

**République Algérienne Démocratique et Populaire**

Ministère de L'enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

Université de Blida 1



Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie.

Mémoire de fin d'étude en vue de l'obtention du diplôme de Master académique

en : Agro-Ressources et Impact Environnemental

Filière : Sciences Agronomiques

Domaine : Sciences de la Nature et de la Vie

**THEME :**

***Contribution à l'étude de la viabilité de certaines espèces  
pastorales***

**Présenté par :**

Djeddou Rabia

**Devant le jury composé de:**

Mr	Boutahraoui .S.A	M A A	U Blida1	Président
Mme	Guendouz-Benrima. A	Pr	U Blida1	Promotrice
Mme	Maamri .F	M Recherche	INRAA	Co-promotrice
Mr	Abbad .M	M A A	U Blida1	Examineur

**Année universitaire 2016-2017**

## ***Remerciements***

*Avant tout, je remercie mon dieu de m'avoir donné le courage, la volonté et la patience de réaliser ce modeste travail.*

*Je remercie plus particulièrement : Mme GUENDOUZ-BENRIMA Atika., Professeur, Doyenne de la Faculté des sciences de la nature et de la vie, Université « SaadDahlab » de Blida, pour m'avoir encadré.*

*Mme Maamri Fatma, Maitre de recherche A à l'Institut National de la Recherche Agronomique qui m'accompagné tout le long de ma formation, et de la confiance qu'elle ma prouve durant cette période, elle n'a ménagé ni son temps ni ces efforts pour me faciliter la tâche.*

*A Monsieur Boutahraoui Ahmed d'avoir accepté de participer à ce jury, en président ce mémoire. Leur présence est pour moi un gage d'estime et de confiance.*

*Mes vifs remerciements vont également à Abbad Mohammed d'avoir accepté de participer à ce jury, en examinant ce mémoire*

*En fin, un grand merci à toutes les personnes qui ont contribué de près ou de loin à la réalisation de ce modeste travail.*

***Merci***

*Dédicaces*

*A mes parents*

*Mes frères*

*Mes sœurs*

*Mes neveux et mes nièces*

*A Mme Maamri Fatma*

*A toutes les personnes qui m'aiment*

# Contribution à l'étude de la viabilité de certaines espèces pastorales

## Résumé

La présente étude est réalisée dans l'objectif de comparer les niveaux de tolérance à la température et à la salinité de trois espèces du genre *Medicago* durant la germination. Trois concentrations (0, 5 et 10 g/l) de NaCl et trois températures (15 °C, 25°C et 30°C) ont été appliquées à trois espèces spontanées de luzernes annuelles (*M. laciniata*, *M. littoralis* et *M. minima*) hautement palatables d'origine steppique sous des conditions contrôlées (température, humidité). La germination a été évaluée par le taux cumulé de graines germées durant une période de 5 jours.

Pour l'effet de température, les résultats obtenus ont montré que les différentes espèces peuvent germer sur une large gamme de température (15°C à 25°C), néanmoins la température optimale pour la germination est globalement de 25<sup>0</sup> et cela pour l'ensemble du matériel végétal pris en compte.

L'effet de NaCl sur la germination se manifeste par un ralentissement pour certaines populations et l'inhibition pour d'autres à 10 g/l de NaCl, il varie aussi en fonction l'espèce, les trois populations de *Medicago laciniata* et E2P1 de *M. littoralis*, les trois populations de *M. minima* et les témoins T2, T3 d'origine espagnole se sont révélées les plus tolérantes aux grandes concentrations de salinité.

La tolérance montrée par ces populations sous des seuils élevés en NaCl (10g/l) constitue un atout intéressant qui peut être utilisé aussi bien pour l'amélioration des productions fourragères à travers la sélection et la valorisation des espèces les plus résistantes et l'aménagement des écosystèmes touchés par la salinisation des sols et des eaux.

**Mots clés :** *Medicago* L., salinité, température, taux de germination, tolérance concentration, NaCl.

## Contribution to the study of the viability of certain pastoral species

### Abstract:

This study was carried out with the objective of comparing the temperature and salinity tolerance levels of three *Medicago* species during germination. Three concentrations (0, 5 and 10 g / l) of NaCl and three temperatures (15, 25 and 30<sup>0</sup>C) were applied to three spontaneous species of highly palatable annual lucerne (*M. laciniata*, *M. littoralis* and *M. minima*) origin of steppe under controlled conditions (temperature, humidity) .Germination was assessed by the cumulative rate of germinated seeds over a period of 5 days.

For the effect of temperature, the results obtained showed that the different species can germinate over a wide temperature range (15 ° C to 25 ° C); nevertheless the optimum temperature for germination is globally 25°C, of the all plant material taken into account.

The effect of NaCl is shown by slowing of germination for some populations and the inhibition for others at 10 g / l of NaCl, it also varies with or according to the species, the three populations of *Medicago laciniata* and E2P1 from *M. littoralis*, the three populations of *M. minima* and T2, T3 of Spanish origin proved to be the most tolerant to high concentrations of salinity.

The tolerance shown by these populations under high NaCl (10 g / l) thresholds is an interesting asset that can be used both for the improvement of forage production through the selection and valorization of the most resistant species and the development ecosystems affected by soil and water salinization.

**Key words:** *Medicago L.*, salinity, temperature, germination rate, concentration tolerance, NaCl.

## المساهمة في دراسة حيوية بعض أنواع النباتات الرعوية

### ملخص

أجريت هذه الدراسة بهدف مقارنة مستويات تحمل درجة الحرارة والملوحة من ثلاثة أنواع نبات الفصّة الحولية خلال مرحلة الإنبات. طبقت ثلاثة تركيزات (0، 5 و 10 جم / لتر) كلوريد الصوديوم وثلاث درجات الحرارة (15 و 25 و 30°C) إلى ثلاثة أنواع عفوية من نبات الفصّة الحولي (*M. Laciniata*، *M. Littoralis* و *M. Minima*) ذات قبول عالي من السهوب تحت ظروف مراقبة ( الحرارة و الرطوبة). تم تقييم الإنبات بالمعدل التراكمي للبذور المنبأة على مدى 5 أيام.

بالنسبة لتأثير درجة الحرارة، أظهرت النتائج أن الأنواع المختلفة يمكن أن تنبت على نطاق ودرجة الحرارة واسعة (15 °C إلى 25 °C)، ومع ذلك فإن درجة الحرارة المثلى لإنبات عموماً 25 °C وهذا يتعلق بجميع الأنواع النباتية الخاضعة للدراسة.

ويتجلى تأثير كلوريد الصوديوم عن طريق إبطاء الإنبات لبعض الأنواع وتثبيط الأخرى في حدود 10 غرام / لتر من كلوريد الصوديوم، فإنه يختلف أيضاً تبعاً للحالة، والأنواع الثلاثة من *M. Laciniata* و *E2P1* من *M. Littoralis* و ثلاثة من *M. minima* و T2، T3 للفصّة من أصل إسباني أثبتت أكثر تحملاً لتركيزات عالية من الملوحة. التحمل الذي أبدته هذه الأنواع تحت مستويات عالية من كلوريد الصوديوم (10 غ / لتر) هو أحد النتائج المثيرة للاهتمام التي يمكن استخدامها على حد سواء لتحسين إنتاج الأعلاف من خلال اختيار وتطوير الأنواع الأكثر مقاومة وتنمية النظم الإيكولوجية المتضررة من ملوحة التربة والمياه.

الكلمات الرئيسية: *Medicago*، الملوحة، درجة الحرارة، معدل الإنبات، تركيز التحمل، كلوريد الصوديوم

## Liste des abréviations

**TG %** : Taux de germination.

**NaCl** : Chlorure de sodium.

**SCE** : Somme des carrée des écarts

**CM** : Carrée moyen

**CV** : Coefficient de variation

**ddl** : Degré de liberté

### *Unités :*

**g /l** : Gramme par litre.

**Ha** : Hectare.

**%** : Pourcentage.

## ***Liste des tableaux***

Tableau 1. Place du taxon dans la classification APG III .....	4
Tableau 2. Description de quelques caractères morphologiques de certaines espèces spontanées du genre <i>Medicago</i> L.en Algérie .....	5
Tableau 3. Description morphologique des espèces étudiées. ....	7
Tableau 4. Le matériel végétal étudié .....	14
Tableau 5. Statistiques descriptives de l'effet de la température et du stress salin sur la capacité germinative des espèces du genre <i>Medicago</i> à la concentration 0g/l.....	18
Tableau 6. Analyse de la variance de l'effet des températures sur la capacité germinative de trois espèces du genre <i>Medicago</i> à la concentration 0g/l .....	18
Tableau 7. Moyennes et groupes de moyennes de taux de germination des espèces de <i>Medicago</i> étudiées en groupe de moyennes à la concentration 0g/l .....	19
Tableau 8. Analyse de la variance de l'effet des températures sur la capacité germinative des trois espèces du genre <i>Medicago</i> à la concentration 5g/l .....	22
Tableau 9. Moyennes et groupes de moyennes de taux de germination des espèces de <i>Medicago</i> étudiées en groupes de moyennes à la concentration 5g/l.....	23
Tableau 10. Analyse de variace de l'effet des températures sur la capacité germinative de trois espèces du genre <i>Medicago</i> à la concentration 10g/l.....	27
Tableau 11. Moyennes et groupes de moyennes de taux de germination .....	27
Tableau 12. Analyse de la variance factorielle de l'effet des températures .....	45

## Liste des figures

Figure 1. Aire de répartition <i>Medicago</i> annuelles et pérennes.....	4
Figure 2. <i>Medicago laciniata</i> (L.) Mill: (A) Gousses, (B) plante et (C) graines .....	6
Figure 3. <i>Medicago minima</i> (L.) Bartal : (A) Gousses, (B) plante et (C) graines .....	7
Figure 4. <i>Medicago littoralis</i> Rohde ex Loisel : Gousses, plante et graines .....	7
Figure 5. Sites du milieu d'origine des populations des espèces de <i>Medicago</i> étudiées .....	15
Figure 6. Test de germination des espèces de <i>Medicago</i> étudiées .....	16
Figure 7. Variation du taux de germination des différentes populations pour la température 15°C à la concentration 0g/l.....	20
Figure 8. Variation du taux de germination, des différentes populations de <i>Medicago</i> pour la température 25° à la concentration 0g/l.....	21
Figure 9. Variation du taux de germination, des différentes populations de <i>Medicago</i> pour la température 30°C à la concentration 0g/l.....	22
Figure 10. Variation du taux de germination, des différentes populations pour la température 15°C à la concentration 5g/l.....	24
Figure 11. Variation du taux de germination, des différentes populations pour la température 25°C à la concentration 5g/l.....	25
Figure 12. Variation du taux de germination, des différentes populations pour la température 30°C à la concentration 5g/l.....	26
Figure 13. Variation du taux de germination, des différentes populations de <i>Medicago</i> pour la température 15°C à la concentration 10g/l.....	28
Figure 14. Variation du taux de germination, des différentes populations de <i>Medicago</i> pour la température 25°C à la concentration 10g/l.....	29
Figure 15. Variation du taux de germination, des différentes populations de <i>Medicago</i> pour la température 30°C à la concentration 10g/l.....	30
Figure 16. Variation du taux de germination, des différentes populations de <i>Medicago</i> pour les trois températures à la concentration 0g/l.....	31
Figure 17. Variation du taux de germination, des différentes populations de <i>Medicago</i> pour les trois températures à la concentration 5g/l.....	31
Figure 18. Variation du taux de germination, des différentes populations de <i>Medicago</i> pour les trois températures à la concentration 10g/l.....	31

## Sommaire

<i>Introduction</i> .....	1
<i>Revus bibliographique</i> .....	3
1. Présentation du genre <i>Medicago</i> .....	3
1.1 Origine, répartition géographique et classification .....	3
1.2 Les espèces spontanées rencontrées en Algérie .....	4
1.3 Description morphologie des espèces étudiées .....	6
1.4 . Importance des luzernes annuelles.....	8
2. Semences et germination .....	8
2.1 Définitions de la semence .....	8
2.2 La germination .....	9
2.3 La dormance.....	9
3. Comportement des plantes vis-à-vis de la température et du stress salin.....	11
3.3 Stress thermique.....	11
3.4 Stress salin .....	12
Matériels et méthodes.....	14
1. Objectif de l'étude .....	14
2. Matériels et Méthodes .....	14
2.1 Matériel végétal .....	14
3. Conduite de l'essai.....	15
3.1 Préparation des semences .....	15
3.2 Essai de germination .....	16
4 Les facteurs étudiés .....	16
5 Analyses statistiques.....	17
Résultats et discussion.....	18
1. Taux de germination final à la concentration 0g/l.....	18

1.1 Taux de germination des populations de <i>Medicago</i> à la température 15° et à la concentration 0g/l. ....	19
1.2 Taux de germination des populations de <i>Medicago</i> à la température 25° et à la concentration 0g/l. ....	20
1.2 Taux de germination des populations de <i>Medicago</i> à la température 30° et à la concentration 0g/l. ....	21
2. Taux de germination final à la concentration 5 g/l.....	22
2.1 Taux de germination des populations de <i>Medicago</i> à la température 15° et à la concentration 5 g/l. ....	23
2.2 Taux de germination des populations de <i>Medicago</i> à la température 25° et à la concentration 5g/l. ....	24
2.3 Taux de germination des populations de <i>Medicago</i> à la température 30° et à la concentration 5 g/l. ....	25
3. Taux de germination final à la concentration 10 g/l.....	27
3.1 Taux de germination des populations de <i>Medicago</i> à la température 15° et à la concentration 10 g/l. ....	27
3.2 Taux de germination des populations de <i>Medicago</i> à la température 25° et à la concentration 10 g/l.....	28
3.3 Taux de germination des populations de <i>Medicago</i> à la température 30° et à la concentration 10 g/l. ....	29
Synthèse générale.....	32
1. Effet de la température sur la germination.....	32
2. Effet de la salinité sur la germination .....	33
Conclusion.....	36
Références bibliographiques .....	38
Annexe.....	45

# *Introduction*

## Introduction

L'Algérie représente une des zones de diversité génétique les plus riches, où l'on peut recenser une grande variété de milieux agro-écologiques ; néanmoins la caractéristique aléatoire des précipitations annuelles et les sécheresses imprévisibles et sévères viennent souvent aggraver la situation de l'agriculture algérienne, qui connaît un déficit fourrager énorme, où les animaux sont souvent soumis à des périodes de disettes alimentaires fréquentes (Abdelguerfi, 1994).

Le genre *Medicago* fait partie de la famille des Fabacées. Comme beaucoup des espèces de cette famille, les espèces de ce genre fixent l'azote atmosphérique grâce à la symbiose avec une bactérie du sol, *Rhizobium Meliloti* (Prosperi *et al.*, 1993). L'intégration des espèces du *Medicago* dans le système de production, peuvent jouer un rôle important dans l'augmentation de la production de fourrages. Elles sont également capables d'améliorer la production pastorale grâce à leurs auto-régénérations (*Medicago* après *Medicago*) (Abdelguerfi *et al.*, 1996).

Plusieurs contraintes environnementales sont limitantes pour la croissance et le développement des légumineuses. La salinité et la sécheresse sont considérées comme deux facteurs majeurs influençant l'agriculture dans les zones arides et semi arides (Lazrak -Ben Friha, 2008). Ces dernières constituent environ les deux tiers de la surface du globe terrestre (Benbrahim *et al.*, 2004) et plus de 80 % en Algérie. Très répandus en Algérie, les sols salins représentent environ 25% de la surface cartographiée (Halitim, 1988).

Dans ces zones, la salinité est l'un des facteurs responsables de la détérioration des sols en les rendant impropres à l'agriculture et en modifiant la stabilité des écosystèmes et sont en grande partie les causes de la désertification des sols (Benidire *et al.*, 2015 ; Bouhabila, 2016).

La tolérance des plantes à la salinité varie largement en fonction de l'espèce, de la variété, du stade végétatif et des facteurs liés au milieu tel que : la température, l'humidité, l'intensité de la lumière et la fertilité (Daoud et Halitim., 1994).

Les conditions climatiques, en particulier la température, sont importantes pour la vie des plantes. En ce qui concerne des graines, elles constituent un facteur primordial non seulement dans leur formation mais également dans les proportions des graines qui germent (Thompson, 1970).

Le maintien des plantes dans des conditions environnementales limitantes dépend en premier lieu de la réussite de la germination (Ungar, 1982). Plusieurs facteurs interagissent dans la régulation de la germination à savoir, l'eau, la température, la lumière et la salinité (Bouzoubaâ et El Mousadik, 2013).

Afin de valoriser les ressources phylogénétiques à intérêt pastoral et évaluer certains de leurs caractères adaptatifs, nous avons entrepris de réaliser une étude sur l'effet des doses de NaCl (0, 5, 10 g/l) et des températures (15°, 25°, 30°C), en conditions contrôlées (température, humidité), sur la germination de 9 populations représentant trois espèces appartenant au genre *Medicago* (*M. minima*, *M. littoralis* et *M. laciniata*) originaires de la steppe algérienne.

*Revue bibliographique*

## *Revus bibliographique*

### 1. Présentation du genre *Medicago*

#### 1.1 Origine, répartition géographique et classification

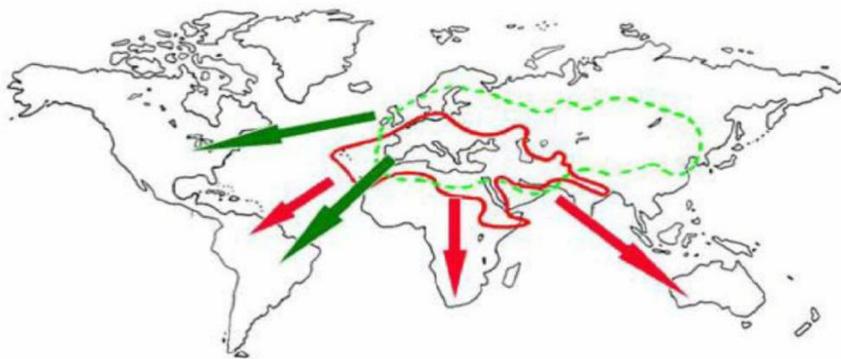
Il est reconnu que les aires d'origine de toutes les espèces du genre *Medicago* sont le « croissant fertile » recouvrant les pays ou régions actuelles de Turquie, Iran, Irak, sud du Caucase et le pourtour méditerranéen. Ces espèces ont ensuite conquis l'ensemble de la zone méditerranéenne et les steppes avoisinantes (Fig.1). Au cours du XIX<sup>ème</sup> siècle, elles ont ensuite envahi d'autres parties du monde, en particulier les continents américain et australien à l'occasion des différents courants de colonisation humaine (Prosperi *et al.*, 1995).

La distribution des espèces du genre *Medicago* diffère selon l'espèce et selon les parties et les étages bioclimatiques. Elles sont transportées involontairement ou intentionnellement, elles sont présentes dans les régions du monde à climat méditerranéen (Australie, Chili, Californie...etc.) mais elles dépassent aussi cette aire géographique (André *et al.*, 1992).

Leur cycle de vie rapide et leur adaptation aux conditions méditerranéennes leur permettent de supporter une faible pluviométrie. On les rencontre à l'état naturel dans tout le bassin méditerranéen. (Damerval, 1983).

Le genre *Medicago* est proche du genre *Melilotus* et *Trigonella*. Il comprend un grand nombre d'espèces diploïdes, tétraploïdes, exceptionnellement hexaploïdes (*M. arborea*, *M. saxatilis*). Le nombre chromosomique de base est  $x = 8$ , exceptionnellement  $x = 7$  (*M. polymorpha*, *M. praecox*, *M. rigidula* et certaines formes de *M. murex*) (Halmi, 2010).

Lesins et Lesins (1979) ont recensé 55 espèces herbacées, 34 annuelles et 21 pérennes, parmi lesquelles une dizaine sont cultivées et dont la plupart sont présentes dans les pâturages ou parcours, notamment méditerranéens. Ils divisent le genre en 4 sous genres (*Lupularia*, *Orbiculares*, *Falcago*, *Spirocarpos*) et 14 sections (Schoutteten, 2004).



Les espèces annuelles  
 Les espèces pérennes

Figure 1 : Aire de répartition *Medicago* annuelles et pérennes (Delalande, 2007).

Tableau 1 : Place du taxon dans la classification APG III

Règne	Nom Scientifique
Cladus	Plantae
Cladus	Plasmodesmophytes
Cladus	Embryophytes
Cladus	Stomatophytes
Cladus	Hemitracheophytes
Cladus	Tracheophytes
Cladus	Euphyllophytes
Cladus	Spermatophytes
Cladus	Angiospermes
Cladus	Eudicotyledones
Cladus	Dicotyledones Vraies Supérieures
Cladus	Rosidees
Cladus	Fabidees
Ordre	Fabales
Famille	Fabaceae
Genre	<i>Medicago</i>

## 1.2 Les espèces spontanées rencontrées en Algérie

Le genre *Medicago* en Algérie est représenté par de nombreuses espèces spontanées dont les plus importantes sont décrites par Quézel et Santa en 1962 in Halmi, 2010 (Tab.2).

**Tableau 2. Description de quelques caractères morphologiques de certaines espèces spontanées du genre *Medicago* L. en Algérie (Halimi, 2010)**

<b>Nom d'espèce</b>	<b>Type de la plante</b>	<b>Gousse</b>	<b>Fleur</b>	<b>Habitat</b>
<i>M. intertexta</i> ,	Annuelle	Glabre de 12 à 15 mm	Jaune	Pâturages, Tell Algéro-Constantinois
<i>M. ciliaris</i>	Annuelle	Velue hirsute, plus ou moins glanduleuses de 10-15 mm	Jaune	Pâturages, prairies, Tell à sol semi salin
<i>M. falcata</i>	Vivace	Courbée en faucille ou en anneaux,	Pubescente Jaune	Pâturages argileux
<i>M. lupulina</i>	Annuelle ou bisannuelle	Réniforme, fortement arquée de 2-3 mm de diamètre	Jaune	Pâturages
<i>M. secundiflora</i>	Annuelle ou bisannuelle	Brun clair de 2-2.5 mm	Jaune	Pâturages
<i>M. marina</i>	Vivace	Contournée en hélice	Jaune	Sables maritimes
<i>M. sativa</i>	Vivace	Glabre ou pubescente, à 2-3 tours de spire	Violettes ou jaunes lavées de brun	Cosmopolite
<i>M. scutellata</i>	Annuelle	Hémisphérique à spires emboîtées de 13-15 mm	Jaune	Sols argileux du Tell
<i>M. orbicularis</i>	Annuelle	Ovoïde à 5-6 tours de spires	Jaune	Pâturages du Tell
<i>M. rugosa</i>	Annuelle	Ne dépassant pas de 9 mm	Jaune	Pâturages de Constantine et Alger
<i>M. soleirolii</i>	Annuelle	Glabres	jaune	Pâturages du Tell Constantinois
<i>M. rigidula</i>	Annuelle	Glanduleuse- fortement pubescente de 10 mm	Jaune	Broussailles, Montagnes
<i>M. tuberculata</i>	Annuelle	Tronquée à sa base, Glabre de 10 mm	Jaune	Pâturages arides
<i>M. truncatula</i>	Annuelle	Tronquée à ses deux extrémités de 7-8 mm	Jaune	Tell - Pâturages

<i>M. murex</i>	Annuelle	Glabres ou faiblement hispides	Jaune	Tell Algéro Constantinois
<i>M. arabica</i>	Annuelle	Glabre de 5-7 mm	Jaune	Tell Algéro- Constantinois
<i>M. hispida</i>	Annuelle	Fortement réticulée- striée de 5-9 mm	Jaune	Tell - Pâturages

### 1.3 Description morphologie des espèces étudiées

#### 1.3.1 Aspect général de *Medicago laciniata* L Mill :

*M. laciniata* (L.) All. (Syn. *Medicago laciniata* (L.) Miller; Greuter *et al.*, 1989) possède des gousses ovoïdes ou sphéroïdales. C'est une Méditerranéenne-saharo-sindienne assez commune au niveau des hauts plateaux oranais, algérois et constantinois, l'Atlas Saharien, le Sahara septentrional et les montagnes du Sahara occidental (Quézel et Santa, 1962). Selon Ozenda (2004) elle est saharo-sindienne commune dans tout le Sahara avec des folioles profondément dentées et des gousses nettement épineuses. Elle se rencontre sur des textures de sol variables en surface (très grossière à moyenne) avec, le plus souvent, un recouvrement éolien (voile sableux). Ses pivots racinaires peuvent s'enraciner jusqu'à un mètre de profondeur dans la croute calcaire (Pouget, 1980).



Figure 2. *Medicago laciniata* (L.) Mill: (A) Gousses, (B) plante et (C) graines (photos personnelles).

#### 1.3.2 Aspect général de *Medicago minima* (L.) Bartal

*Medicago minima* Grubf. (Syn. *Medicago minima* (L.) L. ; Greuter *et al.*, 1989) est une euro-méditerranéenne assez commune dans le Tell, l'Atlas saharien, les hauts plateaux oranais et algérois (Quézel et Santa, 1962), dans les steppes à *Stipa tenacissima* et dans les cultures sur marnes de l'aride supérieur, et serait parmi les espèces indiquant une dégradation des groupements sur grés (Pouget, 1980).



**Figure 3. *Medicago minima* (L.) Bartal: (A) Gousses, (B) plante et (C) graines (photos personnelles).**

### 1.3.3 Aspect général de *Medicago littoralis* Rohde ex Loisel

*Medicago littoralis* Rohde (Syn. *Medicago littoralis* Loisel ; Greuter *et al*, 1989) fait partie de la sous-section *Pachyspirae* (Urb.), (*Spirocarpos*) de la section *Medicago* (Small, 2011) avec des fruits durs à maturité. Cette méditerranéenne est rare dans le Tell mais assez commune dans les hauts plateaux oranais, algérois et constantinois, l'Atlas Saharien et le Sahara septentrional (Quézel et Santa, 1962) atteignant à peine la lisière Nord du Sahara (Ozenda, 2004).



**Figure 4. *Medicago littoralis* Rohde ex Loisel : (A) Gousses, (B) plante et (C) graines (photos personnelles)**

**Tableau3. Description morphologique des espèces étudiées**

Espèces	Plantes	Feuilles	Gousses	Spires
<i>M. laciniata</i> L. (luzerne leaf)	Feuilles et tiges peu velues	Allongées triangulaires et à bords profondément découpés	Rondes ou en forme d'olive avec épines droites à bout recourbé	En sens inverse des aiguilles d'une montre avec épines rayonnantes
<i>M. littoralis</i> L. (luzerne stand)	Tiges et feuilles velues	Grandes, ovales	Cylindriques, glabres, avec épines courbés	En sens inverse des aiguilles d'une montre non jointives
<i>M. minima</i> L. (luzerne naine)	Forte pubescence de tous les organes	Petites, ovales	Petites, en forme de baril avec épines à boit recourbé	En sens inverse d'une aiguille d'une montre avec épines rayonnantes

Source: Blessing, L.1985 in Chatterton *et al.*, 1990

## 1.4 . Importance des luzernes annuelles

Les luzernes annuelles sont des plantes fourragères à fort potentiel nutritif, riches en protéines (10% dans les parties aériennes sèches et 20% dans les graines), en minéraux et en vitamines. Ils sont utilisés comme pâturage, sous forme d'ensilage et de fourrage pour les bovins et les moutons ruminants. Ces plantes sont capables de s'adapter à des conditions climatiques très différentes. D'autre part, ces espèces sont sensibles à l'acidité (Peoples *et al.*, 1998).

De nombreuses espèces cultivées appartiennent à la famille des Légumineuses telles que la luzerne. Leur intérêt agronomique provient en premier lieu de leur aptitude à la fixation symbiotique de l'azote, qui leur permet de produire en abondance des protéines végétales même en l'absence de fertilisation azotée, d'où leur intérêt également dans le cadre d'une agriculture "durable" (réduction des intrants, préservation et enrichissement des sols en azote (Journet *et al.*, 2001).

Les semences des luzernes annuelles sont majoritairement dures ; ce qui leur confère une dormance (vernalisation) permettant au peuplement de se reconstituer en dépit d'accidents climatiques (gels, sécheresse) et d'assurer la gestion du pâturage.

Leur aptitude à se ressemer naturellement permet la régénération des prairies qu'elles constituent, les *Medicago* annuelles présentent également l'avantage, comme d'autres légumineuses, de fixer activement l'azote atmosphérique. Cette qualité peut en faire un précieux outil de reconstitution de la fertilité des sols épuisés et contribuer à la protection et à l'amélioration des sols marginaux.

## 2. Semences et germination

### 2.1 Définitions de la semence

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 présente 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).

## **2.2 La germination**

### **2.2.1 Définition de la germination**

La germination est considérée comme une étape critique dans le cycle de développement de la plante. En effet, elle conditionne l'installation de la plantule, son branchement sur le milieu, et probablement sa productivité ultérieure. Elle est définie par la sortie et le développement, à partir de l'embryon de la semence, des organes essentiels qui, pour l'espèce considérée prouvant l'aptitude la semence à produire des plantes normales (Chaux et Foury, 1994). La somme des évènements qui conduisent la graine sèche à germer : cela commence par l'étape cruciale d'absorption de l'eau par la graine (Othman, 2005). C'est une phase physiologique pendant laquelle la graine passe de l'état de vie ralentie à l'état de vie active (Caboche *et al.*, 1998).

Parmi les facteurs de milieu nécessaires (mais pas toujours suffisants...) à la germination, il convient de citer l'eau et l'oxygène, molécules pour lesquelles le tégument est parfois un obstacle majeur. Mais les deux facteurs les plus importants et, sans doute, les plus spectaculaires sont les facteurs physiques température et lumière (Côme, 1970).

### **2.2.2 Processus de germination**

La germination est un processus irréversible, elle implique l'imbibition de l'eau, une augmentation rapide de l'activité des voies respiratoires (Fenner et Thompson, 2005). Elle nécessite la mobilisation des réserves accumulées au cours de la maturation dont leur dégradation apportera l'énergie nécessaire à la croissance de la plantule. Cette mobilisation est la résultante des activités hydrolytiques qui libèrent les nutriments à partir des tissus de réserve, d'une part, et des mécanismes de leur transport vers les tissus embryonnaires, d'autre part (Mihoub *et al.*, 2005).

## **2.3 La dormance**

### **2.3.1 Définition de la dormance**

La dormance des graines constitue un des mécanismes de tolérance développés par les plantes se trouvant dans des conditions d'aridité, de température et de salinité élevées (Fenner et Thompson, 2005). La dormance d'une semence mature se définit comme l'inaptitude à germer lorsque toutes les conditions de l'environnement devraient, apparemment, permettre la

germination (Guerrouj *et al.*, 2015). Elle signifie simplement qu'une graine ne germe pas en raison des conditions environnementales et par l'insuffisance d'oxygène, ou exposition aux températures supérieures ou au contraire celles en dessous des seuils appropriés pour la croissance des plantes. Une deuxième raison pour laquelle les graines ne germent pas est que certaines caractéristiques de la semence s'appellent la dormance organique, qui a présente un intérêt pour les biologistes et les écologistes de semences (Baskin, et Baskin 1998).

La fonction cruciale de la dormance est d'empêcher la germination lorsque les conditions conviennent, mais la probabilité de la survie et de la croissance des semences est faible (Fenner et Thompson, 2005).

Dans le cas des dormances primaires, les embryons isolés peuvent s'allonger alors que la semence entière ne germe pas. La cause réside alors dans les enveloppes séminales (albumen, téguments, péricarpe) on parle de dormances tégumentaires, c'est le cas des espèces de genre *Medicago*.

D'après Mazliak (1982), les inhibitions tégumentaires se rencontrent chez les semences dont les enveloppes sont totalement imperméables ou pas suffisamment perméable à l'eau ou à l'oxygène, ou des enveloppes trop résistantes pour que l'embryon puisse les rompre.

### **2.3.2 Levée de dormance**

La levée des dormances tégumentaires s'effectue par l'altération des enveloppes, sous l'effet de la sécheresse, qui fait craqueler les téguments, ou celui des alternances de sécheresse et d'humidité, plus efficace encore, ou des alternances de gel et de réchauffement (Côme, 1970 ; Heller *et al.*, 2000).

Les méthodes les plus utilisées consistent à détruire partiellement les enveloppes de manière à les rendre perméables sans pour autant endommager l'embryon. Le traitement à l'acide sulfurique concentré est l'une des méthodes les plus utilisées (Guerrouj *et al.*, 2014)

Dans le cas des *Medicago*, la levée de la dormance tégumentaire ou mécanique se fait par une scarification qui consiste à user les téguments de la graine en les soumettant soit à une action chimique (Amokrane, 2004) soit par scarification mécanique (Kameswara Rao *et al.*, 2006).

### 2.3.3 Types de dormance

Selon Gallagher (2013), il existe deux types de dormances :

**Dormance primaire** : développe durant la maturation des graines au niveau de la plante mère  
Il permet de éviter des germinations précoces

**Dormance secondaire** : il est induit pour les dormantes et non dormantes graines, par plusieurs causes : en anaérobie, insuffisance de l'oxygène, des concentrations élevées du dioxyde de carbone etc. (Gallagher, 2013).

Fenner et Thompson (2005) ont classé les dormances en trois types :

**Dormance morphologique** : les graines sont immatures lorsqu'elles se répandent et une période de croissance et / ou la différenciation est nécessaire avant que la germination ne puisse avoir lieu.

**Dormance physique** : Graines avec des péricarpes imperméables, l'embryon est donc sec jusqu'à ce que la cassure des téguments de graine et la rentrée de l'eau.

**Dormance physiologique** : empêche la germination jusqu'à ce qu'un changement chimique ait lieu dans la graine.

## 3. Comportement des plantes vis-à-vis de la température et du stress salin

### 3.3 Stress thermique

#### 3.3.1 Définition du stress thermique

Le stress thermique est souvent défini quand les températures sont assez hautes ou basses pendant un temps suffisant pour qu'elles endommagent irréversiblement la fonction ou le développement des plantes. La contrainte thermique est une fonction complexe qui varie selon l'intensité (degré de la température), la durée et les taux d'augmentation ou de diminution de la température (Oukarroum, 2007).

### **3.3.2 Effet de la température sur la germination des graines**

Les températures très basses et très élevées agissent aussi sur la germination. Cette dernière diminue considérablement quand les températures sont inférieures à 18°C et supérieures à 25°C (Itamar et Ray, 1988 in Bouzoubaâ et El Moussadik, 2013)

Hawker et Jenner (1993) suggèrent que les hautes températures inhibent la germination des graines en limitant la disponibilité d'énergie et des hydrolysats, événement conséquent d'un retard et d'une inhibition de la synthèse et/ou l'activité des enzymes hydrolytiques.

Pour de nombreuses espèces, la germination maximale se produit sur une gamme de températures, parfois d'une étendue de 20 ° C ou plus, au-dessus et en dessous de laquelle la germination diminue (Mott et Groves, 1981 in McDonald, 2002).

Elles entraînent une perturbation et un retard de coordination lors de la mobilisation des réserves (Nykiforuk et Johnson-Flanagan ,1994). Les phospholipides membranaires ne peuvent exercer leur fonction, les échanges membranaires se trouvent affectés et, aux fortes températures, on assiste à des dénaturations des protéines membranaires (Mayer et Poljakoff-Mayber, 1989 in Bouzoubaâ et El Moussadik, 2003).

## **3.4 Stress salin**

### **3.4.1 Définition du stress salin**

La salinité est la quantité globale des sels solubles contenus dans l'eau d'irrigation ou dans la solution du sol (Slama, 2004). C'est l'un des problèmes les plus graves qui limitent la croissance des plantes et le rendement des cultures. Le stress salin induit les différents types de modifications ultrastructurales dans les cellules de plantes supérieures (Miyake *et al.*, 2006 in Bensaadi, 2011)

### **3.4.2 Origine de la salinité**

#### **A. Origine primaire**

Slama (2004) a indiqué que l'origine de la salinité est due à la roche mère, la nappe phréatique. Il est marine, actuelle ou ancienne, pétrographique due aux ions libérés par l'altération de certaines roches sédimentaires, volcaniques, hydrothermales, éolienne apportés par des embruns, (Loyer, 1991).

## **B. Origine secondaire**

Selon Loyer (1991), elle est très souvent anthropique induite par la mise en valeur hydro agricole et autres aménagements : remontée de nappe phréatiques, solutions nutritives des serres et des cultures hors sol.

Cette salinité est due aussi aux engrais minéraux, les produits de traitement, l'eau d'irrigation chargée (Slama, 2004).

### **3.4.3 Effets de la salinité sur la germination**

La salinité peut se manifester par deux effets au cours de la période de germination. Le premier est osmotique, qui est réversible, et le second est toxique qui est irréversible (Benidire *et al.*, 2015).

La salinité inhibe la germination des graines végétales par l'une des deux manières suivantes en empêchant la germination sans perte de viabilité à des salinités plus élevées ; ou en retardant la germination de graines aux salinités qui causent du stress aux graines mais n'empêche pas la germination (Nedjimi *et al.*, 2014). Elle agit, suivant les espèces ou les variétés, en ralentissant sa vitesse en diminuant plus ou moins fortement son taux selon la concentration en sels dont NaCl (Slama, 2004).

# *Matériels et méthodes*

## Matériels et méthodes

### 1. Objectif de l'étude

L'objectif de notre étude était d'analyser le comportement, au stade germinatif, de l'effet de 3 concentrations doses de NaCl et de 3 températures sur trois espèces spontanées appartenant au genre *Medicago* L. (Fabacée) représentées chacune par trois populations originaires des steppes algériennes. Les semences (graines) ont été octroyées par l'Institut National de la Recherche Agronomique d'Algérie. L'expérimentation a été réalisée au cours de mois d'avril 2017 au niveau des laboratoires INRAA.

### 2. Matériels et Méthodes

#### 2.1 Matériel végétal

Les graines de trois espèces spontanées (*M. laciniata*, *M. littoralis*, *M. minima*) appartenant au genre *Medicago* (Fabacées) représentées par 3 populations chacune ont servi pour cette étude, ont été collectées, au cours de prospections conduites à travers différentes régions de la steppe centrale (Djelfa et Laghouat) (Fig.5). Les écotypes Tierra des Campos, Aragon et Mediterranea (ou Tolana) de luzerne pérenne d'origine espagnole ont servi de témoins pour la comparaison des résultats.

**Tableau 4. Le matériel végétal étudié.**

<i>M. laciniata</i>	<i>M. littoralis</i>	<i>M. minima</i>	Témoins
E1P1	E2P1	E3P1	T1
E1P2	E2P2	E3P2	T2
E1P3	E2P3	E3P3	T3

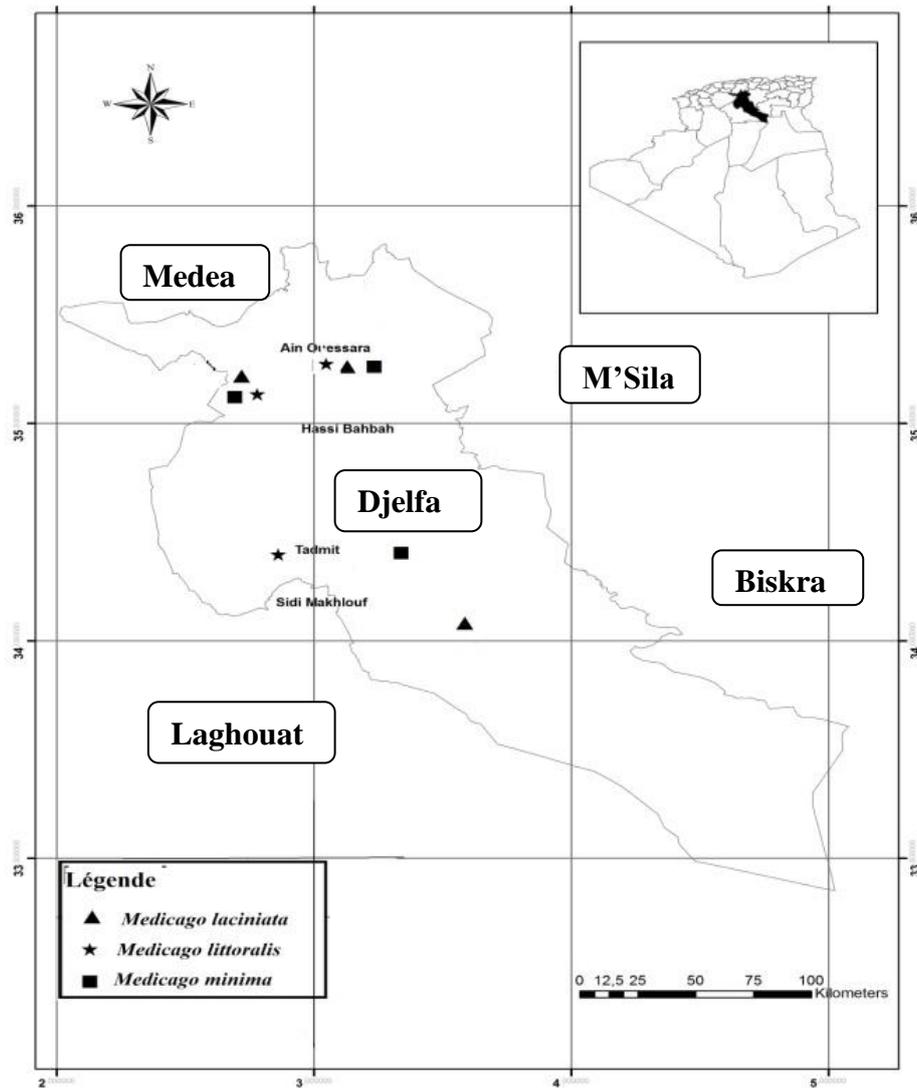


Figure5. Sites du milieu d'origine des populations des espèces de *Medicago* étudiées

### 3. Conduite de l'essai

#### 3.1 Préparation des semences

Vu que les graines possèdent une enveloppe dure et imperméable, la levée de la dormance tégumentaire devient alors nécessaire pour permettre le déclenchement du processus de germination. Pour ce faire, les graines des populations des différentes espèces prises en compte ont été scarifiées manuellement à l'aide d'un papier à verre.

La scarification manuelle est efficace à n'importe quel point du tégument de semence, mais la région micropylaire doit être évitée car c'est la partie la plus sensible de la graine où se trouve la radicule (Kameswara Rao *et al.*, 2006)

### 3.2 Essai de germination

Les graines sont placées dans des boîtes de Petri de 6 cm de diamètre et 1 cm d'épaisseur, tapissées de papier filtre, et mises à germer dans des incubateurs réglés à trois températures 15<sup>0</sup>C, 25<sup>0</sup>C et 30<sup>0</sup>C à des taux d'humidité maximum. Dans chaque boîte de Petri nous avons versés 7 ml d'eau distillée à laquelle nous avons ajouté préalablement 0, 5, et 10 g/l de NaCl. Nous avons, par conséquent, créé 9 combinaisons températures/doses de NaCl pour chaque population.

Pour chaque traitement (dose NaCl/température) et pour chaque population considérée, 5 répétitions (5 boîtes de Petri) ont été appliquées à raison de 15 graines par boîte. Un total de 75 graines par traitement et 900 graines pour chaque population ont été utilisées.



**Figure 6. Test de germination des espèces de *Medicago* étudiées**

## 4 Les facteurs étudiés

### 4.1 Etude de l'effet des trois doses de NaCl sur la capacité germinative des espèces étudiées.

Le chlorure de Sodium NaCl, est généralement le sel soluble prédominant dans nos eaux d'irrigation et dans nos sols affectés par les sels. Ainsi, des concentrations de NaCl croissantes ont été utilisées, pour évaluer l'effet de la salinité sur la germination.

Les concentrations ont été choisies selon des travaux antérieurs lesquels sur les luzernes. Les 3 concentrations utilisées sont : 0, 5, 10 g/l.

#### **4.2 Etude de l'effet de trois températures sur la capacité germinative des espèces étudiées qui correspondent à 15<sup>0</sup>C, 25<sup>0</sup>C et 30<sup>0</sup>C.**

Le critère de germination retenu correspond au moment où la radicule perce les enveloppes. La germination des graines est relevée quotidiennement pour chaque lot durant 05 jours.

Durant cette expérimentation, nous avons étudié le taux de germination final (c'est le rapport entre le nombre de graines germées sur le nombre total de graines exprimé en pourcentage).

Selon Mazliak (1982), c'est le pourcentage de germination maximale ou le taux maximal obtenu dans les conditions choisies par l'expérimentateur. Il correspond au nombre de graines germées par rapport au nombre total de graines. Il est exprimé en pourcentage.

$$\text{TG (\%)} = \frac{\text{Nombre de graines germées}}{\text{Nombre total de graines}} \times 100$$

### **5 Analyses statistiques**

Nous avons utilisé le logiciel « STATISTICA 8 » pour procéder aux traitements de données.

Dans un premier temps, les données obtenues ont été soumises à une analyse de la variance à un facteur de classification pour chacun des paramètres étudiés (température et salinité). Le test de Newman et Keuls a été appliqué pour la comparaison des moyennes lorsque l'effet significatif a été constaté au seuil de 5%.

D'autre part et dans le but de faire ressortir l'influence les interactions des facteurs mis en œuvre (température, doses de NaCl et matériel végétal étudié) sur la germination, nous avons appliqué une analyse de la variance factorielle (Annexe 1). Toutefois la présentation de nos résultats se fera sur la base de la première analyse de la variance et ce dans l'objectif d'une meilleure appréciation des résultats obtenus. Une synthèse est présentée sur la base de l'analyse factorielle.

## *Résultats et discussions*

## Résultats et discussion

Dans le tableau 5 sont reportés les minima, les maxima, les moyennes globales et la déviation à la moyenne du taux de germination des espèces étudiées aux concentrations et aux températures prises en compte. Il en ressort que l'écart-type devient très important à la concentration maximale (10g/)

**Tableau 5. Statistiques descriptives de l'effet de la température et du stress salin sur la capacité germinative des espèces du genre *Medicago* (%).**

	0g/l			5g/l			10g/l		
	15°C	25°C	30°C	15°C	25°C	30°C	15°C	25°C	30°C
Moyennes (%)	69	77	68	73	63	40	4	24	4
Minimum (%)	7	13	13	0	0	0	0	0	0
Maximum (%)	100	100	100	100	100	80	27	80	27
Ecart-type (%)	31	26	28	31	32	24	7	22	7
CV%	44,93	33,77	41,18	42,47	50,79	60,00	175,00	91,67	175,00

### 1. Taux de germination final à la concentration 0g/l

Les résultats de l'analyse de variance pour la concentration 0g/l et les trois températures étudiés sont consignés dans le tableau 6.

L'analyse de la variance a révélé des différences très hautement significatives entre les populations à la concentration 0g/l et pour les trois températures (Tab.6)

Tableau 6. Analyse de la variance de l'effet des températures sur la capacité germinative de trois espèces du genre *Medicago* à la concentration 0g/l.

Paramètres	15°C				25°C				30°C			
	SCE	CM	F	p	SCE	CM	F	p	SCE	CM	F	p
Intercept	282 907	282 907	2 441	0,00	359 856	359 856	3 795	0,00	279 252	279 252	3 250	0,00
ES/POP	50 638	4 603	40	0,00	35 102	3 191	34	0,00	42 752	3 887	45	0,00
Résiduel	5 564	116			4 551	95			4 124	86		

ES/POP : Espèces /Populations

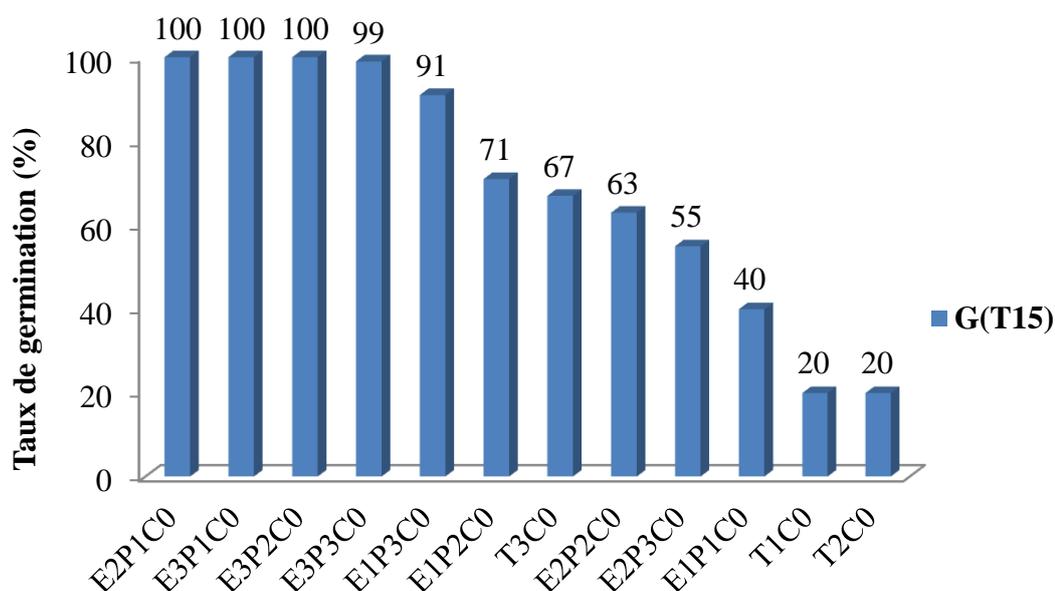
Le tableau 7 regroupant les moyennes de taux de germination à la concentration 0g/l fait ressortir 03 groupes de moyennes pour la température 15°C, 04 groupes à la température 25°C et 05 au seuil de 30°C.

**Tableau7.**Tableau moyennes et groupes de moyennes de taux de germination des espèces de *Medicago* étudiées en groupes de moyennes, à la concentration 0 g/l.

Population \ Température	15°C	25°C	30°C
E1P1C0	40,00 <sup>c</sup>	34,66 <sup>d</sup>	49,33 <sup>c</sup>
E1P2C0	70,66 <sup>b</sup>	96,00 <sup>a</sup>	85,33 <sup>a</sup>
E1P3C0	90,66 <sup>a</sup>	98,66 <sup>a</sup>	88,00 <sup>a</sup>
E2P1C0	100,00 <sup>a</sup>	100,00 <sup>a</sup>	100,00 <sup>a</sup>
E2P2C0	63,66 <sup>b</sup>	72,00 <sup>bc</sup>	26,66 <sup>de</sup>
E2P3C0	54,66 <sup>a</sup>	58,66 <sup>c</sup>	37,33 <sup>d</sup>
E3P1C0	100,00 <sup>a</sup>	97,33 <sup>a</sup>	89,33 <sup>a</sup>
E3P2C0	100,00 <sup>a</sup>	100,00 <sup>a</sup>	97,33 <sup>a</sup>
E3P3C0	98,66 <sup>a</sup>	100,00 <sup>a</sup>	89,33 <sup>a</sup>
T1C0	20,00 <sup>d</sup>	34,66 <sup>d</sup>	22,66 <sup>d</sup>
T2C0	20,00 <sup>d</sup>	61,33 <sup>bc</sup>	66,66 <sup>b</sup>
T3C0	66,66 <sup>b</sup>	75,99 <sup>bc</sup>	66,66 <sup>b</sup>

### 1.1 Taux de germination des populations de *Medicago* à la température 15° et à la concentration 0g/l.

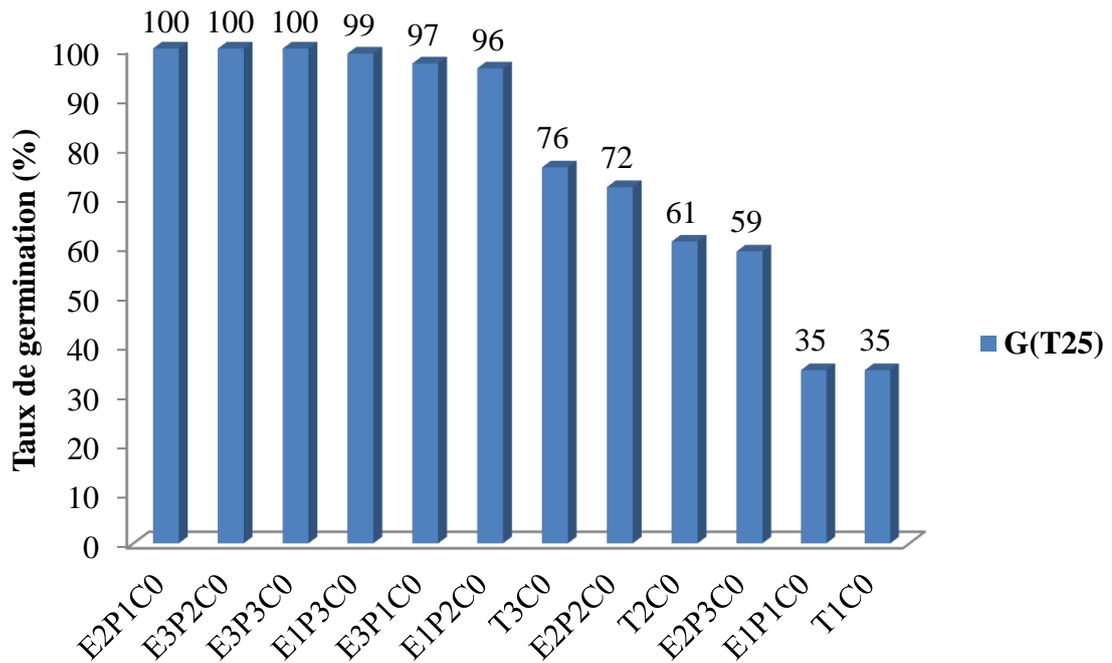
Les trois populations de *Medicago minima* et la population P2 de *M. littoralis* affichent des taux de germination de 100% avec des taux qui varient entre 91% et 71% pour les populations P3 et P2 de *M. laciniata*. Les populations de l'espèce témoin présentent les taux de germination les plus bas (20%) (Tab.6. Fig.7)



**Figure 7.** Variation du taux de germination des différentes populations de *Medicago* pour la température 15° à la concentration 0g/l

### 1.2 Taux de germination des populations de *Medicago* à la température 25° et à la concentration 0g/l.

A la température 25°C, *Medicago minima* affiche des taux de germinations les plus élevés (100%). Il en est de même pour la population E2P2 de *M. littoralis* avec des taux de germination de 96% pour la population E1P2 de *M. laciniata*. Pour les autres populations, les taux de germination oscillent entre 35% et 76%. Le taux de germination le plus bas (34,66%) est noté dans les populations E1P1 du *M. laciniata* et le témoin T1 (Tab.6. Fig.8).

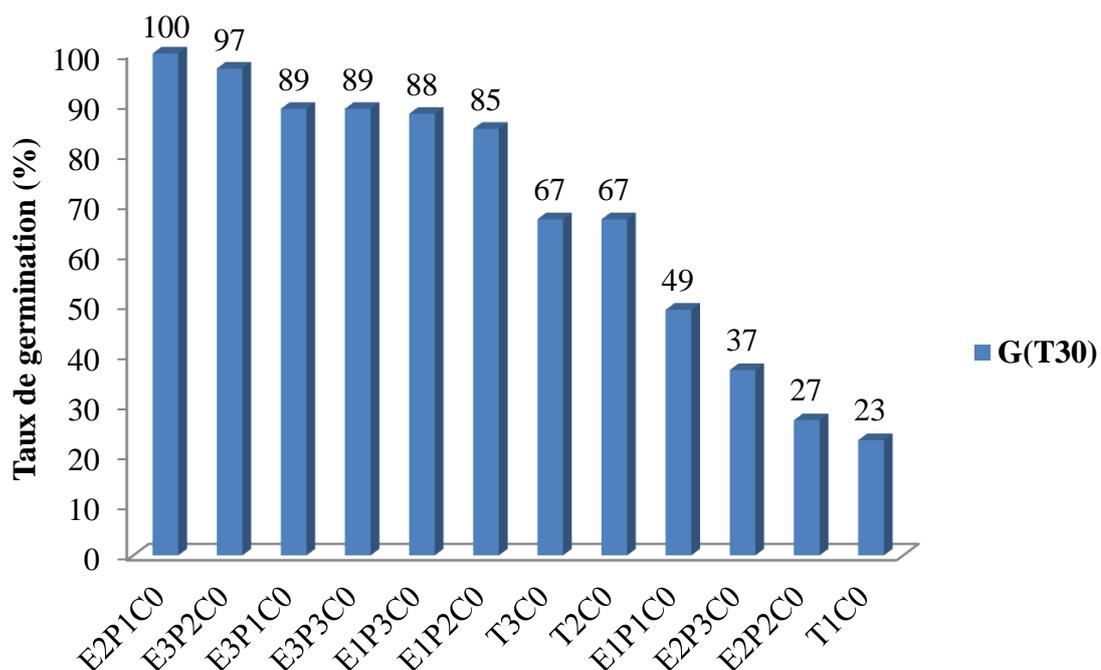


**Figure8.** Variation du taux de germination, des différentes populations de *Medicago* pour la température 25° à la concentration 0g/l

L'analyse de la variance montre que la température 25° a un effet significatif sur les taux de germination des trois espèces de *Medicago* (Tab.7), ce tableau fait ressortir quatre groupes homogènes qui se chevauchent.

### 1.2 Taux de germination des populations de *Medicago* à la température 30° et à la concentration 0g/l.

La population E2P1de *Medicago littoralis* est la plus performante avec un taux de germination de 100% suivie par les trois populations de *M. minima* (entre 89 et 97%) puis par deux populations (E2P2 et E2P3) de *M. laciniata* qui présentent des taux de 85% et 88% respectivement. Le témoin T1 et les deux autres populations E1P1 de *M. Laciniata* et la population E2P2 de *M. littoralis* enregistrent des taux de germinations les plus bas (Tab.6. Fig.9).



**Figure 9.** Variation du taux de germination, des différentes populations de *Medicago* pour la température 30° à la concentration 0g/l.

L'analyse de la variance a révélé des différences significatives entre les populations à la concentration 0 g/l pour la température 30° et le tableau fait apparaître cinq groupes homogènes ;

## 2. Taux de germination final à la concentration 5 g/l

**Tableau 8.** Analyse descriptive de l'effet de la température et de la salinité sur la germination des espèces étudiées à la concentration 5g/l.

**Tableau 8.** Analyse de la variance de l'effet des températures sur la capacité germinative des trois espèces du genre *Medicago* à la concentration 5 g/l.

Paramètres	15°C				25°C				30°C			
	SCE	CM	F	p	SCE	CM	F	p	SCE	CM	F	p
Intercept	320 715	320 715	4 183	0,00	240 665	240 665	2 321	0,00	97 069	97 069	492	0,000000
ES/PO	51 250	4 659	61	0,00	55 064	5 006	48	0,00	23 854	2 169	11	0,000000
Résiduel	3 680	77			4 977	104			9 476	197		

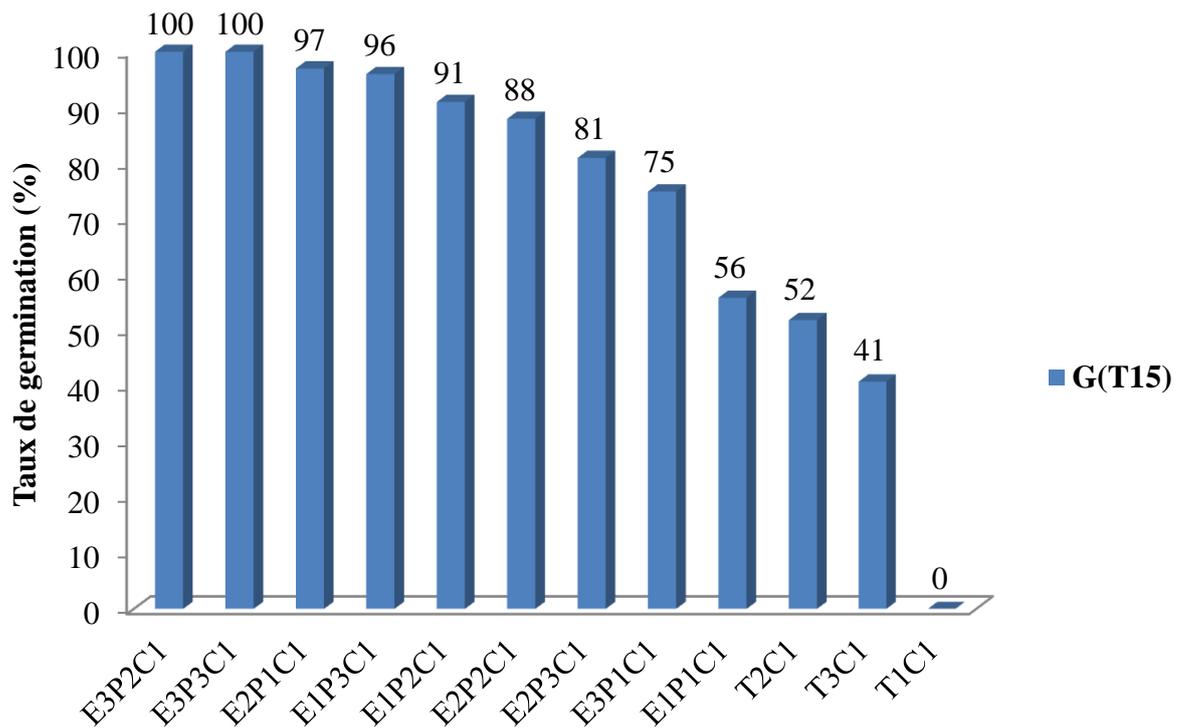
ES/POP : Espèces /Populations

**Tableau9. Moyennes et groupes de moyennes de taux de germination des espèces de *Medicago* étudiées en groupes de moyennes, à la concentration 5g/l.**

Températures Population	15°C	25°C	30°C
E1P1C1	56,00 <sup>de</sup>	26,66 <sup>d</sup>	40,00 <sup>bc</sup>
E1P2C1	90,66 <sup>ab</sup>	45,33 <sup>bc</sup>	62,66 <sup>abc</sup>
E1P3C1	96,00 <sup>ab</sup>	94,66 <sup>a</sup>	71 <sup>a</sup>
E2P1C1	97,33 <sup>a</sup>	98,66 <sup>a</sup>	41,33 <sup>bc</sup>
E2P2C1	88,00 <sup>abc</sup>	61,33 <sup>b</sup>	19,99 <sup>cd</sup>
E2P3C1	81,33 <sup>bc</sup>	34,66 <sup>cd</sup>	2,66 <sup>d</sup>
E3P1C1	74,66 <sup>c</sup>	92,00 <sup>a</sup>	47,99 <sup>abc</sup>
E3P2C1	100 <sup>a</sup>	94,66 <sup>a</sup>	38,66 <sup>bc</sup>
E3P3C1	100 <sup>a</sup>	96,00 <sup>a</sup>	38,66 <sup>bc</sup>
T1C1	0 <sup>f</sup>	6,66 <sup>e</sup>	9,33 <sup>d</sup>
T2C1	52,00 <sup>de</sup>	49,33 <sup>bc</sup>	50,66 <sup>abc</sup>
T3C1	41,33 <sup>d</sup>	60,00 <sup>b</sup>	60,00 <sup>abc</sup>

### 2.1 Taux de germination des populations de *Medicago* à la température 15° et à la concentration 5 g/l.

Les taux de germination les plus élevés ont été observés chez les populations E3P1 et E3P2 de *M. minima* suivie par les populations E2P1 du *M. littoralis* (97%) et les populations E1P2, E1P3 de *M. laciniata* (91% et 96%), la population du témoin (T1) marque une absence de germination (Tab 9. Fig.10.).

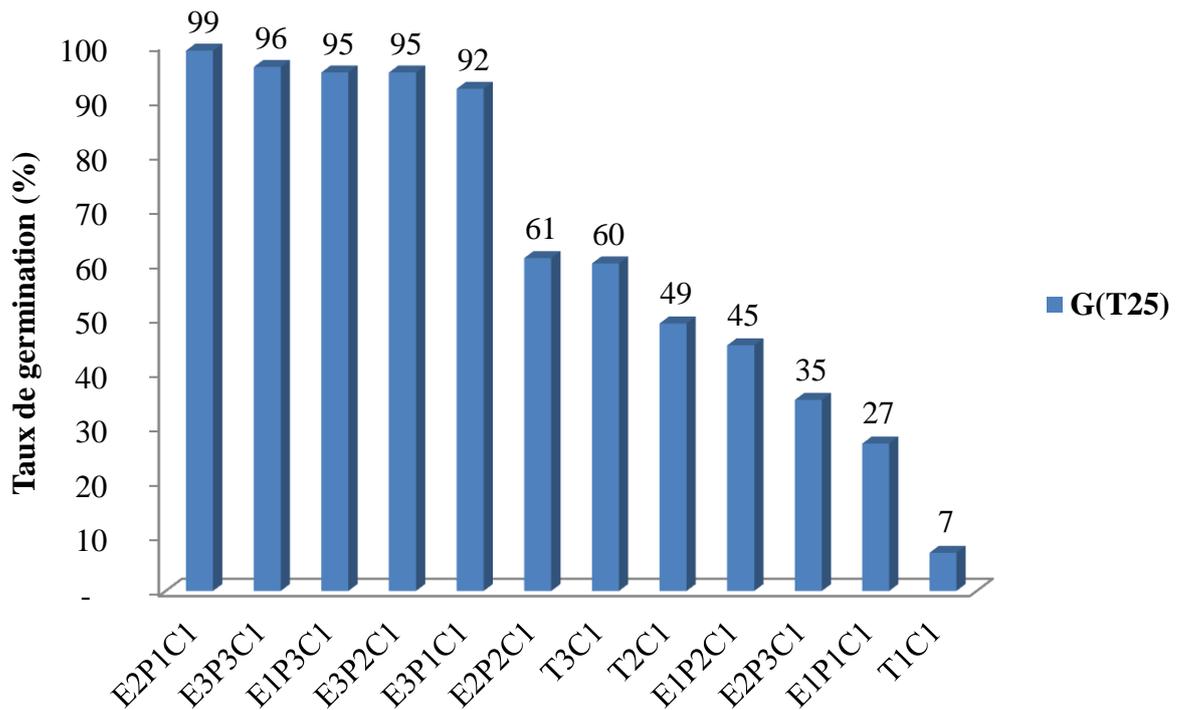


**Figure 10.** Variation du taux de germination, des différentes populations de *Medicago* pour la température 15° à la concentration 5 g/l.

L'analyse de variance montre l'effet significatif de la température 15° sur le taux de germination des *Medicago*, elle fait ressortir 6 groupes homogènes ;

## 2.2 Taux de germination des populations de *Medicago* à la température 25° et à la concentration 5g/l.

Les résultats obtenus affichent des taux de germination élevés pour les trois populations de *Medicago minima* (E3P1, E3P2, E3P3 avec 92%, 95%, 96%), il en est de même pour la population E2P1 du *M. littoralis* (99%), pour *M. laciniata*, c'est la population E1P3 qui note un taux élevé (95%) par rapport aux autres deux populations. Le plus faible taux de germination a été observé chez la population témoin (T1). (Tab.9. Fig.11).

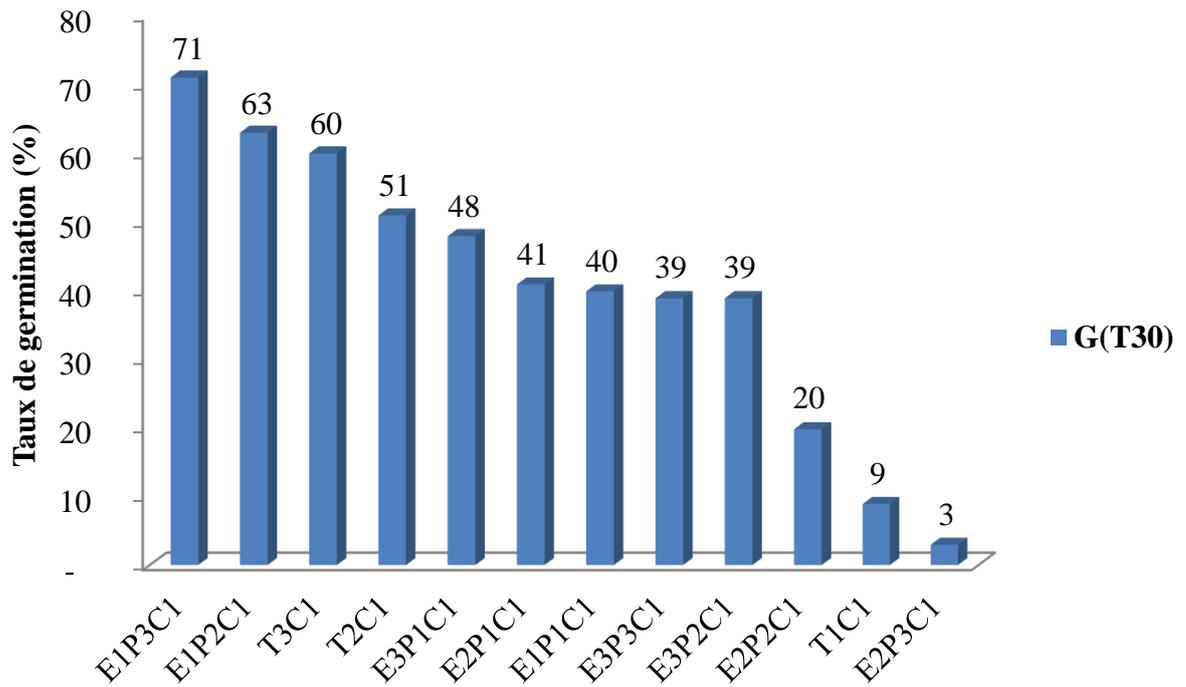


**Figure 11.** Variation du taux de germination, des différentes populations de *Medicago* pour la température 25° à la concentration 5 g/l.

L'analyse de variance a révélé un effet significatif de la température sur la germination des *Medicago* à la concentration 5 g/l, ce tableau fait ressortir quatre groupes homogènes qui se chevauchent.

### 2.3 Taux de germination des populations de *Medicago* à la température 30° et à la concentration 5 g/l.

Les taux de germination les plus élevés ont été observés chez les populations E1P2 et E1P3 de *Medicago laciniata* (63% et 71%) suivi par les populations du l'espèce témoin (T2 et T3) *M. minima* et *M. littoralis* affichent des taux de germinations moyens à faibles ; Les taux de germination les plus bas ont été notés chez les populations T1 du témoin (9%) et de *M. littoralis* (3%) (Tab.9. Fig.12).



**Figure12.** Variation du taux de germination, des différentes populations de *Medicago* pour la température 30° à la concentration 5 g/l.

L'analyse de variance montre des différences très hautement significatives entre les espèces à la concentration 5g/l et à la température de 30°C ; elle fait apparaître quatre groupes homogènes qui se chevauchent.

### 3. Taux de germination final à la concentration 10 g/l

**Tableau 10. Analyse de l'effet des températures sur la capacité germinative de trois espèces du genre *Medicago* à la concentration 10 g/l.**

Paramètres	15°C				25°C				30°C			
	SCE	CM	F	p	SCE	CM	F	p	SCE	CM	F	p
Intercept	1 185	1 185	35	0,000000	34 560	34 560	121	0,000000	856	856	31	0,0000
ES/PO	1 375	125	4	0,000736	14 950	1 359	5	0,000065	1 384	126	5	0,0001
Résiduel	1 618	34			13 689	285			1 316	27		

ES/POP : Espèces /Populations

**Tableau11. Moyennes et groupes de moyennes de taux de germination des espèces de *Medicago* étudiées en groupes de moyennes à la concentration 10g/l.**

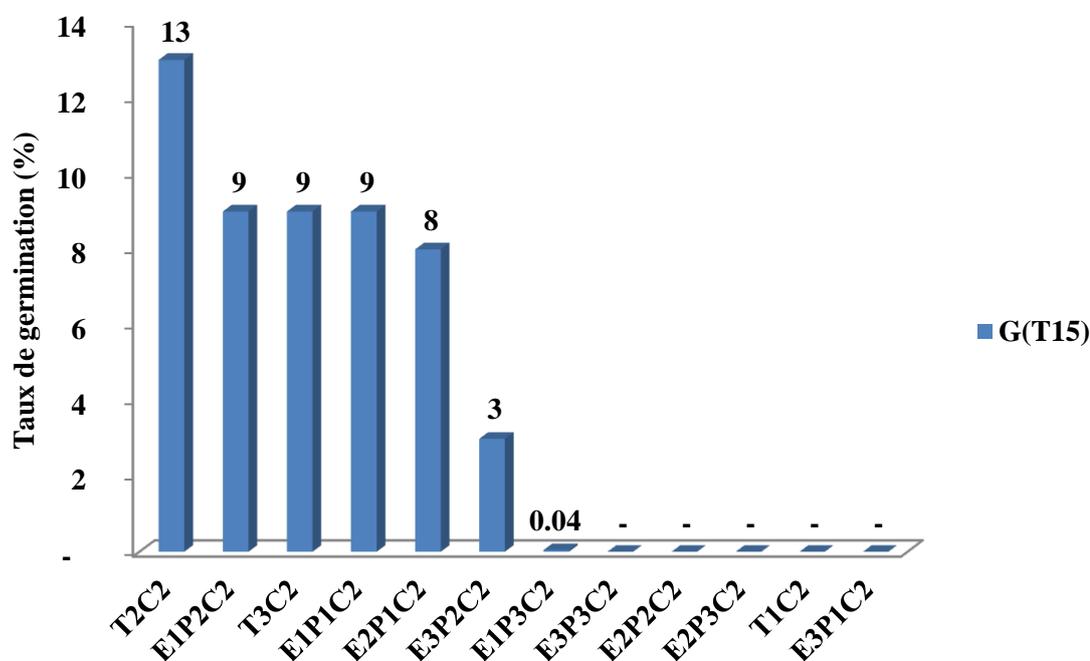
Températures Population	15°C	25°C	30°C
	E1P1C2	9,33 <sup>ab</sup>	37,33 <sup>ab</sup>
E1P2C2	9,33 <sup>ab</sup>	28,00 <sup>abc</sup>	1,33 <sup>b</sup>
E1P3C2	1,33 <sup>b</sup>	26,66 <sup>abc</sup>	8,00 <sup>ab</sup>
E2P1C2	8,00 <sup>ab</sup>	26,66 <sup>abc</sup>	1,33 <sup>b</sup>
E2P2C2	0 <sup>b</sup>	1,33 <sup>c</sup>	0 <sup>b</sup>
E2P3C2	0 <sup>b</sup>	2,66 <sup>c</sup>	0 <sup>b</sup>
E3P1C2	0 <sup>b</sup>	33,33 <sup>abc</sup>	4,00 <sup>b</sup>
E3P2C2	2,66 <sup>ab</sup>	22,66 <sup>abc</sup>	0 <sup>b</sup>
E3P3C2	0 <sup>b</sup>	16,00 <sup>bc</sup>	2,66 <sup>b</sup>
T1C2	0 <sup>b</sup>	0 <sup>c</sup>	0 <sup>b</sup>
T2C2	13,33 <sup>a</sup>	52,00 <sup>a</sup>	13,33 <sup>a</sup>
T3C2	9,33 <sup>ab</sup>	41,33 <sup>ab</sup>	13,33 <sup>a</sup>

#### 3.1 Taux de germination des populations de *Medicago* à la température 15° et à la concentration 10 g/l.

Les résultats obtenus montrent que le taux de germination le plus élevé a été enregistré chez T2 (13%) du témoin, tandis que la population T1 marque une absence de germination. Les populations E1P1et E1P2 de *Medicago laciniata* affichent un taux de 9%. La population E2P1

du *M. littoralis* présente un taux de 8%, avec une absence de germination chez les populations E2 P2 et E2P3.

*M. minima* affiche un faible taux de germination chez la population E3P2 (3%) par contre il n'y a pas de germination pour les populations E3P1 et E3P3 (Tab.10. Fig.13).



**Figure13.** Variation du taux de germination, des différentes populations de *Medicago* pour la température 15° à la concentration 10 g/l.

L'analyse de variance a révélé un effet significatif de la température et la salinité sur le taux de germination des populations de *Medicago* (Tab.10) ; Ce tableau fait ressortir deux groupes homogènes qui se chevauchent.

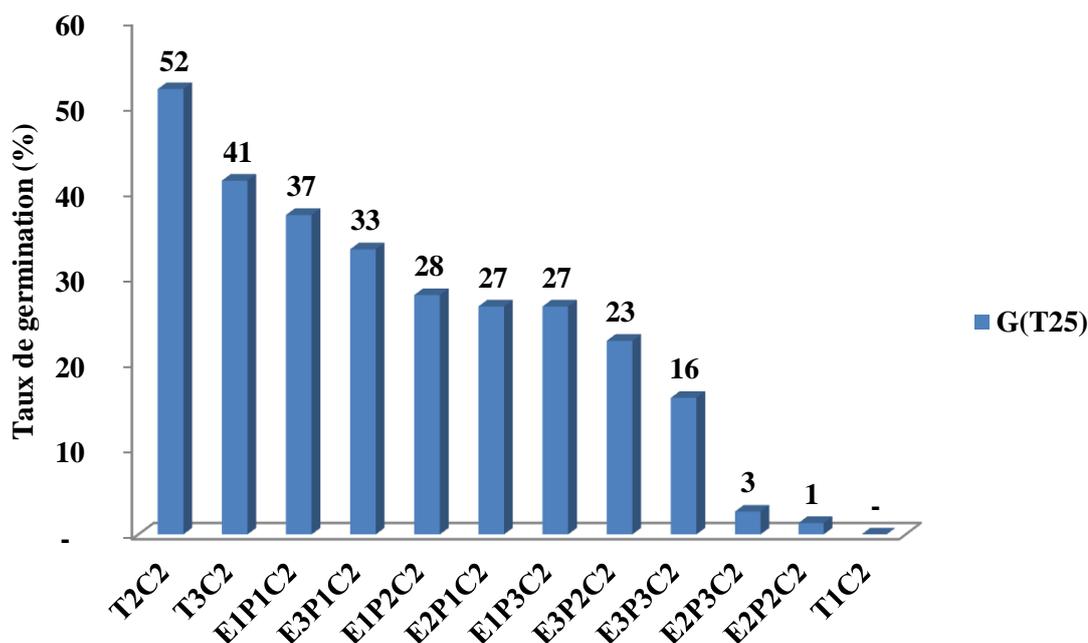
### 3.2 Taux de germination des populations de *Medicago* à la température 25° et à la concentration 10 g/l.

Les taux de germination les plus élevés ont été observés chez les populations T2 et T3 du témoin (52 et 41%), aussi, on a marqué une absence de germination chez la population T1.

Les populations de *Medicago laciniata*, E1P1, E1P2 et E1P3 note des taux de germinations de 37% ,28% et 27% respectivement ;

Concernant *M. littoralis*, la population E2P1 affiche un taux de germination de 27% avec des taux faibles pour E2P2 et E2P3 (1% et 3%).

Nous avons noté des taux moyens de germination de 33%, 23% et 16% pour les trois populations de *M. minima* E3P1, E3P2 et E3P3 (Tab.10. Fig.14).



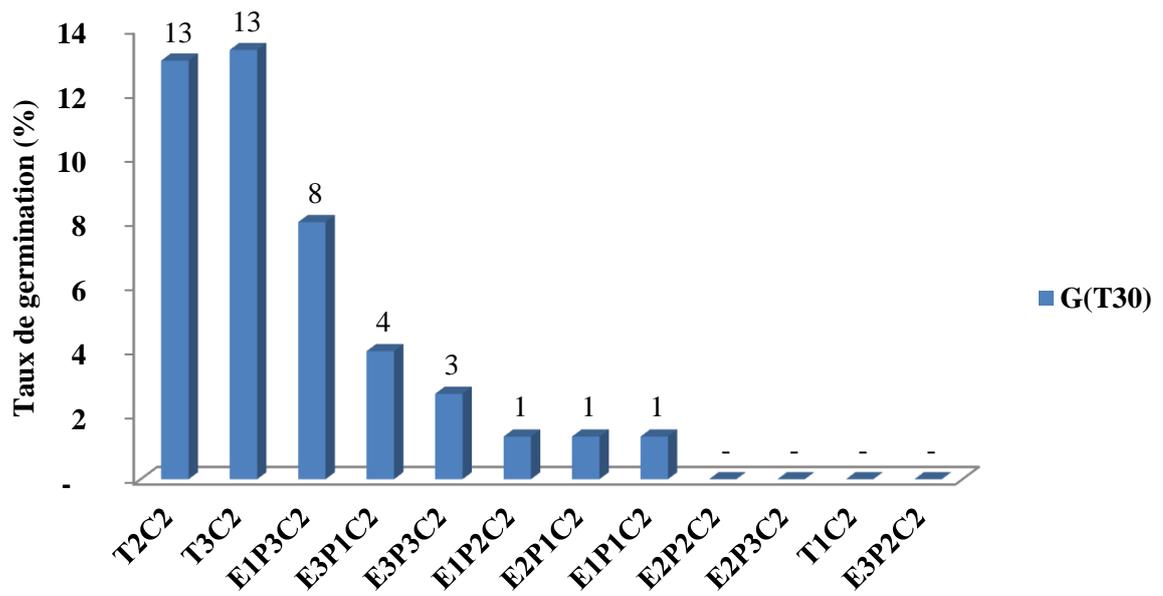
**Figure14.** Variation du taux de germination, des différentes populations de *Medicago* pour la température 25° à la concentration 10 g/l.

L'analyse de variance montre des différences significatives entre les populations des *Medicago*, elle fait apparaître trois groupes homogènes (Tab.10).

### 3.3 Taux de germination des populations de *Medicago* à la température 30° et à la concentration 10 g/l.

Les taux de germination les plus élevés (13%) ont été observés chez les populations témoins (T2 et T3) et aussi chez la population E1P3 de *Medicago laciniata* (8%), concernant certaines populations des différentes espèces affichent des faibles taux de germination (du 1 à 4%).

Nous avons noté une absence de germination chez les populations E2P2, E2P3 de *M. littoralis*, E3P2 de *M. minima* et la population T1 de témoin (Tab.10. Fig.15).



**Figure15.** Variation du taux de germination, des différentes populations de *Medicago* pour la température 30°C à la concentration 10 g/l.

L'analyse de variance a révélé un effet significatif de la température (30°) et la salinité (10g/l), ce tableau fait ressortir deux groupes homogènes (Tab.10).

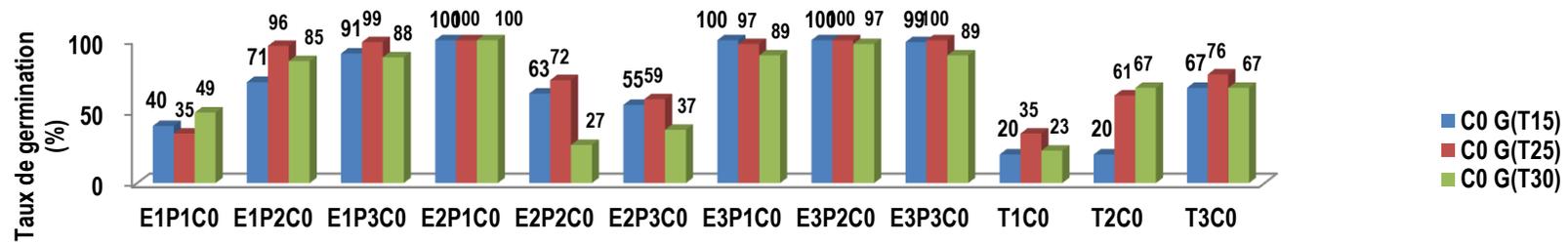


Figure16. Variation du taux de germination, des différentes populations de *Medicago* pour les trois températures à la concentration 0g/l

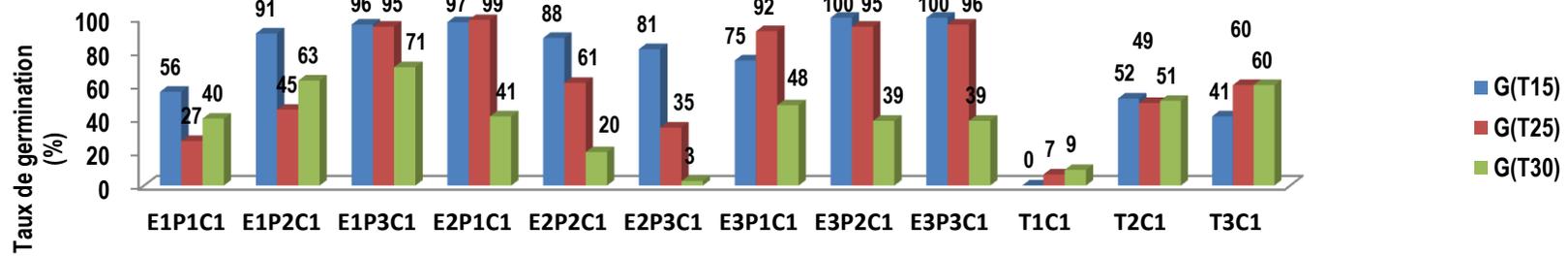


Figure17. Variation du taux de germination, des différentes populations de *Medicago* pour les trois températures à la concentration 5g/l

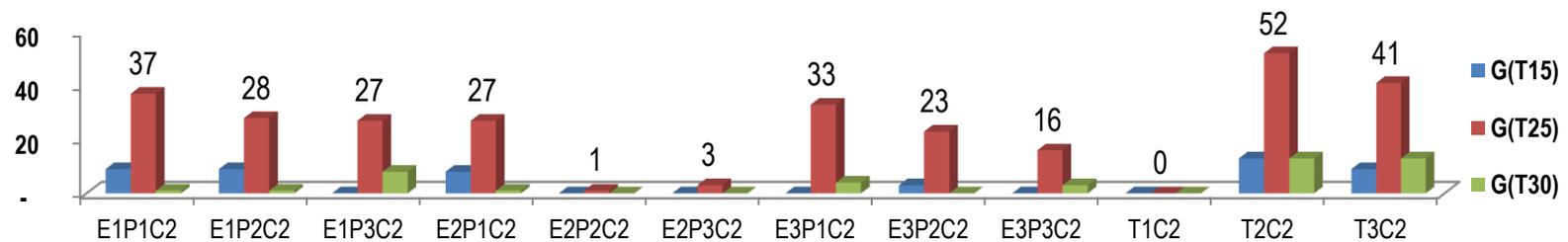


Figure 18. Variation du taux de germination, des différentes populations de *Medicago* pour les trois températures à la concentration 10g/l

## Synthèse générale

Les graines de *Medicago* étudiées germent mieux à une gamme de températures allant de 15-25°C. Le taux de germination étudié a également mis en exergue une interaction et différences très hautement significatives entre les doses de NaCl et les températures (Tableau 10). Il a diminué de façon significative à la concentration 5g/l de NaCl et cela était plus remarquable pour le traitement de 10g/l de NaCl avec la température optimale de 25°C.

### 1. Effet de la température sur la germination

Les résultats obtenus du taux de germination en fonction des températures testées pour les populations de 3 espèces de genre *Medicago* (P1, à P12) montrent une variation nette. La lecture a montré que l'optimum de germination (100%) pour certaines populations est atteint aux trois températures 15°C, 25°C et 30°C. Par ailleurs, la température 25°C affiche la meilleure moyenne globale en graines germées pour l'ensemble des espèces étudiées (77%).

Il ressort qu'un taux appréciable de germination est atteint aux trois températures aux concentrations 0 et 5g/l pour la majorité des populations, notamment pour les trois populations de *M. minima*, E1P2, E1P3 de *M. laciniata* et E2P1 de *M. littoralis*. Ce qui dénote un comportement relativement stable de ces populations vis-à-vis de l'effet de la température. Avec l'augmentation de la concentration en NaCl, l'effet de la température sur la germination diffère et la température optimale enregistrée pour toutes les espèces étudiées est 25°C.

Nos résultats montrent que la température 25°C est la plus favorable à la germination des espèces étudiées puisqu'un taux de germination maximum est atteint. Ceci correspond aux résultats de Benadjaoud et Aïd (2004) sur *Parkinsonia aculeata* (Fabacée) dans des conditions similaires. Et aussi ceux de Bouzoubaâ *et al.*, (2003) sur l'*Argania spinosa* (Sapotacée).

Les travaux de Nadjimi *et al.*, (2014) sur *Medicago arborea* L. (Fabacée), pérenne, ont montré que la gamme favorable de température pour un taux maximum de germination se situe entre 15°C et 25°C. Des résultats similaires ont été observés par McGraw *et al.* (2003) sur dix espèces fourragères pour lesquelles il a trouvé que le taux germination la plus élevé a été atteint à plus de 20 ° C et la température la plus basse au cours duquel le pourcentage maximal de germination totale s'est produit était à 15°C.

## 2. Effet de la salinité sur la germination

Dans de nombreuses espèces végétales, les graines collectées dans divers endroits ou à des moments différents au même endroit et soumis à des conditions identiques de rupture de dormance et de germination germent à différents pourcentages et / ou taux. La structure génétique et l'environnement de la plante-mère au moment de la maturation des graines sont les deux facteurs interdépendants les plus importants qui contrôlent cette variabilité. (Baskin et Baskin, 2014).

Les taux de germinations enregistrés pour *Medicago minima* et *M. laciniata* semblent supérieurs à ceux indiqués par Abdelguerfi *et al.*, (1998) qui ont noté que les écotypes de ces deux espèces collectés à des latitudes plus au Nord que les nôtres dans des localités fréquemment caractérisées par des sols à conductivité faible à moyenne. Cependant *M. minima* a été également rencontré sur des sols à forte conductivité.

Les trois populations de *Medicago laciniata*, s'avèrent les plus tolérantes, avec une capacité de germination plus élevée en comparaison avec certaines populations de *M. minima* et *M. littoralis* qui ont montrés une bonne capacité germinative aux concentrations 0 g/l et 5g/l et 10 g/l et ceci est dû à la plasticité de cette espèce. Puisque cette espèce possède une plus grande distribution et est commune même dans le Sahara (Ozenda, 2004) donc vraisemblablement plus apte à supporter des conditions sévères par rapport aux deux autres.

Jaouadi *et al.* (2010) indique que les retards de germination provoqués par les concentrations croissantes en NaCl seraient dus à une difficulté d'hydratation des graines par suite d'un potentiel osmotique élevé et peut être expliqué par le temps nécessaire aux graines pour déclencher les mécanismes leur permettant d'ajuster leur pression osmotique. Le mécanisme de l'inhibition de la germination par NaCl peut être lié à la rupture de la radicule qui est due à une absorption d'eau insuffisante ou peut être attribué à des effets toxiques sur l'embryon (Mazher *et al.*, 2007).

Un taux maximal de germination a été observé pour toutes les espèces à la concentration 0 g/l. Nos résultats rappellent ceux de Abdi *et al.* (2016) sur l'orge qui ont enregistré un taux de germination de 100% après 7 jours de semis et ceux de Nedjimi *et al.* (2014) sur *M. arborea.*

Nous remarquons que dans le milieu contenant 5g/l de chlorure de sodium, la capacité germinative pour la plupart des populations est peu affectée et les valeurs enregistrées sont

statistiquement proches des valeurs obtenues à la concentration 0g/l. Ces résultats rappellent ceux de Hajlaoui (2007) qui a observé les mêmes résultats à la concentration 34mMol en NaCl sur le pois chiche, ceux de Ben Naceur *et al.* (2001) sur le blé et Djerah *et al.* (2015) a montré qu'une dose de NaCl de 3 g/l affecte peu la germination (92,89%) par rapport au témoin (94%).

Il a été signalé que la germination maximale des graines de plantes halophytiques se produisait dans de l'eau distillée ou sous une salinité réduite (Panahi *et al.*, 2012). Dans un contexte analogue, Lachhab *et al.* (2013) ont noté un effet similaire d'un stress salin sur la germination et l'activité enzymatique chez deux génotypes de *Medicago sativa*.

Nos résultats montrent clairement que les graines des espèces de genre *Medicago* germent mieux en absence du sel ou dans un milieu d'une concentration de 5 g/l en NaCl. Ceci est proche des résultats de Bouda et Haddioui (2011) sur l'effet du stress salin sur la germination de quelques espèces halophytes du genre *Atriplex* réputés pour être résistantes au sel avec des pourcentages de germination qui augmentent fortement pour atteindre au neuvième jour 95.56 et 85.56% respectivement et à 5 g/l de NaCl.

Farissi *et al.* (2013) ont noté que la germination des semences des différentes populations de la luzerne est peu affectée par les concentrations en NaCl allant jusqu'à 100 Mm équivalent de 5,8 g/l.

La réponse à différentes concentrations en NaCl a montré qu'à 10 g/l, les taux les plus élevés (52%,41%) sont détenus par deux témoins (T2, T3) acclimatés à des zones continentales de l'Espagne. Par contre la germination des graines d'autres populations est totalement inhibée, en particulier *M. littoralis*. La germination est globalement basse en comparaison aux deux autres concentrations (0 g/l et 5g/l). Toutefois à cette même concentration et à 25°C, certaines populations (P1, P2, P3 de *M. laciniata*, P1 de *M. littoralis* et P1, P2 de *M. minima*) conservent un taux de germination appréciable (23% à 37%). La plupart populations étudiées sont fortement affectées et leurs taux de germination ne dépassent pas les 52 % ce qui montre que le NaCl ralentit ou inhibe la germination des trois espèces de *Medicago*.

Ces effets sont d'autant plus marqués que la concentration de ce sel est élevée. Nos résultats rejoignent ceux d'Othman *et al.* (2006) qui ont noté une diminution de la germination des orges à des concentrations élevées due à la réduction de l'utilisation des réserves des grains et ceux de Yousofinia *et al.* (2012) et confirment ceux de Benderradji *et al.* (2010) sur le blé tendre en présence des concentrations croissantes de NaCl (200 mMol de NaCl équivalant de 11,7 g/l).

Dans le même sens, une étude récente menée par Farissi *et al.* (2013) sur différentes populations marocaines de luzerne, a permis de mettre en exergue, chez certaines populations un haut niveau de tolérance à la salinité au stade de germination avec des concentrations allant jusqu'à 250 Mmol équivalent de 14,6 g/l. Cette capacité constitue un atout intéressant pour l'implantation de ces plantes en zones arides confrontées à la salinité.

Mrani Alaoui *et al.* (2013) ont conclu que lorsque l'intensité du stress est élevée (10 g/l et 15 g/l), toutes les variétés de blé sont affectées et montrent un taux de germination différent de celui du témoin qui ne dépasse pas 14% à 15g/l. ce qui correspond à nos résultats. et les mêmes résultats sont indiqués par Kadri *et al.* (2008) sur l'effet des doses de NaCl sur la germination, la croissance et la production en grains de quelques accessions tunisiennes d'orge où il a montré que lorsque l'intensité du stress est encore plus élevée (12 g NaCl /l), la plupart des accessions étudiées sont fortement affectées et leurs taux de germination ne dépassent pas les 60 % du témoin. Et aussi à ceux de Abdi *et al.* (2016).

*Conclusion*

## Conclusion

Pour valoriser les zones arides et semi arides de notre pays qui sont caractérisées par la salinité (sol, et eau) et la sécheresse, on a procédé à une étude qui a pour objectif d'évaluer la variabilité des réponses au stade germination des espèces appartenant au genre *Medicago* soumises à des doses croissantes de NaCl et de température ;

Les espèces étudiées font partie de la flore des régions steppiques algériennes et à la Famille des Fabacées dotées de nombreuses qualités adaptatives et notionnelles les rendant éligibles pour des programmes d'intensification et / ou d'aménagement pastoral. Toutefois la méconnaissance de leurs mérites avérés rend impossible toute entreprise de valorisation. C'est dans cette optique que s'est inscrit notre objectif d'étudier la réponse de trois espèces appartenant au genre *Medicago* à des combinaisons de deux facteurs abiotiques (températures/doses de NaCl) aux tous balbutiements de la vie active d'une plante : la germination ;

Les résultats que nous avons obtenus montrent que les espèces prises en compte présentent une grande variabilité du taux de germination vis-à-vis des concentrations en NaCl et des températures appliquées. Ces espèces possèdent une large gamme de réponses aux températures nécessaires à la germination néanmoins la température optimale enregistrée pour toutes les espèces est de 25°C.

Le stress salin a engendré une nette diminution de taux de germination. Cette diminution est faible dans le cas de la concentration 5g/l, mais elle est plus importante au stress salin plus fort 10g/l et hormis certaines populations elle inhibe la germination des graines.

Certaines populations et espèces ont montré une meilleure tolérance à la salinité notamment pour *Medicago laciniata* et *M. minima* ce qui leur confère une importance agronomique et écologique afin de les exploiter dans les travaux de recherches et de l'amélioration génétique.

La capacité de germer à une large gamme de températures indique que les espèces sont bien adaptées aux régions steppiques connues pour la qualité basique de ses sols et ses fortement chargées. La prise en compte de ces réponses pourrait être utile dans le choix des espèces et pourrait constituer un grand atout pour la réussite de l'utilisation de ces ressources dans les zones arides déjà très affectées par les effets de la désertification dans un contexte de changements globaux.

Cette étude devrait être complétée par des expérimentations similaires sur le champ afin de confirmer la véritable tolérance des populations des espèces et de s'orienter ainsi vers celles qui montrent plus de tolérance vis à vis du stress salin et des températures élevées qui touchent une grande partie des régions arides et semis arides.

## *Références bibliographiques*

## Références bibliographiques

**Abdelguerfi, A. (1994).** About the perennial Lucerne (*M.sativa*) in Algeria. Culture, Exploitation et Selection de la luzerne pérenne pour différentes utilisations. Lusignan (France), Publication FAO-REUR Technical Series, 36,18-20p.

**Abdi, N., Wasti, S., Ben Salem, M., El Faleh, M., Mallek-Maalej, E. (2016).** Study on Germination of Seven Barley Cultivars (*Hordeum vulgare* L.) under Salt Stress. *Journal of Agricultural Science*, 8.

**André,J.,Hubert,B. (1992).** Amélioration des espèces végétales cultivés.Quae,271p,Paris.

**Askri, H., Rejeb, S., Jebari, H., Nahdi, H., Rejeb, M.N. (2007).** Effet du chlorure de sodium sur la germination des graines de trois variétés de pastèques (*Citrullus Lanatus* L). *Sécheresse*, ,18 (1) ,51-5.

**Bahrani, A., Hagh Joo,M. (2012).** Response of Some Wheat (*Triticum aestivum* L.) Genotypes to Salinity at Germination and Early Seedling Growth Stages. *World Applied Sciences Journal*.16, 4, 599-609.

**Baskin, C.C., Baskin, J.M. (1998).** Seeds. Ecology, biogeography, and evolution of dormancy and germination. Academic Press ,666 p, USA.

**Baskin, C.C., Baskin, J.M. (2014).** Seeds: Ecology, Biogeography, and, Evolution of Dormancy and Germination (Second Edition). AP Academic Press. An Imprint of Elsevier, San Diego, 1568 p.

**Benadjaoud, A., Aïd, F. (2004).** Effets de quelques traitements physicochimiques et de la température sur la faculté germinative des graines de *Parkinsonia aculeata* L.INA., vol. 25, nd1 et 2.

**Benbrahim,K. F., Ismaili, M., Benbrahim, S. F., Tribak, A. (2004).** Sci. Chang. Planétaires. *Sécheresse*, 15, 307.

- Benderradji, L., Houzerzour., Kellou, K., Ykhlef, N., Brini, F., Masmoudi, K., Djekoun,A.(2010).** Etude des mécanismes de tolérance a la salinité chez deux variétés de blé tendre (*Triticum aestivum* L.) soumises à un stress salin. Sciences& Technologie C, 32, 23-30.
- Benidire,I., Daoui,K., Fatemi,Z.A., Achouak,W., Bouarab,L., Oufdou,K(2015).** Effet du stress salin sur la germination et le développement des plantules de *Vicia faba* L. J. Mater. Environ. Sci ,6, 3,840-851.
- Ben Naceur,M., Rahmoune,C., Sdiri,H., Meddahi,M.L., Selmi,M. (2001).** Effet du stress salin sur la croissance et la production en grains de quelques variétés maghrébines de blé. *Sécheresse*, 12, 167-174.
- Bensaadi N. (2011).** Effet du stress salin sur l'activité des  $\alpha$ -amylases et laremobilisation des réserves des graines d'haricot (*Phaseolusvulgaris* L.) en germination.Mémoire de magistère,Université d'Oran.
- Bouda, S., Haddioui, A. (2011).** Effet du stress salin sur la germination de quelques espèces du genre Atriplex. Nature et Technologie, 05, 72-79.
- Bouhabila, I.D. (2016).** Effet du stress salin sur l'expression de deux facteurs de transcription chez la luzerne annuelle *Medicago truncatula*: cas du NAC969 et du BHLH32. Mémoire Master, Université Constantine1, Constantine.46P.
- Bouzoubaâ, Z., El Mousadik, A. (2003).** La salinité sur la germination de l'Arganier, *Argania spinosa* (L.) Skeels. Acta Botanica Gallica., 150, 3, 321-330.
- Caboche,M., Dubreusqu,B., Grappin,P., Lepinice,L.,Nesi,N. (1998).** La germination vient en dormant. Biofutur, 175, 32- 35.
- Chebouti,A., Abdelguerfi,A., Mefti,M. (2001).** Effet du stress hydrique sur le rendement en gousses et en graines chez trois espèces de luzernes annuelles : *Medicago aculeata*, *Medicago orbicularis* et *Medicago truncatula*.Options Méditerranéennes : Série A. Séminaires Méditerranéen, 45,163- 166.
- Chorfi,A. (2009).**Contribution à l'étude de la résistance à la salinité chez une variété de blé dur algérien (*Triticum durum* desf.) var Mohamed Ben Bachir. Sciences et Technologie, 29,41-44.

- Côme,D. (1970).** Les obstacles à la germination (monographie et physiologie végétale). Ed. Masson et Cie, 162p. Paris.
- Daoud., Halitim. (1994).** Irrigation et salinisation au Sahara algérien. Sécheresse, 3,5.151-160.
- Delalande, M., Greene, S., Hughes, S., Nair, R., Huguet, T., Aouani, M E., Prosperi, J. M. (2007).** Wild accessions / populations *Medicago truncatula* handbook.1-27.
- Demerval,C. (1983).** Comparaison de six espèces de luzernes annuelles à l'aide de caractères biométriques et enzymatiques.Agronomie,3 (10),971-982.
- Djerah,A., Oudjehih,B. (2015).** Effet du stress salin sur la germination de seize variétés d'orge (*hordeumvulgare* l.). Courrier du Savoir, 20, 47-56.
- Journet, E.P., Carreau, V., Jgouzy, J.,Thoquet, P., Rosenberg, C., Barker, D., Huguet, T., Denarie, J., Gamas, P. (2001).** La légumineuse modèle *Medicago truncatula* : approches génomiques et perspectives OCL, 8,5, 478 – 484.
- Fenner. M., Thompson. K. (2005).** The ecology of seeds. Cambridge University Press, 239P, New York.
- Gallagher. R. S. (2013).** Seeds: the ecology of regeneration in plant communities. Boston, MA, CABI, 263P.
- Guerroudj,K.,Bouterfas,M., Abdelmoumen,H.,Boukroute,A.,Missbah El Idrissi,M.(2015).** Prétraitement des graines de la luzerne arborescente (*Medicagoarborea* L.) et influence de la salinité et de la température sur leurs germinations. Nature & Technology, B- Sciences Agronomiques et Biologiques, 13, 41-46.
- Greuter. W.R, Burdet. H.M., Long.G. (1989).** Med-Checklist. Genève, Conservatoire et Jardin botanique.
- Hajlaoui, H., Denden, M., Bouslama, M. (2007).** Etude de la variabilité intraspécifique de tolérance au stress salin du pois chiche (*Cicer arietinum* L.) au stade germination. Tropicultura, 25,3, 168-173.
- Halitim, A. (1988).** Sols des régions arides d'Algérie. OP, 384 p, Alger.

- Halmi,S. (2010).** Contribution à l'étude cytogénétique de quelques espèces du genre *Medicago* (L). Mémoire de Magister, Université de Constantine, 57P.
- Hawker, J.S., Jenner, C. F. (1993).** High temperature affects the activity of enzymes in the committed pathway of starch synthesis in developing wheat endosperm. *Aust. J. Plant Physiol.*, 20,197-209.
- Jaouadi, W., Hamrouni L., Hanana M., Khouja M.L. (2004).** Analyse de la capacité germinative de quelques espèces d'acacia exotique, 247p.
- Kadri, K., Maalam, S., Cheikh,M. H., Benabdellah, A., Rahmoune; C., Ben Naceur, M.(2009).** Effet Du Stress Salin Sur La Germination, La Croissance et la production en grains de quelques accessions tunisiennes d'orge (*HORDEUMVULGARE* L.). *Sciences & Technologie C*, N°29, 72-79.
- Kameswara Rao, Hanson, N.J., Dulloo, M.E., Ghosh, K., Nowell,D.,Larinde,M. (2006).** Manual of Seed Handling in Genebanks. Handbooks for Genebanks No. 8, Bioersivity International, 147p.
- Kerzabi, R.,Stambouli, M., Meziane, H., Benabadji,N. (2015).** Germination of *Atriplex halimus* Linnaeus, 1753 (Caryophyllales Chenopodiaceae) in North West Algeria. *Biodiversity Journal*, 6, 2, 663-668.
- Oukarroum, A. (2007).** Vitalité des plantes d'orge ("*Hordeum vulgare*" L.) en conditions de stress hydrique et thermique analysée par la fluorescenceChlorophyllienne.Thèse Doctorat, Université de Genève, 170 p.
- Othman, Y. (2005).** Evaluation of barley cultivars grown in Jordan for salt tolerance. Ph.D. Thesis. Jordan University of Science and Technology, Jordan.
- Ozenda, P. (2006).** Flore et végétation du Sahara 3ème édition. CNRS éditions ,662 p.
- Lachhab,I., Louahlia,S., Laamarti,M., Hammani,K.(2013).** Effet d'un stress salin sur la germination et l'activité enzymatique chez deux génotypes de *Medicago sativa*. *Journal of Innovation and Applied*. Vol. 3,511-516.

**Lazrek-Ben Friha, F. (2008).** Analyse de la diversité génétique et symbiotique des populations naturelles tunisiennes de *Medicago truncatula* et recherche de QTL liés au stress salin. Thèse de doctorat, Université Toulouse III- Paul Sabatier. 255P.

**Lesins, K. Lesins, A. (1979).** Genus *Medicago* (Leguminosae). A taxonomic study. Edt. Dr. Z. Junk. Publishers, 225, Boston.

**Loyer, J.Y. (1991).** Classification des sols salés : les sols salés. Cah. ORSTOM, sér. Pédol., vol. XXVI, 1, 51-61.

**Maury, P., Langlade, N., Grieu, P., Rengel, D., Sarrafi A., Debaeke, P., Vincourt, P. (2011).** Ecophysiologie et génétique de la tolérance à la sécheresse chez le Tournesol. *Innovations Agronomiques*, 14, 123-138.

**Mazher, A. A. M., EL-Quensi, F. E. M., Farahat, M. M. (2007).** Responses of ornamental plants and woody trees to salinity. *World J. Agric. Sci.*, 3(3), 386-395.

**Mazliak, P. (1982).** Physiologie végétale croissance et développement. Tome 3. Ed Hermann éditeurs des sciences et des arts, collecte méthodes, 420P, Paris.

**Mihoub, A., Chaoui, A., El Ferjani, E. (2005).** Changements biochimiques induits par le cadmium et le cuivre au cours de la germination des graines de petit pois (*Pisum sativum* L.). *C. R. Biologies* 328, 33-41.

**McDonald, C.K. (2002).** Germination response to temperature in tropical and subtropical. *Australian Journal of Experimental Agriculture*. 42, 407-419.

**McGraw, R.J., Shockley, F.W., Elam, T. K. (2003).** Effects of temperature on germination of 10 native legume species. 5-9.

**Mrani Alaoui, M. El Jourmi, L. Ouarzane, A. Lazae, S. El Antri, S. Zahouily, M. Hmyene (2013).** Effet de stress salin sur la germination et la croissance de six variétés marocaines de blé (Effect of salt stress on germination and growth of six maroccan wheat varieties). *J. Mater. Enviro. Sci.*, 4, 6, 997-104.

**Nabi, F. 2009.** Effet de la salinité sur la germination, la croissance et les composantes du rendement du *Vigna unguiculata* L. (Walp.). Mémoire de Magister, ENSA, El Harrach, 133P.

- Nedjimi, B., Mohammedi, N., Belkheiri. (2014).** Germination Responses of Medic Tree (*Medicago arborea*) Seeds to Salinity and Temperature. *Agric Res*, 3,4, 308–312.
- Nykiforuk, C.L., Johnson-Flanagan, A.M. (1999).** Storage reserve mobilization during low temperature germination and early seedling growth in *Brassica napus*. *Plant Physiol. Biochem*, 37,939–947.
- Panahi, F., Jafary, M., Assareh, M.H., Arzani,H., Tavili,A., Givar,A.(2012)** .The Effects of Salinity and Temperature on Some Germination Characteristics of *Salsola arbuscula*. *World Applied Sciences Journal*, 19, 4,470-477.
- Prosperi, J. M., M. Angevain, G. Genier, I. Olivier., P. Mansat. (1993).** Selection de nouvelles légumineuses fourragères pour les zones difficiles méditerranéennes. *Fourrages*, 135, 343-354.
- Quézel, P., Santa, S. (1962-63).** Nouvelle Flore d'Algérie et des Régions Désertiques Méridionales. 2 Tomes. Editions CNRS, 1170, Paris.
- Ungar, I.A. (1982).** Germination ecology of halophytes. In: Sen DN, Rajpurohit KS, eds. *Contributions to the ecology of halophytes*.The Hague: Dr. W. Junk Publishers, 143-154.
- Sharma, Sardana, V., Banga, S.S. (2013).** Salt tolerance of Indian mustard (*Brassica juncea*) at germination and early seedling growth. *Environmental and Experimental Biology* 11,39-46.
- Schouttet, F.(2004).** La luzerne.Fiche technique agro-industrie.Champagne-Ardenne,1-5.
- Slama, F. (2004).** La salinité et la production végétale. Centre de Publication Universitaire, 163 p, Tunis.
- Thompson. P.A. (1970).** Characterization of the germination response to temperature of species and ecotypes *Nature*, London, 225, 827-831.
- Yahia, N., Fyad-Lameche, F.(2003).** Evaluation de la variabilité de jeunes plantsde *Medicago* soumis à un régime de basse température. *Acta Botanica Gallica*, 150:1, 3-17.

**Yousofinia, M., Ghassemian,A.,Sofalian, O., Khomari,S. (2012).** Effects of salinity stress on barley (*hordeum vulgare* L.) Germination and seedling growth. Intl. J. Agri. Crop Sci., 4 (18), 1353-1357.

*Annexe*

## Annexe

Annexe1. Analyse de la variance factorielle de l'effet des températures (15°C, 25°C et 30°C) et des concentrations (0, 5 et 10g/l) en NaCl sur la germination des graines des populations de trois espèces de luzernes annuelles.

Paramètres	SCE	Degr. de	CM	F	p
ord. origine	879147,8	1	879147,8	7028,221	0,00
ES/PO	100752,3	11	9159,3	73,223	0,00
TC	21304,0	2	10652,0	85,156	0,00
(C)	647877,7	3	215959,2	1726,455	0,00
ES/PO*TC	19123,6	22	869,3	6,949	0,00
ES/PO*(C)	103508,7	33	3136,6	25,075	0,00
TC*(C)	31864,6	6	5310,8	42,456	0,00
ES/PO*TC*(C)	44955,0	66	681,1	5,445	0,00
Erreur	72050,8	576	125,1		

