérieure porte de fortes nervures. L'une et l'autre sont d'une cire isolante qui permet à la plante de résister à la sécheresse. Les feuilles âgées meurent et encombrant la souche en formant un feutrage gris, d'où émergent les jeunes feuilles de l'année.

Épillets indépendants, réunis en une inflorescence rameuse appelée panicule, lâche ou parfois plus contractée, notamment quand elle est jeune, très fournie, étroite, allongée, atteignant 35 cm. Glumes aussi longues que les glumelles avec une seule fleur fertile par épillet, Lemme membraneuse nettement bifide au sommet, pourvu d'un callus allongé et souvent velu, portant au sommet une arête de 6 cm, qui est coudée en son milieu, tordue en

## **Chapitre 2 : Présentation de l'espèce (alfa) et son milieu en Algérie**

---

spirale à sa base et généralement poilue au-dessous du coude, glabre et arquée en fouet au-dessus.

Le fruit est un caryopse avec des péricarpes adhérents, qui mesure 5 à 6 mm de longueur, linéaire, allongé avec un hile formant le sillon longitudinal. Sa partie supérieure est brune et porte souvent les stigmates desséchés (Bensettiti, 1974 in Arour, 2001).

### **B) Phénologie :**

L'espèce *Stipa tenacissima* L. présente deux périodes de vie ralentie : hivernale et estivale (Lacoste, 1955 in Slimani, 2012) : Le repos hivernal dû au froid qui diminue l'assimilation dès que la température descend au-dessous de 3°C à 5°C qui dure généralement 3 à 4 mois, alors que le repos estivale est dû à la sécheresse qui débute généralement en juillet et se prolonge jusqu'aux premières pluies d'automne.

La période de floraison s'étend chaque année de février à juin suivant les localités et les conditions climatiques, elle est conditionnée surtout par la quantité de pluies (Djebaili, 1978).

En générale, une jeune touffe d'alfa ne fleurit pas abondamment, alors que les touffes plus âgées et mal venantes fleurissent abondamment. La Floraison a lieu entre mi-mars et mai.

L'espèce *Stipa tenacissima* L. peut se reproduire selon trois façons différentes, par semis, par bourgeons dormants, ou par extension et fragmentation des souches. Mais elle se propage principalement par le mode végétatif avec une quasi-absence de reproduction sexuée (Cosson, 1879 ; Bourahla et Guittoneau, 1978). La croissance végétative se fait par circination dans laquelle la touffe se vide au centre. La couronne formée (1 à 2 m de diamètre) éclate et les fragments qui en résultent évoluent vers de nouvelles touffes. Les fruits mûrissent (caryopses) durant la seconde quinzaine du mois de juin. Durant l'automne, l'alfa rentre en végétation plus active et les jeunes feuilles se développent.



**Figure 03** : L'espèce *Stipa tenacissima*,

a: panicules, b: touffe, c: herbier (Vázquez Borrego et al., 2008)

### 3) **Importance et usages :**

L'alfa et les steppes où elle domine ont une grande importance écologique et socioéconomique :

Elles hébergent une diversité floristique et faunistique importante (Le Houerou, 1995; Khelil, 1995; Benchrik et Lakhdari, 2002 et Kadi-Hanifi, 1998).

Elles jouent un rôle primordiale dans la lutte contre la désertification et la protection du sol (Trabut, 1889; Le Houerou, 1969; Cerdà, 1997 et Jeddi et Chaieb, 2014), grâce au système racinaire très développés de l'alfa qui permet un ancrage solide du végétal et une meilleure fixation du sol, et sa capacité de rétention d'eau favorisée par la présence en grande quantité de litière sur pied constituant la nécromasse (Domingo et al., 1998 in Slimani, 2012).

L'effet facilitateur de *Stipa tenacissima* L. sur plusieurs espèces par l'amélioration microclimatique et l'ampleur de cet effet augmente avec la dureté des conditions environnementales (Maestre et al., 2003; Alados et al., 2006). Comme elle peut équilibrer les effets négatifs de la compétition souterraine (Maestre et al., 2003 ; Saiz et al., 2011).

## **Chapitre 2 : Présentation de l'espèce (alfa) et son milieu en Algérie**

---

L'espèce fournit la matière première pour l'industrie papetière et plusieurs d'autres produits (Harche, 1978; Akchiche et Messaoud, 2007; Dallel, 2012), leurs feuilles présentent une quantité importante d'éléments fibreux riche en cellulose qui après blanchiment sera excellente pour l'industrie papetière (Mehdadi et al., 2008; Belkhir et al., 2013).

Elle occupe un rôle important dans le bilan des ressources fourragères notamment en période de disette, malgré qu'elle présente une faible valeur fourragère de 0,3 à 0,5 UF/KgMS, cependant, les inflorescences sont très appréciées et recherchées par le bétail (0,7 UF/Kg MS) (Harche, 1978). La productivité pastorale moyenne de ce type de steppe varie de 60 à 150 UF/ha selon le recouvrement et le cortège floristique (Aidoud et Nedjraoui, 1992). Comme elle améliore la qualité pastorale des parcours, en créant un abri pour les plants annuels dont les graines peuvent germer à son ombre (Bourahla et Guittoneau, 1978).

L'alfa pourrait servir à la fabrication des composés utilisés dans les industries alimentaires et pharmaceutiques telles que de xylose, l'équivalent du saccharose (Tadjeddine, 1986 in Boussaid, 2013). Par ailleurs, la feuille d'alfa contient des lipides totaux et des acides gras insaturés, notamment l'acide oléique et l'acide linoléique, pouvant être valorisés dans le domaine diététique (Mehdadi et al., 2006).

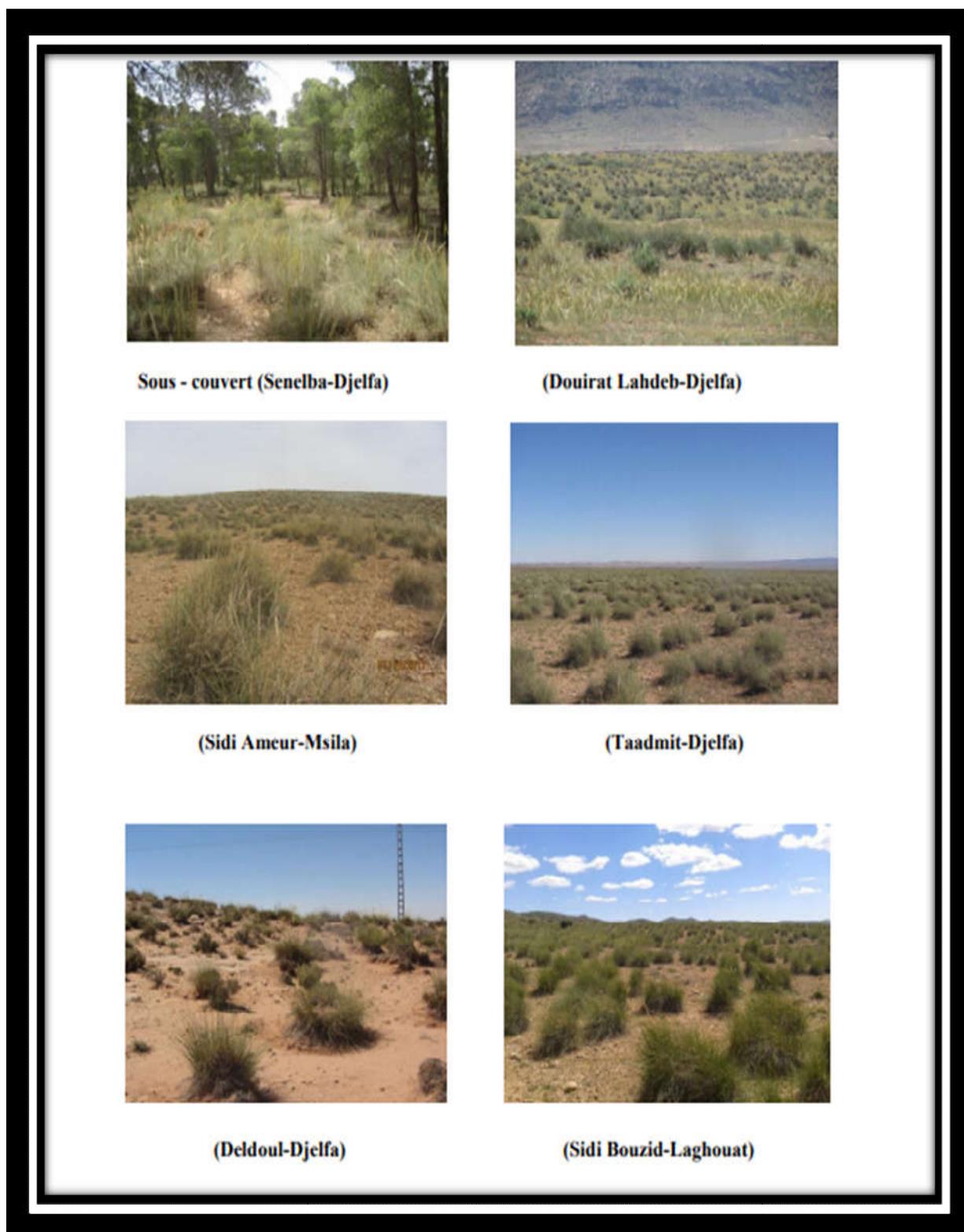
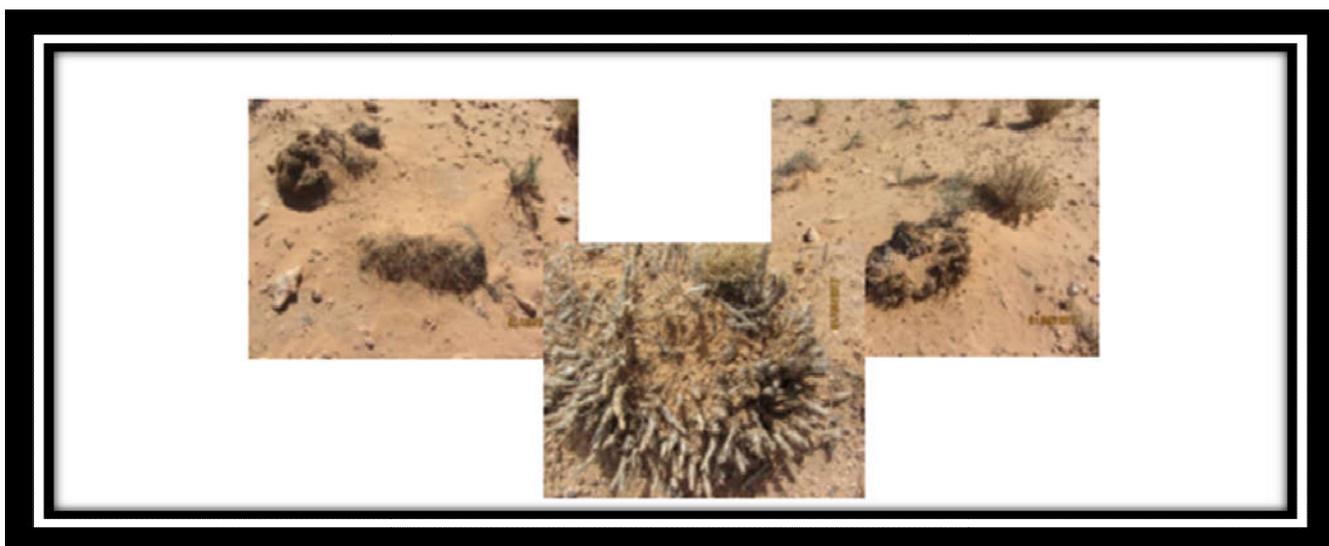


Figure 04 : Steppe à *Stipa tenacissima* sous différentes conditions climatiques et édaphiques.



**Figure 05 :** Traces des touffes de *Stipa tenacissima* (Messaad-Djelfa)



**(Amoura-Djelfa)**

**( Birine-Djelfa)**



**(Ain El Maleh-Msila)**

**(Ain Ouserhar-Djelfa)**

**Figures 06:** Steppes à *Stipa tenacissima* dégradés.

# **Chapitre 3 :**

## **Matériel et méthodes**

## **Chapitre 3 : Matériel et Méthodes**

---

Ce chapitre est consacré aux différents protocoles expérimentaux adoptés dans divers travaux effectués à travers les pays du bassin méditerranéen (Algérie, Maroc, Tunisie, Espagne) afin d'étudier les aptitudes germinatives des caryopses d'alfa sous l'effet de nombreux facteurs abiotiques (Froid, Lumière, Température, Stress hydrique, stress salin...etc).

### **I- Matériel :**

#### **I.1- Matériel utilisé :**

- Autoclave.
- Incubateur.
- Boite de Pétri.
- Flacon, spatule, pince, scalpel, papier filtre (stérile).
- Bec benzène.

#### **I.2- Produits utilisés :**

- Hypochlorite de Sodium (Eau de Javel)
- Solution NaCl
- Polyéthylène glycol (PEG-6000)
- Eau distillée

#### **I.3- Matériel végétal et provenance :**

- Le fruit de l'alfa (Photo 01) est un caryopse (Poaceae) qui adhère fortement à ses téguments séminaux, durs et coriaces ; Il est entouré par les glumelles (la lemma et le paléole) auxquels, cependant, il n'adhère pas (Harche, 1978).

- Les graines sont récoltées dans différentes régions du bassin méditerranéen : Algérie, Tunisie, Maroc et Espagne (Tableau 01).

### Chapitre 3 : Matériel et Méthodes

**Tableau01** : Provenance et année de récolte des caryopses d'alfa.

Etudes	Année de récolte	Région	Pays
Harche (1978)	1976	Khalfallah	Algérie
Bessam et al., (2010)	1998 et 2004	Ras El Ma	
Moulessehoul et Mehdadi (2015)	--	Beni saf	
		Ras El Ma	
Mokhtari et Djeghaibel (2016)	2012	Redjeme l'aâgabe	
Krichen et al. (2014)	2012	Hassi El Frid	Tunis
		Majel Bel Abbes	
		El Gonna	
		Zelfane	
		Sbeitia	
Krichen et al. (2017)	2014	El Gonna	Maroc
Maatougui et Homrani (2020)	2015	Ain Beni Mathar	
Gasque et Garcia-Foyos (2003)	1996_1997	Rambla Honda	Espagne
		Finestrat	
		Hellín	
		Porta-Coeli	



(A) Epi de *Stipa tenacissima*.



(B) Caryopses de *Stipa tenacissima*.

**Figures 07:** Le fruit de *Stipa tenacissima*.

## II- Méthodes :

## Chapitre 3 : Matériel et Méthodes

### II .1- Préparations des graines :

Parmi les caryopses récoltés, ont été sélectionnés les caryopses matures et non déformés. Ces caryopses ont été désinfectés par l'hypochlorite de sodium (5%) et rincés trois fois avec l'eau distillée.

### II .2- Conditions de germination :

La germination des caryopses a été réalisée dans des boîtes de Pétri sur du papier Whatman imbibé d'eau distillée ou sous serre vitrée. L'incubation a lieu dans une étuve réglée à une température optimale. Le nombre de graines, de répétitions et de jours de suivi de la germination des caryopses de *Stipa tenacissima* sont indiqués dans le Tableau (02).

**Tableau 02 :** Nombre de graines, répétitions et jours de germination dans chaque étude.

Etudes	Nombre de répétitions et de graines	Nombre de jours de l'expérimentation	Température d'incubation
Harche (1978)	2 x 40 graines/boite	--	15 °C à l'étuve
Bessam et al., (2010)	3 x 50 graines/boite	--	20°C
Moulessehoul et Mehdadi (2015)	3 x 25 graines/boite	30	de 5 à 30°C à l'étuve
Krichen et al. (2014)	4 x 50 graines/boite	30	20°C à l'étuve
Krichen et al. (2017)	4 x 50 graines/boite	30	20°C à l'étuve
Maatougui et Homrani (2020)	plaques alvéolées  (5graines/ alvéole)	30	10 à 25°C (Hiver)  30 à 40°C (Printemps)  Sous serre vitrée
Gasque et Garcia-Foyos (2003)	4 x 50 graines/boite	28	21°C à l'étuve
Mokhtari et Djeghaibel (2016)	3x 40 graines/boite	30	20°C

### III- Tests et facteurs abiotiques étudiés :

## **Chapitre 3 : Matériel et Méthodes**

---

### **III .1- Test de longévité :**

L'objectif de ce test est d'étudier l'influence du temps de stockage sur la germination des caryopses d'alfa. Pour cela, les caryopses récoltés à la même date (1996 en Finestrat Espagne) ont été mise à germer après différentes périodes de stockage : 8, 11, 20, 24 et 28 mois de la datte de récolte (Gasque et Garcia-Fayos, 2003).

### **III .2- Test de dormance :**

Le but de ce test est de distinguer entre la dormance et les conditions environnementales nécessaires à la germination des caryopses d'alfa. A cet effet, la germination des caryopses d'alfa a été suivie au laboratoire (conditions contrôlées) et en milieu naturel (conditions non contrôlées). Au laboratoire, des caryopses d'alfa ont été mis à germer après 2 et 4 mois de la date de leur récolte. En milieu naturel, les caryopses d'alfa ont été semi dans des pots et placer dans un jardin. Ces pots ont été arrosés tous les 2-3 jours ( Gasque et Garcia-Fayos, 2003 ).

### **III .3- Effet du trempage à l'eau distillée :**

Les caryopses d'alfa ont été mis à germer après avoir subi un trempage dans l'eau distillée pendant 24h ; tandis que d'autres caryopses (témoins) ont été mis à germer directement en conditions expérimentales (Harche, 1978 ; Bessam et al., 2010).

### **III .4- Effet de la lumière naturelle :**

Pour la mise en évidence de l'effet de la lumière sur la germination des caryopses d'alfa, des caryopses ont été mis à germer à l'obscurité pendant 24h, d'autres à une alternance obscurité/lumière (12h/12h) et d'autres à la lumière pendant 24h, (Harche, 1978 ; Bessam et al., 2010 ; Krichen et al., 2017).

### **III .5- Effet du prétraitement au froid :**

Pour l'étude de cet effet, l'expérimentation consiste que les caryopses d'alfa mis à germer soient traités préalablement au froid pendant une certaine durée. Les températures et les durées du prétraitement au froid adopté par les auteurs dans les études que nous avons consulté dans cette synthèse sont indiquées dans le tableau 03.

**Tableau 03 :** Température et durée du prétraitement au froid des caryopses d'alfa.

### **Chapitre 3 : Matériel et Méthodes**

Etudes	Température	Durée
Bessam et al., (2010)	5°C	24, 48 et 72 heures
Krichen et al., (2017)	4°C	2, 6, et 12 jours
Maatougui et Homrani (2020)	5°C	7, 15 et 30 jours

#### **III .6- Effet de la scarification manuelle (lemma et paléa) :**

L'étude de cet effet est réalisée par la comparaison de la germination des caryopses témoins (non scarifiés) et d'autres scarifiés mécaniquement en ôtant, à l'aide d'une pince, les téguments séminaux les enveloppant (Harche, 1978 ; Gasque et Garcia-Fayos, 2003 et Bessam et al., 2010).

#### **III .7- Effet de la température :**

Le dispositif expérimental permettant d'étude l'influence de ce facteur consiste à suivre l'évolution de la germination des caryopses d'alfa incubés à différentes températures.

En général, les températures utilisées dans la littérature sont respectivement : 5 ; 10 ; 15 ; 20 ; 25 ; 30 ; 35 et 40°C (Harche, 1978 ; Kriche et al., 2014 ; Mouleshoul et Mehdadi, 2015 et Krichen et al., 2017).

#### **III .8- Effet du stress hydrique :**

Cet effet est décelé en poursuivant la réponse germinative des caryopses d'alfa en conditions de stress hydrique similaires à celles subies par la plantes aux sols des milieux aides.

Au laboratoire, la simulation des conditions de stress hydrique est réalisée par une solution d'arrosage (PEG-6000) des caryopses mis à germer avec différents potentiels hydriques.

Les valeurs de potentiel hydrique utilisées par Krichen et al. (2014) et Krichen et al., (2017) sont : 0 ; -0,2 MPa ; -0,5 MPa ; -0,8 MPa et -1,6 MPa.

#### III .9- Effet du stress salin :

Le test de l'effet du stress salin sur la germination des caryopses d'alfa est déterminé en utilisant une solution d'arrosage de différentes concentrations de NaCl. Les concentrations mentionnées dans le protocole expérimental de Mokhtari et Djeghaibel (2016) sont : 0g/l ; 5g/l ; 10g/l ; 15g/l et 20g/l.

#### IV- Paramètres mesurés :

La germination des graines est relevée quotidiennement pour chaque boîte durant les jours du test. Les paramètres retenus à la fin du test sont le taux de germination et la cinétique de germination.

#### IV .1- Taux de germination :

Le taux de germination selon COME (1970) correspond au pourcentage maximal de graines germées par rapport au total des graines semées. En effet, le taux de germination est calculé par la formule suivante :

$$\text{Taux de germination} = \frac{\text{Nombre des graines germées}}{\text{Nombre total mis en germination}} \times 100$$

#### IV .2- Cinétique de germination :

La cinétique de la germination correspond aux variations dans le temps du taux de germination des graines des espèces traitées par des traitements physiques et chimiques.

$$\text{Taux quotidien de germination} = \frac{\text{Nombre des graines germées quotidiennement}}{\text{Nombre total mis en germination}} \times 100$$

# **Chapitre 4 :**

# **Resultats et**

# **discussion**

## Chapitre 4 : Resultats et discussion

Dans ce chapitre nous présenterons les résultats de nombreuses études sur les aptitudes germinatives des caryopses d'alfa en fonction de leur longévité, leur période de semis et leur provenance. Ensuite, nous présenterons les variations de ces aptitudes germinatives sous l'effet de divers facteurs abiotiques.

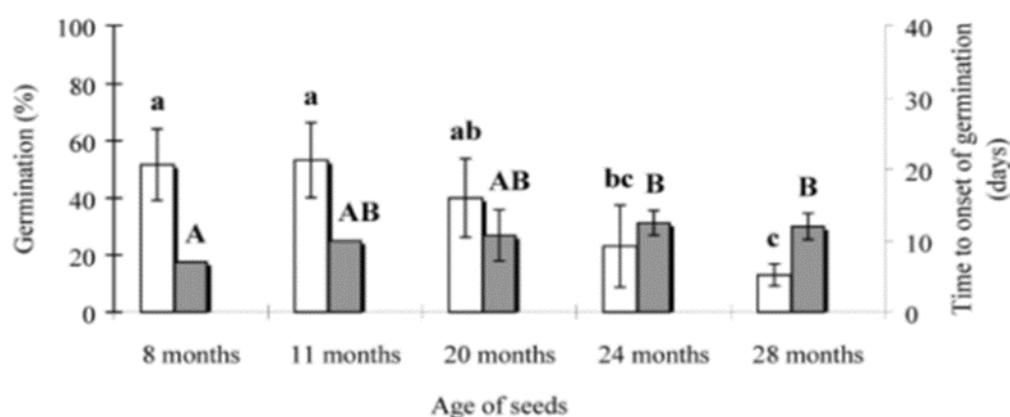
### I. Résultats :

#### 1- Test de longévité :

La figure (08) illustre les variations de la germination des caryopses d'alfa après différentes dates de leur première récolte (âges différents). Cette figure montre que le taux de germination diminue très significativement avec l'âge des caryopses.

Ce taux est de 50% pour des caryopses âgés de 8 et 11 mois. Il se décroît à 40% pour des caryopses âgés de 20 mois et diminue à 20% et 15% pour des caryopses âgés de 24 et 28 moins respectivement.

De même, on constate une variation significative du temps de latence qui augmente de 8 jours pour des caryopses de 8 mois à 10 jours pour des caryopses de 11mois, à 11jours pourdes caryopses de 20 mois et 12 jours pour des caryopses de 24 et 28 mois (Gasque et Garcia-Fayos, 2003).



Source : Gasque et Garcia-Fayos (2003).

Figure 08 : Taux de germination et temps de latence en fonction de l'âge des caryopses d'alfa.

## **Chapitre 4 : Resultats et discussion**

---

### **2- Test de dormance :**

Selon Gasque et Garcia-Fayos (2003), la germination des caryopses d'alfa sous conditions naturelles montre une différence significative ( $p < 0,0001$ ) du taux de germination des caryopses semis immédiatement après la récolte, après 2 mois et après 4 mois.

Ce taux est de 2% et 2,5% respectivement pour les caryopses récemment récoltés et ceux semis après 2 mois de la récolte. Il atteint 32,8% pour les caryopses semis après 4 mois de la récolte. Sous conditions contrôlées, les variations du taux de germination ne sont pas significatives ( $p = 0,346$ ).

Ce taux est de l'ordre de 60% et 55% respectivement pour les caryopses semis après 2 et 4 mois de la récolte. D'autre part, le temps de latence est non significative dans les conditions naturelles ( $p = 0,158$ ) et contrôlées ( $p = 0,097$ ) ; Dans ce dernier cas, on observe un temps de latence de 6,8 et 7,5 jours pour les caryopses semis après 2 et 4 mois de la récolte.

### **3- Effet du trempage à l'eau distillée :**

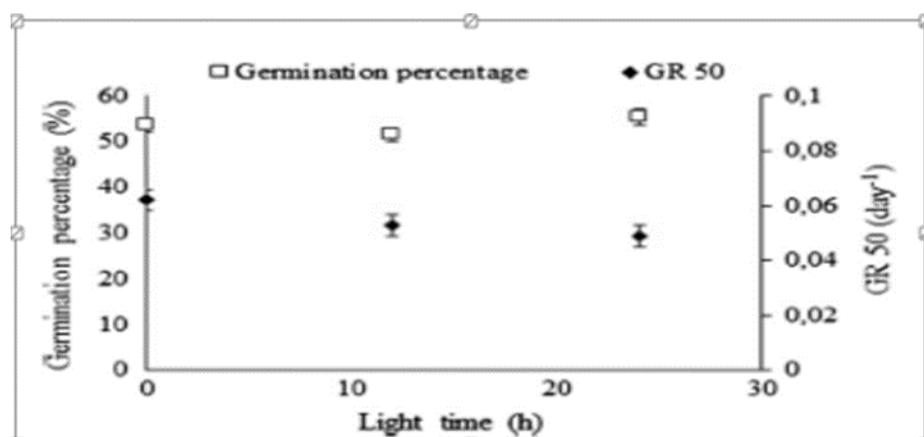
Les travaux de Harche (1978) montrent qu'un pré-trempage de 24h n'a pas d'effet sur le taux de germination des caryopses d'alfa débarrassés de leurs enveloppes séminales (lemma et palea).

De même, des travaux similaires de Bessam et al. (2010) indiquent un taux de 65, 33% pour des caryopses témoins, contre 69,33% et 72% pour des caryopses trempés 24h et âgés de 3 ans et 9 ans respectivement. Le test de Student montre que cette différence n'est significative ( $p > 0,05$ ).

### **4- Effet de la lumière naturelle :**

Les résultats de Harche (1978) et Bessam et al. (2010) indiquent que la lumière naturelle n'a pas d'effet direct sur la germination des caryopses d'alfa. Krichen et al. (2017) rapportent aussi que la lumière n'a pas d'effet significatif ( $p > 0,005$ ) sur la germination des caryopses d'alfa.

Les taux de germination obtenus (fig. 09) sont de l'ordre de 53,5% à l'obscurité continue, 51,5% en alternance lumière/obscurité (12h/12h) et 55,5% à la lumière continue.



*Krichen et al. (2017)*

**Figure 09:** Taux de germination final et médiane des caryopses d'alfa en fonction de la lumière.

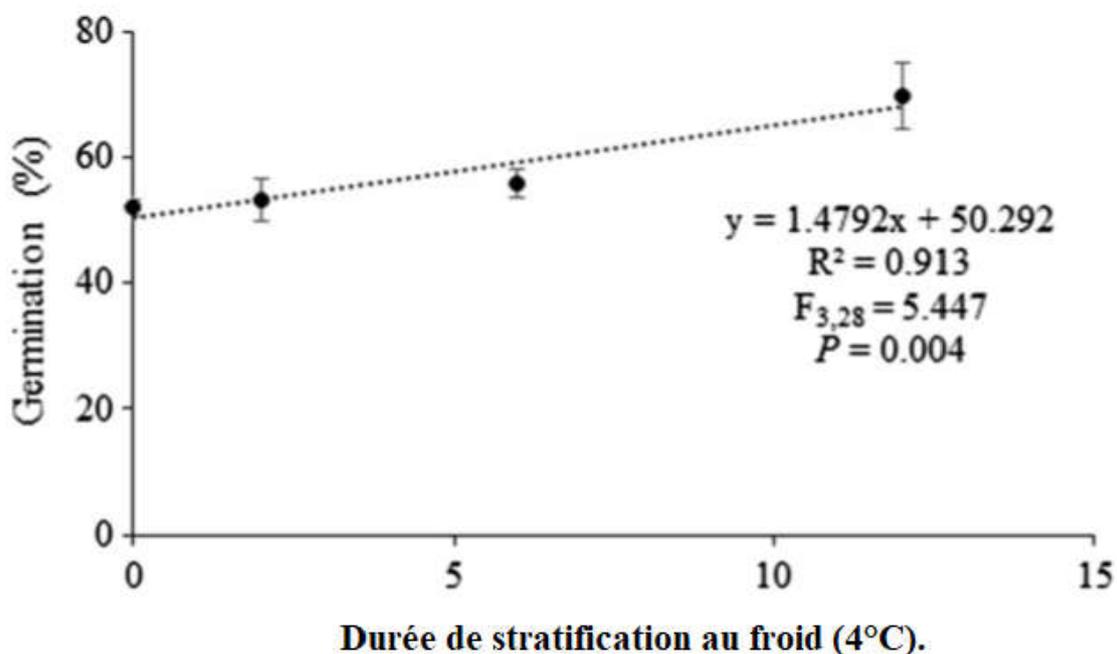
### **5-Effet du prétraitement au froid :**

D'après les travaux de Bessam et al. (2010), le prétraitement au froid a un effet positif sur le taux de germination des caryopses d'alfa.

Il augmente significativement ( $p < 0,05$ ) de 65,33% pour le témoin à 80%, 78,66% et 76% pour des caryopses âgés de 3 ans et traités au froid pendant 24h, 48h et 72h respectivement. Pour des caryopses âgés de 9 ans, le taux de germination est de 69,33% pour le témoin et de 81,33%, 80% et 77,33% pour les trois durées de traitement respectivement.

Le constat est le même pour Krichen et al., (2017) qui obtiennent des taux de germination significativement supérieur ( $p = 0,004$ ) après un traitement au froid des caryopses (fig.10).

Les taux de germination enregistrés sont : 50% pour le témoin, 55% pour une durée de 2 jours au froid et 72% pour une durée de 12 jours.



Source : Krichen et al., (2017).

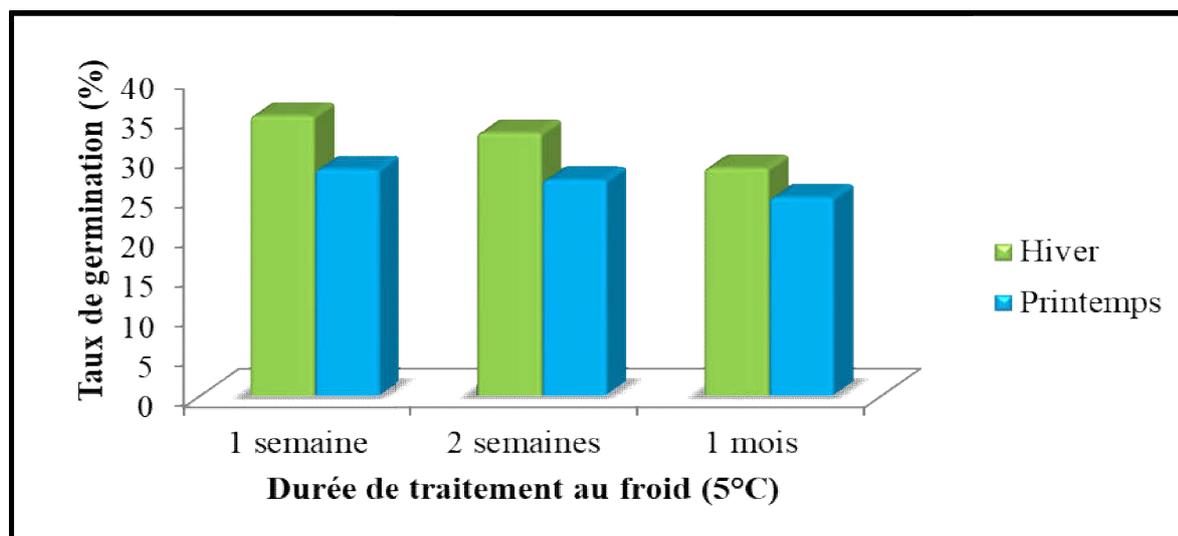
**Figure 10** : Taux de germination des caryopses d'alfa en fonction de la durée de stratification au froid (4°C).

Toutefois, les travaux de Maatougui et Homrani (2020) révèlent un effet négatif de froid sur la germination des caryopses (fig. 11).

Les taux enregistrés par ces auteurs en période hivernale sont de l'ordre de 39,66% pour le témoin, 35,21% pour un prétraitement au froid d'une semaine, 33% pour deux semaines et 28,59% pour 1 mois.

En période printanière, ces taux sont de l'ordre de 35,6% pour le témoin, 28,5% pour un prétraitement au froid d'une semaine, 27,1% pour deux semaines et 24,6% pour 1 mois.

Le temps de latence est de 3 à 4 jours pour le témoin, Il s'étale à 9 jours pour les caryopses traités au froid (Bessam et al., 2010), et le maximum du taux de germination n'est obtenu qu'au 20ème jour en période hivernale et au 22 ème jour en période printanière.



Source : Maatougui et Hamrani (2020).

Figure 11 : Taux de germination des caryopses d'alfa en fonction de la durée de stratification au froid (5°C).

### 6- Effet de la scarification manuelle (lemma et paléa) :

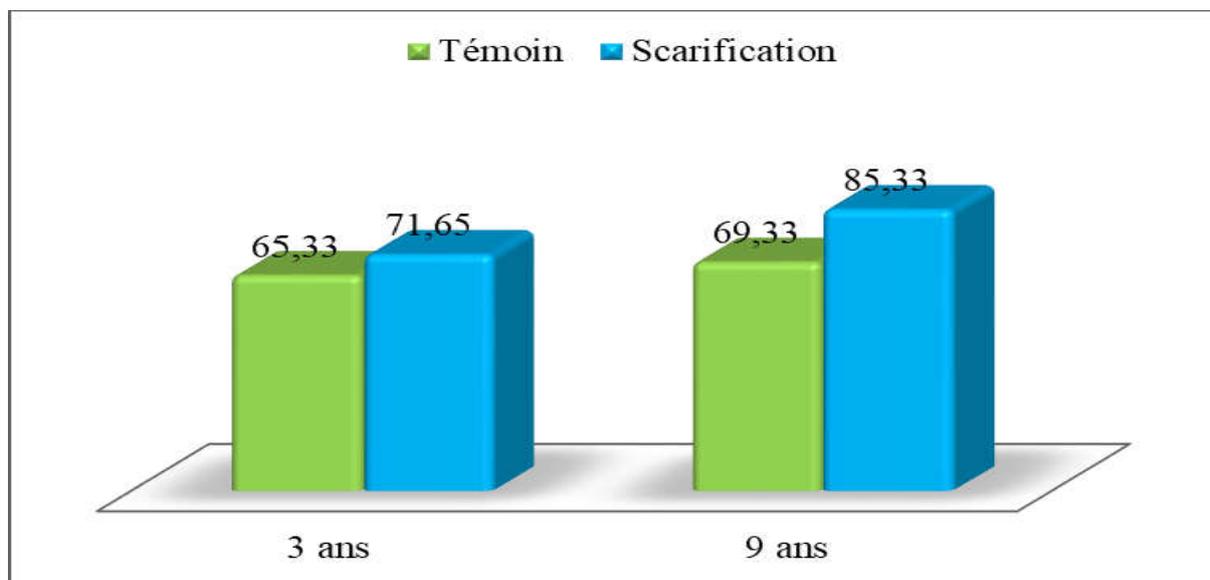
L'étude de la scarification manuelle sur la germination des caryopses d'alfa révèle un effet positif de ce traitement (fig. 12).

Le taux de germination passe de 65,33% (témoin) à 71,36% pour des caryopses âgés de 3 ans et scarifiés, Il augmente de 69,33% (témoin) à 85,33% pour des caryopses âgés de 9ans et scarifiés (Bessam et al., 2010).

L'étude de l'effet la scarification manuelle sur la germination de caryopses de populations différentes en Espagne (Rambla Honda, Finestrat, Hellín, and Porta-Coeli) montre une augmentation significative ( $p=0,003$ ) de leur taux de germination.

Il varie entre 20% et 60% pour le témoin (non scarifiés) et il atteint entre 89,9 et 97,5% pour les caryopses scarifiés.

Le temps de latence de ces derniers est réduit à 4 jours par rapport au témoin qui enregistre un temps de latence de 6,8 à 9 jours selon les populations (Gasque et GarciaFoyos, 2003).



Source : Bessam et al., (2010).

**Figure 12** : Taux de germination des caryopses d'alfa scarifiés.

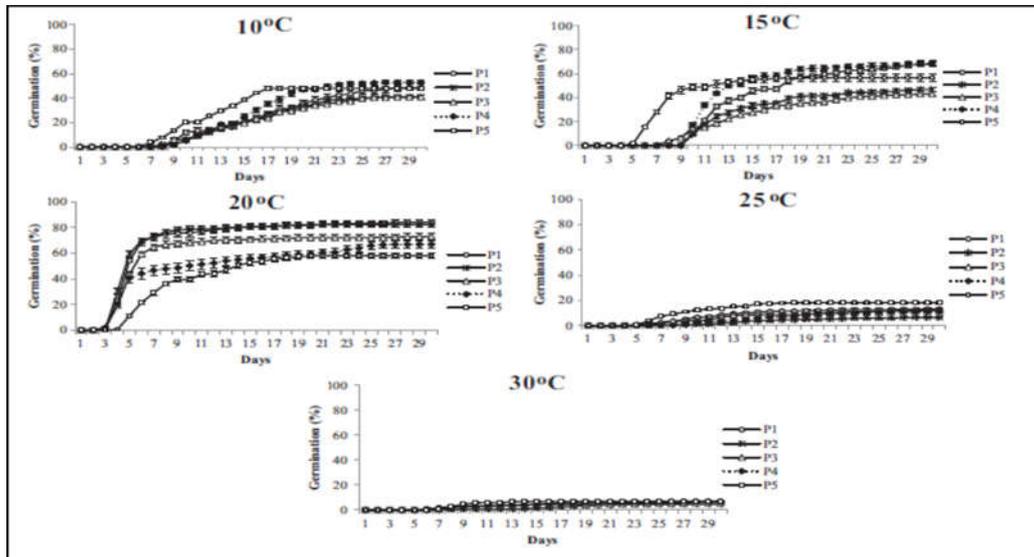
### **7-Effet de la température :**

Les résultats de nombreuses études (Harche, 1978 ; Krichen et al., 2014 ; Moulessehouli et Mehdadi, 2015 ; Krichen et al., 2017) montrent que le taux de germination varie en fonction de la température d'incubation. Selon Krichen et al. (2014), le taux de germination est maximal (80%) sous une température comprise entre 15 et 20°C (fig. 13), Pour Moulessehouli et Mehdadi (2015), cet optimum est enregistré entre 20 et 25°C.

Le taux de germination diminue significativement ( $p < 0,05$ ) avec des températures de germination supérieures à 35°C où il est au-dessous de 10% et ne dépasse pas 50 % à des températures inférieures à 10°C, Le temps de latence est d'environ 3 jours pour une température de germination de 20°C.

À des températures différentes de 20°C, le temps de latence est plus long notamment les basses températures (5°C) où ce temps s'étalent sur 16 jours (Moulessehouli et Mehdadi, 2015).

## Chapitre 4 : Resultats et discussion

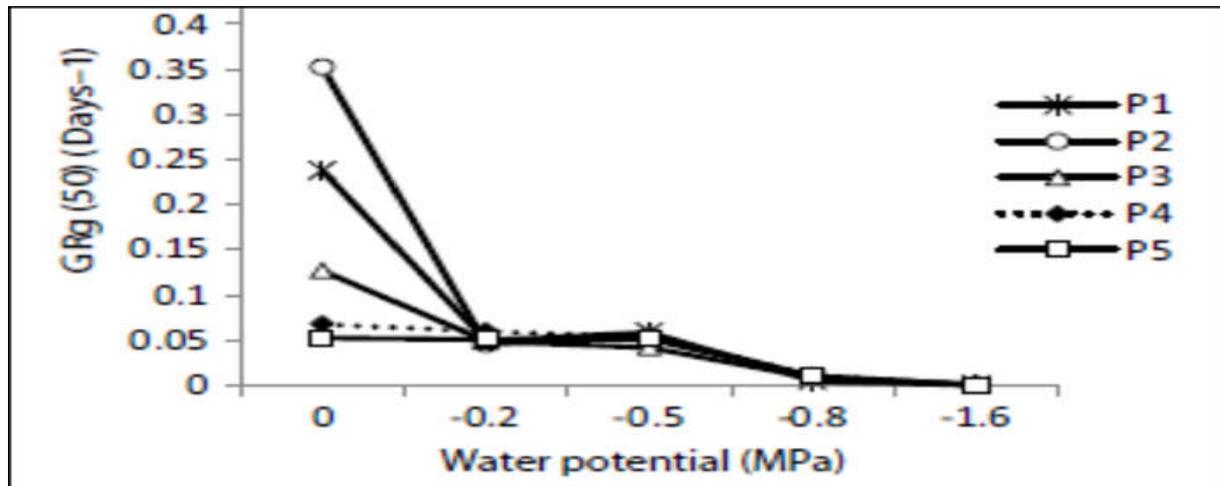


Source : Krichen et al., (2014).

**Figure 13** : Cinétique de germination des caryopses d'alfa de cinq populations différentes en Tunisie en fonction de la température d'incubation. (P1 : Hassi El Frid ; P2 : Majel Bel Abbes ; P3 : Sbeitia ; P4 : Zelfane ; P5 : El Gonna)

### 8- Effet du stress hydrique :

Les résultats de Krichen et al. (2014), révèlent une diminution non significative du taux de germination des caryopses d'alfa de cinq populations en Tunisie (Hassi El Frid, Majel Bel Abbes, Sbeitia, Zelfane et El Gonna) pour des concentrations en PEG de - 0,2 et - 0,5 MPa. Ce taux de germination s'abaisse significativement ( $p < 0,05$ ) à une concentration en PEG de - 0,8 MPa. Au-dessous de cette dernière valeur, la germination des caryopses d'alfa est totalement inhibée (fig. 14).



Source : Krichen et al. (2014)

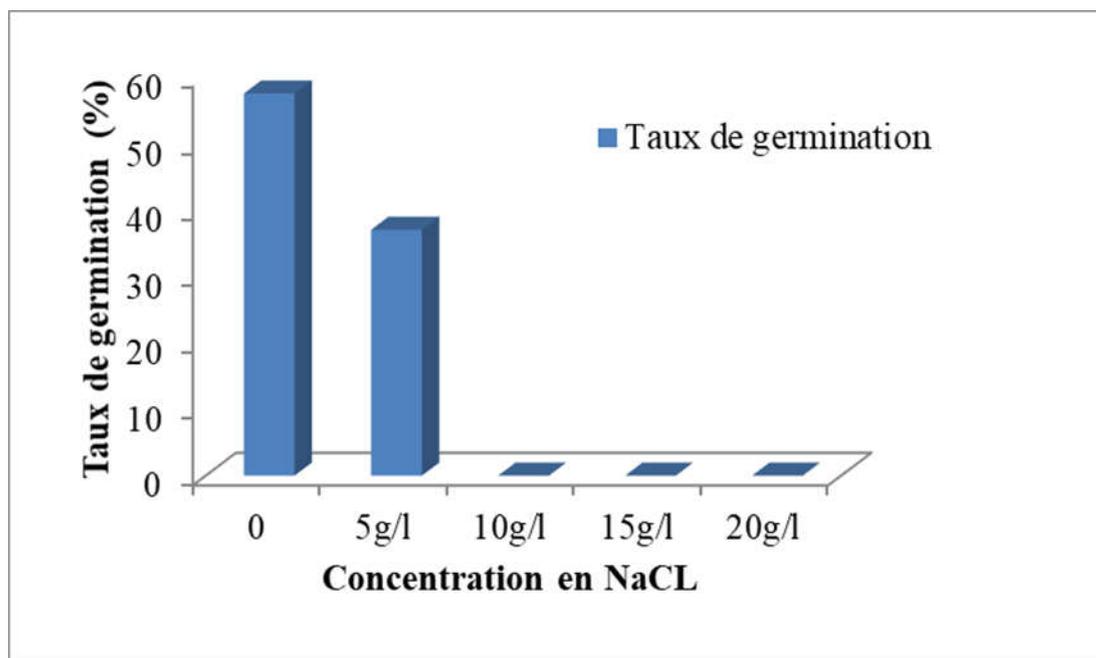
**Figure 14** : Variations du taux de germination médiane (1/T50) des caryopses d'alfa de cinq populations différentes en Tunisie. (P1 : Hassi El Frid ; P2 : Majel Bel Abbas ; P3 : Sbeitia ; P4 : Zelfane ; P5 : El Gonna)

### 9- Effet du stress salin :

Les résultats de Mokhtari et Djeghaibel (2016), montrent une diminution du taux de germination des caryopses d'alfa trempés dans l'eau de robinet pendant 24h puis arrosés en période de germination avec des solutions de différentes concentrations en NaCl (fig.15).

Ces résultats indiquent un taux de germination de 57,5% pour le témoin (0g/l) contre 37% pour une concentration de 5g/l en NaCl dans la solution d'arrosage.

Les concentrations de 10g/l, 15g/l et 20g/l inhibent totalement la germination des caryopses. Selon les mêmes résultats, le temps de latence est de 5 jours pour le témoin et 6 jours pour la concentration 5g/l.



Source : Mokhtari et Djeghaibel (2016).

Figure 15 : Taux de germination en fonction des concentrations en NaCl.

Ces résultats corroborent avec les propos de Krichen et al. (2017), qui constatent un effet négatif du stress salin sur l'imbibition des caryopses d'alfa. Leurs résultats révèlent une diminution significative ( $p < 0,05$ ) de la teneur en eau.

### II. Discussion :

L'objectif de cette étude est d'établir une synthèse sur les aptitudes germinatives des caryopses en fonction de nombreux facteurs abiotiques. Les résultats des travaux réalisés dans cette thématique permettent de mettre en évidence l'effet de Ces facteurs sur le taux et la cinétique de germination des caryopses d'alfa et les techniques susceptibles de les améliorer.

Ces résultats révèlent que la longévité agit défavorablement sur la germination 50% à 15% respectivement pour des caryopses mises à germer après 8 mois et 28 mois de leur date de récolte. Cette longévité affect aussi le temps de latence qui passe de 8 jours pour des caryopses âgés de 8mois à 12 jours pour des âgés de 28 mois. Cela s'accorde avec les travaux de Servicio del Esparto (1953) qui rapporte que la diminution des capacités germinatives avec la longévité se répercute sur le stock de graines dans le sol.

D'autre part, Le taux de germination est élevé (60%) pour des caryopses mises à germer après 2 mois de la date de récoltes. Cependant, le taux de germination est très faible (environ 2%) pour des caryopses mises à germer juste après la date de récolte. Cela s'expliquerait par une dormance tégumentaire due à des enveloppes séminales (lemma et palea) imperméables. Cette dormance a été décrite chez plusieurs espèces du genre *Stipa* (Ellis et al., 1985). La scarification mécanique (enlèvement manuel ou chimique des téguments des caryopses) augmente significativement le taux de germination (Harche, 1978 ; Gasque et Garcia-Fayos, 2003). La comparaison du temps de latence entre les caryopses mise à germer après 0 et 2 mois de la date de récolte montre des variations non significatives (début de germination après 8 jours de la date de semis).

On constate aussi que le trempage dans l'eau distillée et la lumière naturelle n'ont pas d'effet direct sur les aptitudes germinatives des caryopses d'alfa.

Le prétraitement au froid pendant 24h présente un effet positif sur la germination des caryopses d'alfa. Il augmente le taux de germination jusqu'à 80% par rapport au témoin (non traité au froid) qui enregistre un taux de germination de 65,33%. Toutefois, il s'est avère que l'exposition des caryopses d'alfa au froid pendant plusieurs jours affect négativement le taux de germination en mesurant 78,66%, 76% et 24,6% respectivement pour une durée de traitement au froid de 48h, 72h et 1 mois. Cela serait dû au fait que le prétraitement au froid pourrait entraîner une dormance induite (Mazliak, 1982 et Heller et al., 1990).

## Chapitre 4 : Resultats et discussion

---

Néanmoins, le prétraitement au froid pourrait être positif ou négatif selon les espèces (Neffati et al., 1996). Contrairement à son effet favorable sur la capacité de germination des caryopses, le froid semble agir défavorablement sur le temps de latence qui s'allonge sensiblement. Les résultats obtenus par Harche (1978) et Bessam et al, (2010) montrent qu'au-delà de 72 h de prétraitement au froid, les caryopses réagissent négativement en enregistrant des capacités de germination de plus en plus faibles. Ces résultats confirment les travaux de Mehdadi et al. (2004) qui montrent qu'un prétraitement prolongé au froid provoque une dormance induite chez les caryopses préalablement aptes à germer.

Le taux de germination des caryopses d'alfa dépend fortement de la température. De nombreux travaux s'accordent que le taux de germination optimale de l'alfa et d'autres espèces du même genre (*Stipa*) est obtenu à une température de 20°C (Harche, 1978 ; Mehdadi et al., 2004 ; Ronnenberg et al., 2008 ; Hamasha and Hensen, 2009 ; Hu et al., 2013 ; Krichen et al. 2014). La diminution du taux de germination à des températures supérieures (30°C) s'explique comme étant une dormance secondaire qui apparaît comme une stratégie d'adaptation pour éviter la germination à des périodes de l'année durant lesquelles les chances de survie des espèces sont réduites (Gasque et Garcia-Fayos, 2003). Encore, les hautes températures estivales peuvent affecter plusieurs processus physiologiques qui déterminent les aptitudes germinatives des graines à savoir la perméabilité des membranes, l'activité des protéines membranaires et les enzymes du cytosol (Bewley and Black, 1994).

L'influence du stress hydrique sur la germination des caryopses d'alfa est très importante étant donné que l'eau est le facteur initial de l'imbibition des graines. Dans le milieu naturel, et particulièrement dans les zones arides et semi-arides, l'eau stimule directement et indirectement les réactions métaboliques en phases de la germination (Cavalcante and Perez, 1995). Selon les résultats de Krichen et al. (2014), le taux de germination des caryopses d'alfa diminue significativement à des pressions osmotiques supérieures à - 0,8 MPa. Cette germination est inhibée complètement à des pressions osmotiques de l'ordre de -1,6 MPa. Ces résultats sont proches de ceux observés chez d'autres espèces du même genre. Bonvissuto et Busso (2007) rapportent que le taux de germination d'écroît à - 0,56 MPa pour des caryopses de *Stipa neaei*, alors que Chaieb et al. (1992) and Neffati et Akrimi (1997).

## **Chapitre 4 : Resultats et discussion**

---

Constatent que les caryopses de *Stipa lagascae* peuvent tolérer un potentiel hydrique atteignant - 0,7 MPa, mais leur germination est inhibée à un potentiel hydrique de -1,6 MPa.

De même, le stress salin a un effet très négatif sur la germination des caryopses d'alfa. Les résultats de Mokhtari et Djeghaibel (2016), montrent que ces caryopses peuvent tolérer une concentration en NaCl de 5g/l avec une diminution du taux de germination qui atteint 37% comparativement au témoin (0g/l) qui affiche un taux de germination de 57,5%. Les concentrations élevées (Au-delà de 10g/l) sont inhibitrices à la germination. En effet, les fortes concentrations en NaCl agissent sur l'imbibition des graines et diminuent par conséquent leur teneur en eau (Krichen et al., 2017).

# Conclusion

## Conclusion

---

### **Conclusion :**

En conclusion, ces expériences, sous contrôle de facteurs abiotiques ont révélés que les caryopses de *Stipa tenacissima* étaient encore capables de germer 28 mois après la récolte sous conditions de stockage en laboratoire mais le pourcentage de germination a diminué significativement de 50 % après cette période. Cela indique que la germination des caryopses de *Stipa tenacissima* diminue progressivement avec l'âge.

La scarification augmente significativement le taux de germination. Le pourcentage de germination des graines intactes était toujours inférieur à celui des graines sans lemma et palea.

Le prétraitement au froid pendant 24h présente un effet positif sur la germination descaryopses d'alfa. Néanmoins, le froid semble agir défavorablement sur le temps de latence qui s'allonge sensiblement. Toutefois, au-delà de 72 h de prétraitement au froid, les caryopses réagissent négativement en enregistrant des capacités de germination de plus en plus faibles.

Le taux de germination optimale des caryopses d'alfa est obtenu à une température de 20°C. Alors que les températures élevées limitent la germination.

De plus, la germination est également affectée par la disponibilité en eau (avec une limite d'environ - 0,8 MPa) et des teneurs élevées en NaCl (d'environ 10g/l) pour lesquelles la germination est inhibée.

Enfin, d'autres études eco-physiologiques et moléculaires sur cette espèce sont préconisées pour mieux comprendre les variations germinatives et les mécanismes d'adaptations de l'alfa aux conditions stochastiques du milieu notamment le changement climatique, tout de même pour réussir les opérations de réhabilitations des parcours dégradés par cette espèce.

# **Références bibliographiques**

## Références bibliographiques

---

- **Achour-Kadi Hanifi H.** et Loisel R., 1997. Caractéristiques édaphiques des formations à *Stipa tenacissima* L. de l'Algérie en relation avec la dynamique de la végétation. *Ecologia mediterranea*, vol. 23 : 33-43
- **Aidoud A. & J. Touffet, 1996.-** La régression de l'alfa (*Stipa tenacissima* L.), graminée pérenne, indicateur de désertification des steppes algérienne. *Cahiers Sécheresse*, 7 (3), 187-193.
- **Aidoud A., 1998.** Fonctionnement des écosystèmes Méditerranéens. Conférences du réseau MESOE (Méditerranée Enseignement Secondaire Observation et Environnement), 50 p
- **Aidoud A., Le Floch E. et Le Houerou H.N., 2006.** Les steppes arides du nord de l'Afrique. *Sécheresse*, vol. 17 (1-2): 19-30.
- **Benabadji N. & M. Bouaza, 2000.-** Contribution à l'étude bioclimatique de la steppe à *Artemisia herba-alba* Asso dans l'Oranie (Algérie occidentale). *Cahiers Sécheresse*, 11 (2), 117- 123.
- **Boudy P., 1950.-** Économie forestière nord-africaine. Paris, 177 p.
- **Djebaili S., 1978.** Recherche phytosociologique et écologiques sur la végétation des Hautes Plaines steppiques et de l'Atlas Saharien Algérien. Thèse Doct. Univ. Sci. Tech. Languedoc, Montpellier, 229 p.
- **Djebaili S., 1984.** Steppe algérienne, phytosociologie et écologie. Office des publications universitaires (OPU), Alger, 182 p
- **Ellis R.H., Hong T.D. and Roberts E.H. 1985.** Handbook of Seed Technology for Genebanks. IBPGR (International Board for Plant Genetic Resources), Rome.
- **Gasque, M., García-Fayos, P., 2003.** Seed dormancy and longevity in *Stipa tenacissima* L.(Poaceae). *Plant Ecology* 168, 279–290.
- **H.C.D.S. (Haut-Commissariat au Développement de la Steppe), 2001.** Problématique des zones steppiques et perspectives de développement Rap Synth,10p.

## Références bibliographiques

---

- **Harche M., 1978.-** Contribution à l'étude de l'alfa (*Stipa tenacissima* L.) : germination, croissance des feuilles et différenciation des fibres. Thèse 3e cycle, Université des sciences et technologies, Lille, 78 p.
- **Harche M., 1978.-** Contribution à l'étude de l'alfa (*Stipa tenacissima* L.) : germination, croissance des feuilles et différenciation des fibres. Thèse 3e cycle, Université des sciences et technologies, Lille, 78 p.
- **Hellal B., B. Benseddik, N. Ayad & H. Benhassaini, 2004.** La régénération de la steppe du sud oranais en Algérie occidentale. Cahiers Sécheresse, 15 (2), 173-179.
- **Hellal B., N. Ayad, M. Maatoug & M. Boularas, 2007.** Influence du fatras sur la biomasse foliaire de l'alfa (*Stipa tenacissima* L.) de la steppe du sud Oranais (Algérie occidentale). Cahiers Sécheresse, 18 (1), 65-71.
- **Heller R., R. Esnault & C. Lance, 1990.-** Abrégés de physiologie végétale. 2 - Développement. Masson, Paris, 266 p. Kim D., S.W. Joen & C.Y. Lee, 2003.- Antioxydant capacity of phenolic phytochemicals from various cultivars of plums. Food Chem., 81, 321-326.
- **Jacobs S., Bayer R., Everett J., Arriaga M., Barkworth M., Sabin-Badereau A., Torres A., Vázquez F., and Bagnall N., 2007.** Systematics of the Tribe Stipeae (Gramineae) Using Molecular Data. Aliso: A Journal of Systematic and Evolutionary Botany, vol. 23 (1): 349-361
- **Krichen K, Ben Mariem H, Chaieb M (2014)** Ecophysiological requirements on seed germination of a Mediterranean perennial grass (*Stipa tenacissima* L.) under controlled temperatures and water stress. South Afr J Bot 94:210–217.
- **La germination** pour les élèves de CP CE1 CE2 » [archive], sur Maître Lucas, 9 novembre 2020 (consulté le 7 avril 2021) La dernière modification a été faite le 15 avril 2021 à 12:28
- **Latreche A., 2004.-** Écologie fonctionnelle des écosystèmes steppiques du sud de la wilaya de Sidi Bel Abbès. Thèse de doctorat d'état, université de Sidi Bel Abbès, 147p.
- **Le Houerou H. N., 1969.** La végétation de la Tunisie steppique. Ann. Inst. Natl. Rech. Agron. Tunis, vol. 42 (5): 624p

## Références bibliographiques

---

- **Le Houerou H. N., Claudin J. et Pouget M., 1977.** Etude bioclimatique des steppes Algériennes. Bull. Soc. Hist. nat. Afr. Nord Alger. t. 68, fasc. J et 4: 33-74
- **Le Houerou H.N., 1995.** Bioclimatologie et biogéographie des steppes aride du Nord de l’Afrique. Diversité biologique, développement durable et désertification. Options méditerranéennes, sér. B : recherches et études : 1-396.
- **Le Houérou H.N., 2001.** Biogeography of the arid steppe land north of the Sahara. J. Arid. Environ., vol. 48:103–128
- **Maatougui A., Acherkouk M. et El Houmaizi M.A. (2011).** Les Pâturages Steppiques de l’Oriental Marocain: L’essentiel sur l’état de dégradation et les voies d’amélioration. Rabat (Maroc) : INRA-Edition 2011.
- **Mehdadi Z., Z. Benaouda, A. Latreche, H. Benhassaini S. Belbraouet, 2008.-** Évolution saisonnière de la composition foliaire de *Stipa tenacissima* L. en éléments minéraux et en fibres pariétales. Acta Bot. Gallica, 155 (3), 435-445.
- **Mehdadi Z., Z. Benaouda, S. Belbraouet, H. Benhassaini, L. Hamel & M. Bénali, 2006.-** Évolution saisonnière de la composition foliaire de *Stipa tenacissima* L. en lipides totaux et en acides gras. Cahiers Sécheresse, 17 (4), 493-498.
- **Nedjimi B. et Guit B., 2012.** Les steppes algériennes: causes de déséquilibre. Algerian journal of arid environment, vol. 2 (2): 50-61
- **Nedjimi B. et Homida M., 2006.** Problématique des zones steppiques Algériennes et perspectives d’avenir. Revue de chercheur, vol. 4 : 13-19.
- **Nedjraoui D., 2004.** Evaluation des ressources pastorales des régions steppiques algériennes et définition des indicateurs de dégradation. In : Ferchichi A. (comp.), Ferchichi A. (collab.). Réhabilitation des pâturages et des parcours en milieux méditerranéens. Zaragoza, CIHEAM, Cahiers Options Méditerranéennes, vol. 62: 239 -243
- **Pouget M., 1980.** Les relations sol-végétation dans les steppes Sud-algéroises. Travaux et documents d’Orstom, Paris. 569 p.

## Références bibliographiques

---

- **Pouget M., 1980.** Les relations sol-végétation dans les steppes Sud-algéroises. Travaux et documents d'Orstom, Paris. 569 p.
- **Romaschenko K., Peterson P.M., Soreng R. J., Garcia-Jacas N. and Susanna A., 2010.** Phylogenetics of Stipeae (Poaceae: Pooideae) Based on Plastid and Nuclear DNA Sequences. Diversity, phylogeny, and evolution in the monocotyledons edited by Seberg, Petersen, Barfod & Davis Aarhus University press, Denmark. 27p seed germination of a Mediterranean perennial grass (*Stipa tenacissima* L.) under controlled temperatures and water stress. South African Journal of Botany 94. P 210–217.
- **Seltzer P., 1946.** Le climat de l'Algérie. Carbonel, Alger, 219 p.
- **Trabut L., 1889.** Étude sur l'Halfa. Ed. Jourdan, Alger, 90 p.
- **Vázquez F.M. and Barkworth M.E., 2004.** Resurrection and emendation of *Macrochloa* (Gramineae: Stipeae). Botanical Journal of the Linnean Society, vol. 144: 483- 495.
- **Vázquez, F.M., 1997.** Two new species and combinations of *Stipa* L. (Graminae from northwest Africa). Bot. J. Linn. Soc., vol. 124:201-209
- **Zeriahène N., 1987.** - Étude du système racinaire de l'alfa en relation avec l'adaptation au xérophytisme. Thèse de magister, université d'Oran, 113.