

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية  
République Algérienne Démocratique et Populaire  
وزارة التعليم العالي و البحث العلمي  
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique  
جامعة محمد بوضياف - المسيلة  
Université Mohamed Boudiaf - M'Sila

FACULTE SCIENCES  
DEPARTEMENT DES SCIENCES  
AGRONOMIQUES  
N° : 13/DSA/VCDPGR/2024



DOMAINE : SCIENCES DE LA NATURE  
ET DE LA VIE  
FILIERE : SCIENCES AGRONOMIQUES  
OPTION : PRODUCTION VEGETALE

Mémoire présenté pour l'obtention  
du diplôme de Master Académique

par: **SALMI Ichrak** et **BOUDRAA Miyada**

Intitulé

Caractérisation physiologique de la luzerne  
(*Medicago sativa* L.) sous stress salin

Soutenu devant le jury composé de:

|                         |     |                                 |             |
|-------------------------|-----|---------------------------------|-------------|
| M. GUENDOUZEN Omar      | MAA | Université Med BOUDIAF- M'SILA  | Président   |
| M. TORCHIT Nadir        | MAA | Université Med BOUDIAF - M'SILA | Rapporteur  |
| M. HADJ KOUIDER Boubakr | MCA | Université Med BOUDIAF- M'SILA  | Examinateur |

Année universitaire : 2023/2024

## *Remerciements*

Je remercie avant tout ALLAH tout puissant, de m'avoir guidé tout au long de ma vie, dans toutes les années d'étude et m'avoir donné la croyance, la volonté, la patience et le courage pour terminer ce travail. Au terme de ce travail

je tiens particulièrement à exprimer ma profonde gratitude à mon encadreur Dr **TORCHIT NADIR** pour ses orientations, ses contributions, sa compréhension tout le long de l'élaboration de ce mémoire.

Et enfin, que toute personne ayant contribué de près ou de loin à la réalisation du travail, trouve ici l'expression de notre profonde gratitude et reconnaissance.

*Merci.*

## DICACE

Louange à Dieu, avec amour, remerciement et gratitude pour le début et la fin

Le voyage n'a pas été court, le rêve n'était pas proche et le chemin n'était pas facile, mais je l'ai fait et je l'ai réalisé. Je le dédie à mon ambition. D'abord, cela a commencé avec de l'ambition et s'est terminé avec le succès. je dédie ce succès  
à mon ambition

Avec tout mon amour, je dédie le fruit de mes efforts, de ma diligence et de ma joie aux premiers qui attendent ce jour avec impatience afin qu'ils puissent être fiers de moi, mes honorables parents, que Dieu Tout-Puissant prolonge leur vie et leurs plaisirs, et même. santé et bien-être

A ceux qui oublient ma vie et attristent mes souvenirs, mes frères et sœurs.

.Et à toutes les personnes pour qui j'ai de l'amour et de l'appréciation

Enfin, je n'aurais pas fait cela sans la grâce de Dieu. Louange à Dieu, qui nous a apporté la joie de l'accomplissement

Mayada

## DICACE

C'est ALLAH qui nous a donné la santé, le courage,

La patience et la volonte pour réaliser ce travail.

Je dédie ce modeste travail en signe de reconnaissance

et de Respect

A mes chers parents

Mon père MOHAMED, Ma mère FATIMA

Pour lequel je souhaite une longue et heureuse vie pleine de bonheur,

pour leurs sacrifices sans limites, et leur amour et leur

encouragement.

A mes sœurs et mon frère : SOULEIMAN, SALAH, INES, MALAK, SABER

A mon chère amie

WIAM AROUSSI

À ma fierté et mon soutien, à l'homme qui m'a encouragée à atteindre mes

ambitions, à mon mon mari RAMZI

*Ichraqe*

## Sommaire :

|   |    |
|---|----|
| <b>Sommaire :</b> .....   | 5  |
| <b>Liste des abréviations :</b> .....                                       | 8  |
| <b>Liste des figures :</b> .....  | 10 |
| <b>Liste des Tableaus :</b> .....   | 11 |
| <b>Introduction :</b> .....   | 13 |
| <b><i>Partie bibliographique</i></b> .....                                  | 15 |
| <b>Chapitre 1 : généralités sur l'espèce</b> .....                          | 16 |
| <b>1.1 Origine et répartition géographique de la luzerne:</b> .....         | 17 |
| <b>1.2 Classification botanique :</b> .....                                 | 17 |
| <b>1.3 Morphologie de la plante :</b> .....                                 | 18 |
| <b>1.4 Cycle de développement de la luzerne :</b> .....                     | 18 |
| <b>1.5 Conduite de la culture de la luzerne</b> .....                       | 19 |
| <b>1.5. 1 Préparation du sol :</b> .....                                    | 19 |
| <b>1.5.2 fertilisation :</b> .....  | 19 |
| <b>1.5.3 Epoque et mode de semis :</b> .....                                | 19 |
| <b>1.6 Exigence de la culture de la luzerne:</b> .....                      | 20 |
| <b>1.6.1 La température :</b> .....   | 20 |
| <b>1.6.2eau :</b> .....   | 20 |
| <b>1.6.3 Exigences édaphiques :</b> .....                                   | 20 |
| <b>1.7 Importance de luzerne :</b> .....                                    | 21 |
| <b>Chapitre 02 : salinisation</b> .....                                     | 22 |
| <b>2.1 Définition de la salinisation :</b> .....                            | 22 |
| <b>2.2 Les salinisation des sols :</b> .....                                | 22 |
| <b>2.3 Origine des sols salés :</b> .....                                   | 22 |
| <b>2.3.1 La Salinisation primaire ou naturelle :</b> .....                  | 22 |
| <b>2.3.2 La Salinisation secondaire :</b> .....                             | 23 |
| <b>2.4 effet de la salinité sur les propriétés physiques du sol :</b> ..... | 23 |
| <b>2.4.1 Effet sur la structure :</b> .....                                 | 23 |
| <b>2.4.2 Effet sur la perméabilité :</b> .....                              | 23 |

|   |    |
|---|----|
| 2.4.3 Effet sur les propriétés physico-chimiques :                    | 24 |
| 2.4.4 Effet de la salinité sur les propriétés biologiques du sol :    | 24 |
| 2.5 Répartition des sols salés :                                      | 24 |
| 2.5.1 Répartition des sols salés dans le monde :                      | 24 |
| 2.5.2 Répartition des sols salés en Algérie :                         | 25 |
| 3.1 définition de stress chez le plante:                              | 27 |
| 3.2 Definitin du stress salin:  | 21 |
| 3.3 Effet du stress salin sur la croissance:                          | 21 |
| 3.4 Effet du stress salin sur la photosynthèse:                       | 22 |
| 3.5 Effet du stress salin sur la nutrition minérale:                  | 22 |
| 3.6 Effets du stress salin Sur l'état hydrique :                      | 22 |
| 3.7 Mécanismes de résistance à la salinité:                           | 23 |
| 3.7.1 Exclusion:  | 23 |
| 3.7.2 Inclusion:  | 23 |
| 3.7.3 justement osmotique:  | 24 |
| DEUXIEME PARTIE_ETUDE_EXPERIMENTALE                                   | 30 |
| Chapitre 1: matériels et méthodes                                     | 31 |
| 2.1 Objectif de l'étude   | 31 |
| 2.2 Matériel végétal  | 31 |
| 2.2.1 Caractéristiques des variétés étudiées:                         | 31 |
| 2.3 Démarche expérimentale :  | 31 |
| 2.3.1 préparation de la culture :                                     | 31 |
| 2.3.2 le semis  | 32 |
| 2.3.3 Application du stress et solutions salines :                    | 32 |
| 2..3.3.1 le dispositif adopté dans notre essai:                       | 32 |
| 2.3.4 les paramètres mesurés:   | 34 |
| Chapitres 02 : <i>resultats et discussions</i>                        | 36 |
| 2.1 Effet du stress salin sur la teneur en sucres totaux des feuilles | 37 |
| 2.2 Effet de la salinité sur la teneur en proline des feuille         | 38 |
| 2.3 Effet du stress salin sur le nombre de feuilles :                 | 39 |

|   |           |
|---|-----------|
| <b>2.4 Effet du stress salin sur le poids frais des plants .....</b>                  | <b>40</b> |
| <b>2.5 Effet du stress salin sur la poids sec totales .....</b>                       | <b>41</b> |
| <b>2.6 Effet du stress salin sur la Loungeures parties ariènes .....</b>              | <b>42</b> |
| <b>2.7 Effet du stress salin sur la teneur en louangeur de partie racinaire .....</b> | <b>43</b> |
| <b>DISCUSSIONS GENERALE : .....</b>   | <b>45</b> |
| <b>Conclusion : .....</b>   | <b>46</b> |

## Liste des abréviations :

**mM** : Millimol .

**Na+**: Ion sodium.

**Cl-** : Ion chlorure.

**NaCl** : Chlorure de sodium.

**cm** : Centimètre.

**m** : Mètre.

**mm** : Millimètre.

**°C** : Degré Celsius.

**%** : Pourcentage.

**UF / Kg** : Unités Fourragères/kilogrammes.

**pH** : Potentiel Hydrogène.

**Mg** : Milligramme.

**g** : Gramme.

**µg** : Microgramme.

**Kg** : kilogramme.

**M. sativa** : Medicago sativa.

**mg/g** : Milligramme/ Gramme.

**Na +** : Ion sodium.

**Cl-** : Ion chlorure. .

**CE**: Conductivité électrique.

**Ca+** : Ion calcium.

**Mg+** : Magnésium.

**K+** : Potassium.

**Na<sup>+</sup> /Ca<sup>++</sup>** : Ion sodium/ Ion calcium.

**mmol/L** : Millimol/Litre.

**CaSO<sub>4</sub>** : Le sulfate de calcium.

**KCl** : Le chlorure de potassium.

**MgSO<sub>4</sub>** : Le sulfate de magnésium.

**NaHCO<sub>3</sub>** : Le bicarbonate de soude.

**CaCO** : Le carbonate de calcium.

**NaCO<sub>3</sub>** : Le carbonate de sodium.

**Ds /m** : Dési – Siemens /Mètre.

**CEC** : Capacité d'échange cationique..

**ml** : Millilitre.

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

**MF** : Matière fraîche.

**µg/100mg de MF** : Microgramme /100 milligramme de matière fraîche.

**µg/ml** : Microgramme/ Millilitre.

**DO** : Densité optique.

**H<sub>2</sub>O** : Eau.

## Liste des figures :

|  |    |
|--|----|
| Figure 1 : la salinisation des sols .....  | 23 |
| Figure 2 : Le dispositif expérimental adopté dans la serre. ....                       | 35 |
| Figure3 :partie raciner est airain de plant de SPEED .....                             | 35 |
| Figure04 :partie raciner est airain de plant de TEMASIN .....                          | 37 |
| Figure 05 :partie raciner est airain de plant de SUF101 .....                          | 37 |
| Figure 6 : les etalons( dosage des sucres toutaux) .....                               | 37 |
| Figure 7 : les extraits ( dosage des sucres toutaux).....                              | 38 |
| Figure 8: les etalons( dosage des proline).....  | 38 |
| Figure 9: les extraies ( dosage des proline ).....                                     | 39 |
| Figure10 : Effet de la salinité sur la teneur en sucre totaux des feuilles.....        | 39 |
| Figure 11 : effet du stress salin sur la teneur en proline des feuilles .....          | 43 |
| Figure 12: effet du stress salin sur le nombre de feuilles.....                        | 45 |
| Figure 13 : effet du stress salin sur le poids frais des plants.....                   | 47 |
| Figure 14 : effet du stress salin sur le poids sec des plants.....                     | 48 |
| Figure 15: effet du stress salin sur la longueur de la partie aérienne (cm) .....      | 49 |
| Figure 16 : Effet du stress salin sur la teneur en louangeur de partie racinaire ..... | 50 |

## Liste des Tableaus :

|  |    |
|--|----|
| Tableau 1 :Selon (Amazon France 2003) la Luzerne est classée comme suite .....   | 16 |
| Tableau2 : Superficie affectée par la salinité dans le monde (FAO, 2008).....  | 25 |
| Tableau 3 : Classement des Wilayas touchées par la salinité en fonction du pourcentage de la S.A.U (BENZELLAT, 2012) ..... | 26 |
| Tableau 04 : Composition des solutions salines et la conductivité électrique correspondante.....                           | 33 |
| Tableau 5: Effet du stress salin sur la teneur en sucres totaux des feuilles.....  | 42 |
| Tableau 6 : Effet de la salinité sur la teneur en proline des feuille .....  | 43 |
| Tableau 7 : Effet du stress salin sur le nombre de feuilles .....  | 45 |
| Tableau8 : effet du stress salin sur le poids frais des plants.....  | 46 |
| Tableau9 : Effet du stress salin sur la poids sec toteles .....  | 47 |
| Tableau10 : Effet du stress salin sur la Loungeures parties ariènes.....   | 48 |
| Tableau 11 : Effet du stress salin sur la teneur en louangeur de partie racinaire .....                                    | 49 |

# *Introduction*

## **Introduction :**

Près d'un milliard d'hectares des sols dans le monde (soit 8,7 %) sont touchés par le phénomène de salinisation, essentiellement en zones arides ou semi-arides. En Algérie, la sécheresse constitue l'un des facteurs contribuant à la salinisation des sols. En effet, dans les zones semi-arides, les faibles précipitations et la montée de la température engendrent l'accroissement de l'évaporation et provoquent ainsi la remontée des sels vers la rhizosphère.

Le phénomène de salinisation s'accroît d'avantage, suite à la pratique de l'irrigation où les eaux contiennent souvent des teneurs en sels jugées élevées. Les effets des sels, notamment le Na Cl dépendent de sa concentration au niveau du milieu de culture et de l'époque de sa déclaration

Il a été estimé que plus de 50 % des terrains agricoles seront affectés par la salinité vers la fin de l'année 2050 (Stankovic et al., 2015). En Algérie, près de 10 à 15 % des terres irriguées sont affectés, occupant 3.2 millions d'hectares de la superficie totale, localisées aussi bien au Nord qu'au Sud du pays (Silini, 2016).

Cette salinisation impose des défis énormes, à la fois aux scientifiques et aux agriculteurs, exigeant une exploitation croissante des ressources naturelles à la recherche de solutions prometteuses. La capacité d'évaluer quantitativement les performances des plantes subissant un stress salin est très importante au niveau des programmes de recherche qui visent à la réhabilitation et l'amélioration de la production en régions arides et semi arides affectées par la salinité. De nombreuses recherches travaillent sur des variétés adaptées à ces zones capables de produire le maximum de biomasse ou de graine en condition de salinité. Cette sélection s'intéresse aux mécanismes d'adaptation susceptible d'être utilisés pour le choix des espèces tolérantes aux stress salin.

Les enjeux, des études effectuées sur l'effet de la salinité, sont nombreux et une compréhension détaillée des mécanismes du stress salin, pourrait ouvrir la voie à une meilleure maîtrise des pratiques agronomiques en milieu salin. Ces recherches permettent d'identifier et caractériser les sources de résistance, connaître les mécanismes des réactions de défense, comprendre les mécanismes de contournement des résistances et évaluer la durabilité des résistances, afin de proposer des stratégies d'amélioration et d'utilisation des résistances par les plantes.

Parmi les approches à entreprendre pour répondre à ces objectifs, il y a lieu de s'orienter vers l'introduction des espèces fourragères adaptées aux contraintes du milieu tel que la salinité.

La luzerne étant cultivée sur une grande partie du globe, elle se trouve exposée à des climats rigoureux contre lesquels elle présente une remarquable aptitude d'adaptation à résister au manque d'eau

et à la salinité. Son introduction dans les zones affectées par la salinité peut être envisagée en vue de la réhabilitation des zones touchées par la salinité.

Dans ce travail, nous décrivons les paramètres qui mesurent l'impact de la salinité sur plusieurs traits, tels que la croissance et l'homéostasie osmotique chez 3 variétés de luzerne (deux variétés introduites et une population locale). Il peut souvent être difficile d'identifier les caractères les plus importants contribuant à la tolérance à la salinité dans le système végétal donné.

L'objectif principal de ce travail consiste à évaluer les éventuelles différences interspécifiques de la tolérance à la salinité dans la luzerne cultivée, et particulièrement chez les variétés locales et de faire un premier tri variétal qui fera l'objet pour d'autres études afin de l'intégrer efficacement dans un programme de réhabilitation de zones salines.

*Partie*

*bibliographique*

## Chapitre 1 : généralités sur l'espèce

### 1.1 Origine et répartition géographique de la luzerne:

La luzerne, originaire des hauts plateaux du Caucase de l'Iran et de Turquie, était autrefois connue sous le nom d'Alfalfa, signifiant "le meilleur des fourrages". Elle fut introduite en Europe vers 470 avant J.C avant les guerres médiques, portant alors le nom de Medica herba « l'herbe de Médie ». Son utilisation comme nourriture hivernale pour les animaux remonte même plus loin, mentionnée dans les tablettes Hittites datant de 1400 à 1200 ans av. J.C. Actuellement, la luzerne est la plante fourragère la plus cultivée dans le monde en raison de ses propriétés nutritives et médicinales, particulièrement dans les zones tempérées chaudes subtropicales et en altitude.

Depuis cette époque, la luzerne est perçue comme un fourrage facile à cultiver et à stocker, ce qui explique sa propagation rapide, d'abord dans la région méditerranéenne de l'Europe et en Afrique de l'Est, puis vers le nord (Midoun et al., 2015).

### 1.2 Classification botanique :

Tableau 1 : la Luzerne est classée comme suite

|                      |                    |
|----------------------|--------------------|
| Règne                | Plantae            |
| Sous-Règne           | Tracheobionta      |
| Embranchement        | Spermaphytes       |
| Sous-<br>branchement | Angiospermes       |
| Classe               | Dicotylédones      |
| Sous-Classe          | Dialypétales       |
| Ordre                | Rosales            |
| Famille              | légumineuses       |
| Sous-Famille         | Papilionacées      |
| Tribu                | Trifolieae         |
| Genre                | Medicago           |
| Espèce               | Medicago sativa L. |

### 1.3 Morphologie de la plante :

- Plante à tige plus ou moins dressée, pouvant atteindre plus de 80 cm de haut. Les feuilles sont trifoliées, pétiolées, dentées et mucronnées au sommet, ordinairement glabre (Baameur, 1998). Les stipules sont larges de forme allongée ou cordiforme.

- Inflorescence en grappes de 10 à 30 fleurs violettes, parfois bleuâtre plus ou moins bigarrées. Le fruit est une gousse spiralée, contenant de 5 à 15 graines.

- La graine est de 2 à 2.5 mm de long de couleur jaune-or ou jaune-olive à brun suivant l'âge et les conditions de récolte. Le poids de 1000 graines est de 1 à 2.7 g.

- La racine pivotante descend jusqu'à 2 m ; plus ou moins fasciculée. Dans le type *sativa* le développement des racines secondaires des surfaces même en cas d'accident freinant le développement du pivot, reste très faible. Les nodosités en grappe sur les racines, ce sont de minuscules boules roses pales qui fixent l'azote de l'air. Elles approvisionnent ainsi la plante en azote pendant sa vie et enrichissent le sol après le retournement de la luzernière (ITDAS, 1993).

- Appartient à la famille des légumineuses, caractérisée par sa capacité à fixer l'azote atmosphérique, grâce à une symbiose existant entre la plante et une bactérie qui se développe dans son système racinaire. La luzerne est cultivée pur ou en association avec une graminée qui est le plus souvent du dactyle (*Dactylis glomerata* L), il y a deux sous espèces de *Medicago* (Mathieu, 2003). Chez les plantes des espèces annuelles de *Medicago*, la morphologie et l'architecture varient fortement entre les génotypes de la même espèce. Elles sont très dépendantes de l'environnement et des conditions de culture (Delphine, 2006)

- Les variétés de luzerne sont classées en trois types :

- Type méditerranéen : regroupe les variétés à repos végétatif peu marqué, production quasi continue, elles sont sensibles au froid ; cultivées dans les régions à hiver doux.

- Type intermédiaire : regroupe les variétés à repos végétatif plus ou moins marqué, elles sont moins sensibles au froid que les précédentes ; cultivées dans les régions à hiver peu froid à frais

- Type nordique : regroupe les variétés à repos végétatif très marqué, elles sont résistantes au froid ; cultivées dans les régions à hiver froid et très froid.

### 1.4 Cycle de développement de la luzerne :

D'après Mathieu (2003), le cycle de développement des espèces du genre *Medicago*. Passe par différents stades végétatifs :

Stade 1 : la plante est une dicotylédone (germination hypogée)

Stade 2 : l'apparition de la première feuille (unifoliée)

Stade 3 : les feuilles sont alternées et composées de trois folioles rattachées à la tige par un pétiole (trifoliées). Au cours de son développement la première tige grandit en produisant des feuilles alternées.

Stade 4 : un bourgeon axillaire de la première feuille unifoliée se développe pour donner une tige secondaire. Deux autres tiges secondaires démarrent à sa suite depuis le niveau des cotylédons. Les luzernes pérennes de type non dormant produisent plus de tiges secondaires à partir du niveau des cotylédons que les types dormants dont la croissance est stoppée en hiver. C'est cet ensemble de tiges qui va former le collet.

Stade 5 : Le développement des tiges : on distingue des tiges primaires, secondaires et tertiaires.

Stade 6 : floraison, maturité.

## **1.5 Conduite de la culture de la luzerne**

### **1.5.1 Préparation du sol :**

Le labourage est une étape essentielle de l'agriculture visant à préparer le sol pour la plantation et le semis des graines. Le processus de préparation du sol comprend généralement plusieurs étapes, notamment. Un labour de 40 à 50 cm est effectué, suivi par l'hersage et le nivelage pour obtenir une couche superficielle bien émietlée. Ensuite, un lit de semence est préparé, juste avant le semis, selon Chaabena (2001).

### **1.5.2 fertilisation :**

L'engrais agricole est un processus essentiel en agriculture visant à fournir les éléments nutritifs nécessaires à la croissance et au développement des plantes. Habituellement, les doses suivantes sont appliquées :

a. Détermination des doses de base : Les doses de base sont réparties comme suit --120 unités/ha de K<sub>2</sub>O et de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> avant labour.

-40 unités/ha lors du semis.

-30 unités/ha d'azote lors du semis.

b. Application de la fumure de fond : La fumure de fond est appliquée à raison de 50 quintaux/ha avant labour, conformément aux recommandations de l'Institut Tunisien de Développement Agricole et de Suivi (ITDAS, 1993).

### **1.5.3 Epoque et mode de semis :**

La plantation de la luzerne est généralement effectuée de septembre à octobre et peut se prolonger jusqu'à mi-avril, à condition qu'il n'y ait pas de risque de gelées. En Algérie, la plantation automnale est

préférée pour assurer des récoltes régulières. La dose recommandée est de 25 à 30 kg/ha à une profondeur de 2 cm. La plantation peut être réalisée en vrac ou en lignes espacées de 20 à 40 cm

## **1.6 Exigence de la culture de la luzerne:**

### **1.6.1 La température :**

Les températures optimales de croissance pour la luzerne se situent généralement entre 20 et 30 degrés Celsius, mais lorsque les températures dépassent 37 degrés Celsius, la production de luzerne diminue nettement pendant les mois d'été en Afrique du Nord. La température minimale nécessaire pour que la luzerne reste active est d'environ 8 à 9 degrés Celsius. (Mehiri, Zahouani, 2018).

### **1.6.2 eau :**

L'eau est l'élément climatique le plus crucial pour la luzerne ; elle requiert des quantités importantes d'hydratation ; une luzerne nécessite 600 kilogrammes d'eau pour produire 1 kilogramme de matière sèche. La quantité d'eau nécessaire pour une production optimale varie entre 12000 et 13000 mètres cubes par hectare, soit 1200 à 1300 millimètres d'eau par année de culture (Bouaboub-Mossab, 2001). En présence d'eau et en l'absence d'autres contraintes, la luzerne est le premier choix pour la culture au printemps et en été.

Cependant, la robustesse de son système racinaire lui permet de résister à une sécheresse pendant 2 à 3 mois. La luzerne est considérée comme partiellement résistante à la sécheresse en raison de son système racinaire fort qui lui permet de survivre dans un sol profond, avec une grande capacité de stockage d'eau, utile dans les déserts (Fares, 2008). Toutefois, une restriction de sa consommation en eau entraîne une diminution de sa production dans des proportions moindres.

### **1.6.3 Exigences édaphiques :**

Luzerne nécessite des sols profonds et bien drainés. A éviter, évitez de croûter ou de vous engouffrer dans les sols d'eau. La culture de Sa se développe dans des sols alcalins et neutres avec un pH allant de 6,5 à 8. En ce qui concerne la salinité, la luzerne a des niveaux de tolérance différents selon la variété. Pour les sols légèrement acides, les amendements calciques servent de mesure de précaution et l'inoculation est une possibilité. Un minimum de 20 à 30 cm de travail est nécessaire pour un bon enracinement.

Cependant, en terrain sec (Cesar, 2004), un ameublissement excessif (risque de formation d'une croûte de battance) doit être évité

### **1.7 Importance de luzerne :**

Le statut de la luzerne en tant que "roi des fourrages" est largement reconnu. Nous décrivons ici certaines caractéristiques spécifiques de la luzerne cultivée qui renforcent sa position parmi les cultures fourragères les plus couramment utilisées.

-La luzerne est très prisée en tant que source d'alimentation de qualité supérieure pour les bovins laitiers et de boucherie. Elle est rapidement digérée, riche en solutés cellulaires et faible en fibres de détergent cellulaire et neutre (Conrad et Klopfenstein, 1988). La luzerne peut être consommée fraîche sous forme de pâturage et verdure, ou être conservée en foin et en ensilage. Elle peut également être transformée en farine déshydratée, granulés et cubes.

-La luzerne est une source exceptionnelle de protéines de haute qualité (Bouton, 2001), une caractéristique particulièrement cruciale pour les bovins laitiers et de boucherie, ainsi que pour d'autres animaux d'élevage tels que les porcs (*Sus spp.*), les volailles (*Gallus spp.*), les ovins (*Ovis spp.*), et les chevaux (*Equus spp.*) (Van Keuren et Matches, 1988).

De plus, elle constitue une excellente source de calcium, de magnésium, de phosphore, de carotène et de vitamine D.

-La luzerne est reconnue pour son aptitude à améliorer la structure du sol et, en tant que légumineuse, elle constitue une source efficace d'azote biologique (Bouton, 2001). De plus, de nouvelles applications de la luzerne incluent son utilisation en tant que germes pour les salades, des compléments alimentaires pour l'alimentation humaine, une source de bioénergie, un système de bio-remédiation pour l'élimination des nitrates nocifs, une source de pâte pour la fabrication du papier, et une usine pour la production d'enzymes industrielles (Bouton, 1996).

## Chapitre 02 : salinisation

### 2.1 Définition de la salinisation :

La salinisation consiste à enrichir un sol en sels solubles, ce qui entraîne la création d'un sol salin. On peut également définir la salinisation comme une accumulation de sels solubles.

D'après Mermoud (2006), la salinisation consiste à accumuler des sels à la surface du sol et dans la zone racinaire, ce qui a des conséquences néfastes sur les plantes et le sol.

Le terme générique "salinisation" désigne une augmentation progressive de la concentration des sels dans la solution du sol, ce qui entraîne la précipitation successive de minéraux, ce qui modifie sa composition et détermine diverses trajectoires d'évolution des sols.

Le calcium ( $\text{Ca}^{2+}$ ), le magnésium ( $\text{Mg}^{2+}$ ), le sodium ( $\text{Na}^+$ ), le potassium ( $\text{K}^+$ ), le chlorure ( $\text{Cl}^-$ ), le sulfate ( $\text{SO}_4^{2-}$ ) et les carbonates ( $\text{HCO}_3^-$ ,  $\text{CO}_3^{2-}$ ) sont les principaux ions. (Marlet, S, et Job.J, 2006).

### 2.2 Les salinisation des sols :

Les sols salés, également appelés sols halomorphes, se distinguent par une forte concentration de sels solubles dans l'ensemble ou une partie du profil, ou par la détérioration de la structure d'un de leurs horizons sous l'action d'un des ions provenant de ces sels spécifiques (Aubert, 1975).

Selon Calvet (2003), un sol est considéré comme salé lorsque sa conductivité électrique CE dépasse 4 dS/m. Toutefois, la salinité d'un sol est plus influencée par le comportement des plantes, ce qui peut entraîner des variations significatives en fonction de la sensibilité des espèces de plantes.

### 2.3 Origine des sols salés :

Selon Cherbuy (1991), la salinisation d'un environnement nécessite la présence d'une source de sels naturelle, dite primaire, et d'une salinisation anthropique, souvent liée à l'irrigation, dite secondaire

#### 2.3.1 La Salinisation primaire ou naturelle :

La salinité primaire résulte de l'accumulation de sels dans le sol ou les eaux souterraines au fil du temps à travers deux processus naturels, la décomposition des matériaux de base contenant des sels solubles : Les roches se dégradent et libèrent divers types de sels solubles, principalement des chlorures de sodium, de calcium et de magnésium, ainsi que des sulfates et des carbonates dans une moindre mesure.

Parmi ces sels, le chlorure de sodium est le plus soluble. Les sels océaniques, connus sous le nom de sels cycliques, sont transportés par le vent depuis l'océan et déposés par la pluie, principalement sous forme de chlorure de sodium.

La teneur en sel dans l'eau de pluie varie de 6 à 50 mg/kg, diminuant à mesure que l'on s'éloigne de la côte. Pour chaque 100 mm de précipitations annuelles, une concentration de 10 mg/kg entraîne un ajout de 10 kg/ha de sel. Cette accumulation de chlorure de sodium dans le sol est significative sur des millénaires. La quantité de sel stockée dépend du type de sol, étant faible dans les sols sableux et élevée dans ceux contenant une forte proportion de minéraux argileux, avec une variation inversement proportionnelle à la pluviométrie annuelle moyenne

### **2.3.2 La Salinisation secondaire :**

La Salinisation secondaire sont anthropiques ou anthropiques et sont considérées comme « secondaires ». La salinisation secondaire des sols est principalement causée par l'irrigation (Anonyme, 2010).

Le développement de l'irrigation a été accompagné dans la moitié des cas de processus de salinisation, de sodisation ou d'alcalinisation des sols d'importance variable. Si les situations semblent extrêmement variées en raison de ces dégradations, qu'elles soient liées au milieu naturel, aux pratiques agricoles ou à la gestion de l'eau, ne sont pas inévitables et sont principalement le résultat d'une gestion inadéquate des ressources en sol et en eau. L'irrigation modifie la composition hydrique du sol en produisant une eau supplémentaire, ce qui est toujours lié à une absorption de sels

. En effet, même une eau douce de bonne qualité contient des sels dissous, et si la quantité de sels apportée par cette eau peut sembler faible, les quantités d'eau apportées au fil du temps entraînent un dépôt cumulé de sels dans les sols qui peut être très important (Marlet, 2005).



Figure 1 : la salinisation des sols

## **2.4 effet de la salinité sur les propriétés physiques du sol :**

### **2.4.1 Effet sur la structure :**

Les cations de sodium ont tendance à détruire la structure en ce qui concerne la dispersion des colloïdes minéraux.

- L'augmentation de la quantité de cations  $\text{Na}^+$  adsorbés (ESP) favorise la dispersion. La dispersion de la solution saline est limitée par la concentration de la solution saline au contact de la phase solide (Calvet, 2003).

### **2.4.2 Effet sur la perméabilité :**

Selon Derdour (1981), la réduction de la perméabilité des sols salés à alcalis est directement liée à la dispersion des colloïdes par l'ion  $\text{Na}^+$ . Selon Demelon (1966), cette perméabilité augmente avec la salinité en raison de la formation des agrégats causée par l'action flocculant des sels, puis elle reste constante.

### **2.4.3 Effet sur les propriétés physico-chimiques :**

La salinité exerce une influence sur les caractéristiques chimiques du sol, telles que le pH, la capacité d'échange cationique (CEC), le pourcentage de sodium échangeable (ESP) et le carbone organique, tout en modifiant le potentiel osmotique et matriciel du sol (Wang et al., 2014).

### **2.4.4 Effet de la salinité sur les propriétés biologiques du sol :**

La concentration élevée de sel dans les sols a un effet néfaste sur les populations microbiennes et leurs activités. Diverses études ont démontré l'impact négatif de la salinité sur la biomasse microbienne totale ainsi que sur la biomasse fongique (Dioumacor, 2016). La présence d'ions toxiques, un pH très basique, et une structure asphyxiante rendent ces sols peu propices à la vie des micro-organismes (Oustani, 2006).

L'élévation de la salinité entrave diverses activités enzymatiques du sol, comme la phosphatase alcaline et les  $\beta$ -glucosides. Les sels peuvent encourager la minéralisation du carbone, mais leur concentration croissante peut devenir toxique pour les micro-organismes (Chandra et al., 2002)

## **2.5 Répartition des sols salés :**

### **2.5.1 Répartition des sols salés dans le monde :**

D'après les estimations de la FAO, la salinisation touche déjà au moins 400 millions d'hectares et menace sérieusement une superficie équivalente. (Legros, 2009). La plupart des terres touchées par la salinité se trouvent dans les régions arides et semi-arides d'Afrique du Nord, d'Asie orientale, d'Asie centrale et du Sud de l'Asie (FAO, 2006).

Les sols salés se trouvent principalement dans les régions arides, avec une présence significative dans les régions proches, telles que l'Égypte, la Tunisie, l'Iran, le Pakistan, le Bangladesh, ainsi qu'en Asie centrale (Ouzbékistan), au nord de la Chine et en Argentine.

Les sols sodiques sont particulièrement répandus en Australie, et dans certaines situations particulières, comme en Hongrie ou en Ouzbékistan. En comparaison, l'expansion de la salinité due aux activités humaines ne concerne que 77 millions d'hectares. (Marlet et Job, 2006). Les pays du Maghreb connaissent les effets néfastes de la salinisation, principalement en raison d'une gestion inadéquate des eaux d'irrigation. (Djili et al., 2003).

Tableau2 : Superficie affectée par la salinité dans le monde (FAO, 2008)

| Region                        | Superficies |
|-------------------------------|-------------|
| Afrique                       | 80,5        |
| Europe                        | 50,8        |
| Amérique du Nord              | 15,7        |
| Amérique du Sud               | 129,2       |
| Australia                     | 357,3       |
| Mexique et Amérique<br>centre | 2           |
| Asia du Sud Est               | 20          |
| Asie du centre et du Nord     | 211,7       |
| Asia du sud                   | 87,6        |
| Total                         | 954,8       |

### 2.5.2 Répartition des sols salés en Algérie :

En Algérie, où plus de 20 % des sols irrigués sont touchés par la salinisation (DOUAOUI et HARTANI, 2007), il manque une étude cartographique fiable et précise pour délimiter les zones affectées par la salinité des terres et quantifier la teneur en sels dans le sol. Cependant, des données fragmentaires donnent une vision générale du phénomène de salinité et de dégradation des terres. Cette problématique est observée dans les plaines et vallées de l'Ouest (Mina, Cheliff, HabraSi, Maghnia), les hautes plaines de l'Est (Constantine, Sétif, Bordj Bou Arreridj, Oum El Bouagui), aux abords des Chotts et des Sebkhass (Chott Echergui, Chott Gharbi, Chott Hodna, Chott Melghir, Sebkhass d'Oran, de Benziane, Zemmoul, Zahrez Gharbi et Chergui, etc.), ainsi que dans le grand Sud (dans les Oasis) (INSID, 2008).

Tableau 3 : Classement des Wilayas touchées par la salinité en fonction du pourcentage de la S.A.U (BENZELLAT, 2012)

| Région         | S.A.U (ha) | Superficie affectée par la salinité | % de la S.A.U affecté par la salinité |
|----------------|------------|-------------------------------------|---------------------------------------|
| Tamanrassse    | 2510       | 1445                                | 57.57                                 |
| Ouargla        | 17390      | 9850                                | 56.64                                 |
| Ghardaïa       | 7930       | 3284                                | 41.41                                 |
| Bechar         | 13250      | 2249                                | 16.97                                 |
| Illizi         | 570        | 60                                  | 10.53                                 |
| Djelfa         | 67760      | 6250                                | 9.22                                  |
| Relizane       | 241670     | 20000                               | 8.28                                  |
| Ain temouchene | 18350      | 15000                               | 8.14                                  |
| Tébessa        | 231750     | 13000                               | 5.61                                  |
| Adrar          | 14990      | 780                                 | 5.20                                  |
| Biskra         | 151530     | 7272                                | 4.80                                  |
| Khanchla       | 177900     | 4480                                | 2.52                                  |
| Mascara        | 328740     | 6475                                | 1.97                                  |
| Alger          | 7940       | 150                                 | 1.89                                  |
| Mostaganem     | 131730     | 1977                                | 1.50                                  |
| Naama          | 4150       | 62                                  | 1.49                                  |
| Laghoua        | 487740     | 800                                 | 1.48                                  |

## Chapitre 03 : stress salin

### 3.1 définition de stress chez le plante :

Le stress est défini comme toute pression prédominante exercée par un facteur, perturbant le fonctionnement normal de la plante. La réponse de la plante dépend, notamment, de facteurs environnementaux tels que le type, l'intensité et la durée de la contrainte, ainsi que des facteurs génétiques tels que l'espèce et le génotype (Hopkins, 2003).

Selon Dutuit et al. (1994), le stress se manifeste par un dysfonctionnement, une rupture de l'équilibre fonctionnel, dans un organisme ou un système vivant.

### 3.2 Définition du stress salin :

Une concentration excessive en sel est définie comme un stress. Le terme « salin » fait principalement référence à un excès d'ions, en particulier  $\text{Na}^+$  et  $\text{Cl}^-$  (HOPKINS., 2003). La quantité de sels dans le sol tolérée par les plantes sans causer de dommages importants à leur croissance varie selon les familles, les genres et les espèces. (LEVIGNERONetal.,1995).

### 3.3 Effet du stress salin sur la croissance :

La réaction immédiate au stress salin est une diminution de la vitesse d'expansion de la surface des feuilles, ce qui peut entraîner son arrêt si la concentration en sel augmente (Wang et Nil, 2000).

De plus, le stress salin entraîne une diminution de la biomasse sèche et fraîche des feuilles, des tiges et des racines (Chartzoulakis et Klapaki, 2000). Une augmentation de la salinité s'accompagne d'une réduction significative de la biomasse racinaire, de la hauteur de la plante, du nombre de feuilles par plante, de la longueur des racines et de la surface des racines (Muhammad et al., 1998).

Les sels accumulés dans le sol peuvent limiter ou arrêter complètement la croissance des plantes en raison de l'augmentation de la pression osmotique de l'environnement et/ou de l'effet toxique spécifique des éléments (Arbaoui et al., 1999).

La salinité affecte négativement la croissance des cellules glycolytiques en perturbant l'eau des tissus et l'homéostasie ionique (Greenway et Munns, 1980 ; Ouerghi et al., 1998).

Un stress salin sévère peut entraîner un retard de croissance et une croissance inhibée des racines. Les feuilles peuvent devenir sclérosées avant même d'avoir fini de pousser, mettant ainsi en danger la survie de la plante (Calu, 2006).

### 3.4 Effet du stress salin sur la photosynthèse :

Le développement des plantes résulte de la coordination et de la régulation de divers processus physiologiques, dont le principal est la photosynthèse. La croissance des plantes et la production de biomasse dépendent largement de la photosynthèse nette, et les stress environnementaux peuvent affecter ces processus. Par exemple, le stress salin peut avoir des effets à court et à long terme sur la photosynthèse.

Les effets à court terme se manifestent rapidement, en quelques heures à quelques jours après l'exposition au stress, entraînant souvent un arrêt complet de l'assimilation du carbone.

L'impact à long terme se manifeste après plusieurs jours d'exposition au sel, avec une diminution de l'assimilation du carbone causée par l'accumulation de sel dans les feuilles en développement (Parida et Das, 2005).

De plus, des études ont montré une suppression de la photosynthèse sous des conditions de stress salin (Kao et al., 2001 dans Parida et Das, 2005), bien qu'elle puisse être stimulée par de faibles concentrations de sel (Kurban et al., 1999 dans Parida et Das, 2005).

Cette baisse de la vitesse photosynthétique résulte de plusieurs facteurs : la déshydratation des membranes cellulaires, ce qui réduit leur perméabilité au CO<sub>2</sub>, la toxicité du sel, et la diminution de l'approvisionnement en CO<sub>2</sub>.

### 3.5 Effet du stress salin sur la nutrition minérale :

La salinité a deux effets nutritionnels principaux sur les plantes : la toxicité directe causée par l'accumulation excessive d'ions dans les tissus et un déséquilibre nutritionnel causé par l'excès de certains ions. La présence de concentrations salines excessives dans l'environnement entraîne une détérioration de la nutrition minérale des plantes. La présence d'ions Na<sup>+</sup> dans la plante restreint l'absorption des cations essentiels comme le K<sup>+</sup> et le Ca<sup>2+</sup>. Le Na<sup>+</sup> et le Ca<sup>2+</sup> seraient en concurrence pour les mêmes sites de fixation apoplasmique. Les ions Na<sup>+</sup> et Ca<sup>2+</sup> interagissent.

### 3.6 Effets du stress salin Sur l'état hydrique :

L'augmentation de la salinité et de la pression de turgescence entraîne une diminution du potentiel hydrique des plantes (Parida et Das, 2005). Chez l'halophyte *S. salsa*, une concentration élevée de sel réduit le potentiel hydrique des feuilles et ralentit l'évaporation, tout en maintenant le contenu relatif en eau (Parida et Das, 2005).

La présence de sel dans le sol diminue le potentiel hydrique et restreint l'eau disponible pour les plantes, ce qui entrave leur croissance (Tromblin, 2000).

L'activité physiologique des cellules est optimale lorsqu'elles sont bien turgescentes, mais la présence de sels dans le sol augmente la pression osmotique autour des racines, limitant ainsi l'absorption d'eau par les plantes (Slama, 2004).

### **3.7 Mécanismes de résistance à la salinité :**

La capacité d'une plante à résister à la salinité se manifeste par sa survie et sa capacité à produire dans des conditions de stress dû à la salinité. (PIRI et al., 1994).

Les plantes déploient diverses stratégies pour atténuer le stress causé par le sel, lesquelles varient en fonction de la catégorie de la plante. (BERTHOMIEU et al., 2003). Les plantes sensibles au NaCl accumulent le sodium dans leurs racines avant de l'exclure des feuilles, ce qui les qualifie de "plantes excluantes".

En revanche, les plantes tolérantes au NaCl, appelées "plantes inclusives", ont généralement des feuilles avec une concentration en Na<sup>+</sup> plus élevée que dans leurs racines lorsqu'elles sont cultivées en présence de cet élément. (HAOUALA et al., 2007).

#### **3.7.1 Exclusion :**

La plante bloque la remontée du sel dans la sève jusqu'aux feuilles grâce à la présence de l'endoderme dans les racines et à un processus de transport sélectif, lui permettant d'absorber les ions Na<sup>+</sup> nécessaires et d'éliminer les autres. (GENOUX et al., 1991).

Certains végétaux halophytes peuvent limiter l'absorption excessive de sel en excluant le sel au niveau des racines et de la base de la tige. Cette régulation implique la libération de Na<sup>+</sup> des vaisseaux du xylème, compensée par l'entrée de K<sup>+</sup> provenant des cellules parenchymateuses du xylème et du parenchyme environnant, ce qui joue un rôle crucial dans la structure des tiges et des racines. (LUTTGE et al., 2002).

#### **3.7.2 Inclusion :**

La plante capture le sel qui atteint les feuilles de la même manière que l'eau, grâce au flux ascendant de la sève dans les vaisseaux. À l'intérieur des cellules, le sel est ensuite emmagasiné dans les vacuoles grâce à des systèmes de pompes moléculaires. Ces vacuoles, des compartiments clos à l'intérieur de la cellule, permettent d'isoler le sel des composants cellulaires vitaux (BERTHOMIEU et al., 2003). Les substances sont expulsées par des glandes vers l'extérieur. (ALEM et AMRI, 2005).

L'excrétion dans les glandes à sel est hautement spécialisée : initialement, les ions Na<sup>+</sup>, Cl<sup>-</sup> et HCO<sub>3</sub><sup>-</sup> sont expulsés à contre-courant, tandis que des ions tels que Ca<sup>2+</sup>, NO<sub>3</sub><sup>-</sup>, SO<sub>4</sub><sup>2-</sup> et H<sub>2</sub>PO<sub>4</sub><sup>-</sup> sont retenus à contre-gradient (HOPKINS, 2003).

### 3.7.3 justement osmotique :

L'adaptation osmotique est un trait physiologique clé pour tolérer les défis environnementaux. Elle implique l'accumulation de substances osmorégulatrices telles que les acides aminés libres, la proline et les sucres solubles, ce qui diminue le potentiel osmotique et garantit le maintien du potentiel de turgescence. (Zouaoui et al., 2018).

La proportion d'accumulation de ces composés varie selon l'espèce, le stade de développement et le degré de salinité. (El Midaoui et al., 2007). L'augmentation de la proline, déclenchée par le stress, peut résulter de trois processus différents. Les actions complémentaires incluent la stimulation de la synthèse de la proline, l'inhibition de son oxydation et/ou la modification de la biosynthèse des protéines. La proline peut être produite à partir de l'acide glutamique via l'acide 5-carboxy-1-pyrroline (P5C), ainsi que par l'intermédiaire de l'arginine et de l'ornithine.(Tahri et al., 1998).

L'accumulation de proline jouerait un rôle crucial non seulement dans l'ajustement osmotique, mais également dans la stabilisation des membranes cellulaires en interagissant avec les phospholipides de manière réciproque. (Claussen, 2005), Protéger les structures cellulaires, en particulier les protéines, contre les effets néfastes de la diminution de l'activité de l'eau. (Steinitz, 1999).

Elle joue également un rôle essentiel dans l'élimination des formes actives d'oxygène, appelées "espèces réactives de l'oxygène (ROS) ». (Hanana et al., 2011).

Selon Regragui (2005), Le stress salin provoque des changements dans les niveaux de glucides chez de nombreuses espèces végétales, entraînant une accumulation variable de sucres solubles totaux tels que le saccharose, le glucose et le fructose.

Ces sucres sont également impliqués dans la régulation osmotique et la protection contre l'osmose.(Yadav et al., 2011),Ils contribuent à maintenir l'équilibre de la force osmotique pour assurer la turgescence et le volume cytosolique optimal, tout en préservant l'intégrité membranaire et en protégeant les protéines (Zerrad et al., 2006).

DEUXIEME PARTIE  
ETUDE  
EXPERIMENTALE

## Chapitre 1 : matériels et méthodes

### 2.1 Objectif de l'étude

L'objectif de cette étude est la caractérisation physiologique chez 3 variétés de luzerne (deux introduites : Speed et CUF 101 et une locale Témacine) via la réponse osmotique (dosage de la proline et des sucres totaux) et de croissance sous l'effet de la salinité du sol.

### 2.2 Matériel végétal

Trois variétés de luzerne cultivées ont été testées dans notre essai à savoir :

#### 2.2.1 Caractéristiques des variétés étudiées:

**A-Témacie (touggourt)** : il s'agit d'une population locale de la région de Touggourt résistante à la sécheresse

**B-Speed** : est une variété qui a été sélectionnée et multipliée en Californie, la zone typique pour la multiplication de semence de luzerne au monde, pour garantir une semence de très haute qualité. Cette variété a été testée et évaluée à l'ITG (Institut Technique des Grandes Cultures), speed a donné de très bons résultats de rendement et de résistance au froid par rapport aux autres variétés d'origine américaines.

**C-CUF 101** : La luzerne CUF 101 est un cultivar adapté aux zones de production irriguées. Ce cultivar est non dormant (groupe 9). Il est très résistant à la fusariose (*Fusarium oxysporum*), au puceron du pois (*Acyrtosiphon pisum*), au puceron tacheté de la luzerne (*Therioaphis maculata*), au puceron bleu de la luzerne (*Acyrtosiphon kondoi*) et au nématode à galles (*Meloidogyne incognita*). Il est modérément résistant à la pourriture des racines causée par *Phytophthora* (*Phytophthora megasperma*) et au nématode à galles.

### 2.3 Démarche expérimentale :

#### 2.3.1 préparation de la culture :

-Le substrat utilisé est un mélange de sable et de tourbe avec un rapport 1/3 et 2/3 respectivement, l'ensemble du substrat est tamisé pour éliminer les débris et les déchets et obtenir un substrat homogène.

-Les conteneurs utilisés sont de volume 12cm×10cm×12cm d'une forme carrée, le remplissage des pots a été réalisé par le substrat préalablement préparé tapissé d'une couche de gravier fin pour faciliter le drainage des conteneurs.

### 2.3.2 le semis

Le semis est réalisé manuellement à raison de 5 graines par pot, pour une profondeur de 1 cm, un léger tassement est effectué afin d'avoir un bon contact graine substrat suivi d'un arrosage avec de l'eau de robinet à raison de 200 ml d'eau/pot.

Le semis a été réalisé le 12-02-2024

### 2.3.3 Application du stress et solutions salines :

Après 21 jours de culture, le stress salin est appliqué pour nos 3 variétés cultivées : les niveaux de stress et leurs concentrations en g/l sont représentés dans le tableau ci-dessous.

Tableau 04 : Composition des solutions salines et la conductivité électrique correspondante

| Milieux | Les concentrations |     | Conductivité électrique |
|---------|--------------------|-----|-------------------------|
|         | g/l                | mM  | CE (ms/cm) à 25°        |
| T0      | 0                  | 0   | 1.47                    |
| T1      | 2.93               | 50  | 5.14                    |
| T2      | 5.85               | 100 | 13.06                   |
| T3      | 8.78               | 150 | 16.19                   |
| T4      | 11.70              | 200 | 20.7                    |

#### 2..3.3.1 le dispositif adopté dans notre essai :

Le dispositif adopté dans cette étude est un dispositif en randomisation totale, avec deux facteurs étudiés (salinité et variétés), le facteur salinité a 5 niveaux et le facteur variété possède 3 niveaux, chaque traitement de base est répété 10 fois, une totalité de 150 unités expérimentale est installées

|                     |                     |                      |                     |                     |                     |                     |                     |                      |                     |                     |                     |                     |                     |                       |
|---------------------|---------------------|----------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|----------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|-----------------------|
| T4<br>VSPEE<br>r2   | T0<br>Vtemaci<br>r8 | T3<br>/CUF10<br>r4   | T3<br>VSPEE<br>r7   | T1<br>Vtemaci<br>r7 | T0<br>Vtemaci<br>r2 | T0<br>/CUF10<br>r1  | T2<br>Vtemaci<br>r7 | T4<br>/CUF10<br>r2   | T1<br>VSPEE<br>r9   | T3<br>Vtemaci<br>r1 | T4<br>Vtemaci<br>r2 | T4<br>VSPEE<br>r3   | T1<br>Vtemaci<br>r1 | T2<br>VSPEED<br>r2    |
| T1<br>Vtemaci<br>r9 | T0<br>VSPEE<br>r9   | T3<br>/CUF10<br>r6   | T4<br>/CUF10<br>r4  | T3<br>/CUF10<br>r8  | T0<br>Vtemaci<br>r9 | T2<br>VSPEE<br>r3   | T2<br>/CUF10<br>r1  | T1<br>Vtemaci<br>r8  | T3<br>Vtemaci<br>r2 | T2<br>/CUF10<br>r10 | T0<br>Vtemaci<br>r1 | T2<br>VSPEE<br>r10  | T1<br>VSPEE<br>r10  | T2<br>/CUF10<br>r4    |
| T2<br>/CUF10<br>r9  | T4<br>VSPEE<br>r10  | T1<br>/CUF10<br>r8   | T1<br>VSPEE<br>r3   | T2<br>Vtemaci<br>r3 | T4<br>Vtemaci<br>r3 | T4<br>Vtemaci<br>r8 | T2<br>/CUF10<br>r6  | T1<br>/CUF10<br>r2   | T4<br>VSPEE<br>r5   | T0<br>/CUF10<br>r10 | T4<br>/CUF10<br>r10 | T3<br>Vtemaci<br>r6 | T0<br>/CUF10<br>r9  | T0<br>VSPEED<br>r1    |
| T0<br>/CUF10<br>r5  | T4<br>/CUF10<br>r9  | T0<br>/CUF10<br>r8   | T0<br>VSPEE<br>r2   | T4<br>VSPEE<br>r6   | T1<br>VSPEE<br>r4   | T2<br>/CUF10<br>r2  | T1<br>/CUF10<br>r1  | T0<br>/CUF10<br>r6   | T2<br>/CUF10<br>r8  | T2<br>Vtemaci<br>r6 | T3<br>VSPEE<br>r1   | T0<br>/CUF10<br>r7  | T2<br>/CUF10<br>r5  | T4<br>VSPEED<br>r9    |
| T2<br>Vtemaci<br>r9 | T2<br>VSPEE<br>r9   | T0<br>Vtemaci<br>r3  | T1<br>Vtemaci<br>r4 | T1<br>/CUF10<br>r6  | T3<br>/CUF10<br>r1  | T4<br>/CUF10<br>r3  | T3<br>/CUF10<br>r5  | T2<br>Vtemaci<br>r10 | T4<br>VSPEE<br>r7   | T0<br>VSPEE<br>r10  | T3<br>/CUF10<br>r7  | T4<br>/CUF10<br>r8  | T3<br>Vtemaci<br>r4 | T3<br>Vtemacin<br>r10 |
| T2<br>Vtemaci<br>r2 | T1<br>Vtemaci<br>r3 | T4<br>VSPEE<br>r8    | T4<br>Vtemaci<br>r4 | T2<br>Vtemaci<br>r1 | T2<br>/CUF10<br>r3  | T3<br>Vtemaci<br>r5 | T0<br>/CUF10<br>r3  | T4<br>/CUF10<br>r1   | T2<br>VSPEE<br>r5   | T2<br>VSPEE<br>r1   | T1<br>Vtemaci<br>r2 | T1<br>VSPEE<br>r5   | T4<br>Vtemaci<br>r1 | T1<br>VSPEED<br>r2    |
| T3<br>VSPEE<br>r4   | T1<br>VSPEE<br>r8   | T4<br>/CUF10<br>r5   | T0<br>VSPEE<br>r7   | T0<br>Vtemaci<br>r7 | T3<br>/CUF10<br>r9  | T3<br>VSPEE<br>r6   | T3<br>VSPEE<br>r8   | T2<br>/CUF10<br>r7   | T4<br>VSPEE<br>r4   | T0<br>Vtemaci<br>r4 | T3<br>VSPEE<br>r5   | T3<br>/CUF10<br>r3  | T3<br>VSPEE<br>r10  | T4<br>Vtemacin<br>r10 |
| T2<br>Vtemaci<br>r8 | T4<br>Vtemaci<br>r9 | T0<br>VSPEE<br>r6    | T1<br>VSPEE<br>r7   | T4<br>Vtemaci<br>r6 | T1<br>/CUF10<br>r5  | T0<br>VSPEE<br>r8   | T3<br>Vtemaci<br>r3 | T0<br>/CUF10<br>r4   | T3<br>/CUF10<br>r2  | T1<br>/CUF10<br>r3  | T3<br>Vtemaci<br>r8 | T0<br>VSPEE<br>r4   | T0<br>VSPEE<br>r3   | T1<br>Vtemacin<br>r5  |
| T2<br>VSPEE<br>r4   | T4<br>Vtemaci<br>r5 | T1<br>Vtemaci<br>r10 | T4<br>/CUF10<br>r6  | T0<br>Vtemaci<br>r6 | T0<br>/CUF10<br>r2  | T3<br>/CUF10<br>r10 | T1<br>Vtemaci<br>r6 | T3<br>VSPEE<br>r9    | T1<br>/CUF10<br>r10 | T0<br>Vtemaci<br>r5 | T4<br>VSPEE<br>r1   | T2<br>VSPEE<br>r6   | T2<br>Vtemaci<br>r5 | T3<br>Vtemacin<br>r9  |
| T3<br>/SPEE<br>r3   | T4<br>/CUF10<br>r5  | T0<br>/SPEE<br>r10   | T3<br>Vtemaci<br>r6 | T3<br>/SPEE<br>r6   | T2<br>Vtemaci<br>r2 | T1<br>/CUF10<br>r10 | T2<br>/SPEE<br>r6   | T1<br>/SPEE<br>r9    | T1<br>/SPEE<br>r10  | T0<br>Vtemaci<br>r5 | T1<br>/CUF10<br>r1  | T2<br>/SPEE<br>r6   | T1<br>/CUF10<br>r5  | T4<br>Vtemaci<br>r9   |



Figure 2 : Le dispositif expérimental adopté dans la serre.

### 2.3.4 les paramètres mesurés :

#### 2.3.4.1 Hauteur de la tige principale:

La longueur de la tige est mesurée à l'aide d'un mètre ruban (cm), du collet jusqu'à l'extrémité de la partie aérienne.

#### 2.3.4.2 Longueur de la racine :

Mesure de la racine principale est faite du collet jusqu'à la coiffe racinaire de chaque plante.

#### 2.3.4.2 Nombre de feuille par plante :

Il représente le nombre de feuilles trifoliées élaborées par la plante.

#### 2.3.4.3 Poids frais :

Il est obtenu après avoir effectuée une coupe au niveau du collet et le pesage à l'aide d'une balance de précision.

**2.3.4.4 Poids sec** : après la pesé da la matière fraiche on place les plantes coupées dans une étuve pendant 48h à 70°C pour obtenir le poids sec.



Figure3 : partie raciner est airain de plant de SPEED



Figure04 : partie raciner est airain de plant de TEMASIN



Figure 05 : partie raciner est airain de plant de CUF101

### 2.3.4.5 la teneur en sucres totaux des feuilles :

Les sucres solubles sont dosés par la méthode de DREYWOOD (1946) modifiée par SHIENDS et BURNETT (1960) ; le principe de la réaction est basé sur la coloration des produits de dégradation des oses neutres par l'acide sulfurique, qui très concentré, transforme à chaud les glucides en dérivés sulfuriques se colorant en Bleu-vert avec l'authrone

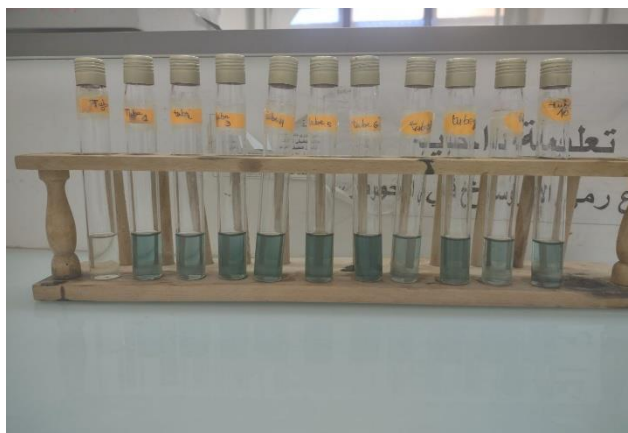


Figure 6 : les étalons (dosage des sucres totaux)

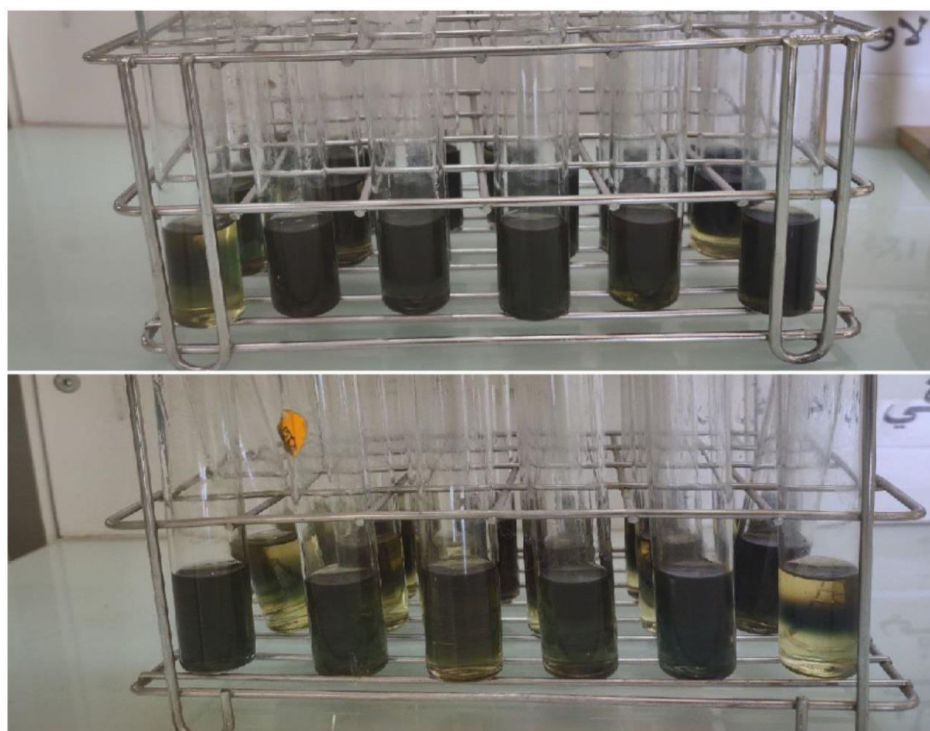


Figure 7 : les extraits (dosage des sucres totaux)

### 2.3.4.6 la teneur en proline des feuilles :

La proline est dosée par la méthode de TROLL ET LINDSLEY (1954), simplifiée et mise au point par DRIER et GORING (1974). Cette méthode est basée sur la coloration rouge produite par l'interaction de la proline avec de la ninhydrine dans un tampon acide.



Figure 8 : les étalons (dosage des proline)

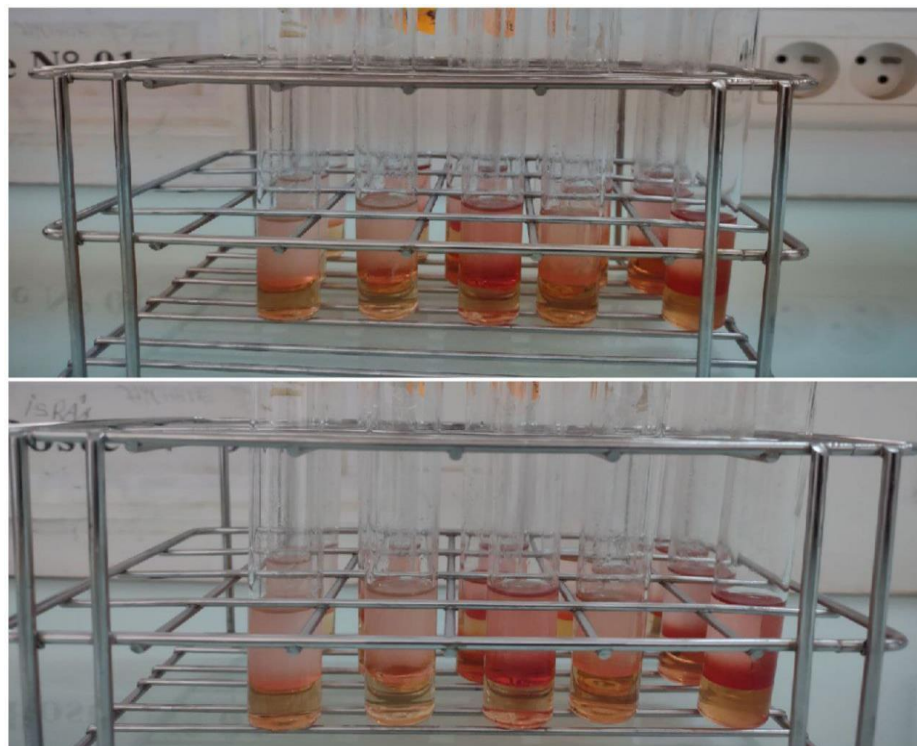


Figure 9 : les extraits (dosage des proline)

**2.3.4.7 Analyse statistiques:**

Les résultats obtenus ont été analysés par l'analyse de la variance à deux critères de classification à l'aide d'un logiciel statistique STATBOX version 4.6, Le seuil de signification retenu est 5%. Les moyennes sont comparées par la méthode Newman et Keuls basée sur la plus petite amplitude significative.

**RESULTATS**

**ET**

**DISCUSSIONS**

## Chapitres 02 : résultats et discussions

### 2.1 Effet du stress salin sur la teneur en sucres totaux des feuilles

Les résultats relatifs à la teneur en sucres totaux des feuilles sont représentés dans le tableau et sont illustrées par l'histogramme

Une différence très hautement significative a été révélée par l'analyse de la variance, aussi bien pour les effets simples que pour l'interaction entre salinité et variétés (probabilité=0.000).

Tableau 5 : Effet du stress salin sur la teneur en sucres totaux des feuilles

|            | (T0)         | (T1)          | (T2)        | (T3)          | (T4)          |
|------------|--------------|---------------|-------------|---------------|---------------|
| (SPEED)    | 36.047<br>BC | 20.30<br>G    | 37.10<br>B  | 46.65<br>A    | 26.907<br>DEF |
| (CUF101)   | 4.927<br>I   | 8.513<br>HI   | 12.907<br>H | 22.773<br>FG  | 32.44<br>BCD  |
| (TEMACINE) | 13.367<br>H  | 27.573<br>DEF | 19.707<br>G | 25.573<br>EFG | 30.573<br>CDE |

Sur l'ensemble des résultats obtenus nous constatons des réponses distinctes chez les trois variétés testées. Chez la variété CF101 une réponse d'accumulation de sucres linéaire avec l'intensité du stress pour des teneurs allant de 4.92 jusqu'au 32.44 pour le traitement le plus sévère en NaCl. Chez la variété SPEED des variations importantes sont enregistrées notamment aux concentrations 100 et 150mM en NaCl pour atteindre des teneurs en sucres les plus faibles pour le milieu le plus contraignant en NaCl (200mM en NaCl). Chez la variété Temacine une accumulation des sucres totaux est induite par le niveau 50mM puis cette accumulation diminue à la concentration 100mM pour atteindre la plus grande teneur estimée à 30.57  $\mu\text{g}/100\text{mg}$  de MF.

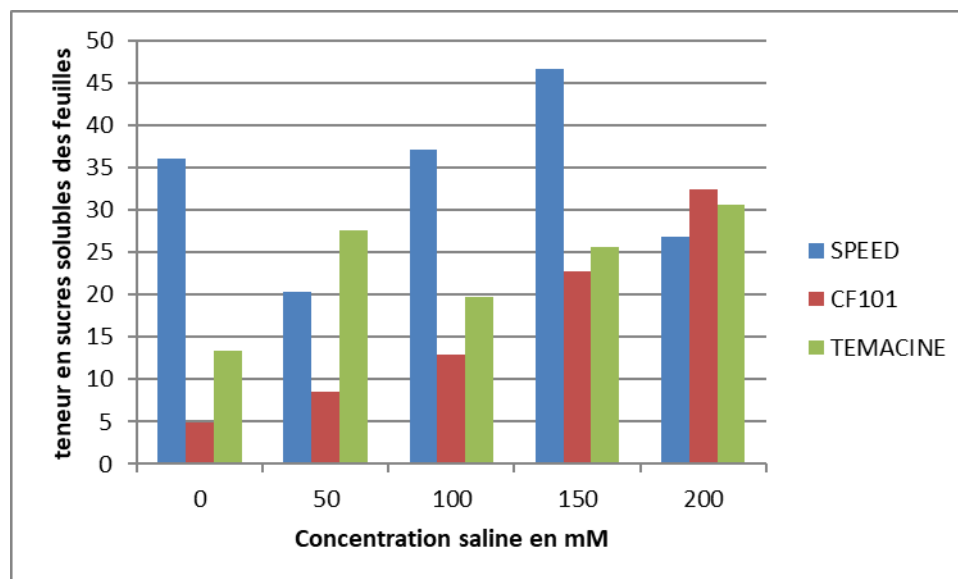


Figure10 : Effet de la salinité sur la teneur en sucre totaux des feuilles

## 2.2 Effet de la salinité sur la teneur en proline des feuille

Les résultats relatifs à la teneur en proline totaux des feuilles sont représentés dans le tableau 6 et sont illustrées par l'histogramme figure 11

Une différence très hautement significative a été révélée par l'analyse de la variance, aussi bien pour les effets simples que pour l'interaction entre salinité et variétés (probabilité=0.000).

Tableau 6 : Effet de la salinité sur la teneur en proline des feuille

|            | (T0)       | (T1)      | (T2)        | (T3)        | (T4)       |
|------------|------------|-----------|-------------|-------------|------------|
| (SPEED)    | 0.297<br>J | 0.59<br>H | 0.733<br>FG | 0.957<br>E  | 1.19<br>CD |
| (CUF101)   | 0.903<br>E | 1.11<br>D | 1.283<br>C  | 0.513<br>HI | 0.437<br>I |
| (TEMACINE) | 1.59<br>B  | 1.91<br>A | 1.67<br>B   | 0.84<br>EF  | 0.703<br>G |

Chez la variété Temacine une accumulation de proline s'enregistre au premier niveau de salinité (50mM en NaCl), puis au-delà de 150mM une diminution linéaire qui va dans le sens du stress pour atteindre les plus faibles valeurs estimées à 0.70 $\mu$ g ; néanmoins chez la variété Speed une accumulation proportionnelle avec le niveau du stress appliqué pour atteindre les grandes teneurs induites par le niveau 200 mM en NaCl évaluées à 1.19  $\mu$ g. Chez la variété CF101 les plus grandes teneurs sont induites par le niveau 100 mM puis une diminution s'enregistre pour des teneurs les plus faibles induites par 150 et 200 mM

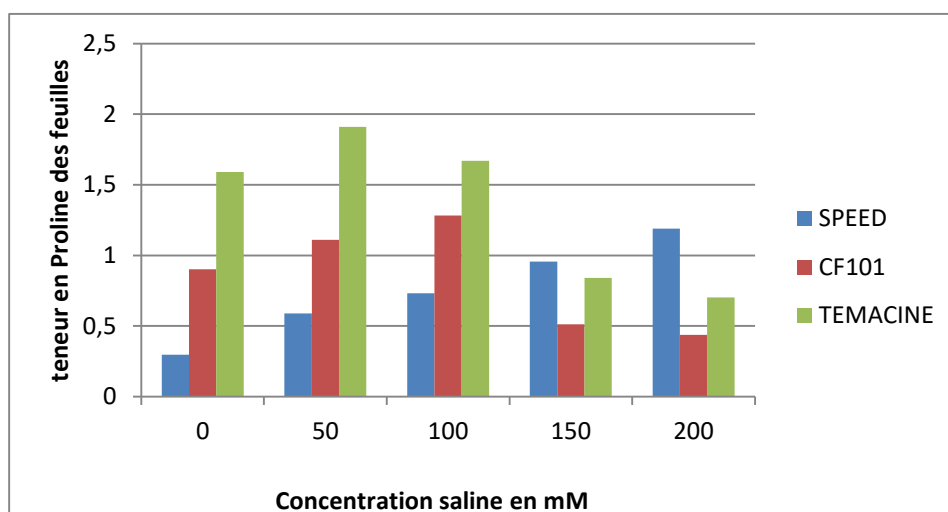


Figure 11 : effet du stress salin sur la teneur en proline des feuilles

### 2.3 Effet du stress salin sur le nombre de feuilles :

Les résultats relatifs à la teneur en nombre des feuilles sont représentés dans le tableau 7 et sont illustrées par l'histogramme figure 12

Une différence très hautement significative a été révélée par l'analyse de la variance, aussi bien pour les effets simples que pour l'interaction entre salinité et variétés (probabilité=0.000)

Tableau 7 : Effet du stress salin sur le nombre de feuilles

|            | (T0)        | (T1)        | (T2)        | (T3)        | (T4)        |
|------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| (SPEED)    | 15<br>A     | 10.667<br>B | 11<br>B     | 8.333<br>BC | 6<br>CD     |
| (CUF101)   | 6.667<br>CD | 8.333<br>BC | 10.667<br>B | 5<br>D      | 5.667<br>CD |
| (TEMACINE) | 5.667<br>CD | 9.667<br>B  | 6.333<br>CD | 4.667<br>D  | 5<br>D      |

Concernant l'effet du stress salin sur le nombre de feuilles, un effet très dépressif a été enregistré chez la variété Speed dès l'application du stress qui enregistre des diminutions de plus en plus élevées avec le niveau du stress appliqué ; néanmoins chez la variété CF101 une stimulation du nombre de feuille est affichée par les niveaux 50 et 100 Mm en NaCl, puis une diminution s'affiche à 150 et 200 mM pour nombre de feuille moyenne n de 5 et 5.66 respectivement. Chez la variété Temacine en général une diminution du nombre de feuilles avec le niveau du stress appliqué avec une stimulation significative à 50mM en NaCl

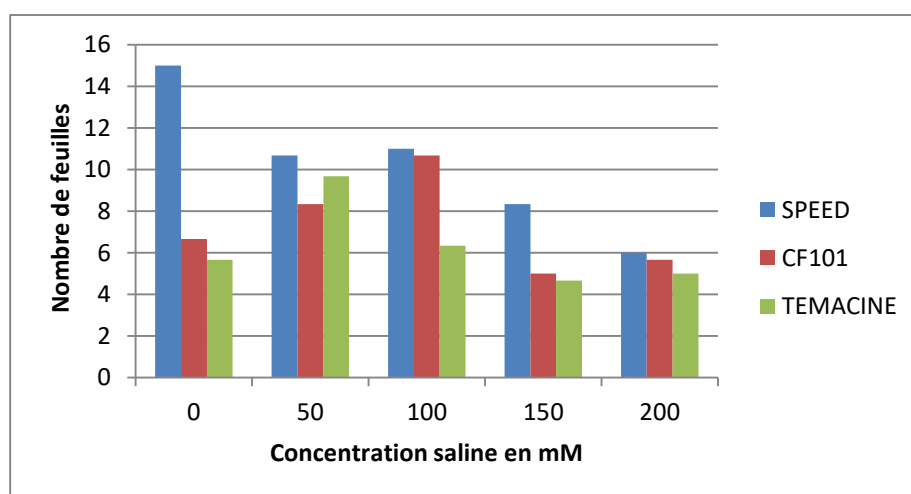


Figure 12 : effet du stress salin sur le nombre de feuilles

## 2.4 Effet du stress salin sur le poids frais des plants

Les résultats relatifs à la teneur en le poids frais des plants sont représentés dans le tableau 8 et sont illustrées par l'histogramme figure 13

Une différence très hautement significative a été révéleé par l'analyse de la variance, aussi bien pour les effets simples que pour l'interaction entre salinité et variétés (probabilité=0.000

Tableau8 : effet du stress salin sur le poids frais des plants

|            | (T0)  | (T1)  | (T2)  | (T3)  | (T4)  |
|------------|-------|-------|-------|-------|-------|
| (SPEED)    | 3.597 | 3.397 | 3.987 | 2.733 | 1.467 |
| (CUF101)   | 0.913 | 4.133 | 1.53  | 1.16  | 1.113 |
| (TEMACINE) | 0.893 | 1.53  | 0.92  | 0.83  | 0.4   |

La variation du poids frais total sous l'effet de la salinité affiche des comportements variables chez les trois variétés testées. Chez la variété Temacine peu de variations sont exprimées allant de 0.89 à 0.4 g avec une stimulation remarquable à 50 mM en NaCl évaluée à 1.53 g. Chez la variété Speed aucun changement significatif n'a été enregistré à 50 mM en NaCl, puis une stimulation significative du poids s'affiche à 100mM pour une valeur de 3.98g, dès que le niveau du stress atteint les 150mM et plus une diminution significative s'affiche pour atteindre les plus faibles poids évalués à 1.46g.

Chez la variété CF101, une remarquable augmentation du poids frais est enregistrée à 50mM allant de 0.91g chez le 0mMen NaCl à 4.13g au traitement 50mMen NaCl, puis une diminution presque stable s'affiche chez les traitements 100, 150 et 200 Mmen NaCl

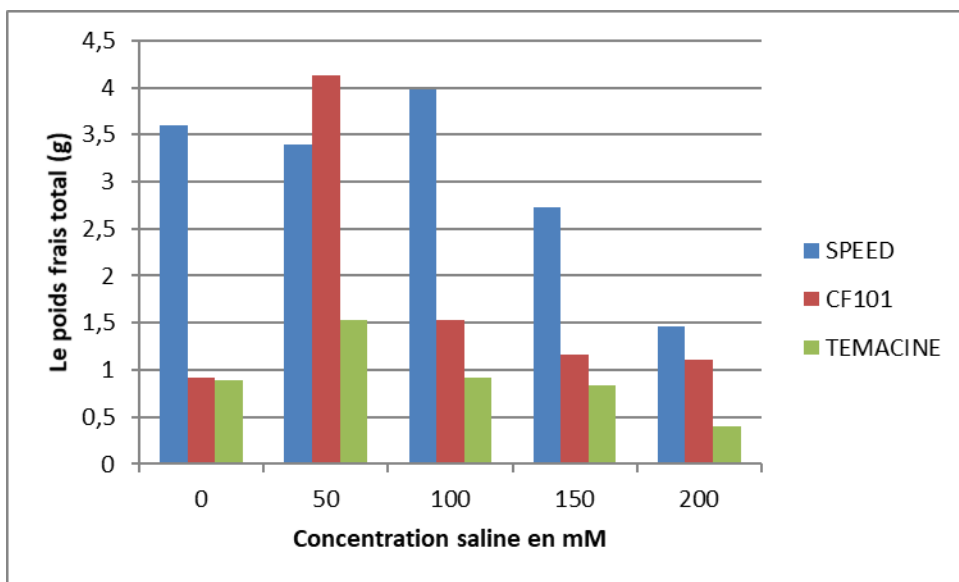


Figure 13 : effet du stress salin sur le poids frais des plants

### 2.5 Effet du stress salin sur le poids sec total

Les résultats relatifs à l'effet du stress salin sur le poids sec totales sont représentés dans le tableau. 9 et illustré par la figure14

Tableau9 : Effet du stress salin sur le poids sec totale

|          | T0          | T1          | T2          | T3          | T4         |
|----------|-------------|-------------|-------------|-------------|------------|
| SPEED    | 1.173<br>A  | 0.853<br>B  | 0.713<br>BC | 0.599<br>CD | 0.29<br>EF |
| CUF101   | 0.323<br>EF | 0.44<br>DE  | 0.327<br>EF | 0.33<br>EF  | 0.24<br>EF |
| TIMACINE | 0.273<br>EF | 0.767<br>BC | 0.267<br>EF | 0.263<br>EF | 0.147<br>F |

L'analyse de la variance a révélé une différence très hautement significative pour les effets simples à savoir salinité et variété ainsi que pour l'interaction

Chez la variété Speed le poids sec des plants diminue au fur et à mesure que le stress s'accroît avec des poids allant de 1.17 g à 0.29 g chez le témoin et 200mM en NaCl respectivement, alors que chez la variété Temacine une augmentation notable du poids sec s'enregistre à 50mM en NaCl pour un taux d'augmentation de 180% par rapport au témoin, à partir de 100 mM en NaCl le poids sec reste presque peu variable. Chez la variété CF101 un comportement similaire à celui enregistré chez la variété Temacine est exprimé avec une légère stimulation à 50mM en NaCl et de faible variation au-delà de 100mM en NaCl

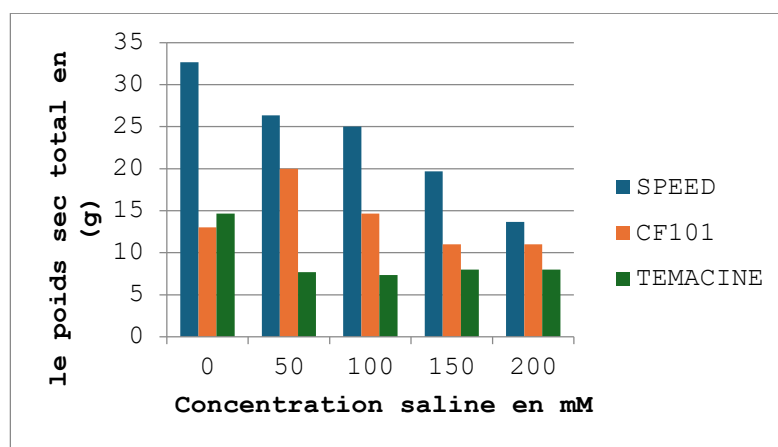


Figure 14 : effet du stress salin sur le poids sec des plants

## 2.6 Effet du stress salin sur la longueur de la partie aérienne

Les résultats relatifs à l'effet du stress salin sur la Louangeurs parties aériennes sont représentés dans le tableau 10 et illustré par la figure 15

Tableau10 : Effet du stress salin sur la Louangeurs parties aériennes

|          | T0          | T1          | T2          | T3          | T4          |
|----------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| SPEED    | 32.667<br>A | 26.333<br>B | 25<br>B     | 19.667<br>C | 13.667<br>D |
| CUF101   | 13<br>D     | 20<br>C     | 14.667<br>D | 11<br>DE    | 11<br>DE    |
| TIMACINE | 14.667<br>D | 7.667<br>E  | 7.333<br>E  | 8<br>E      | 8<br>E      |

L'analyse de la variance a révélé une différence très hautement significative pour les effets simples à savoir salinité et variété ainsi que pour l'interaction

Sur l'ensemble des résultats de la longueur des tiges sous l'effet de la salinité, les trois variétés expriment une diminution notable sous l'effet de la salinité avec des taux de diminution de 60%, 15% et 43% par rapport au témoin chez Speed, CF101 et Temacine respectivement. La variété CF101 exprime le meilleur comportement avec des taux de diminution plus faibles par rapport aux autres variétés.

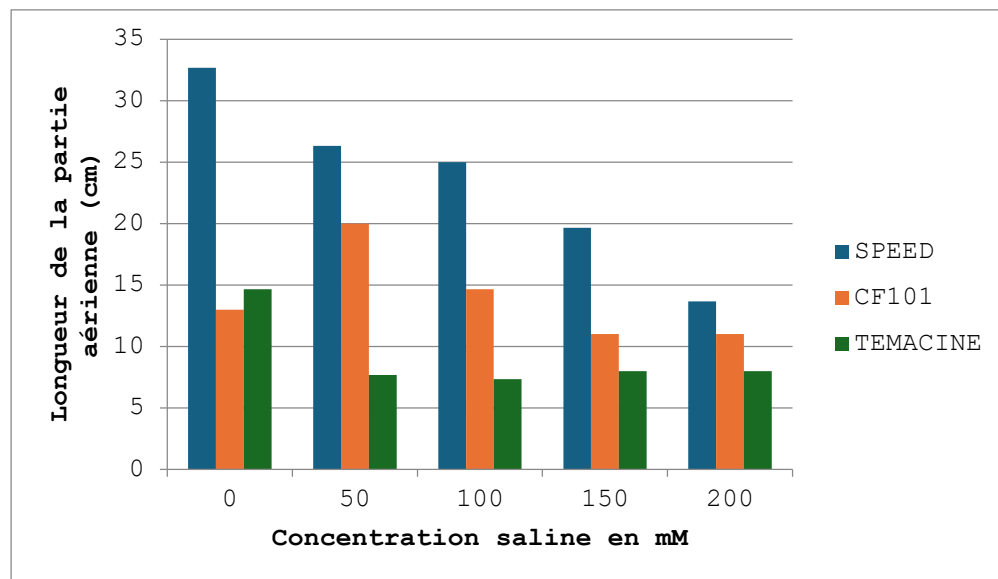


Figure 15 : effet du stress salin sur la longueur de la partie aérienne (cm)

## 2.7 Effet du stress salin sur la louangeur de partie racinaire

Les résultats relatifs à l'effet du stress salin sur la teneur en louangeur de partie racinaire sont représentés dans le tableau 11 et illustré par la figure 16

Tableau 11 : Effet du stress salin sur la teneur en louangeur de partie racinaire

|               | T0          | T1           | T2          | T3         | T4           |
|---------------|-------------|--------------|-------------|------------|--------------|
| SPEED         | 17<br>BC    | 13,333<br>G  | 11,333<br>B | 6,333<br>A | 7,333<br>DEF |
| CUF101        | 12,667<br>I | 14,667<br>HI | 12,667<br>H | 10<br>FG   | 8,333<br>BCD |
| 3<br>TEMACINE | 8,333<br>H  | 8,667<br>DEF | 9,667<br>G  | 7<br>EFG   | 6<br>CDE     |

L'analyse de la variance a révélé une différence très hautement significative pour les effets simple à savoir salinité et variété ainsi que pour l'interaction. Le comportement racinaire des trois variétés testées exprime une tendance à la diminution qui va dans le sens du stress chez la variété Speed enregistrant les plus grandes valeurs au témoin (17cm) et les plus faibles valeurs chez le traitement le plus contraignant en NaCl (7.33cm), chez la variété CF101 des variations très faibles sont exprimées chez les niveaux 0, 50 et 100mM en NaCl pour des valeurs de 12.66, 14.66 et 12.66 respectivement, puis une diminution s'enregistre à partir de 150mM en NaCl. Une bonne stabilité des racines durant le stress est exprimée chez la variété Temacine allant de 8.33cm à 6 cm chez les niveaux 0mM et 200 mM respectivement.

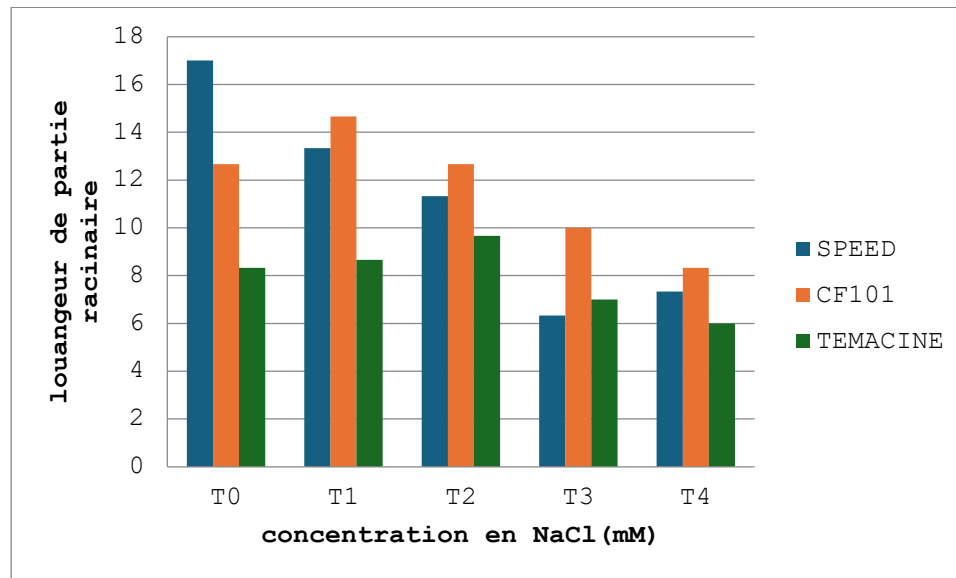


Figure 16 : Effet du stress salin sur la teneur en longueur de partie racinaire

## DISCUSSIONS GENERALE :

Les trois variétés étudiées ont montré une diminution de la croissance de la partie aérienne en réponse au stress salin, un effet commun chez les plantes non halophytes (Nguyen et al., 2004). Cette diminution de croissance peut être expliquée par l'augmentation de la pression osmotique due au NaCl, entravant l'absorption de l'eau par les racines. De plus, il semble que cette réduction de croissance soit liée à une accumulation importante d'ions Na<sup>+</sup> dans la plante (Bouchoukh, 2010). Selon Arbaoui et al. (1999), les sels accumulés dans le sol peuvent limiter ou arrêter complètement la croissance des plantes.

La salinité provoque des effets osmotiques, toxiques et nutritionnels sur les plantes (Larcher, 1995 ; Lambers et al., 1998 ; Debez et al., 2001 ; Mohsen et al., 2011), affectant la croissance et le développement de la plupart des espèces cultivées (Munns, 1993 ; Munns et al., 1995), ce qui conduit finalement à une diminution de la productivité et de la qualité des cultures. Les effets néfastes de la salinité sur la croissance des plantes sont généralement liés à la diminution du potentiel osmotique de la solution du sol et à la toxicité élevée du sodium (et du chlore pour certaines espèces), provoquant des perturbations à plusieurs niveaux moléculaires, biochimiques et physiologiques (Winicov, 1998 ; Munns, 2002 ; Tester et Davenport, 2003 ; Yamaguchi et Blumwald, 2005).

Le stress salin s'applique aux plantes par plusieurs types de contraintes : tout d'abord, le sol exerce un effet osmotique dès que les racines entrent en contact avec un certain niveau de concentration saline (Munns et Tester, 2008), puis le sel s'accumule à des concentrations toxiques dans les feuilles, entraînant un stress ionique. Dans l'orge, une diminution de l'élongation du système racinaire a été observée à des concentrations élevées de NaCl, entre 100 et 200 mM (Suhayda et al., 1992). De plus, la première réponse des plantes non halophytes exposées à la salinité est le ralentissement de leur croissance, la croissance des racines étant moins affectée que celle des feuilles (Guerrier, 1996).

La résistance du système racinaire au stress salin peut être expliquée par une réduction de l'allocation de carbone à la croissance des feuilles au profit des racines (Nasri, 2014). En général, le sodium commence à exercer un effet inhibiteur sur l'activité enzymatique à une concentration de 100 mM. Par conséquent, la capacité des plantes à réduire la teneur en sodium dans le cytoplasme est cruciale pour la tolérance à la salinité (Maathuis et Amtmann, 1999 ; Munns, 2005 ; Yamaguchi et Blumwald, 2005 ; Apse et Blumwald, 2007).

Nos résultats ont montré que les trois variétés répondent positivement à l'accumulation de proline. La teneur en proline augmente rapidement chez de nombreuses plantes dicotylédones ou monocotylédones exposées au stress salin (Yoshida et al., 1999 ; Rhodes et al., 2002). La proline agit comme un soluté compatible dans l'adaptation osmotique et peut atteindre des concentrations élevées sans être toxique, contrairement aux ions (Yancey et al., 1982). L'importance de la proline dans la tolérance à la salinité a été démontrée chez plusieurs lignées d'*Arabidopsis* contenant une construction anti-sens pour l'enzyme proline déshydrogénase (Nanjo et al., 2003).

La teneur en sucres solubles n'a pas beaucoup changé dans les deux variétés étudiées sous l'effet de la salinité. Les sucres solubles jouent un rôle crucial dans l'adaptation osmotique et dans la stabilisation de certaines protéines. L'accumulation de sucres semble augmenter la teneur en eau des cellules en saturant l'environnement interne de la cellule, empêchant la cristallisation des molécules intracellulaires et limitant ainsi les dommages aux structures cellulaires (Dubos, 2001). Selon Zerrad et al. (2006 ; in Mouellef, 2010), les sucres solubles sont des indicateurs du degré de stress, augmentant considérablement avec l'intensité du stress. Les sucres métaboliques (glucose, galactose, saccharose et fructose) aident à résister aux différents stress. Selon Hare et al. (1998), ces composés jouent un rôle important dans le maintien de la pression de turgescence, essentielle pour les processus contrôlant la vie des plantes.

## Conclusion :

Les mécanismes de réponses au stress salin font intervenir un certain nombre de réactions au sein des différents processus morphologique, physiologiques, ces différents processus correspondent à des changements dans la cinétique de la croissance, de l'accumulation des ions au niveau de la plante entière, et de production des molécules impliqués dans l'ajustement osmotique.

C'est dans ce contexte que nous avons proposés la présente étude et qui vise à analyser et interpréter les réponses physiologiques et morphologiques de trois variétés de luzerne cultivées deux variétés introduites (Speed et CF101) et une population locale (Temacine).

L'analyse des paramètres physiologiques a révélée pour la teneur en proline , une réponse proportionnelle avec le niveau du stress appliqué est observée chez la variété speed pour atteindre des teneurs les plus élevées à 200mM en NaCl , néanmoins chez la variété Temacine une diminution de la teneur en proline s'enregistre à partir de 100Mm en NaCl pour atteindre les plus faibles valeurs estimées à 0.70  $\mu$ /100mg de MF à 200mM en NaCl . Chez la variété CF101 les plus grandes teneurs sont induites par le niveau 100 mM puis une diminution s'enregistre pour des teneurs les plus faibles induites par 150 et 200 mM .

Pour l'accumulation en sucres totaux une accumulation linéaire avec l'intensité du stress est exprimée chez la variété CF101 pour des valeurs allant de 4.92 jusqu'au 32.44  $\mu$ /100mg de MF pour le traitement le plus sévère en NaCl à savoir 200Mm en NaCl. Chez la variété SPEED des variations importantes sont enregistrées notamment aux concentrations 100 et 150mM en NaCl puis une diminution s'enregistre à 200mM en NaCl ; chez Temacine une accumulation linéaire s'enregistre à partir de 100mM en NaCl pour atteindre les plus grandes teneurs évaluées à 30.57  $\mu$ /100mg de MF à 200mM en NaCl .

L'évaluation morphologique des trois variétés de luzerne vis-à-vis du stress salin a pu révéler l'effet néfaste de la salinité sur le nombre de feuilles, un effet très dépressif a été enregistré chez la variété Speed dès l'application du stress ; néanmoins chez la variété CF101 une stimulation du nombre de feuille est affichée par les niveaux 50 et 100 Mm en NaCl, puis une diminution s'affiche à 150 et 200 Mm. Chez Temacine une diminution d'autant plus importante que lorsque la concentration du milieu en NaCl est élevée avec une stimulation significative à 50mM en NaCl.

Le NaCl a provoqué une chute de la longueur de la partie aérienne et racinaire chez les trois variétés analysées, en revanche les racines de la variété Temacine montrent une certaine stabilité lorsque la salinité du milieu augmente. Lors d'un stress salin la croissance des parties aériennes sont généralement réduite il s'agit

d'une réponse adaptative, certaines plantes peuvent opter pour une stratégie de croissance racinaire, par La réallocation du carbone vers les racines, ce qui permet d'atteindre de nouvelles ressources en eau.

Pour le poids sec un comportement identique a été enregistré chez les deux variétés Temacine et CF101 avec une stimulation du poids sec à 50Mm en NaCl puis une diminution notable qui va dans le sens du stress à partir de 100mM , alors que chez la variété Speed une diminution s'affiche dès l'application du stress.

Le poids frais total enregistre un comportement identique chez Temacine et CF101 avec une stimulation significative à 50mM puis une diminution à partir de 100Mm en NaCl, alors que chez la variété Speed aucun changement significatif n'a été enregistré à 50 mM en NaCl, puis une stimulation significative du poids s'affiche à 100mM pour une valeur de 3.98g puis une diminution s'installe pour atteindre les plus faibles poids à 200mM en NaCl estimés à 1.47g .

## REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Chaabena A., 2001, situation des cultures fourragères dans sud- Est septentrional du sahara algérien et caractérisations de quelques varieties introduites et populations saharienne de Luzerne cultivée, theme de l'obtention du diplom de magister , INA.EL harach,P 53
- Arbaoui et al 1999 : Assad, R., & Arbaoui, A. (1999, June). Etude des effets de frottement sur la dynamique des ondes de densité de charge dans les systèmes unidimensionnels. In *Annales de Chimie Science des Matériaux* (Vol. 24, No. 6, pp. 435-442). No longer published by Elsevier.
- Bouchoukh,2010 :Bouchoukh, I., & Rahmoune, C. (2010). Comportement écophysologique de deux chénopodiacées des genres *Atriplex* et *Spinacia* soumises au stress salin (Doctoral dissertation, Université Frères Mentouri-Constantine 1).
- Bouton JH .,1996. New uses for alfalfa and other" old" forage legumes. In: Janick J (ed)*Progress in new crops*. American Society of Horticultural Science, Alexandria, Virginia, pp 251-259.
- Bouton JH.,2001. Alfalfa. In: J. A. Gomide, Silva SCd, Mattos WRS (eds) *Proceedings of the XIX International Grassland Congress*, Sao Paulo, Brazil, pp 545-547.
- Debez et al., 2001 :Debez, A., Chaibi, W., & Bouzid, S. (2001). Effect of NaCl and growth regulators on germination of *Atriplex halimus* L. *Cahiers d'Etudes et de Recherches Francophones Agricultures* (France).
- Dubos, 2001: Larignon, P., Dubos, B., Cere, L., & Fulchic, R. (2001). Observation on black dead arm in French vineyards. *Observation on Black Dead Arm in French Vineyards*, 1000-.1007
- FARES Soria. Valorisation de la fixation de l'azote par des souches de rhizobiums autochtones et intriduites associées à *Medicago sativa* en zone semi-aride,. Oran, Algerie. : Mémoire de Magistere sur Exploitation des interactions plantes microorganisme, Université d'oran "ES-SENIA"., 2007-2008
- Foury A., 1954, les légumineuses fourragères au maroc, les cahier de la recherche agronomique rabat N°3. P 656
- Guerrier,1996 : Durand-Guerrier, V. (1996). Logique et raisonnement mathématique: défense et illustration de la pertinence du calcul des prédicats pour une approche didactique des difficultés liées à l'implication (Doctoral dissertation, Lyon 1).

- Hare et al., 1998: Patterson, B. R., Benjamin, L. K., & Messier, F. (1998). Prey switching and feeding habits of eastern coyotes in relation to snowshoe hare and white-tailed deer densities. *Canadian Journal of Zoology*, 76(10), 1885-1897.
- Karima, Bouaboub-MOSSAB. Thème comportement de variétés et populations de luzerne pérenne *Medicago Sativa L* dans la région d'adrar. El-Harrach Alger, Algerie. : Mémoire de Magister en Agronomie, université de INA El-Harrach Alger., 2001.
- La luzerne: culture, récolte, conservation, utilisation Paris France Agricole Editions, Amazon France 2003
- Larcher, 1995 ; Lambers et al., 1998 ; Debez et al., 2001 ; Mohsen et al., 2011 : Diallo, B., Samba, S. A. N., Sane, D., & Diop, T. (2013). Effet du chlorure de sodium sur la germination de graines de *Ricinus communis L*. *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, 7(4), 1534-1544.
- Maathuis ET amtmann, 1999; Bulmlald, 2000: Maathuis, F. J., & Amtmann, A. N. N. A. (1999). K<sup>+</sup> nutrition and Na<sup>+</sup> toxicity: the basis of cellular K<sup>+</sup>/Na<sup>+</sup> ratios. *Annals of botany*, 84(2), 123-133.
- Mathieu M., 2003 La luzerne culture récolte conservation utilisation, Groupe France Agricole 8 ; cite paradis, 75010 Paris. P : 11,15,21
- Mathieu M., 2003 La luzerne culture récolte conservation utilisation, Groupe France Agricole 8 ; cite paradis, 75010 Paris. P : 11,15,21
- MEHIRI Asma, ZAHOUANI Asma. Variabilité intra-parcellaire chez la rhizosphère d'un sol cultivé de luzerne (*Medicago sativa L.*) dans la région de Ghardaïa (Cas de El' Atteuf). Université de Ghardaïa : Mémoire de MASTER, Ecologie et environnement, 2017-2018.
- Midoun N Et Kadri A., 2015, effet du stress salin sur quelque paramètre biochimiques de la luzerne cultivée (*Medicago sativa L.*), mémoire du l'obtention de diplôme master académique en biotechnologie végétale , université kasdi merbah ourgla
- Munns, 1993 ; Munns et al., 1995 : Munns, R., Schachtman, D. P., & Condon, A. G. (1995). The significance of a two-phase growth response to salinity in wheat and barley. *Functional Plant Biology*, 22(4), 561-569.
- Munus et Tester, 2008: Abbaspour, H., Afshari, H., & Abdel-Wahhab, A. (2012). Influence of salt stress on growth, pigments, soluble sugars and ion accumulation in three pistachio cultivars. *Journal of Medicinal Plants Research*, 6(12), 2468-2473.
- Nasri, 2014 : Rafieian-Kopaei, M., Setorki, M., Doudi, M., Baradaran, A., & Nasri, H. (2014). Atherosclerosis: process, indicators, risk factors and new hopes. *International journal of preventive medicine*, 5(8), 927.

- Nguyen et al.,2004 : Bloch, J., Bachoud-Levi, A. C., Deglon, N., Lefaucheur, J. P., Winkel, L., Palfi, S., ... & Peschanski, M. (2004). Neuroprotective gene therapy for Huntington's disease, using polymer-encapsulated cells engineered to secrete human ciliary neurotrophic factor: results of a phase I study. *Human gene therapy*, 15(10), 968-975.
- Suhayda et al.,1992 : Suhayda, C. G., Redmann, R. E., Harvey, B. L., & Cipywnyk, A. L. (1992). Comparative response of cultivated and wild barley species to salinity stress and calcium supply. *Crop Science*, 32(1), 154-163.
- Winicov,1998 ; Munns ,2002 ; Tester et Davenport,2003 ; Yamaguchi et Blumwald ,2005 : Hanana, M., Hamrouni, L., Cagnac, O., & Blumwald, E. (2011). Mécanismes et stratégies cellulaires de tolérance à la salinité (NaCl) chez les plantes. *Environmental Reviews*, 19(NA), 121-140.
- Yoshiba et al.,1999; Rhodes et al.,2002 : Gao, H. Z., Kobayashi, K., Tabata, A., Tsuge, H., Iijima, M., Yasuda, T., ... & Saheki, T. (2003). Identification of 16 novel mutations in the argininosuccinate synthetase gene and genotype–phenotype correlation in 38 classical citrullinemia patients. *Human mutation*, 22(1), 24-34.
- Zerrad et al., 2006; in mouellef, 2010: Labdelli, A., Halis, Y., Adda, A., Soualem, S., & Boudibi, S. Study of parameters of osmotic adjustment of some genotypes of Durum Wheat (*Triticum durum* Desf.) under water deficit.

الهدف من هذه الدراسة هو التوصيف الفسيولوجي والمورفولوجي لثلاثة أصناف من البرسيم الحجازي، اثنان منها أدخلوا وهما النوع السريع وCF101 والتيماسين المحلي. بالنسبة لمحتوى البرولين، لوحظت استجابة متناسبة مع مستوى الضغط المطبق في تنوع السرعة، ولكن في صنف التيماسين تم تسجيل انخفاض في محتوى البرولين من 100 ملغم في كلوريد الصوديوم، وفي صنف CF101 يتم إحداث معظم المحتويات العالية بواسطة مستوى 100 ملغم ثم يتم تسجيل الانخفاض. بالنسبة لتراكم السكريات الكلية، يتم التعبير عن تراكم خطي مع شدة الإجهاد في صنف CF101 في صنف SPEED، يتم تسجيل اختلافات كبيرة على وجه الخصوص عند التركيزات 100 و150 ملغم في NaCl، وفي Temacine يتم تسجيل تراكم خطي من 100 ملغم في كلوريد الصوديوم للوصول إلى أعلى محتوى تم تقييمه عند 30.57 ميكرومتر/100 ملجم من MF عند 200 ملغم في كلوريد الصوديوم. إن التوصيف المورفولوجي في الأصناف الثلاثة من البرسيم الحجازي فيما يتعلق بإجهاد الملوحة قادر على الكشف عن التأثير الضار للملوحة على عدد الأوراق. تسبب كلوريد الصوديوم في انخفاض طول الجزء الهوائي والجذري في الأصناف الثلاثة التي تم تحليلها، إلا أن جذور الصنف تيماسين أظهرت ثباتاً معيناً عند زيادة ملوحة البيئة. بالنسبة للوزن الجاف، تم تسجيل سلوك مماثل في الصنفين Temacine وCF101 مع تحفيز الوزن الجاف عند 50 ملغم في كلوريد الصوديوم ثم انخفاض ملحوظ يسير في اتجاه الإجهاد.

الكلمات المفتاحية: البرسيم، الملوحة، الأصناف، البرولين، السكريات الكلية

## Résumé

L'objectif de cette étude est la caractérisation physiologique et morphologiques chez trois variétés de luzerne deux introduites à savoir speed et CF101 et une locale Temacine. Pour la teneur en proline, une réponse proportionnelle avec le niveau du stress appliqué est observée chez la variété speed, néanmoins chez la variété Temacine une diminution de la teneur en proline s'enregistre à partir de 100mM en NaCl, Chez la variété CF101 les plus grandes teneurs sont induites par le niveau 100 mM puis une diminution s'enregistre. Pour l'accumulation en sucres totaux une accumulation linéaire avec l'intensité du stress est exprimée chez la variété CF101, Chez la variété SPEED des variations importantes sont enregistrées notamment aux concentrations 100 et 150mM en NaCl, chez Temacine une accumulation linéaire s'enregistre à partir de 100mM en NaCl pour atteindre les plus grandes teneurs évaluées à 30.57  $\mu$ /100mg de MF à 200mM en NaCl. La caractérisation morphologique chez les trois variétés de luzerne vis-à-vis du stress salin a pu révéler l'effet néfaste de la salinité sur le nombre de feuilles. Le NaCl a provoqué une chute de la longueur de la partie aérienne et racinaire chez les trois variétés analysées, en revanche les racines de la variété Temacine montrent une certaine stabilité lorsque la salinité du milieu augmente. Pour le poids sec un comportement identique a été enregistré chez les deux variétés Temacine et CF101 avec une stimulation du poids sec à 50mM en NaCl puis une diminution notable qui va dans le sens du stress

Mots clés : luzerne, salinité, variétés, proline, sucres totaux

## summary

The aim of this study is the physiological and morphological characterization of three alfalfa cultivars, two of which were introduced: the rapid type, CF101, and the local thymicine. As for the proline content, a proportional response to the applied pressure level was observed in varying speeds, but in the thymicine variety a decrease in proline content was recorded from 100 mM in NaCl, and in the CF101 variety most of the high contents are induced by the 100 mM level and then a decrease is recorded. For the accumulation of total sugars, a linear accumulation with stress intensity is expressed in the CF101 cultivar. In the SPEED cultivar, large differences are recorded in particular at 100 and 150 mM at concentrations in NaCl, and in Temacine a linear accumulation of 100 mM NaCl to reach the highest content evaluated  $\mu$ M/100 mg of MF at 200 mM NaCl. Morphological characterization in the three alfalfa cultivars in relation to 30.57 salinity stress is able to reveal the detrimental effect of salinity on leaf number. Sodium chloride caused a decrease in the length of the aerial part and roots in the three varieties analyzed, but the roots of the Timasin variety showed a certain stability when the salinity of the environment increased. Regarding dry weight, similar behavior was recorded in the cultivars Temacine and CF101 with dry weight stimulated at 50 mM NaCl and then a significant decrease in the direction .of stress

Keywords: alfalfa, salinity, varieties, proline, total sugars